

UNIVERSIDADE DE S. PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM L

GEOLOGIA

N.º 2



S. PAULO — BRASIL
1945

11418

Os Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, são editados pelos Departamentos das suas diversas secções.

Toda correspondência deverá ser dirigida para o Departamento respectivo da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Caixa Postal 105-B, S. Paulo, Brasil.

The "Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de S. Paulo" are edited by the different departments of the Faculty.

All correspondence should be addressed to the Department concerned, Caixa Postal 105-B, São Paulo, Brasil.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor:

Prof. Dr. Jorge Americano.

Diretor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras:

Prof. Dr. André Dreyfus.

Departamento de Geologia e Paleontologia

Diretor: *Prof. Luciano Jacques de Moraes, Eng.*

1.º Assistente: *Josué Camargo Mendes, D. Sc.*

2.º Assistente: *Ruy Ozorio de Freitas, L. Sc.*

UNIVERSIDADE DE S. PAULO
FACULDADE DE FILISOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM L

GEOLOGIA

N.º 2



S. PAULO — BRASIL

1 9 4 5

BACIA TERCIÁRIA DO VALE DO RIO PARAÍBA, ESTADO DE SÃO PAULO

Luciano Jacques de Moraes

I — INTRODUÇÃO

Em setembro de 1942, o Diretor da Divisão de Fomento da Produção Mineral designou-nos para visitar as jazidas de folhelhos piro-betuminosos de Tremembé e a usina de destilação desse material situada em Taubaté, Estado de S. Paulo, e preparar um relatório sobre as condições geológicas e possibilidades econômicas dessas jazidas, e ainda sobre a situação atual da indústria de aproveitamento das rochas oleígenas.

Nas presentes notas, condensámos o resultado de nossas observações naquela região, acrescentando as informações que nos foram possíveis obter em trabalhos publicados ou inéditos, mencionados no texto.

Quem quer que seja que estude o aproveitamento dos xistos piro-betuminosos do vale do Rio Paraíba não pode deixar de ter como guias os trabalhos de Djalma Guimarães, Fróes Abreu e Rothe.

No nosso relatório original, foram feitas supressões de alguns trechos que feriam assunto cuja doutrina deve ser firmada pelo Conselho Nacional do Petróleo. Essas supressões se fizeram de acôrdo com as recomendações desse órgão, préviamente consultado, em obediência aos dispositivos legais.

Endereçamos os nossos agradecimentos à Divisão de Fomento da Produção Mineral, na pessoa de seu antigo diretor, eng.º Avelino Ignacio de Oliveira, e na do atual, eng.º Alberto Ildefonso Erichsen, pela permissão de publicarmos o presente trabalho.

Agradecemos, também, ao eng.º Mario da Silva Pinto, diretor do Laboratório da Produção Mineral, pelo interesse demonstrado na execução pronta das análises e por nos haver facultado a consulta de relatórios inéditos dessa repartição.

II — CONFRONTAÇÕES

Ao longo do rio Paraíba, no Estado de S. Paulo, estende-se uma formação terciária de água doce (folha 1) que começa perto de Mogí das Cruzes e se prolonga até as proximidades de Cachoeira, assentando-se diretamente sobre o terreno arqueano (1, 2, 24).

O comprimento dessa faixa sedimentária é de 160 quilômetros, se tomarmos a medida entre os dois pontos extremos acima mencionados, na carta do Estado de S. Paulo, organizada pela antiga Comissão Geográfica e Geológica daquele Estado (5). A divergência entre esse comprimento e as dimensões dadas pelo professor J. C. Branner (1), por I. C. White (3) e por Washburne (6) provém do melhor conhecimento da geologia da região.

A bacia sedimentária dilata-se por ambas as margens do rio Paraíba e apresenta largura variável, conforme o vale se torna mais ou menos apertado. A maior largura verifica-se no trecho entre Caçapava e Pindamonhangaba, onde atinge de 18 a 22 quilômetros. Em Guaratinguetá, ela baixa a 12 quilômetros. A sudoeste de Jacareí, a bacia estreita-se para terminar numa ponta a noroeste de Mogi das Cruzes. Também aqui surge o mesmo reparo quanto ao valor dessa dimensão. White a avalia em 4 a 5 quilômetros, número igualmente aceito por Washburne. O professor Alberto Betim Paes Leme (10) diz que em Caçapava a largura da bacia sedimentária chega a 20 quilômetros, desde a Serra do Jambeiro até ao norte da Serra da Mantiqueira.

O rio Paraíba, ora se aproxima mais de uma, ora mais de outra das encostas laterais do terreno do complexo cristalino.

Em S. José dos Campos, o rio passa junto ao contacto dos sedimentos com o arqueano, no lado oeste da bacia sedimentária. Daí até Pindamonhangaba, ele continúa correndo mais nesse lado da bacia, enquanto que em Aparecida e em Guaratinguetá ele aproxima-se do lado leste.

Uma bacia semelhante a esta existe no vale do rio Tietê, nos arredores da cidade de S. Paulo, (25) expandindo-se para oeste e prolongando-se para sudeste, no rumo de Mogi das Cruzes, onde quasi que se liga à do Paraíba, da qual foi separada pela erosão. Falta apenas uma distância de 5 quilômetros para que as duas bacias se toquem (5).

Outra bacia, pequena, apresenta-se na zona de Rezende, no Estado do Rio de Janeiro, entre Campo Belo e Quatis (13, 23, 26 e 27).

Esses terrenos consistem em folhelhos e arenitos e, em certos pontos, encerram fósseis de água doce, linhito e fragmentos de madeira carbonizada. Na encosta da serra do Jambeiro, próximo a Caçapava, há camadas de linhito, ou carvão sub-betuminoso.

Fisiograficamente, esses terrenos classificam-se: nas partes baixas, marginais aos cursos d'água — *várzeas*; e nos terrenos ondulados ou pequenas lombadas — *terrenos de campos* ou simplesmente *campos*. A diferença de nível acima do leito do rio Paraíba vai até 60 metros.

III — ZONA DE TAUBATÉ-TREMembÉ

1) — *Geologia:*

Nos depósitos terciários do rio Paraíba, encontram-se folhelhos piro-betuminosos, conhecidos há várias dezenas de anos e que já têm sido utilizados para produção de gás de iluminação e de óleos.

Na zona de Tremembé-Taubaté, o vale do Paraíba fica compreendido entre a Serra da Mantiqueira, para oeste, e a Serra de Quebra-Cangalha, para leste. Esta última é um contraforte da Serra do Mar, da qual fica separada pelos vales dos rios Paraitinga e Paraíbuna, principais formadores do rio Paraíba. A secção geológica da figura 1 representa esquematicamente a posição ocupada pelos depósitos terciários em relação a essas montanhas arqueanas.

Os folhelhos afloram somente num ponto ou noutro por se acharem cobertos por depósitos quaternários, aluviais, nas baixadas ou por uma camada de solo argiloso, nos terrenos de campos (4). Notam-se tais afloramentos na zona de Tremembé, na margem do rio Paraíba, no rio Una, na Fazenda da Mombaça e em outros lugares.

As camadas apresentam-se em posição proximamente horizontal, na parte média da bacia. Mas nota-se, entretanto, em certos pontos, que elas se acham inclinadas, principalmente quando o observador se dirige para as encostas laterais ao Paraíba, formadas de gnais e granito. Washburne diz que o terreno terciário do Alto-Paraíba mergulha para noroeste e Alberto Betim Paes Leme observou, na Fazenda Bonfim, a 11,5 km. ao sul de Caçapava, que as camadas de linhito, de xisto e de argila, estão fortemente inclinadas para o sul, encostadas no granito. “A inclinação é mais acentuada na vizinhança do granito (antigo poço do Bonfim) e prossegue sempre no mesmo sentido, para o sul, até as vizinhanças imediatas do gnais do sopé da Serra do Jambeiro. A inclinação não é, aliás, regular” (10).

Refere o Dr. Alberto Betim Paes Leme que, em Jambeiro, há três níveis de linhito e de xisto betuminoso, separados uns dos outros por alguns metros de argila. Acrescenta que as sondagens aí executadas para pesquisa de linhito foram até a profundidade de 80 metros, sem alcançarem o granito subjacente. Opina o Dr. Betim Paes Leme que, na bacia do linhito, a espessura dos sedimentos é, segundo sondagens, de 150 metros, grande, portanto, para uma bacia de dimensões relativamente pequenas. Essa bacia apresenta-se separada da grande bacia sedimentária por uma

faixa de granito (10). Visitando a propriedade, em setembro de 1942, vimos testemunhos de sondagens constituídos de arcócio grosseiro, com o feldspato fresco do granito.

Em outro trabalho, (12) o professor Betim informa que os sedimentos mergulham em direção à margem sul da antiga lagôa, ao pé dos contrafortes da Serra do Mar e acrescenta que lhe pareceu que as camadas ocupavam a sua posição atual em virtude de um jogo de falhas, as quais fariam parte do cortejo de acidentes que remodelou a Serra do Mar até o período terciário.

A profundidade a que atingem os depósitos lacustres do Alto Paraíba é relativamente grande, se considerarmos a sua natureza, pois consta que uma sondagem feita em Taubaté foi além de 150 metros, sem sair dos folhelhos (3), e uma perfuração praticada em Pindamonhangaba, pelo Governo do Estado de São Paulo, no Haras Paulista, atingiu a profundidade de 110 metros, sempre dentro dos folhelhos. Menciona Valerio Braga que uma perfuração realizada em Taubaté, há uns 40 anos, pela Companhia Inglesa que ali fabricava gás para a cidade, atingiu a profundidade de 240 metros, sem chegar ao fundo da bacia terciária (17).

Também Moraes Rego (24) opina que a espessura desses sedimentos frequentemente é superior a 100 metros. Esclarece que, no poço do Instituto Comercial de Taubaté, foi atingida a profundidade de 120 metros; no poço n.º 1 do Estabelecimento dos Padres Trapistas, chegou-se à profundidade de 104 metros e, no n.º 2, de 93 metros.

As camadas de folhelho mostram-se atravessadas por diaclases, ao longo das quais, às vezes, se observam estrias de fricção.

Os folhelhos oleígenos não formam camadas contíguas, mas ocorrem, tanto no sentido vertical como no horizontal, sob a forma de intercalações lenticulares nos folhelhos comuns da formação terciária. A espessura dessas lentes oscila em torno de 2 metros, conforme já havia sido observado por White (3) e a área de cada uma delas pode ser tomada como a de um círculo de 700 metros de diâmetro, número admitido pelo Dr. Djalma Guimarães, ou de 500 metros, na opinião de Moraes Rego (19).

A coloração dos folhelhos vai do cinzento-escuro ao cinzento-esverdeado ou amarelado. A rocha mais escura é mais compacta, enquanto que as outras têm a estrutura lamelar mais acentuada, principalmente o folhelho claro. Estes três diferentes tipos de rochas argilosas são distinguidos, na região, por nomes diferentes: o claro — por *xisto papiráceo*, *xisto de folhas* ou *carijó*; o escuro — por *xisto pétreo* ou *de pedra*; e o intermediário — por *xisto semi-papiráceo* ou *intermediário*.

Conforme Djalma Guimarães, distinguem-se os seguintes tipos de folhelhos oleígenos na região em apreço:

1) *Folhelho papiráceo* ou *xisto folha*, com estrutura finamente lamelar, verde ou com tonalidade verde-amarelada, pardacenta ou cinzenta, considerado como o mais rico, sob o ponto de vista da produção de óleo. Este folhelho é o que contém maior porção de pirita visível ao microscópio e também é o que encerra maior quantidade de carapaças de *Cypris*.

2) *Folhelho semi-papiráceo* ou *intermediário*, com estrutura lamelar menos nítida, menos rico em fósseis e óleo.

3) Folhelho "betuminoso", com estrutura lamelar ainda menos nítida e baixa percentagem de óleo.

Quando secos, a coloração de todos esses folhelhos se torna menos intensa ou menos carregada.

Nos dois últimos tipos, os tons verdes são mais atenuados, com tendência à cor azulada, característica dos folhelhos estéreis. Estes são os folhelhos comuns da região, geralmente dolomíticos ou calcáreos, de acordo com as análises procedidas pelo Dr. Djalma Guimarães, e conhecidos como folhelhos ou xistos pétreos ou "xistos de pedra"

As sondagens realizadas sob a direção do Dr. Djalma Guimarães, no município de Tremembé, mostraram que há discontinuidade das camadas de folhelhos oleígenos e que elas apresentam forma lenticular. Assim, esses diferentes tipos de folhelhos não se apresentam necessariamente no mesmo horizonte. A espessura das camadas e leitões ricos vai, desde poucos centímetros, até mais de 0,70m.

Na opinião do Dr. Djalma Guimarães, de outras pessoas que se tem preocupado com o assunto e das que trabalham na mina da Panal, em Tremembé, o folhelho claro ou papiráceo é o que produz mais óleo por destilação destrutiva. Isso também é o que se diz dessas rochas na África do Sul, na Escócia, em Maraú e outros lugares. Entretanto, o Dr. Rothe, depois de metucioso estudo dos xistos de Tremembé, afirma que não se pode fazer essa distinção e que só a análise química pode auxiliar a distinguir as camadas mais ricas das mais pobres (16).

Observa-se, nesses folhelhos, grande abundância de carapaças de ostracóides do gênero *Cypris*, que também são comuns nos folhelhos oleígenos da Serra de Araripe e nas camadas da Serra de Jatobá, em Pernambuco. Parece que a designação de *carijó* para esses folhelhos, em Tremembé, vem do fato deles se apresentarem cheios de pequeninas manchas esbranquiçadas devidas às acumulações das carapaças dos ostracóides.

Bairro do Una ou *Padre Eterno* — Sob esse nome, é designado um trato de terrenos de várzeas e campos, ou taboleiros, existentes a sudeste de Tremembé, entre os rios Paraíba e Una. Os folhelhos aparecem aí em vários pontos, em alguns dos quais foram feitas excavações para procura ou extração do material.

Na Fazenda S. José, do Dr. Bento Queiroz Filho, vimos dois poços abertos pelo proprietário, para pesquisa de folhelhos oleígenos. Essa fazenda dista 4 quilômetros de Tremembé e ocupa uma área de 60 alqueires paulistas, ou 145,2 Ha, em uma várzea utilizada para cultura de arroz, com um comprimento de 2 quilômetros, entre os rios Paraíba e Una, no sentido NW-SE, e largura de 1 quilômetro, no rumo EW. Nessa área, existem algumas pequenas lagôas que desaguam no rio Paraíba e que, excepto uma, se esgotam na estação seca.

Esta área se acha compreendida na zona concedida à Companhia Panal para pesquisar folhelhos piro-betuminosos, zona essa que abrange o trecho da estrada do Padre Eterno até à margem da linha da Estrada de Ferro Campos do Jordão, no lado direito do rio Una, e inclui grande parte deste rio.

Os xistos afloram no leito e nas margens do rio Una, especialmente no corte feito para o canal de irrigação da fazenda da Mombaça, na margem direita. Em alguns trechos, o canal foi escavado inteiramente nos xistos. A diferença de nível entre a várzea e os campos da margem direita é de uns 50 metros. Continuando para leste, os terrenos de campos descem no ribeirão do Socorro, no rumo de Pindamonhangaba. A secção geológica da fig. 2 dá uma idéia da geologia dessa zona.

Na várzea da Fazenda São José, extraía-se, antigamente, xisto piro-betuminoso, o qual era enviado para Taubaté, para destilação. A profundidade em que se encontra o xisto papiráceo, carijó, regula ser de 20m em diante, de acôrdo com as informações obtidas.

Inspecionámos, aí, os dois poços abertos recentemente pelo proprietário da fazenda, ambos situados na margem esquerda do rio Una (fig. 3).

Um desses poços, o mais próximo da margem do rio, foi até à profundidade de 3,5m, parando nos xistos. Nele, como na margem direita do rio, notam-se os xistos pétreo e semi-papiráceo, com as carapaças de ostracóides. Uma amostra desses xistos, analisada no Laboratório da Produção Mineral, revelou conter 4 % de alcatrão primário.

O outro poço começou em nível um pouco mais elevado do que o anterior, cerca de 1,5m, atravessou 2,5m de argila e depois parou na areia friável, na profundidade de 3,5.

A 1,5 km a S-SW do lugar anterior, também no Bairro do Una, no sítio de Vitório Capelletti, há uns 10 anos, foi feito um poço de cerca de 3,0m de profundidade para a extração de xisto papiráceo, que era fornecido à empresa do Comendador J. Teixeira Pombo, antecessora da Panal. Vimos um resto do material acumulado do lado de fóra do poço. Este lugar fica a cerca de 4 km. de Tremembé. A área é de 2 alq. de terra ou 4,84 Ha.

A Fazenda Panal, de propriedade dessa Companhia, acha-se igualmente situada no bairro do Una ou Padre Eterno, à distância de 3,5 km. de Tremembé. Está, como os lugares anteriores, entre os rios Una e Paraíba, mas na parte de terrenos altos ou *campos*. Foi feito aí um poço, de secção quadrada, com 25m de profundidade. Alcançou o xisto a 12m: primeiro, o *pétreo* e depois o *papiráceo*. O material ia ser tratado no local em uma usina de destilação que começou a ser construída e da qual ainda restam partes da estrutura metálica, fundações, reservatório para água e uma casa. Existe um pouco do xisto extraído, o qual era remetido para Taubaté para lá ser destilado. Na superfície, há uma camada de areia ou argila, conforme se trate de brejo ou taboleiro, depois argila ou barro preto e, afinal, o xisto *pétreo*.

O material arenoso contém pequenos seixos de quartzo e é denominado pedregulho. Área da fazenda: 52 alqueires, ou 145,84 Ha.

Visitamos o sítio São Roque, a 2 quilômetros da cidade de Tremembé, para o lado leste, de propriedade de Bento Queiroz Filho, com uma área de 11 alqueires. Está próximo à fazenda da Panal, com a qual confina por dois lados. Fica colocado na parte alta ou de campos. Foi excavado aí um poço até a profundidade de 2 metros, na argila arenosa, sem alcançar os folhelhos.

Nas excavações para as fundações da ponte sobre o rio Paraíba, em Tremembé, na estrada que vai a Campos do Jordão, apareceu o xisto *pétreo*, no qual cavaram pouco mais de um metro e lançaram o concreto. As margens do rio são de terrenos quaternários, de areia e argila.

2 — Possibilidade econômica das jazidas de folhelho oleígeno:

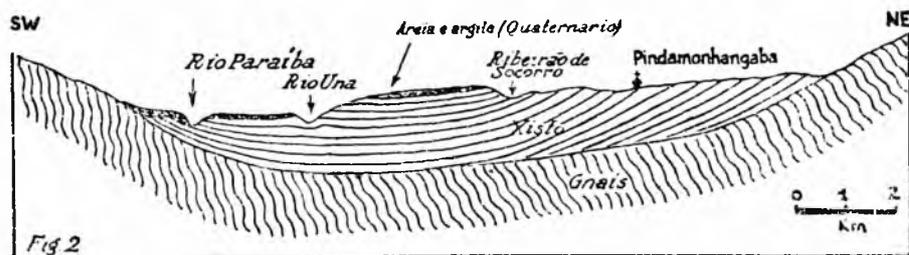
As sondagens e excavações a céu aberto feitas na região de Tremembé e em outros pontos da bacia sedimentária do Alto Paraíba assinalaram as camadas piro-betuminosas em vários níveis e em vasta distribuição nessa área. Assim se verificou na jazida Nossa Senhora da Guia, em Tremembé, onde se observam três níveis dessas rochas, até à profundidade de 14 metros; nas sondagens executadas, há uns 20 anos, pelo Dr. Otávio Siqueira, nos arredores de Tremembé, sob a orientação técnica do Dr. Djalma Guimarães e por conta do Dr. Roberto Simonsen, as quais provaram a existência desses xistos em vários pontos e em diferentes profundidades; numa perfuração realizada em Taubaté, no local da usina da Panal, onde os xistos semi-betuminosos apareceram à profundidade de 25 metros; em vários pontos do Bairro do Una ou Padre Eterno, a leste de Tremembé; em Guaratinguetá; em Ca-

çapava, em sondagem efetuada próximo à linha da E. F. C. B., além da ocorrência da mina de linhito na Fazenda Bonfim. Informaram-nos, também, que apareceu folhelho oleígeno em excavações abertas em S. José dos Campos.

Desde 1895, iniciou-se o aproveitamento dessas rochas oleígenas em uma instalação que fornecia gás para a iluminação da cidade de Taubaté. Com o advento da luz elétrica, essa instalação ficou paralizada e desde então tem trabalhado esporadicamente para a produção de óleo, visando mais a demonstração da possibilidade de obter esse combustível líquido pela destilação dos folhelhos.

Pelos estudos efetuados por diversos técnicos, dentre os quais destacamos Djalma Guimarães (4), Silvio Fróes Abreu (7, 8, 28) e o professor Oto Røthe (16), sabe-se que os folhelhos piro-betuminosos do vale do rio Paraíba constituem enorme reserva de óleo mineral, que pode ser aproveitada em grande escala por processos modernos de destilação destrutiva. Em certos pontos, como na região de Tremembé, há massas consideráveis de folhelhos com mais de 10 % de óleo, permitindo o estabelecimento de grandes usinas de destilação. Nestas condições, de acôrdo com Fróes Abreu, é viável a instalação duma indústria de óleo de xisto nessa região "e mesmo aconselhavel como base de defesa nacional. E' preciso, entretanto, que se façam estudos visando certos pontos que reputamos indispensáveis a qualquer projeto de instalação" (8)

Em conclusão, pode-se afirmar que são enormes as reservas de rochas oleígenas na bacia sedimentária de água doce do Alto Paraíba e que há possibilidade dessa região poder fornecer uma consideravel quantidade de óleo e sub-produtos valiosos de que muito necessita a Nação. Daí a sua importância estratégica, mórmente na hora presente, dada a situação privilegiada dessas jazidas, colocadas na região de maior concentração industrial do Brasil.



Seção esquemática da bacia sedimentaria do Rio Paraíba na região de Tremembé

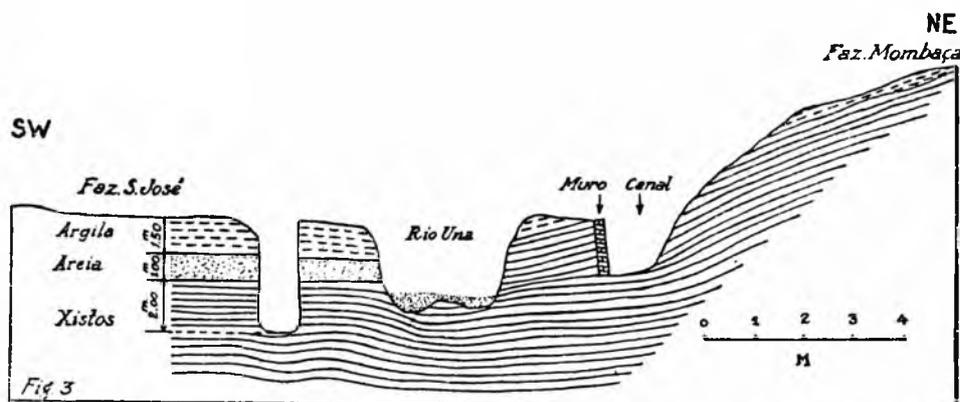


Fig. 3
 Secção esquemática da bacia sedimentaria do Rio Paraíba na região de Tremembé

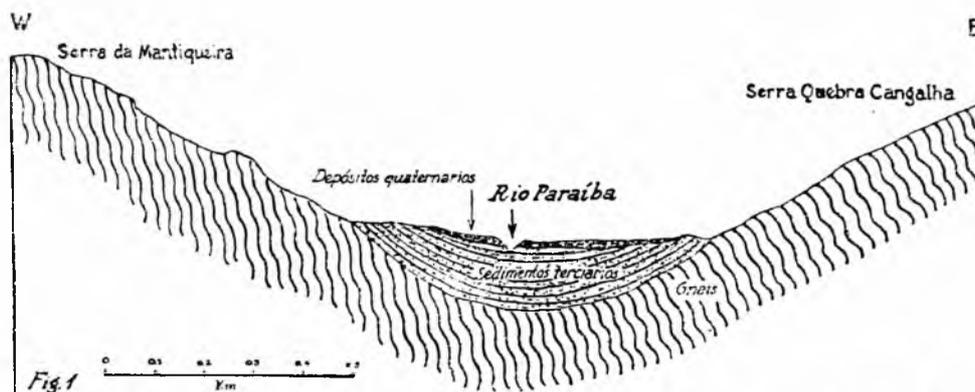


Fig. 1
 Secção esquemática da bacia sedimentaria do Rio Paraíba na região de Tremembé

3 — Método de lavra empregado:

Visitamos a mina de folhelhos oleigenos de Nossa Senhora da Guia, em Tremembé, de propriedade da Panal. Consiste em uma pequena área de cerca de um alqueire de terra paulista (2,42 Ha), que vem sendo lavrada desde longa data e foi manifestada e registrada no Departamento Nacional da Produção Mineral como mina em lavra, de acôrdo com o art. 10 do decreto n.º 24.642, de 10 de julho de 1934 (Código de Minas). Esta área é circundada por uma outra, muitas vezes maior, de concessão de José Ermirio de Moraes, e que abrange a estrada de rodagem de Taubaté a Tremembé, a partir da ponte do ribeirão do Moinho, e o trecho do rio Paraíba até à estrada do Padre Eterno.

Na área da Panal, existe uma excavação a céu aberto feita no lugar do antigo tunel ou galeria. A excavação mede 16 metros de comprimento no sentido sudeste, por 14 metros de lar-

gura e de profundidade. Na margem dessa excavação, foi feito um poço de estrutura de madeira e revestido de tijolo, provido de dois elevadores, de capacidade de uma tonelada cada um e de secção de 1,60m x 1,20 m. No alto, há dois silos, de capacidade de 12 toneladas cada um. Do fundo do poço, parte para NE, uma galeria principal (tunel mestre) com 3 metros de largura por 2,5 metros de altura, da qual saem 8 galerias transversais, espaçadas de 6 em 6 metros e de secção de 2,5m x 2,5m. Destas, partem outras galerias, subtransversais, ligando as galerias transversais entre si, de 6 em 6 metros. A galeria mestra mede 80 metros de comprimento e as outras medem de 20 a 40 metros. A extensão total das galerias já ultrapassa 700 metros em uma área de 100 metros de comprimento por 60 metros de largura. As novas galerias e salões estão sendo abertos no sentido do mergulho das camadas de folhelho. As galerias são providas de iluminação elétrica, bem como de trilhos e de vagonetes para transporte de material extraído. Não se faz uso de explosivos.

A extração fica em Cr\$ 12,00 por metro corrente de galeria, o que corresponde a cerca de 8 toneladas ao preço de Cr\$ 1,50 por tonelada na frente de trabalho. O preço da tonelada de xisto em cima do silo é de Cr\$ 2,50, aproximadamente, de acôrdo com informação do Dr. Joppert Martin. O transporte até Taubaté custava Cr\$ 6,00 por tonelada, para uma distância de 9 quilômetros, em caminhões. Agora, esse preço eleva-se a Cr\$ 10,00 ou mais, devido ao alto preço da gasolina.

Nos 14 metros de xistos, entre a superfície e o fundo do poço, existem três zonas de folhelhos oleígenos, com a camada papirácea intercalada nos xistos pétreo e intermediário. Partindo da superfície, encontra-se, primeiro, uma camada na profundidade de 4 metros e uma segunda a 7 metros. Naquela, o xisto papiráceo apresenta a espessura de 0,14 metros e nesta de 0,18 metros. O xisto papiráceo, nas galerias, apresenta-se sob dois tipos: um preto e um marron. Este último encerra as carapaças de *Cypris* em maior abundância. O folhelho preto mede, em média, 0,10m e o marron 0,40m, na galeria principal. O resto da espessura, para completar 2,5m, é representado pelo xisto semi-papiráceo e pelo pétreo.

Consta terem sido encontradas 30 camadas de folhelho papiráceo na sondagem feita até à profundidade de 140 metros.

Os xistos saídos da mina são todos misturados e aproveitados na usina de destilação de Taubaté, com um teor médio de 13% de óleo bruto.

O encarregado da mineração, que nos acompanhou e nos prestou informações, disse que pode ser feita a lavra seletiva, tirando apenas a porção dos folhelhos constituída pelas camadas papirácea e semi-papirácea.

A Panal tem várias áreas concedidas pelo Conselho Nacional do Petróleo para pesquisa e lavra de folhelhos piro-betuminosos na região de Tremembé-Taubaté. Ao todo, as suas áreas somam cerca de 8.000 Ha, segundo nos informou o Dr Roberto Martin. Uma dessas áreas começa em Taubaté e dirige-se para nordeste, com 980 Ha (decreto de lavra n. 8.545, de 16 de janeiro de 1942 — Diário Oficial de 29-1-942), confinando com outras áreas objetos de autorizações de pesquisa (decreto n.º 8.544, de 1.000 Ha; decreto n.º 8.558, de 903 Ha, etc.)

A usina da Panal, em Taubaté, está dentro da área da concessão acima referida e na área superficial de sua propriedade, de 12.000m², aproximadamente. A Companhia Panal tem opção para comprar um terreno contíguo a esse para pesquisar 20.000m².

Ao lado da usina, no terreno da sua propriedade, a Companhia fez uma sondagem até à profundidade de 50m, sempre nos xistos, encontrando várias camadas de folhelho papiráceo, a mais espessa com 0,45m, a 25m da superfície.

Em uma das sondagens executadas sob a orientação do Dr. Djalma Guimarães, foram achados três níveis de folhelhos oleígenos até à profundidade de 40m.

Esse técnico é de opinião que, para serem aproveitados, esses xistos devem dar mais de 8% de óleo. Entretanto, acentua que as condições críticas de explorabilidade abaixo das quais não será prudente descer, são aquelas em que as camadas de folhelhos oleígenos, convenientemente combinadas, perfaçam uma espessura de 2m e dêem um teor mínimo de 9,19% de óleo.

As sondagens mostraram que já não há continuidade das camadas em um raio de 300m em torno dos furos. Admitindo 200m de raio e uma espessura de 2m, o Dr Djalma Rodrigues encontrou 550.000 toneladas, em números redondos, para cada lente de xistos. Para um consumo diário de 1.000 toneladas, isso representa minério suficiente apenas para 1,2 anos. No caso de haver três níveis de xistos e um poço de 40m de profundidade, ter-se-á material para 3 a 6 anos.

Julga o mesmo técnico que, para a indústria de aproveitamento dos xistos piro-betuminosos, as condições de jazimento são “os primeiros fatores a considerar, sob pena dos óbices vencidos na exploração refletirem no processo de tratamento do minério”, pois, do custo global da exploração e tratamento do minério até os óleos fracionados, só a mineração absorve mais de 50%

Os métodos de lavra para jazidas dessa natureza são semelhantes, em geral, aos das jazidas de carvão.

O maior obstáculo é constituído pela falta de continuidade das camadas, a qual dificulta a centralização da lavra. Devido à forma lenticular alongada das camadas de folhelho rico, é ne-

cessário proceder à extração do minério em vários pontos simultaneamente, se se quizer aumentar a produção. E é preciso trabalhar em uma grande área de terreno, caso não se queira aprofundar muito. Cumpre, por isso, delimitar as áreas onde se localizam as camadas ricas.

Os furos de sonda foram feitos à distância de 1.000 a 1.500 metros, um do outro. A distância mínima entre dois poços foi de 800 metros.

Os engenheiros de minas americanos Fleming, Fourqurean e Good visitaram a jazida de folhelho oleígeno de Tremembé e apresentaram um bem elaborado relatório a respeito da mesma (18).

Não foram tomadas providências para a futura extensão da mineração subterrânea, dizem esses técnicos, de quem são, também, as seguintes observações:

a) Algumas das galerias foram dirigidas segundo o mergulho, o qual creará um problema de drenagem e transporte com o desenvolvimento da mina.

b) O folhelho está sendo extraído no avançamento e muito próximo ao poço, comprometendo a estabilidade deste, embora não tenham sido desmoronados pilares. Deve ser tomada maior precaução para a conservação de pilares reforçados nas adjacências dos poços.

c) A mineração está agora sendo conduzida na porção superior da jazida, e se o folhelho, nesse nível, fôr extraído no avançamento, os mineradores perderão uma elevada percentagem de folhelho nos pilares deixados de pé ou serão encontradas dificuldades com as condições do teto nos níveis inferiores.

d) O poço está sendo construído de tijolo, o que indica que os mineradores não têm intenção de estendê-lo a níveis mais baixos. Se o fizerem, a construção de tijolo oferecerá dificuldades.

e) Não foi tomada nenhuma precaução para ventilação. As atuais galerias de ligação com o poço tornarão difícil a circulação de ar com o desenvolvimento da mina.

A mineração a céu aberto pode ser feita até uns 15 metros de profundidade.

Para a mineração subterrânea é preciso estudar convenientemente o projeto ou plano da mina, a ventilação e os métodos de mineração.

É preciso fazer mais pesquisas e ensaios para determinar com exatidão toda a extensão e valor potencial da jazida, pois agora só se pode dizer que o depósito é de grande extensão e representa uma vasta reserva para um país que tem muito pouco petróleo (18).

O professor Rothe acha indispensável orientar, pela análise Fischer, a mineração dos diferentes horizontes em todas as gale-

rias, pois as análises que efetuou acusaram diferenças sensíveis de rendimento em óleo, tanto de um horizonte para outro, como em material do mesmo horizonte, aparentemente homogêneo (16).

Julga que o atual processo de mineração pode ser melhorado pelos seguintes motivos:

a) Sendo o material bastante resistente, não é necessário que as galerias fiquem tão afastadas umas das outras, bastando, talvez, deixar pilares para sustentar o teto ou capa.

b) Nas condições atuais da mineração, dispensa-se escoramento. Contudo, quando os folhelhos começam a secar, há perigo de desabamentos, os quais ocorrerão logo que se aumentar a produção. Necessitar-se-á de maior número de mineiros. As galerias terão maior extensão e os poços maior profundidade. Destarte, ter-se-á que recorrer à ventilação artificial. O professor Rothe aconselhou entulhar imediatamente, com o material destilado, as galerias abandonadas, para evitar futuros prejuízos. As galerias necessárias para as comunicações talvez pudessem ser revestidas com argamassa de cimento.

c) Se bem que seja muito elevada a produção por mineiro treinado (de 10 a 15 toneladas por dia), esse número não pode servir de base para os cálculos, e é aconselhável tomar como média a metade da produção máxima do melhor mineiro, pois os demais não apresentam a mesma habilidade nem resistência bastante para essa produção excepcional.

4 — Destilação dos folhelhos oleígenos:

I. C. White (3) dá o resultado da destilação do xisto de Tremembé, feita sob a direção do professor B. A. Hite; e Branner junta o resultado dos ensaios de destilação realizados pelo Dr. Guilherme Florence, de S. Paulo, com os seguintes rendimentos (2):

Óleo cru		13,08%	
Água ..		23,36	
Resíduo		58,64	
Gás e perdas		4,02	
		100,00	
Separados de óleo cru	%	Kg por tonelada de folhelho	
Gasolina	4,0	.. ..	5,23
Querozene	43,3	.....	56,64
Óleo para gás ..	12,1	.....	15,83
Óleo para lubrif. ..	19,6	.. ..	25,64
Parafina	6,9	.....	9,03
Resíduo combust.	4,0	.. ..	5,23
Perdas	10,1	.. ..

White era de opinião que, no fabrico de gás de iluminação, melhores resultados poderiam ser obtidos misturando-se o folhelho com carvão para gás de boa qualidade.

Numerosas análises e ensaios de destilação foram efetuados posteriormente por Djalma Guimarães, Fróes Abreu, Oto Rothe e outros.

Os ensaios realizados pelo Dr. Djalma Guimarães mostram que os teores em óleo vão de 4 até 28,8%.

O professor Oto Rothe realizou um estudo minucioso sobre a destilação dos folhelhos oleígenos do Vale do Paraíba, preparando um substancioso relatório sobre o assunto (16)

Graças à gentileza do Dr. Mário Pinto, Diretor do Laboratório da Produção Mineral, pudemos manusear esse interessante e completo relatório, do qual extraímos os dados seguintes:

Os folhelhos mostram-se bastante úmidos na saída da mina, com cerca de 30% de umidade, que deve ser eliminada antes da destilação. As análises procedidas não revelaram diferenças notáveis na percentagem de óleo entre a amostra média obtida na frente de trabalho e o xisto papiráceo da mesma frente. Porções isoladas do mesmo tipo de xisto apresentam variação muito maior na sua composição e no rendimento em óleo do que a referida amostra média das três espécies de folhelhos oleígenos. Daí a necessidade de acompanhar a mineração com análises expeditas, não sendo suficiente a escolha de material pelo simples aspecto. Esta falta de homogeneidade deve ser devida ao acúmulo irregular de organismos animais e vegetais, em pontos diferentes, durante a formação dos folhelhos.

O mesmo professor afirma ser fácil a secagem até o conteúdo de 4 a 6% de água e que não convém levar essa operação a temperaturas superiores a 220°C. Julga possível, por isso, empregar gases de chaminé para esse fim, parecendo que se obtêm melhores resultados quando o folhelho e os gases se movimentam na mesma direção. É difícil o britamento do material seco por ser o mesmo bastante elástico e resistente, o que ainda acontece com o folhelho com teor de 10% de água, isto é, com a secagem ao ar. Mas o xisto úmido, como vem da mina, pode ser cortado a faca ou raspado, propriedade que deve ser aproveitada para moer convenientemente a rocha antes da secagem. Assim, moinhos de esferas, de cilindros e outros que trituram e esmaguem, não são adequados para este fim, recomendando-se dispositivos que raspem ou cortem o material.

O problema da poeira formada nesta operação e na secagem requer um pouco de atenção por causa da concentração da matéria orgânica na mesma, embora em diminuta proporção.

Finalmente, o professor Rothe diz que a "quantidade de óleo que se pode esperar do xisto de Tremembé é de 12% aproxima-

damente, calculada sobre material seco, destilação dirigida sem pirólise secundária em fornos rotatórios. Outros fornos darão menor quantidade de óleos e maior teor de gases, de acordo com o grau de pirólise secundária, ficando fora de consideração as retortas-gasogênio.”

O rendimento do forno rotatório de laboratório, em que foram feitas as experiências (15), costuma concordar com o industrial, ficando 1% abaixo do da destilação Fischer, que representa o máximo.

O relatório trata, também, minuciosamente, dos processos de destilação, dos fornos, do sistema de condensação, dos produtos brutos obtidos (gases, água, resíduos e óleos), dos processos de refinação, dos processos de *cracking* e hidrogenação.

Fazendo a retificação do óleo bruto, o professor Rothe obteve o seguinte resultado:

Gasolina pura	17,5%
Querosene bruto	13,5
Óleo Diesel até 300°C	14,0
Óleo Diesel a mais de 300°C	20,0
Óleos pesados, destilados no vácuo	30,0
Resíduos e perdas	5,0

Uma amostra média dos folhelhos, tirada por Fleming, Fourqurean e Good em toda a face da galeria em trabalho, numa altura de dois metros, forneceu a seguinte análise imediata, no Laboratório da Produção Mineral:

	Umidade	Material volátil	Carbono fixo	Cinzas
Material seco ao ar	15,11	21,34	5,16	58,39
Material seco a 105°C	—	25,2	6,8	68,8

Submetida à destilação Fischer, a mesma amostra deu o seguinte resultado:

	Água	Óleo	Semi-coque	Perdas
Substância seca ao ar	18,3	11,6	66,6	3,5
Substância seca a 105°C	3,77	13,67	78,45	4,12

As amostras do folhelho papiráceo, preto e marron, acusaram as composições seguintes:

AMOSTRA "A" — Análise imediata:

	Umidade	Material volátil	Carbono fixo	Cinzas
Seca ao ar	6,47	24,11	21,70	47,69
Seca a 105°C ..	—	25,78	23,21	51,00

Destilação Fischer:

	Água	Óleo	Semi-coque	Perdas
Seca a 105°C	8,4	12,5	72,8	6,2

AMOSTRA "B" — Análise imediata:

	Umidade	Material volátil	Carbono fixo	Cinzas
Seca ao ar	12,4	21,4	6,2	59,9
Seca a 105°C	—	24,4	7,1	68,4

Destilação Fischer:

	Água	Óleo	Semi-coque	Perdas
Seca ao ar	19,0	12,0	65,5	3,5
Seca a 105°C	7,5	13,7	74,6	4,0

Uma amostra do folhelho papiráceo, autenticado *Pm*, deu os seguintes resultados:

Análise imediata:

	Umidade	Material volátil	Carbono fixo	Cinzas
Seca ao ar	11,5	22,4	5,5	60,6
Seca a 105°C	—	24,1	5,9	65,0

Análise Fischer:

	Umidade	Água	Óleo	Semi-coque	Perdas
Seca ao ar	11,5	13,0	14,0	70,5	2,5
Seca a 105°C	—	1,6	15,0	75,7	2,7

ANÁLISE 5.648

ANÁLISE INDUSTRIAL DE UM XISTO BETUMINOSO

Protocolo n.º 392-42

Procedência: Fazenda S. José — Tremembé — Estado de São Paulo.

Remetente: Luciano Jacques de Moraes.

Chegou ao Laboratório uma caixa de papelão que continha a amostra em pequenos fragmento scinzento-esverdeados.

Análise imediata:

Umidade ..	8,92%
Matéria volátil ..	12,47%
Carbono fixo ..	3,49%
Cinzas ..	75,12%

Destilação Fischer:

Água	19,5%
Alcatrão primário ..	4,0%

Semi-coque	73,3%
Gases e perdas	3,2%

Rio de Janeiro, 23 de outubro de 1942. — (a. a.) *Ralpo Rezende Decourt, Tarnier Teixeira.*

5 — Usina de destilação:

A usina de destilação dos folhelhos oleígenos está situada na cidade de Taubaté para onde são remetidos os xistos extraídos da mina de Tremembé, transportados em caminhões.

Havia aí uma instalação antiga e uma outra nova, em vias de construção, quando da nossa visita.

A usina antiga consiste em uma retorta tipo Henderson, montada em 1891, para o fornecimento de gás de iluminação à cidade de Taubaté e que funcionou durante certo tempo, antes da iluminação elétrica.

Nestes últimos anos, esta instalação foi novamente posta a funcionar para a demonstração da possibilidade da extração de óleo de xisto, alimentando para este fim uma pequena destilaria. A capacidade dessa instalação é de 20 toneladas de folhelho com a produção de pouco mais de duas toneladas de óleo primário que era destilado para dar gasolina, óleo Diesel, querosene e resíduo parafínico. O alambique de óleo Diesel fornece uns 300 litros por dia e cerca de 50 litros de gasolina. Ainda não se prepara o óleo lubrificante por falta de instalações adequadas. Essa usina antiga será desmontada e o seu material aproveitado como sucata, quando a nova usina estiver funcionando normalmente.

A nova instalação consistia, essencialmente, em uma retorta especial, inventada e patenteada pelo engenheiro Roberto Joppert Martin, de capacidade para destilar 100 toneladas de xisto por dia, com a produção de 10 toneladas de óleo, já fracionado em colunas de condensação, dando 17% de gasolina, 13% de querosene, 34% de óleo Diesel e 20% de óleos parafínico e lubrificante. O óleo parafínico deveria ser separado do lubrificante na fábrica de parafina já montada, com capacidade de 500 quilos de parafina por dia. Esta última instalação ia ser triplicada para atender à produção da “retorta mecânica integral” Joppert Martin.

Os óleos lubrificantes residuais seriam injetados na retorta para serem transformados em gasolina pelo cracking.

Adiantou-nos o Dr Roberto Martin que a retorta mecânica deveria ficar pronta dentro de curto espaço de tempo e que do projeto constava a construção de mais duas retortas idênticas e ainda outra para destilar os resíduos pulverulentos da britagem do xisto, perfazendo o total de 40 toneladas diárias de produtos destilados para a capacidade da bateria de condensação.

Era programa da Panal construir uma usina desse tipo em cada área de 1.000 Ha de folhelho oleígeno, com capacidade para tratar 1.000 toneladas de xisto por dia.

A usina de Taubaté vai consumir, com a nova instalação, uma quantidade de energia correspondente a 100 HP para acionar as máquinas necessárias ao seu funcionamento.

Como ficou dito noutra parte, na Fazenda Panal, no bairro Padre Eterno, nas redondezas de Tremembé, começou a ser construída uma usina para destilação dos xistos. O projeto consistia em instalar, aí, um forno tunel, de patente da Sociedade de Óleos Minerais da Estônia, que é de montagem e manejo difíceis, conforme a opinião do Dr. Oto Rothe. Essa construção foi paralizada, desde algum tempo, e atualmente só serve para fornecer ferragem às construções da Companhia Panal.

Quanto ao preço de custo da gasolina e dos demais produtos da destilação dos xistos, nessas instalações, não se têm elementos, por enquanto, para se fazer uma idéia a quanto montarão, visto como os resultados, até agora conseguidos, o foram em caráter experimental e se referem à instalação antiga, assim mesmo trabalhando de um modo descontínuo. Obtivemos informação, entretanto, que na nova usina se esperava produzir gasolina por um preço da ordem de Cr\$ 0,30, por litro, o que nos parece muito otimismo, levando-se em consideração o que se sabe a respeito, em outros países, em escala comercial, do óleo bruto e de seus derivados.

Na informação sobre a usina de destilação em Taubaté, fizemos apenas algumas ligeiras referências, de acôrdo com os elementos que sôbre o assunto gentilmente nos forneceu o engenheiro Roberto Martin, diretor-técnico da empresa.

Sôbre mais pormenores, em relação à nova instalação, o mesmo engenheiro nos deu um exemplar de um jornal da cidade de S. Paulo, com um artigo de autoria do coronel Valerio Braga (17), acrescentando que preparou os dados ali contidos e que estes representam, com exatidão, a composição e o funcionamento da retorta então em construção.

6 — Conclusão:

Somos de opinião que o governo deve amparar e fomentar as indústrias de destilação de rochas oleígenas, como o fazem vários países que não têm petróleo ou que o produzem em quantidade aquém de suas necessidades. São muito conhecidos os casos da Estônia, onde a indústria da destilação dos xistos betuminosos atingiu um enorme desenvolvimento (7,8); o das destilarias da França, da Escócia, da África do Sul e do Japão (14). Em geral, as indústrias de aproveitamento das rochas oleígenas são auxiliadas, direta ou indiretamente, pelos respectivos governos. Assim

o governo francês contribuía, em 1936, com um franco por litro de gasolina destilada de xistos nacionais; no Japão, o governo comprava a gasolina produzida pela destilação dos folhelhos pirobetuminosos de Fushun, na Mandchúria, por um preço suficiente para garantir um lucro razoável à empresa que explorava essas rochas; e na África do Sul, a companhia que procedia ao aproveitamento do torbanito, uma espécie de marauito, de Mooifontein, tinha isenção de direitos de importação para o óleo bruto que recebia de Burma, com a obrigação de produzir uma determinada proporção de óleo daquela rocha. Essa proporção, em 1935-1936, era apenas de 2%, de sorte que a companhia, com isso, visava mais a livre entrada do petróleo estrangeiro do que propriamente o aproveitamento da rocha oleígena.

Na Escócia, por volta de 1927, eram tratados 2 milhões de toneladas de xistos pirobetuminosos. Os preços baixos e o alto custo da produção ocasionaram uma sensível diminuição desta, com o fechamento de algumas minas e refinarias.

Na Estônia, a maior parte do xisto extraído era diretamente utilizado como combustível nas locomotivas e nas máquinas das usinas.

Na França, a indústria dos xistos pirobetuminosos se desenvolvia, graças aos direitos de importação sobre o petróleo e à subvenção dada pelo governo.

Nos Estados Unidos, essa indústria desanima quaisquer iniciativas, devido à enorme produção de petróleo de poços e aos preços baixos deste produto. As usinas mantidas com o objetivo de produzir o artigo em condições comerciais, como uma que existiu em Wyoming e outra na Califórnia, suspenderam as suas atividades, depois de algumas operações intermitentes. Registrou-se, ainda, alguma atividade em duas pequenas usinas do Colorado.

A usina experimental do "Bureau of Mines", em Rullison, Colorado, teve que fechar, em virtude da falta de verba. Durante os seis oitenta meses de funcionamento, ela tratou 2.200 toneladas de xisto com apreciáveis resultados técnicos.

De um modo geral, a indústria dos xistos pirobetuminosos não poderá desenvolver-se, a não ser com o auxílio governamental, enquanto o preço do petróleo permanecer no mesmo baixo nível de antes da guerra atual.

Já no Brasil, as condições são diferentes, especialmente para os xistos oleígenos do vale do Paraíba. Pelos estudos feitos, sabe-se que o óleo obtido desses xistos é bastante rico em parafinas. Para se conhecerem, porém, as reservas de óleo existentes nessa região e para que se possa projetar uma usina para a sua destilação e refino, é preciso que se efetue, antes de qualquer outra providência, uma prospecção meticulosa das zonas mais ricas. Já

acentuámos que as condições de extração e a situação geográfica das jazidas são excelentes.

Sob o ponto de vista da defesa nacional, a exploração dessas jazidas deve ser feita. E então o auxílio do Governo poderia ser dado sob a forma de garantia de consumo para todos os produtos dos xistos, com lucros razoáveis para os mineradores e industriais que fizerem o aproveitamento dessa matéria prima mineral.

Além desse óleo contido nos folhelhos do vale do Paraíba, existem imensas reservas potenciais de óleo mineral armazenadas nos xistos piro-betuminosos das camadas permianas do Iratí, da série de Passa-Dois, nos Estados de S. Paulo, Paraná, S. Catarina e Rio-Grande-do-Sul (5, 7, 8, 21, 22), avaliadas em 120 bi-

lhões de toneladas, por Victor Oppenheim.

B I B L I O G R A F I A

- 1) — BRANNER, J. C. — Geologia Elementar — 1915.
- 2) — BRANNER, J. C. — Mapa Geológico do Brasil — 1919.
- 3) — WHITE, I. C. — Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra no Brasil — Relatório Final — Rio, 1908.
- 4) — GUIMARÃES, Djalma — Nota sobre os folhelhos betuminosos de Tremembé — Minério, Combustível e Transporte, n. 9, ano 1, págs. 219-220, 20 de nov. de 1928; e n. 11, ano 11, págs. 8-11, 20 de jan. de 1929 — Rio.
- 5) — Carta Geológica do Estado de S. Paulo (Brasil) Organizada pela Comissão Geográfica e Geológica. Escala 1:100.000 — São Paulo, 1929.
- 6) — WASHBURNE, Chester — Petroleum Geology of the State of São Paulo, Brasil — S. Paulo, 1930.
- 7) — FRÓES, Abreu, S. — Rochas oleígenas do Brasil e seu aproveitamento — Rio, 1937.
- 8) — FRÓES, Abreu, S. — Os xistos piro-betuminosos como reserva nacional. Avulso n. 30 da D. F. P. M. — Rio, 1938.
- 9) — FRÓES, Abreu, S. e FIGUEIREDO, Nilsa Hasselmann de — Pesquisas de fenóis. Arenitos betuminosos e sua significação. Mineração e Metalurgia, n. 21, vol. 3, págs. 153-156, Rio, set.-out., 1939.
- 10) — PAES LEME, A. — Betim — O tectonismo da Serra do Mar. A hipótese de uma remodelação terciária. Anais da Academia Brasileira de Ciências, tomo 11, n. 3, págs. 143-148, Rio, 30 de setembro de 1930.
- 11) — PAES LEME, A. — Evolução da Estrutura da Terra e Geologia do Brasil. — Rio, 1924.
- 12) — PAES LEME, A. — Sobre a formação do linhito de Caçapava. — Rio, 1918.
- 13) — MORAES, Luciano J. — Bacia terciária de água doce dos arredores de Quatis, Estado do Rio de Janeiro. Minério, Combustível e Transporte, n. 13, ano 11, págs. 53-54, 20 de março de 1929. — Rio.
- 14) — MORAES, Luciano J. — O problema dos combustíveis líquidos no Japão e na África do Sul. Mineração e Metalurgia, n. 13, vol. 11, págs. 21-23. — Rio, maio-junho, 1938.
- 15) — ROTHE, Oto — Mineração e Metalurgia.
- 16) — ROTHE, Oto — Estudo do aproveitamento do xisto de Tremembé

- e Taubaté. Relatório apresentado ao presidente da Panal S. A., Cia. Nacional de Óleos Minerais. — Rio, 1941. Inédito.
- 17) — BRAGA, Valério — O problema da Energia Dirigida. XI — Rochas Oleígenas do Brasil: Possível Solução Imediata do Problema do Petróleo. Folha da Manhã, 10 de maio de 1942. — S. Paulo.
 - 18) — FLEMING, Russell C.; FOURQUIREAN, Wm.; and GOOD, John C. — Investigation of the fuel resources along the line of the Estrada de Ferro Central do Brasil, between Rio de Janeiro and S. Paulo. — July, 4, 1942. Inédito.
 - 19) — MORAES REGO, D. F. — O aproveitamento das rochas piro-oleígenas do Brasil. — S. Paulo, 1942.
 - 20) — LEONARDOS, O. — Os fohelhos petrolíferos do vale do Paraíba. Memória apresentada ao 1.º Congresso de Carvão e Outros Combustíveis Nacionais. — Rio, 1922.
 - 21) — OPPENHEIM, Victor — Rochas Gondwânicas e Geologia do Petróleo do Brasil Meridional. Bol. n. 5 do S. P. M., 1934.
 - 22) — SENA SOBRINHO, M. — Sondagens para pesquisa de folhelho pirobetuminoso na Estância Santa Cruz. Bol. n. 95 — Publicação da Diretoria da Produção Mineral, Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul. - Porto Alegre, 1942.
 - 23) — LAMEGO, Alberto R. — O maciço do tatiáia e regiões circundantes. Bol. n. 88 do Serviço Geológico e Mineralógico.
 - 24) — MORAES REGO, L. F. — As formações cenozoicas de S. Paulo. Escola Politécnica de São Paulo, 1933.
 - 25) — MORAES REGO, L. F. e SOUZA SANTOS, F. D. — Contribuição para o Estudo dos granitos da Serra da Cantareira. — Bol. n. 18, Inst. Pesq. Tec. de São Paulo, 1938.
 - 26) — MORAES, LUCIANO, J. — Geologia do Horto Florestal de Rezende. Relatório Anual do Diretor do Serv. Geol. e Mineralógico do Brasil, 1931, p. 71-73. — Rio de Janeiro, 1932.
 - 27) — TEIXEIRA, E. A. — Turfa de Rezende, Estado do Rio: Mineração e Metalurgia, v. III, n. 15. — Rio de Janeiro.
 - 28) — FRÓES ABREU, S. — Problemas de Combustível no Brasil. Mineração e Metalurgia, v. VI, n. 36. — Janeiro 1943.

- ~~Fig. 1 — Horizonte com *Pinzonellopis* e *Jacquesia*. Cêrca de 1 quilômetro de Camaquan, Rio Claro (E. F. P.), São Paulo.~~
- ~~Fig. 2 — Horizonte com *Pinzonella* e *Plesiocyprinella*. Ferraz, Rio Claro, São Paulo.~~
- ~~Fig. 3 — Horizonte com *Palaeoneto*. Santo Antonio da Platina, Paraná. Foto do sr. F. W. Lange.~~

CONSIDERAÇÕES SÔBRE A ESTRATIGRAFIA E IDADE DA FORMAÇÃO ESTRADA NOVA

Josué Camargo Mendes

I. C. White (20) propôs o nome de série Passa-Dois para o conjunto de formações cuja idade julgou ser permiana e as quais distinguia sob a designação de folhelhos Irati, folhelhos Estrada Nova e calcáreo da Rocinha. Calculou a espessura total da série em 223m, computando 70 para o Irati, 150 para o Estrada Nova e 3 para o calcáreo da Rocinha.

O Estrada Nova de White (= Corumbatai dos geólogos paulistas) foi mantido *in totum* no permiano até data relativamente recente (1928), quando Cowper Reed (12; 12a) determinou como triássica superior a malacofauna dessa formação, coletada em Rio Claro, município de Marechal Malet, Estado do Paraná.

A argumentação de White em prol da idade permiana reside mormente na presença dum tipo vegetal lepidofítico, *Lycopodiopsis derbyi* Renault.

K. Holdhaus (4), determinára alguns lamelibrânquios da mesma formação referindo-os a gêneros paleozóicos e propondo o novo gênero *Plesiocyprinella* para uma das formas encontradas.

Em vista da diagnose de C. Reed, Du Toit (3) sugeriu a fragmentação do Estrada Nova em Estrada Nova Inferior e Estrada Nova Superior (= Formação Terezina do Serviço Geológico oficial), respectivamente de idade permiana e triássica superior, invalidando-se desse modo a série Passa-Dois de White, uma vez que abrangia formações pertencentes a dois períodos geológicos.

Tal sugestão, porém, não encontra, ao que parece, apoio estratigráfico e é de se supor que repousa exclusivamente sôbre a pretensa delimitação da ocorrência de *Lycopodiopsis derbyi* ao termo inferior

Nenhum dos vários autores que estudaram essa formação verificou qualquer linha de discordância dentro do pacote. São concordes, entretanto, em afirmar que é muito difícil a distinção litológica entre os dois andares. Moraes Rego (17) propôs o nome de Guareí para o termo superior, nome êsse tirado da localidade do Estado de S. Paulo, onde acreditava ocorrer o mesmo mais tipicamente, mas a sua caracterização é sobretudo imprecisa e a delimitação sumamente fragil.

Os autores acatam a idéia influenciados, sem dúvida, pela prévia avaliação da idade de *Lycopodiopsis derbyi* feita por um especialista abalisado.

Na localidade de Poço Preto, Santa Catarina, os folhelhos do Estrada Nova forneceram espécimens de filópodes referidos por C. Reed (12) aos gêneros *Leaia* e *Estheria* e atribuídos como carboníferos ou permianos.

Entretanto, nem *Lycopodiopsis derbyi* e nem os filópodes se confinam à parte inferior do Estrada Nova de White. Aquele vegetal provem, em verdade, das camadas intercaladas entre as zonas dos lamelibrânquios determinados como triássicos por Reed (vide secção esquemática) Daí o fato de se os encontrar, a miude, de permeio com fragmentos areníticos contendo *Pinzonella* e *Plesiocyprinella* (7) Por outro lado, os filópodes ocorrem em posição tão próxima aos horizontes de lamelibrânquios que não constituiriam argumento sólido para o estabelecimento da divisão, tendo sido até taxados de triássicos por E. Paulo de Oliveira (11)

Não existe, pois, apóio de ordem estratigráfica, paleontológica ou litológica capaz de sustentar a proposição, embora, à primeira vista, pareça paradoxal ocorrerem, conjuntamente, fósseis tidos como paleozóicos e mesozóicos. Este outro tópico pode ser abordado em seguida por apresentar grande interesse para a discussão da cronologia da formação.

Devo prevenir que, até o presente, não houve ainda argumentação paleontológica mercedoramente decisiva para a fixação da idade da formação. E' certo que C. Reed referiu a malacofauna como triássica superior (carnico), mas também determinou como paleozóicos os filópodes de Poço Preto ocorrentes em níveis muito próximos.

Examinemos, primeiramente, o caso dos fósseis que têm sido atribuídos ao paleozóico superior.

O primeiro dos vegetais conhecidos do Estrada Nova é o *Lycopodiopsis derbyi* Renault, embora a descrição original não tenha precisado bem a sua posição estratigráfica. Posteriormente, foi descrito por Solms-Laubach (18), sob o nome de *Tietea singularis*, um espécime aparentado com *Psaronius* do norte do país. A essa data, ignorava-se a posição estratigráfica do fóssil, hoje, porém, é sabido que ocorre em horizontes com lamelibrânquios (1) Arenitos de cimento calcáreo intercalados nos folhelhos variegados da formação têm fornecido impressões de *Lepidodendron* (10, p. 83).

Os já referidos filópodes de Poço Preto, Santa Catarina, descobertos em 1928 por Gerson Alvim e tidos por Reed como paleozóicos, ocorrem em folhelhos de Santo Antônio da Platina, Paraná, conjuntamente com lamelibrânquios e pequenos gasterópodes (9) julgados pelo mesmo Reed como sendo de idade triássica superior (16) Constitue êsse horizonte uma terceira zona malacofaunística que pode ser referida como *Zona com Palaeo-*

neilo, litológica e faunisticamente diferente das duas outras conhecidas.

Tietea é aparentada com *Psaronius*, ambos tendo sido referidos ao paleozóico por autoridades em paleobotânica. O mesmo se dá em relação a *Lycopodiopsis*. *Lepidodendron* é também próprio do paleozóico. *Leaia* é um gênero de crustáceos confinado ao carbonífero e permiano. Não devemos esquecer, porém, que ocorrem nos folhelhos variegados impressões de vegetais (Santo Antônio da Platina), por ora ainda indeterminados. Muito comum, também, é a ocorrência no Estrada Nova de troncos silicificados de *Dadoxylon* (*Araucarioxylon*) ainda não estudados. Recorde-se, de passagem, que *Dadoxylon nummularium* White é originário dessa formação (19)

Examinemos agora as evidências favoráveis à idade triássica.

Estudando o material malacológico do Estrada Nova, Cowper Reed (12; 12a; 13) reconheceu dentre as várias formas algumas referíveis aos gêneros *Myophoriopsis* e *Pachycardia* e até a espécies européias desses mesmos gêneros conhecidos do andar carnico. Fortificaria a diagnose a presença dum fragmento de cefalópode, por êle referido ao gênero *Clionites*, e, possivelmente, ao sub-gênero *Traskites* Hyatt & Smith (13, p. 66)

Parece ser desnecessário recordar a tendência muito natural que possuem os paleontólogos estrangeiros para estabelecer semelhanças entre as nossas paleofaunas e as faunas padrões do hemisfério norte.

Ora, faunas afastadas são comumente diferentes. Daí mesmo a noção de província faunística. Devemos nos precaver, também, com as determinações ou argumentações baseadas sobre simples e, às vezes, maus aspectos externos de lamelibrânquios. A não ser num noutro caso especial, a sistemática segura não dispensa a observação das charneiras ou dos caracteres internos. Nesse particular, o material trabalhado por C. Reed era sumamente desfavorável. Não fôra melhor o material de que dispuzera K. Holdhaus. Tendo-se em conta o fato, devemos convir que, pelo aspecto externo, as conchas classificadas por êsses autores recordam, efetivamente, os gêneros a que foram atribuídas, muito embora tenham chegado a uma avaliação cronológica divergente. O próprio Reed confessa a falibilidade de muitas das comparações por êle estabelecidas. Êsse autor tem mantido, porém, a idade triássica superior para a malacofauna do Estrada Nova em todos os trabalhos a respeito, inclusive no mais recente em que versou a nova associação malacofaunística de Santo Antônio da Platina.

L. Cox (2) descreveu conchas fósseis do Uruguai, estratigraficamente correspondentes às do nosso Estrada Nova, referindo-as ao triásico superior, em vista dos trabalhos de Reed. Propôs, então, o novo gênero *Terraia* para a concha determinada por

Holdhaus como *Solenomorpha altissima* sp. n., sinonimizando-a com *Isocyprina reducta* Reed.

Manuseando espécimes colhidos em localidades do município de Rio Claro, Estado de São Paulo, Reed (15; 15a) foi levado a criar dois gêneros novos, *Pinzonella* e *Ferrazia*, para formas até essa data ainda não referidas do Estrada Nova.

Pelo exposto, conclue-se que a presença de 4 novos gêneros, *Plesiocyprinella*, *Terraia*, *Pinzonella* e *Ferrazia* empresta à associação faunística um caráter muito próprio.

Estudando espécimens por mim coligidos no mesmo município de Rio Claro (8), dado o estado favorável dos mesmos, pude observar as charneiras das formas atribuídas por Reed aos gêneros *Myophoriopsis* e *Pachycardia*. Verifiquei que os seus caracteres morfológicos divergem dos apresentados por êsses gêneros. Propuz os novos gêneros *Jacquesia* e *Pinzonellopis* para conchas referidas, respectivamente, como *Myophoriopsis* e *Pachycardia*. Dêsse modo, ficaram afastados, se assim posso me expressar, os dois gêneros chaves de Reed. Com êsses dois gêneros novos, evidencia-se ainda mais o caráter particular da malacofauna. Parece-me um tanto fragil a argumentação baseada num único fragmento de cefalópode. Muitas das formas permianas assemelham-se às do Mesozóico, a ponto de causar confusão e é bem razoável pensar-se num possível engano de determinação.

Somos, portanto, levados a concluir que o sustentáculo paleontológico não é suficientemente sólido com referência ao triássico, quanto mais em relação ao cárnico. Não abordei, propositadamente, o caso de alguns outros fósseis conhecidos da formação por não apresentarem grande interêsse para a questão cronológica.

Parece-me, pois, estar ainda vacilante entre o permiano e o triássico a idade do Estrada Nova. De tudo isso, porém, o que fica bem patente é o máu estado atual do conhecimento paleontológico dessa formação.

Von Huene (5) reconheceu em Rio Claro, Estado de S. Paulo, a existência de dois horizontes malacofaunísticos distintos e referiu várias jazidas de conchas fósseis. As minhas pesquisas nesse mesmo município permitiram constatar a ocorrência desses horizontes. O inferior, que pode ser designado como *Zona com Pinzonella* e *Plesiocyprinella*, acha-se a uma cota de cerca de 610m, e o superior, que merece o nome de *Zona com Pinzonellopis* e *Jacquesia*, está a uma altitude de cerca de 575m. Entre os dois existe cerca de 35 metros de folhelhos variegados. Certamente as cotas mencionadas não podem ser tidas como absolutas e nem generalizadas, pois é sabido que as camadas do Sistema de Santa Catarina mergulham suavemente para o lado do rio Paraná e mesmo porque as frequentes intrusões de eruptivas podem perturba-las

localmente. Tais cotas são porém coincidentes para as ocorrências fossilíferas por mim visitadas no município. Desconheço ali a ocorrência do terceiro horizonte malacofaunístico, *Zona com Palaeoneilo*, acima mencionada. Possivelmente vir-se-á a verificá-lo.

Do ponto de vista estratigráfico, sabe-se que não foi registrada até agora qualquer discordância entre o Estrada Nova e o Iratí. A idade do último é geralmente tida como permiana superior, embora, mais recentemente, von Huene o tenha referido ao permiano inferior (6). Paleontologicamente, o Iratí é bem caracterizado pela presença de *Mesosaurus* spp.

Se, eventualmente, fôr confirmada a idade permiana do Estrada Nova, revalida-se a série Passa-Dois na acepção de White. Os fatos não propugnariam a inexistência do triássico marinho na América do Sul, porque ele se acha mais fundamentadamente comprovado nos países vizinhos.

Aceitar, entretanto, aprioristicamente, que um conjunto de fósseis de plausível idade paleozóica sejam, verdadeiramente, do triássico superior, parece-me tese muito simplista.



Fig. 1 — Horizonte com *Pinzonellopis* e *Jacquesia*. Cêrca de 1 quilômetro de Camaquan, Rio Claro (E.F.P.), São Paulo.



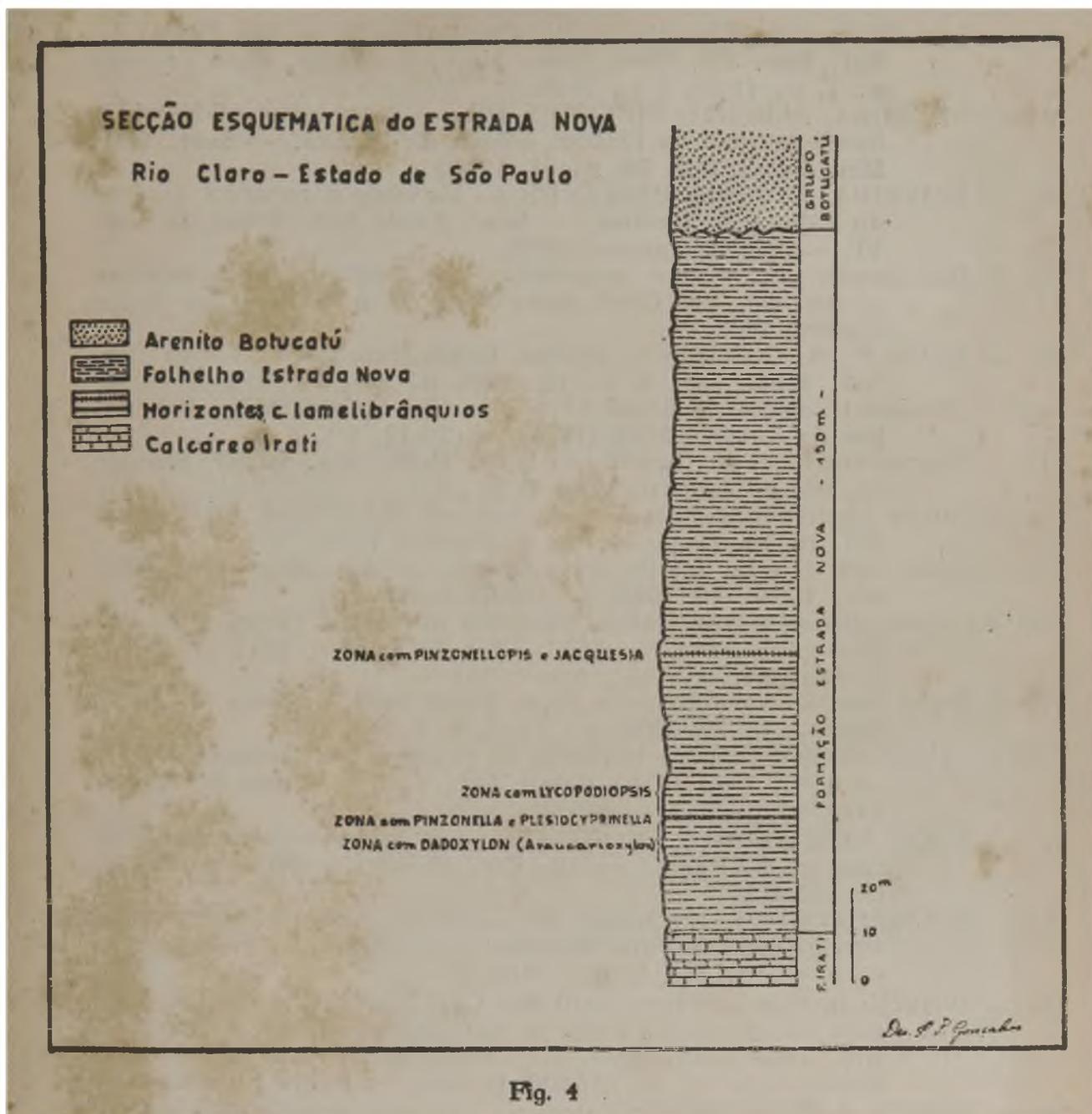
Fig. 2 — Horizonte com *Pinzonella* e *Plesiocyprinella*. Ferraz, Rio Claro, São Paulo.



Fig. 3 — Horizonte com *Pauconeilo*. Santo Antonio da Platina, Paraná.
Foto do sr. F. W. Lange.

B I B L I O G R A F I A

- 1) — ALMEIDA, FERNANDO F. M. de — A série Passa-Dois e a região de Guareí — Rev. Politécnica, n. 126, p. 173-80. — São Paulo, 1938.
- 2) — COX, LESLIE R. — Triassic Lamellibranchia from Uruguay. — An. Mag. Nat. Hist., ser. 10, v. 13, 1934, p. 264-73, 1 t.



- 3) — DU TOIT, A. L. — A geological comparison of South America with South Africa. — Am. Inst. Washington, Publ. 381, 1927.
- 4) — HOLDHAUS, KARL. — Sobre alguns lamelibranchios fósseis do Brasil. — Serv. Geol. Min. Brasil., Monogr. II, 24 p., 2 t. — Rio de Janeiro, 1918.
- 5) HUENE, FRIEDRICH VON. — Aphorismen über die Stratigraphie des brasilianischen Staates São Paulo. — Ctbl. f. Min. Geol. u. Pal., Ab. B, 1928, p. 524-31. — Stuttgart, 1928.
- 6) — Das unterpermianischen Alter aller Mesosaurerführenden Schichten. — Ctbl. f. Min. Geol. u. Pal., Ab. B, 1940, p. 200-10. — Stuttgart, 1940.
- 7) — MENDES, JOSUÉ CAMARGO. — Posição estratigráfica de Lycopodiopsis Renault. — An. Ac. Br. Cien., tomo XVI, n. 2, p. 137-8. — Rio de Janeiro, 1944.

- 8) — Lamelibrânquios triássicos de Rio Claro (Estado de São Paulo). — Bol. Fac. Fil. Cien. Letr. Univ. S. Paulo, XLV, Geologia, n. 1, p. 41-75, 2 t., 1944.
- 9) — OLIVEIRA, ALBERTO ERICHSEN DE. — Nota sobre os fosseis de Santo Antonio da Platina, Estado do Paraná. — Serv. Geol. Min. Brasil, Bol. 98, p. 31, 1940.
- 10) — OLIVEIRA, EUZEBIO PAULO DE — Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. — Serv. Geol. Min. Brasil, Monogr. VI. — Rio de Janeiro, 1927.
- 11) — Distribuição geológica e geographica dos phyllopodos brasileiros. — An. Ac. Br. Cien., tomo IV, n. 3, p. 131-145. — Rio de Janeiro, 1932.
- 12) — REED, F. R. COWPER — Triassic fossils from Brazil. — An. Mag. Nat. Hist., ser. 2, v. 10, 1928, p. 39-48.
- 12a) — Fosseis triássicos do Brasil (Trad.) — Div. Geol. Min., Bol. 107, Rio de Janeiro, 1942 (1943), p. 10-12, 1 t.
- 13) — Faunas triássicas do Brasil. — Serv. Geol. Min. Brasil, Monogr. IX, Rio de Janeiro, 1929, 97 p., 5 t.
- 14) — Novos phyllopodos fosseis do Brasil. — Serv. Geol. Min. Brasil, bol. n. 34, 17 p. — Rio de Janeiro, 1929.
- 15) — Some new triassic fossils from Brazil. — An. Mag. Nat. Hist., ser. 10, v. 10, 1932, p. 479-87, t. 19.
- 15a) — Sobre alguns novos fosseis triássicos do Brasil (Trad.) — Div. Geol. Min., bol. n. 107 — Rio de Janeiro, 1942 (1943), p. 25-34, 1 t.
- 16) — Some triassic lamelibranchs from Brazil and Paraguay. — Geol. Magaz., v. 72, 1935, p. 33-42, t. 1.
- 16a) — Alguns lamelibrânquios triássicos do Brasil e do Paraguai (Trad.). — Serv. Geol. Min. Brasil, bol. n. 98. — Rio de Janeiro, 1940, 20 p., 1 t.
- 17) — REGO, LUIZ FLORES DE MORAES — O Systema de Santa Catharina em S. Paulo. — An. Esc. Politec. — São Paulo, 1936, p. 327-412.
- 18) — SOLMS-LAUBACH, H. GRAF ZU — Tietea singularis. Ein neuer Pteridinenstamm aus Brasilien. — Zeitsch. f. Botanik, V, n. 9, p. 673-700, t. 6-7, 1913.
- 19) — WHITE, DAVID — Flora fossil das Coal Measures do Brazil. (Report on the Fossil Flora of the Coal Measures of Brasil) — Rel. final Com. Ests. das Minas de Carvão de Pedra do Brasil, parte III, p. 337-617, t. 5-14. — Rio de Janeiro, 1908.
- 20) — WHITE, I. C. — Relatorio final da Comissão dos Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. — Rio de Janeiro, 1908.

I N D I C E

- I — SUMÁRIO
- II — INTRODUÇÃO
- III — GEOLOGIA DA SÉRIE ITAJAÍ
- IV — PETROLOGIA

ANÁLISE MECÂNICA

- 1 — *Determinação Qualitativa*
- 2 — *Determinação Quantitativa*
 - a — Granulometria
 - b — Representação Gráfica
- 3 — *Comparação com outros sedimentos*

CIMENTO

- 1 — *Composição mineralógica*
- 2 — *Análise química*
- 3 — *Natureza do cimento*
- 4 — *Resíduo pesado*

- V — O PROBLEMA GENÉTICO DO CONGLOMERADO DO BAÚ
- VI — CONCLUSÕES

O CONGLOMERADO DO BAÚ

(Série Itajaí-Santa Catarina)

Ruy Ozorio de Freitas

SUMÁRIO

No presente trabalho o autor estuda petrologicamente o conglomerado da série Itajaí, Estado de Santa Catarina, para o qual, inicialmente, propõe o nome de Baú por se tratar da região onde ocorre conspicuamente.

Primeiramente faz um relato dos conhecimentos até agora existentes na literatura geológica do país sobre a série Itajaí, mostrando que apesar de algumas divergências, os vários autores que a estudaram são mais ou menos concordes em atribuir-lhe a origem glacial e a compara-la com a série Camaquan, do Rio Grande do Sul.

A seguir estuda a rocha petrograficamente do ponto de vista da análise mecânica dos seixos e da composição do cimento. Os seixos foram analisados mecanicamente, com medidas diretas dos respectivos tamanhos devido ao caráter rudáceo da rocha. Fixou-se desta maneira a distribuição granulométrica e a qualitativa, utilizando-se de duas amostras distintas, tendo a primeira 209 e a segunda 127 seixos. A determinação qualitativa demonstrou pequena heterogeneidade, predominando os seixos de quartzo e quartzito, fato que evidenciou uma seleção na composição. A determinação quantitativa mostrou que os seixos variam de 64 a 2 mm na classificação de Wentworth, sendo a classe mais frequente a de 16-8 mm, com cerca de 59.80% para a amostra n.º 1 e 55.11% para a amostra n.º 2. Para o estudo estatístico do sedimento foram feitas 3 representações gráficas: 1) Histograma da frequência (escala fi); 2) Curva simples de frequência (escala fi); 3) Curva acumulada de frequência (escala fi) mais conhecida por curva cumulativa. Da curva cumulativa, adotando-se os últimos processos de KRUMBEIN, foram lidas 3 medidas estatísticas: 1) Desvio aritmético dos quartéis (QDa); 2) Desvio geométrico dos quartéis (QDg) e 3) Desvio logarítmico dos quartéis (log QDg), para concluir que a rocha é bem selecionada aplicando-se a regra de TRASK.

Esses valores representativos do conglomerado do Baú são, a seguir, comparados com os de outros sedimentos, de modo a pa-

tentar os atributos da rocha em face dos caracteres dos demais sedimentos comparados.

O cimento foi estudado quanto à sua composição mineralógica, sendo composto de quartzo, feldspato (ortoclásio e albita), muscovita, magnetita e zirconita como alotígenos e, hematita, sericita, zoizita, quartzo e caolim como autógenos. A análise química comprovou a determinação ótica, dando para SiO_2 — 69.1%, Al_2O_3 — 14.7% e K_2O — 3.%, valores estes que podem ser referidos ao quartzo e ao feldspato, e Fe_2O_3 — 8.1% que pode ser referido à hematita. À ausência de calcita correspondem traços de CaO na análise. O resíduo pesado, com 5.5% do cimento, é composto de hematita, magnetita, martita e zirconita.

Realizado o estudo petrográfico dos seixos e do cimento da rocha, o autor discute a provável origem da rocha do ponto de vista do seu transporte e do ambiente da sua sedimentação. O método estatístico demonstrou que o sedimento é de origem aquosa, negando inicialmente o caráter glacial devido ao valor de S_0 (coeficiente de seleção de TRASK). O cimento revelando natureza arcossiana, supõe um transporte rápido para evitar perda de feldspato por alteração química e um depósito turbulento repentino para explicar a deposição simultânea do material transportado em tração e em suspensão, isto é, seixos e o arcossio, condições estas operadas num ambiente fluvial, preferivelmente ao lacustre ou marinho.

Da soma de observações em posse, como 1) Coeficiente de seleção de TRASK, 2) Distribuição granulométrica, 3) Contorno dos seixos, 4) Composição dos seixos, 5) Natureza do transporte, 6) Ausência de estratificação, 7) Gradação do conglomerado em depósitos mais finos, 8) Recorrência de horizontes conglomeráticos, 9) Grande espessura dos depósitos de conglomerado, 10) Marcas ondulares, fendas de contração, estratificação cruzada e outras feições estruturais dos arenitos da série, 11) Ausência de fósseis e de matéria orgânica, 12) Cimento arcossiano da rocha, o autor concluiu que o conglomerado do Baú é pudingue de depósito fluvial em ambiente piemontico, fato generalizável para toda a série Itajaí que admite ser uma sucessão de fanglomerados, tendo os primeiros depósitos, por erosão, também contribuído com material para a sedimentação dos seguintes, pois havia possibilidade da região se achar, naquela época, em progressão.

Após a sedimentação da série, sofreu o conglomerado metamorfismo cataclástico conforme provam a textura moiteiro de alguns seixos de quartzo, a deformação clástica dos cristais de mica e de plagioclásio torcidos ao longo dos planos de geminação polissintética. As fraturas provenientes da cataclase foram preenchidas secundariamente por hematita e quartzo no conglomerado e por calcita no arenito. Esse metamorfismo cataclástico

deve ser atribuído às intrusões graníticas e efusões de quartzoporfiro que cortam a série Itajaí, datando Victor Leinz tais manifestações tectônicas na revolução caledônica, de sorte que a idade da série fica implicitamente compreendida do cambriano ao siluriano. Discordando de V. Leinz, o Prof. Othon H. Leonardos acha que essas manifestações magmáticas pertencem à revolução tectônica ficando assim a série compreendida do cambriano ao ordoviciano.

O problema da idade, entretanto, continua aberto às investigações futuras.

INTRODUÇÃO

A série Itajaí constitui uma das mais interessantes formações geológicas do Brasil meridional pelo seu caráter sedimentário generalizado. Considerada eopaleozóica, de idade câmbrica ou ordovícica, tem lhe sido atribuída origem glacial por Paulina Franco de Carvalho, Estevão Alves Pinto e Othon Henry Leonardos. Entretanto, nenhum estudo complementar petrológico foi realizado por aqueles autores visando comprovar suas presunções decorrentes de observações geológicas de campo, ou por outros geólogos brasileiros diretamente interessados na geologia do sul do país.

Julgado de alto interesse para o esclarecimento da geologia da série Itajaí e também para as demais formações eopaleozóicas meridionais, e de grande alcance paleogeográfico, por envolver questões sobre a pretendida glaciação pretérita após o diastrofismo penoquiano, o autor apresenta neste trabalho uma modesta contribuição ao estudo da série Itajaí, procurando mais apresentar os fatos observados do que propriamente tirar conclusões absolutas.

As pesquisas feitas, com o emprego dos métodos de petrografia sedimentar interessaram principalmente um termo da série Itajaí — o conglomerado que ocorre conspicuamente ao SW de Blumenau e W de Itajaí, porquanto esta rocha melhor se prestava à investigação da origem por ter sido sempre confundida com tilito. No entanto, para maior esclarecimento foi estudado outro termo da mesma série — o arenito arcossiano, estudo esse cujos resultados, embora objeto de futura nota, serão em parte adiantados aqui.

Além dos autores mencionados devem ser citados os trabalhos de Eugenio Bourdot Dutra, creador da série Itajaí (*Reconhecimento Topográfico e Geológico no Estado de Santa Catarina*, Bol. 21, S. G. M. B.), e de Luiz Caetano Ferraz (*Excursões Científicas no Estado de Santa Catarina*, Anais da Escola de Minas de

Ouro Preto, n.º 17, 1921) não obstante se refiram perfunto-riamente ao conglomerado. Recentemente, em 1942, Victor Leinz, Alceu Barbosa e Emílio Alves Teixeira (*Mapa Geológico Caçapava-Lavras*, Bol. 90, Dir. Prod. Min. R. G. S. Dez. 1941) compararam a série Itajaí à Camaquan, tendo antes porém Victor Leinz se referido particularmente a esta semelhança (*O Problema Geológico do Post-Arqueano no Rio Grande do Sul*, Min. e Met. Vol. IV, n.º 22, 1939)

No estudo petrográfico foi utilizado o recente método de investigação dos sedimentos desenvolvidos por C. K. Krumbein ("The use of quartile measures in describing and comparing sediments", *Am. Jour. Sc.* Vol. XXXII, n.º 188, pg. 98, 1936), baseado na leitura dos quartéis (1.º e 3.º) diretamente da curva de frequência acumulada em termos da escala fi, que é um valor aritmético correspondente à escala de Wentworth em mm.

Graças a estes valores estatísticos da distribuição granulométrica da rocha foi possível visualizar o sedimento em termos matemáticos representados por três medidas — o desvio aritmético dos quartéis, o coeficiente de seleção e o desvio logarítmico dos quartéis, possibilitando determinar, comparando-se com outros valores de idênticas medidas de outros sedimentos, a origem do conglomerado do Baú.

GELOGIA DA SÉRIE ITAJAÍ

A um conjunto de sedimentos pouco ou nada metamorfisados, constituído de conglomerados, arenitos roxos, folhelhos, folhelhos ardosianos e filitos, ocorrendo bastante perturbados a longo do vale do rio Itajaí-assú, Estado de Sta. Catarina, Eugenio Bourdot Dutra denominou série Itajaí, em 1920 (1)

A série descansa em discordância sôbre o fundamento cristalino arqueano, havendo dúvidas quanto ao contacto com as séries Brusque (algonquiano) e Itararé. Othon Henry Leonardos e Avelino I. de Oliveira admitem que a série Itajaí repouse em discordância sôbre a série Brusque (2, p. 206), porém Paulino Franco de Carvalho e Estevam Alves Pinto (3, pág. 10) informam não terem sido encontrados ainda contatos diretos entre ambas.

As estruturas mergulham preferencialmente para o sul, cerca de 60°, com orientação geral NW-SE, tendo sido observados mergulhos para o norte.

O carater principal desta série reside na sua extensiva natureza sedimentar e, secundariamente, na generosa predominância

(1) Reconhecimento Topográfico e Geológico no Estado de S. Catarina. — Boletim 21, S. G. M. B. — Rio de Janeiro, 1926.

dos conglomerados sobre os arenitos e estes sobre os folhelhos, folhelhos ardorianos e filitos sericitizados da Ilhota. Estes filitos, tidos como membro integrante da série, parecem pertencer à série Brusque pelo seu caráter metamórfico que contrasta com o aspecto nada metamórfico e bastante homogêneo da série Itajaí. Tais filitos se apresentam sericitizados provavelmente por diaforesse de filitos da série Brusque. Na falta de melhores dados de campo o problema perdura.

Fato interessante posto que não explorado devidamente, é a associação que se observa nas secções geológicas levantadas por P. F. de Carvalho e E. A. Pinto (3) do conglomerado, arenito e folhelho, que se repete ritmicamente (3, fig. 36) no perfil esquemático de Blumenau a Brusque. Esta recorrência parece ser um fenômeno importante na série.

A série Itajaí se desenvolve mais a montante do rio Itajaí-assú, em Blumenau, chegando a ter uma espessura de 1.000 m no perfil do rio Neise. Nos morros dessa cidade ocorre um outro conglomerado denominado "secundário", facilmente desmontável, contendo seixos de arenito arroxeadado da mesma série, acreditando-se por isso seja êle posterior à mesma.

Os conglomerados da série Itajaí, os chamados "primitivos", são descritos pelos autores que fizeram investigações geológicas em Santa Catarina (1) (2) (3) (4) como sendo duros, dificilmente desmontáveis mecanicamente, com seixos de rochas preexistentes, facetados, variando suas dimensões de 5 mm a 20 cm de comprimento, predominando os de 4 a 10 cm, compostos de quartzo, quartzito, quartzito micáceo e mais raramente de filitos, metidos dentro de um cimento arroxeadado argilo-arenoso-calcáreo, como feldspato alotígeno.

Atribue-se ao conglomerado, classificado como pudingue por Luiz Caetano Ferraz (4, p. 25), presentemente, origem glacial (2) (3), acreditando P. F. de Carvalho na idéia de uma glaciação predevoniana responsável, baseando-se singularmente na falta de matéria orgânica constatada na série. O prof. O. H. Leonardos data no cambriano a glaciação que sedimentou os conglomerados (2), generalizando o fenômeno para outras séries que observou como Ribeira, e Lavras. L. C. Ferraz classifica os conglomerados de polígenos, não se sabendo se empregou tal designação no sentido clássico que significa origem marinha homotáxica e não sincrônica ou se na acepção pouco correta de heterogenei-

(2) Geologia do Brasil. — Serviço de Informação Agrícola. Série didática n.º 2. — Rio de Janeiro, 1943.

(3) Reconhecimento Geológico no Estado de Santa Catarina. — Boletim 92, S. G. M. B. — Rio de Janeiro, 1938.

(4) Excursões científicas no Estado de Santa Catarina. — Ferraz, L. C., Anais da Escola de Minas de Ouro Preto, n.º 17, 1921.

dade. O fato que o emprego pouco preciso desse termo causou alguma confusão, pois, o prof. Othon Henry Leonardos (2) reúne à origem glacial a poligênica, pretendendo exprimir a heterogeneidade dos seixos.

Os arenitos são de granulação fina, cor de borra de vinho, apresentando frequentemente estratificação cruzada ou rítmica, lembrando deposição sub-eólica (3), com marcas ondulares. Observam-se, não raro, leitos e veios de calcita preenchendo as fraturas. Mineralogicamente são constituídos de grãos de sílica ligados por um cimento de natureza argilosa, contendo feldspato e mica detriticos. Em alguns lugares o arenito foi termo-metamorfisado, passando a quartzito pelo cosimento, tornando-se extremamente duro. Tem-se encontrado transição desta rocha para um caráter mais conglomerático, aparecendo o início de uma textura rudácea com a inclusão, nos leitos da estratificação, de pequenos seixos de quartzo rolado. Este fato sugere a possibilidade do conglomerado passar gradualmente a arenito. O arenito, pela mesma maneira, passa gradativamente a folhelho cinzento duro. A série Itajaí, pois, é bastante típica, havendo gradual passagem dos conglomerados a arenitos e estes a folhelhos. Este conjunto, petrograficamente tão definido, sugere a separação dos filitos sericitizados da Ilhota para a série Brusque, pois não apresentam relação alguma com a litologia dos demais membros da série Itajaí.

Os folhelhos são duros, argilosos, aflorando com especial menção nos cortes da Estrada de Ferro de Santa Catarina, na estação de Warnow, km 31.

Cortam este pacote sedimentar intrusivas e efusivas cujas principais ocorrências são os granitos do divisor dos rios Itajaí-assú e Itajaí-mirim, os pórfiros de Aquidaban e morro Pelado e os diabásios que afloram em diversos pontos. Os pórfiros são idênticos aos assinalados em Castro e Pirai (Paraná), estudados por Victor Leinz (5), pertencentes ao mesmo ciclo magmático responsável pelos derrames de quartzo-pórfiro do Rio Grande do Sul e Uruguai (6). O granito aflora notadamente no espigão divisor do Itajaí-assú do mirim, sendo também intrusivo na série Brusque. Contém inúmeros filões mineralizados com Au, Pb, Ag, Cu, e Zn, principalmente nas vizinhanças de Gaspar Alto. Os diques de diabásio cortam o pacote da série em diversos pontos sendo possível relacioná-los à atividade tectônica eojurássica responsável pelo derrame basáltico da serra Geral.

(5) Os Porfiros de Castro. — Anais da Academia Brasileira de Ciências. Tomo VIII, n.º 4. — Rio de Janeiro, D. F., 1936.

(6) Walther, K. — Eruptivos Afro-Brasileiro-Argentino de Edad Permo-Triasso-eojurassica, etc. Boletim 24. Instituto Geol. do Uruguai. — Montevideu, 1936.

A presença de duas espécies de eruptivas — o quartzo-pórfito e o granito nas estruturas da série Itajaí levanta a discussão da idade provável dessas atividades magmáticas. Segundo V. Leinz, Alceu Barbosa e Emilio Alves Teixeira (7) as efusivas ácidas são, provavelmente, do ciclo diastrófico caledônico, baseados em estudos feitos no Rio Grande do Sul e generalizados para Santa Catarina e Paraná. Consequentemente a série Itajaí fica cronologicamente compreendida entre o siluriano e cambriano. Quanto à erupção granítica não há consideração alguma sobre se pertence ao diastrofismo caledônico ou a outra idade. No entanto, como corta a série Brusque, deve-se admitir contemporaneidade com a efusão de quartzo-pórfito que estaria subordinada àquele magma.

Segundo P. F. de Carvalho e E. A. Pinto (3) a “série apresenta um complexo de caracteres litológicos e estratigráficos que tornam difícil um diagnóstico seguro sobre a sua origem e verdadeira posição estratigráfica, agravado ainda pela ausência, até o presente, de restos orgânicos”. Estes autores, portanto, apenas sugeriram a origem glacial, sem nenhuma afirmação absoluta. Entretanto os referidos autores procuram correlacionar a série Itajaí com a Camaquan, cuja semelhança, de acordo com recente trabalho de V. Leinz (8) parece existir pelo menos litologicamente.

QUADRO COMPARATIVO (3)

SÉRIE ITAJAÍ

— Arenitos arroxeados, feldspáticos com palhetas brilhantes de muscovita.

— Folhelho duro cinzento, com veios de quartzo.

— Conglomerados com seixos de rochas preexistentes à série, facetados e ligados por cimento escasso de arenito feldspático.

— Filitos negros da Subida.

SÉRIE CAMAQUAN

— Arenito feldspático vermelho acastanhado, com palhetas de muscovita. Feldspato em parte caolinizado e sericitizado.

— Folhelhos de argila endurecida, diversamente colorida, soando ao martelo com ruído de material cerâmico, cortados frequentemente por veios de quartzo.

— Conglomerado formado com seixos de rochas preexistentes à série, aglutinados por um cimento arenoso escasso.

(7) Mapa Geológico Caçapava-Lavras. — Boletim 90. Diretoria da Produção Mineral. R. G. S. Dezembro, 1941.

(8) O Problema Geológico do Post-Arqueano no Rio Grande do Sul. Mineração e Metalurgia. Vol. IV, n.º 22. — 1939.

- | | |
|--|---|
| <p>— Filitos sericitizados da Ilhota.</p> <p>— Os sedimentos assentam-se diretamente sôbre o fundamento cristalino. São mais antigos que as formações permianas e mais recentes que a série Brusque.</p> | <p>— Os sedimentos assentam-se ora sôbre o fundamento cristalino, ora sôbre um xisto originário de um andesito em decomposição. São mais antigos que as formações permianas e mais modernos que a série Porongos.</p> |
| <p>— Estratos mergulhando preferencialmente para o sul e acidentalmente para o norte, em média 60°.</p> | <p>— Ao norte de Camaquan, os sedimentos mergulham para o sul e ao sul desse rio mergulham para o norte, em média 30°</p> |
| <p>— Intrusões de porfiritos, granitos; diques de diabásio; breccias vulcânicas; diques de pegmatito.</p> | <p>— Porfiritos, andesitos, diabásio, breccias vulcânicas.</p> |

Essa correlação será mais perfeita se, como foi sugerido há pouco, os filitos da Ilhota e Subida pertencerem à série Brusque. O quadro comparativo que se segue é uma simplificação do anterior de acôrdo com V Leinz (8):

Conglomerado de Blumenau

SÉRIE ITAJAÍ

- Conglomerado do Baú.
- Arenito ferruginoso.
- Folhelho duro cinzento, com veios de quartzo.
- Ardosias.

Conglomerado do Seival

SÉRIE CAMAQUAN

- Conglomerado de Camaquan.
- Arenito ferruginoso feldspático.
- Folhelho cerâmico com veios de quartzo.
- Folhelho com palhetas de mica.

Essa correlação, no entanto, vem pôr em dúvida a suposta idade devônica da série Camaquan atribuída por V Leinz, A. Barbosa e E. A. Teixeira (7), provocada aliás pelos mesmos autores.

1 — Atribuem ao ciclo magmático caledoniano os quartzo-porfiros que coriam a série Itajaí, colocando implicitamente esta entre o cambriano e o siluriano: “Com as observações feitas no Rio Grande do Sul, devemos admitir que as efusivas ácidas são, provavelmente, de idade caledoniana, tanto no Uruguai como nos Estados brasileiros meridionais de Santa Catarina e Paraná” (7 pág. 20).

2 — Atribuem idade devônica para a série Camaquan: “Colocamo-la, provisoriamente, por considerações tectônicas, no Devônico, de preferência ao Neo-Algonquiano ou Siluriano como querem O. Barbosa e P. F. Carvalho respectivamente” (7 página 21)

3 — Admitem a semelhança entre as séries Camaquan e Itajai: “No Estado de Santa Catarina observou P. F. Carvalho sedimentos semelhantes denominando-os “Série Itajai” (*) e chamando atenção sobre a semelhança desta série com a de Camaquan, comparação com a qual estamos de pleno acôrdo.”

Se a série Camaquan é idêntica à Itajai admite-se, tacitamente um mesmo ambiente gerador, o qual é mais provavel que fosse sincrónico. Como a série Itajai é colocada entre o cambriano e o siluriano devido ter sofrido diastrofismo caledônico, por aqueles autores, segue-se que a série Camaquan deveria ficar compreendida entre os mesmos períodos anteriores ao devoniano.

Sem penetrar na discussão cronológica dessas séries, apenas procurou-se chamar a atenção para aparentes contradições a que seríamos conduzidos se levassemos a identidade litológica ao rigorismo de subordina-la a uma correspondente identidade cronológica. Assim sendo não se deve comparar ambas as séries com a presunção de uma mesma idade para elas, baseando-se apenas em caracteres litológicos.

Estruturalmente a série Camaquan apresenta diferenças em relação à série Itajai, dividindo-se em dois pacotes, sendo um horizontal e outro perturbado localmente pela erupção andesítica (8), desconhecida em Santa Catarina. A série Itajai apresenta a singularidade das intrusões graníticas, fato que não ocorre na Camaquan.

A série Itajai apresenta-se sempre com fortes mergulhos, nas vizinhanças de 60°, não tendo sido referidas até o presentes estruturas horizontais.

Uma semelhança interessante entre ambas as séries, Itajai e Camaquan, é a existência de um conglomerado posterior a ambas, respectivamente o de Blumenau (2) e o do Seival (8). Para o conglomerado primitivo da série Itajai, o autor propõe, neste trabalho, o nome de “conglomerado do Baú”, por ser nessa região, geograficamente muito conhecida, em que ocorrem conspícuos afloramentos dessa rocha. Na região do morro do Baú e Agudo o conglomerado corôa as estruturas da série, ocorrendo respectivamente nesses pontos orográficos culminantes na cota de 860 m e 920 m de altitude. À extrema resistência mecânica dessa rocha se deve essas esculturas por erosão diferencial.

L. C. Ferraz (4) diverge da opinião dos demais geólogos que estudaram a série Itajai afirmando “O Morro do Baú (alt. 860 m) até o ponto em que aparece os últimos afloramentos de rochas é constituído por um grês vermelho, gran média, silico-ferruginoso, com fragmentos de feldspatho e jaspe vermelho. Elle é circunda-

(*) Em tempo convém retificar que o nome Série Itajai foi dado por Eugênio Bourdot Dutra (1)

do nos contrafortes por um conglomerado polygenico, extremamente duro e coerente, verdadeiro poudingue, em que os seixos rolados embutidos n'um cimento cor de borra de vinho, se apresentam formando saliencias”

A contradição, pois os demais autores se referem aos picos mais altos formados de conglomerado, talvez seja aparente pois L. C. Ferraz especifica que o arenito forma o alto do Baú até um ponto em que aparecem os últimos afloramentos. Provavelmente não verificou se o conglomerado poderia ocorrer na corôa do morro devido a recorrência da rocha na estrutura.

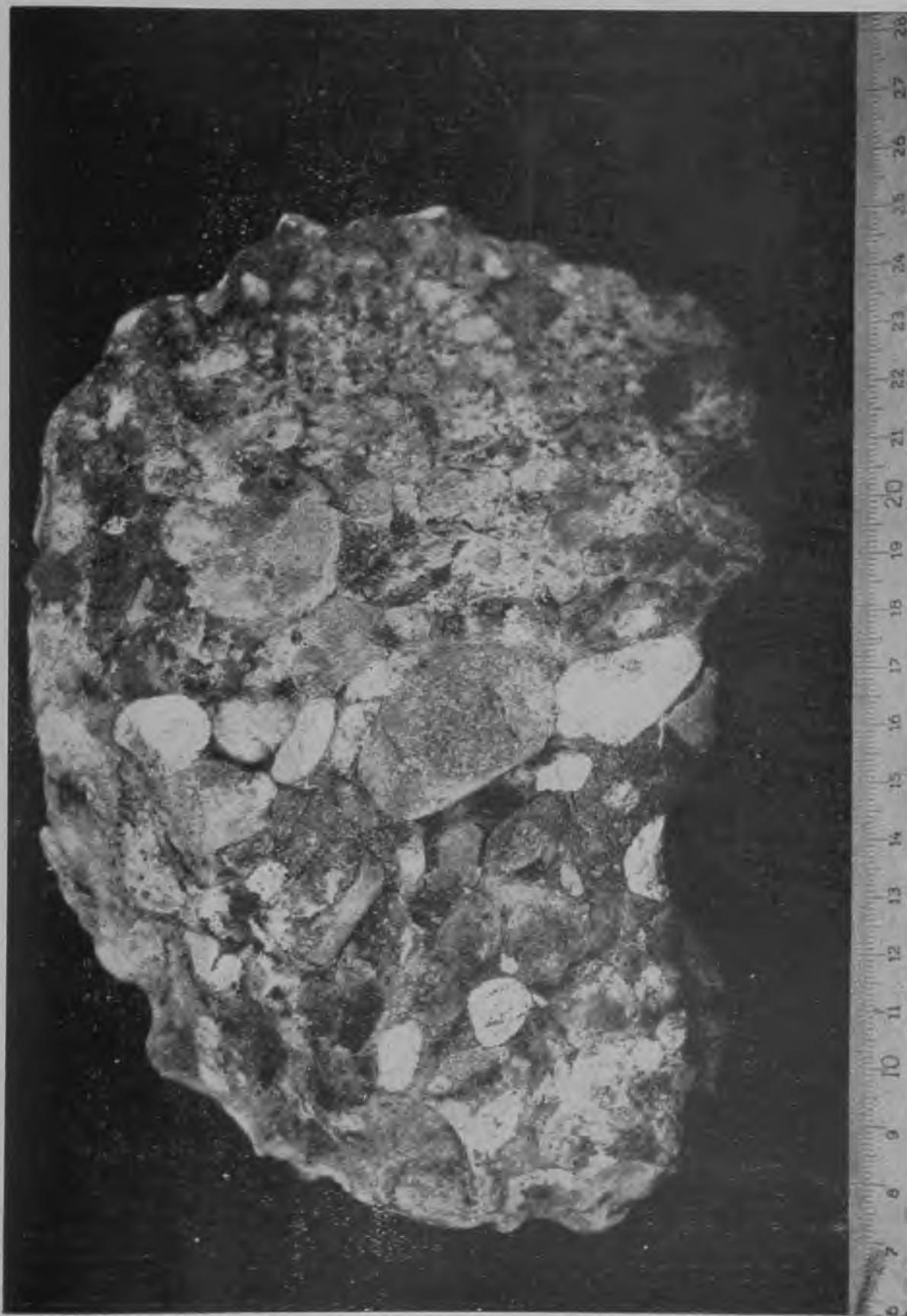


Foto 1 — O CONGLOMERADO DO BAÚ

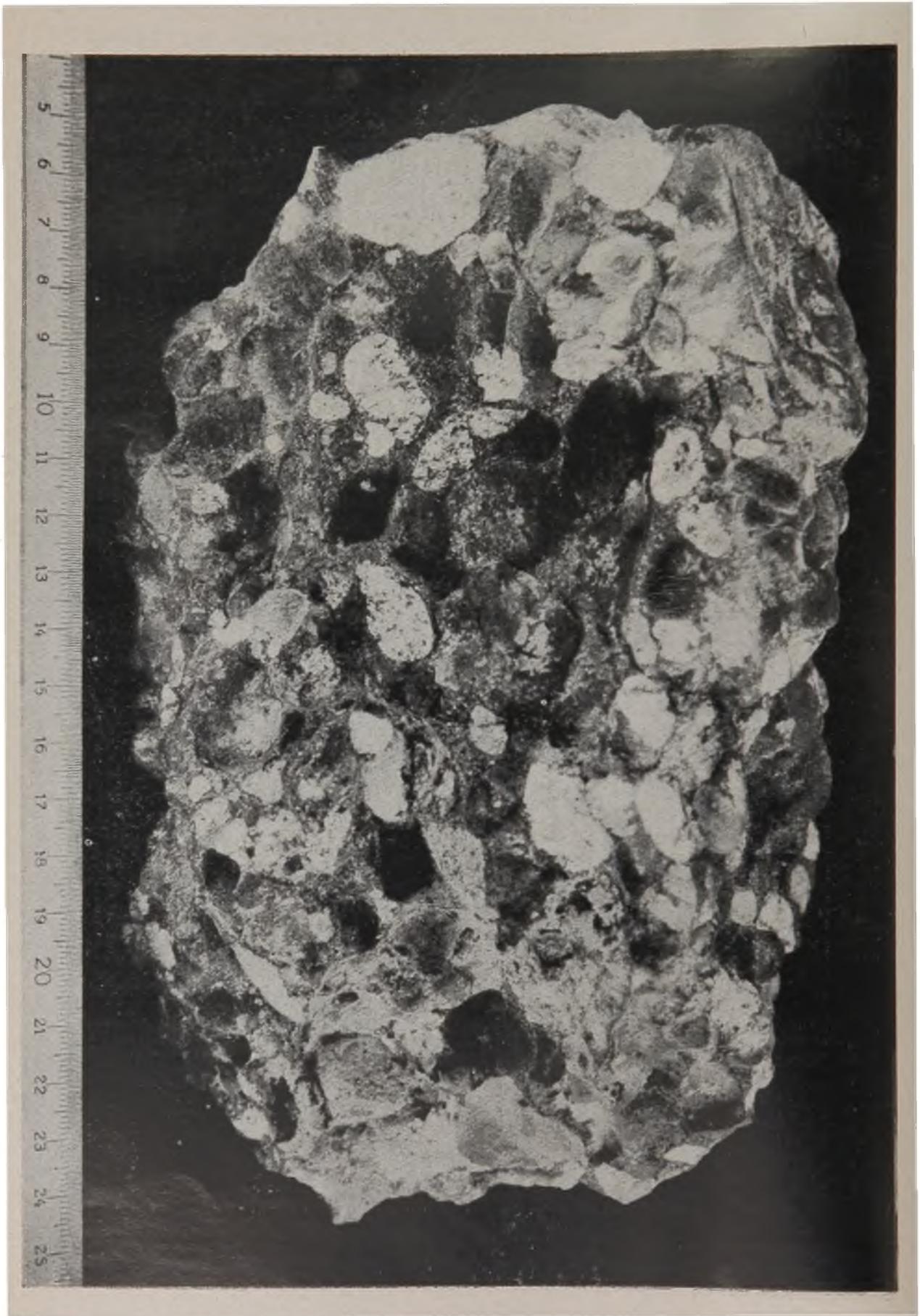


Foto 2 — O CONGLOMERADO DO BAÚ

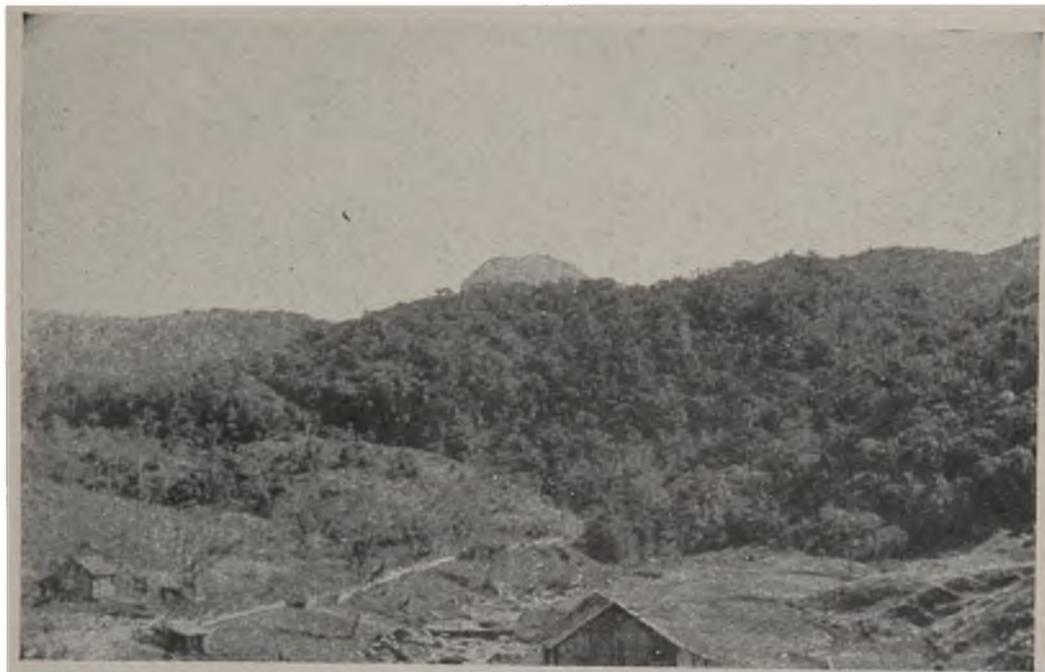


Foto 3 — O MORRO DO BAÚ



Foto 4 — O RIBEIRÃO BAÚ COM O LEITO NO CONGLOMERADO



Foto 5 — CONGLOMERADO ESTRADA DA ILHOTA AO BAÚ



Foto 6 — AFLORAMENTO DE CONGLOMERADO. ESTRADA DA ILHOTA AO BAÚ

P E T R O L O G I A

ANALISE MECÂNICA DOS SEIXOS

Na análise mecânica dêste sedimento, devido ao seu carater rudáceo, foi usado o processo de medida direta dos seixos com o emprego do paquímetro. Entretanto, o processo ponderal embora não tenha sido preferido, por ser mais indicado no caso de sedimentos finos onde não se pode obter medidas diretas porém valores indiretos em função do pêso e da malha das peneiras, foram feitas correspondentes pesagens de cada seixo para uso eventual.

Com o objetivo de se conseguir valores comparativos foram analisadas duas amostras distintas do conglomerado, referidas sob os números 1 e 2, colhidas respectivamente no Ribeirão do Baú, cota 150 m (Foto 6) e alto do Baú, cota 300 m. Na primeira amostra foram medidos 209 seixos e na segunda 127, desmontados mecanicamente e com grande dificuldade dada a extrema coesão da rocha e escassez do cimento.

Os diâmetros dos seixos foram obtidos extraíndo-se a raiz cúbica do produto de três diâmetros medidos diretamente: o maior, o intermediário e o menor, segundo a fórmula de C. K. Wentworth (9):

$$D = \sqrt[3]{D' D'' D'''}$$

A distribuição granulométrica se fez na base desta fórmula, bem satisfatória para uso nos sedimentos rudáceos, com o emprego de medidas diretas.

A análise mecânica se fez quantitativa e qualitativamente.

As tabelas seguintes, 1-A e 1-B, representam respectivamente os resultados da análise mecânica nas amostras 1 e 2.

TABELA 1-A

AMOSTRA 1

N.º	D	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular	Compo- sição
1	46.86	66	40	39	144.260	" "	Quartzito
2	44.90	60	34	28	39.170	" "	Quartzito
3	38.81	58	36	28	81.090	" "	Gnáis
4	28.15	48	31	15	31.230	" "	Quartzito
5	26.44	33	28	20	25.550	" "	Quartzito
6	25.23	35	27	17	18.670	" "	Granito
7	23.22	34	23	16	18.090	" "	Quartzito
8	23.05	30	24	17	13.310	" "	Gran. Alt.

(9) Milner, H. B. — *Sedimentary Petrography*. — Thomas Murby & Co. Third Edition. — London, 1940.

N.º	D	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular	Compo- sição
9	22.82	30	22	18	17.260	" "	Quartzito
10	22.65	31	22	17	16.500	" "	Quartzito
11	22.58	32	24	15	17.000	" "	Quartzito
12	21.66	33	22	14	13.990	" "	Quartzito
13	21.60	40	21	12	13.070	" "	Quartzito
14	21.44	28	22	16	6.200	" "	Granito Alt.
15	21.14	30	21	15	10.290	" "	Filito alt.
16	21.11	32	21	14	14.040	" "	Quartzito
17	20.98	40	21	11	12.160	" "	Quartzito
18	20.94	27	20	17	8.120	" "	Gnáis alt.
19	19.83	26	20	15	7.500	" "	Gnáis alt.
20	19.66	24	20	15	8.750	" "	Quartzito
21	19.39	32	19	12	7.190	" "	Filito alt.
22	18.97	35	15	13	11.450	" "	Quartzito
23	18.90	25	18	15	7.430	" "	Quartzito
24	18.84	32	19	11	8.920	" "	Granito
25	18.71	28	18	13	9.160	" "	Quartzito
26	18.43	23	17	16	9.300	" "	Quartzito
27	18.41	26	16	15	8.000	" "	Gnáis
28	18.41	30	16	13	5.000	" "	Gnáis
29	18.17	25	20	12	8.320	" "	Granito
30	18.15	23	20	13	7.610	" "	Quartzito
31	18.11	26	20	11	7.830	" "	Quartzito
32	18.11	30	18	11	5.200	" "	Arenito
33	17.93	24	20	12	8.370	" "	Quartzito
34	17.10	21	17	14	6.370	" "	Quartzito
35	16.62	18	17	15	7.000	" "	Gnáis
36	16.49	23	15	13	5.600	" "	Granito
37	16.37	21	19	11	6.440	" "	Quartzito
38	15.81	19	16	13	6.000	" "	Quartzito
39	15.28	17	15	14	3.800	" "	Gnáis
40	15.21	20	16	11	5.080	" "	Granito
41	14.83	19	17	10	4.050	" "	Quartzito
42	14.80	18	15	12	4.210	" "	Quartzito
43	14.66	21	15	10	3.920	" "	Quartzito
44	14.64	19	15	11	3.550	" "	Quartzito
45	14.62	21	17	9	3.550	" "	Quartzito
46	14.61	26	12	10	4.400	" "	Quartzito
47	14.53	22	16	10	4.740	" "	Quartzito
48	14.42	20	15	10	4.660	" "	Quartzito
49	14.42	20	15	10	3.610	" "	Quartzito leit.
50	14.11	18	13	12	3.920	" "	Quartzito
51	14.10	17	15	11	3.730	" "	Quartzito
52	14.09	20	14	10	5.110	" "	Quartzito
53	14.09	20	14	10	2.930	" "	Quartzito leit.
54	13.98	21	13	10	3.450	" "	Quartzito
55	13.92	20	15	9	3.560	" "	Quartzito
56	13.86	19	14	10	3.140	" "	Quartzito
57	13.86	19	14	10	4.160	" "	Quartzito
58	13.73	18	18	8	4.100	" "	Quartzito ros.
59	13.61	18	14	10	3.860	" "	Quartzito
60	13.61	18	14	10	3.940	" "	Quartzito
61	13.54	23	12	9	5.200	" "	Arenito
62	13.52	19	13	10	3.220	" "	Quartzito

N.º	D	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular		Compo- sição
63	13.44	18	15	9	2.250	"	"	Filito
64	13.28	18	13	10	2.960	"	"	Quartzito
65	13.16	19	12	10	2.840	"	"	Quartzito
66	13.08	20	14	4	3.150	"	"	Quartzito
67	12.86	19	16	7	1.210	"	"	Quartzito
68	12.63	14	12	12	1.580	"	"	Quartzito
69	12.16	15	12	10	2.710	"	"	Quartzito
70	12.16	15	12	10	2.230	"	"	Quartzito
71	12.06	15	13	9	2.420	"	"	Quartzito
72	12.00	16	12	9	2.620	"	"	Arenito
73	12.00	16	12	9	2.540	"	"	Quartzito
74	11.85	16	13	8	1.520	"	"	Quartzito
75	11.82	15	11	10	2.150	"	"	Quartzito leit.
76	11.82	15	11	10	2.160	"	"	Quartzito
77	11.81	18	13	7	2.260	"	"	Quartzito
78	11.79	17	13	7	1.830	"	"	Quartzito leit.
79	11.74	15	12	9	2.140	"	"	Quartzito
80	11.74	16	11	9	2.070	"	"	Quartzito
81	11.66	16	11	9	1.930	"	"	Quartzito
82	11.60	15	13	8	2.230	"	"	Quartzito
83	11.54	16	12	8	1.870	"	"	Quartzito
84	11.52	17	10	9	2.440	"	"	Quartzito
85	11.48	14	12	9	2.280	"	"	Quartzito
86	11.41	15	11	9	2.020	"	"	Quartzito
87	11.29	16	10	9	1.740	"	"	Quartzito
88	11.29	16	10	9	1.150	"	"	Quartzito
89	11.27	13	11	10	1.860	"	"	Quartzito
90	11.10	19	12	6	2.030	"	"	Quartzito
91	11.08	17	10	8	1.720	"	"	Quartzito
92	11.00	16	12	7	1.850	"	"	Jaspe
93	10.97	15	11	8	2.250	"	"	Quartzito
94	10.97	15	11	8	1.760	"	"	Quartzito
95	10.94	17	11	7	2.330	"	"	Quartzito
96	10.86	16	10	8	1.500	"	"	Quartzito
97	10.85	13	11	9	1.960	"	"	Quartzito
98	10.80	15	12	7	2.060	"	"	Quartzito
99	10.80	15	12	7	1.940	"	"	Quartzito
100	10.80	17	12	7	1.730	"	"	Quartzito
101	10.59	12	11	9	1.280	"	"	Quartzito
102	10.56	14	12	7	1.540	"	"	Quartzito
103	10.54	13	10	9	1.440	"	"	Quartzito
104	10.48	12	12	8	1.390	"	"	Granito
105	10.46	13	11	8	1.670	"	"	Quartzito
106	10.38	16	10	7	1.560	"	"	Quartzito leit.
107	10.38	14	10	8	1.460	"	"	Arenito
108	10.36	14	10	7	1.840	"	"	Quartzito
109	10.26	12	10	9	1.650	"	"	Quartzito leit.
110	10.26	12	10	9	1.610	"	"	Quartzito leit.
111	10.25	14	11	7	1.210	"	"	Quartzito
112	10.13	13	10	8	1.480	"	"	Quartzito
113	10.03	16	9	7	1.200	"	"	Quartzito
114	9.96	15	11	6	1.160	"	"	Quartzito leit.
115	9.96	15	11	6	1.650	"	"	Quartzito
116	9.93	14	10	7	950	"	"	Quartzito

N.º	D	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular	Compo- sição
117	9.86	12	10	7	840	" "	Quartzito
118	9.81	15	9	7	1.520	" "	Quartzito
119	9.69	13	10	7	1.080	" "	Quartzito
120	9.69	13	10	7	955	" "	Quartzito leit.
121	9.65	15	10	6	1.330	" "	Quartzito
122	9.59	14	9	7	1.230	" "	Quartzito
123	9.59	14	9	7	1.320	" "	Quartzito
124	9.58	11	10	8	1.120	" "	Quartzito
125	9.43	14	10	6	1.040	" "	Quartzito
126	9.35	13	9	7	1.140	" "	Quartzito leit.
127	9.35	13	9	7	1.420	" "	Quartzito
128	9.35	13	9	7	1.270	" "	Quartzito
129	9.35	13	9	7	910	" "	Quartzito
130	9.20	13	10	6	1.010	" "	Quartzito
131	9.16	11	10	7	1.000	" "	Quartzito
132	9.16	11	10	7	1.130	" "	Quartzito
133	9.13	12	10	8	860	" "	Quartzito
134	9.11	12	9	7	870	" "	Quartzito
135	9.11	12	9	7	780	" "	Quartzito leit.
136	8.99	13	8	7	1.080	" "	Quartzito
137	8.96	10	9	8	1.130	" "	Quartzito leit.
138	8.96	10	9	8	960	" "	Quartzito
139	8.87	14	10	5	630	" "	Quartzito
140	8.84	11	9	7	900	" "	Quartzito
141	8.84	11	9	7	820	" "	Quartzito
142	8.75	12	8	7	820	" "	Quartzito
143	8.65	12	9	6	900	" "	Quartzito leit.
144	8.65	12	9	6	740	" "	Quartzito
145	8.57	14	9	5	870	" "	Quartzito
146	8.54	13	8	6	940	" "	Jaspe
147	8.53	14	9	5	780	" "	Quartzito
148	8.43	15	8	5	710	" "	Quartzito
149	8.40	11	9	6	720	" "	Quartzito
150	8.40	11	9	6	800	" "	Quartzito
151	8.40	11	9	6	700	" "	Quartzito
152	8.40	11	9	6	960	" "	Quartzito
153	8.36	13	9	5	870	" "	Quartzito
154	8.32	12	8	6	690	" "	Quartzito
155	8.32	12	8	6	540	" "	Quartzito
156	8.24	10	8	7	600	" "	Quartzito
157	8.24	10	8	7	690	" "	Quartzito
158	8.24	10	8	7	670	" "	Quartzito
159	8.17	13	7	6	680	" "	Quartzito
160	8.14	10	9	6	810	" "	Quartzito
161	8.14	10	9	6	650	" "	Quartzito leit.
162	8.08	11	8	6	700	" "	Quartzito
163	7.95	9	8	7	590	" "	Quartzito
164	7.83	10	8	6	750	" "	Quartzito
165	7.83	10	8	6	600	" "	Quartzito
166	7.83	10	8	6	660	" "	Quartzito
167	7.83	10	8	6	430	" "	Quartzito
168	7.73	11	7	6	660	" "	Quartzito leit.
169	7.73	11	7	6	600	" "	Quartzito
170	7.56	9	8	6	410	" "	Quartzito

N.º	D	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular	Compo- sição
171	7.56	9	8	6	480	" "	Quartzito leit.
172	7.56	9	8	6	490	" "	Quartzito leit.
173	7.48	10	7	6	680	" "	Quartzito
174	7.48	10	7	6	550	" "	Quartzito
175	7.36	10	8	5	560	" "	Quartzito
176	7.35	9	7	6	530	" "	Quartzito
177	7.35	9	7	6	430	" "	Quartzito leit.
178	7.35	9	7	6	370	" "	Quartzito leit.
179	7.35	9	7	6	320	" "	Quartzito
180	7.04	10	7	5	580	" "	Quartzito
181	7.04	10	7	5	460	" "	Quartzito
182	6.95	8	7	6	500	" "	Quartzito
183	6.95	8	7	6	550	" "	Quartzito
184	6.95	8	7	6	390	" "	Quartzito
185	6.86	9	6	6	330	" "	Quartzito
186	6.80	9	7	5	470	" "	Quartzito
187	6.80	9	7	5	490	" "	Quartzito
188	6.54	7	8	5	360	" "	Quartzito
189	6.46	9	6	5	420	" "	Quartzito leit.
190	6.46	9	6	5	390	" "	Quartzito
191	6.46	9	6	5	370	" "	Quartzito
192	6.46	9	6	5	250	" "	Quartzito leit.
193	6.21	8	6	5	330	" "	Quartzito leit.
194	6.21	8	6	5	370	" "	Quartzito
195	6.21	10	6	4	210	" "	Quartzito
196	6.07	8	7	4	180	" "	Quartzito
197	5.94	7	6	5	300	" "	Quartzito
198	5.84	8	5	5	260	" "	Quartzito
199	5.84	8	5	5	240	" "	Quartzito leit.
200	5.76	8	6	4	330	" "	Quartzito
201	5.76	8	6	4	300	" "	Quartzito
202	5.76	8	6	4	300	" "	Quartzito
203	5.59	7	5	5	310	" "	Quartzito
204	5.59	7	5	5	220	" "	Quartzito leit.
205	5.51	7	6	4	230	" "	Quartzito
206	5.51	7	6	4	150	" "	Quartzito
207	4.93	6	5	4	150	" "	Quartzito
208	4.57	6	4	4	110	" "	Quartzito leit.
209	4.30	5	4	4	111	" "	Quartzito

Total: 209 Seixos

Peso: 910.565 miligramas

TABELA 1-B

AMOSTRA 2

N.º	D	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular	Compo- sição
1	36.82	48	40	26	55.250	" "	Gnáis
2	35.39	55	31	25	55.520	" "	Quartzito
3	29.16	40	31	20	33.930	" "	Quartzito

N.º	D	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular		Compo- sição
4	28.36	41	32	25	46.760	''	''	Quartzito
5	28.10	37	30	20	31.210	''	''	Quartzito
6	27.64	40	24	22	27.080	''	''	Quartzito
7	26.85	45	24	18	19.920	''	''	Quartzito
8	26.83	40	23	21	25.810	''	''	Quartzito
9	24.68	38	22	18	14.810	''	''	Quartzito
10	24.67	34	26	17	18.860	''	''	Quartzito
11	24.66	30	25	20	14.200	''	''	Gnais
12	23.19	33	27	14	17.140	''	''	Quartzito
13	22.65	31	25	15	14.760	''	''	Quartzito
14	22.59	32	24	15	15.040	''	''	Quartzito
15	22.39	30	22	17	13.110	''	''	Quartzito
16	22.15	38	22	13	11.080	''	''	Quartzito
17	21.60	32	21	15	12.680	''	''	Quartzito
18	20.81	33	21	13	12.090	''	''	Quartzito
19	20.45	31	23	12	11.710	''	''	Quartzito
20	20.45	30	19	15	7.540	''	''	Filito
21	20.41	25	20	17	6.920	''	''	Granito
22	20.23	23	20	18	9.670	''	''	Quartzito
23	20.21	25	22	15	9.000	''	''	Quartzito
24	20.13	24	20	17	12.020	''	''	Quartzito
25	20.10	29	20	14	10.020	''	''	Quartzito
26	20.05	27	23	13	10.470	''	''	Quartzito
27	19.77	27	22	13	9.310	''	''	Quartzito
28	19.52	26	22	13	9.600	''	''	Quartzito
29	19.48	29	17	15	10.040	''	''	Quartzito
30	19.31	30	20	12	9.210	''	''	Quartzito
31	19.31	24	20	15	7.210	''	''	Quartzito
32	19.13	25	20	14	7.150	''	''	Quartzito
33	18.90	25	18	15	8.490	''	''	Quartzito
34	18.87	28	20	12	9.210	''	''	Quartzito
35	18.87	28	16	15	4.980	''	''	Quartzito
36	18.64	27	20	12	8.770	''	''	Quartzito
37	18.64	27	20	12	6.520	''	''	Quartzito
38	18.17	25	20	12	7.410	''	''	Quartzito
39	17.65	25	20	11	4.160	''	''	Quartzito
40	17.54	25	18	12	5.260	''	''	Quartzito
41	17.37	27	18	14	5.970	''	''	Quartzito
42	17.25	27	19	10	7.110	''	''	Quartzito
43	17.19	23	17	13	6.340	''	''	Quartzito
44	17.09	24	16	13	6.030	''	''	Quartzito
45	17.02	32	14	11	4.350	''	''	Quartzito
46	16.94	27	18	10	5.630	''	''	Quartzito
47	16.74	23	17	12	4.750	''	''	Quartzito
48	16.58	20	19	12	5.270	''	''	Quartzito
49	16.51	30	15	10	6.600	''	''	Quartzito
50	16.24	18	17	14	5.510	''	''	Quartzito
51	15.77	20	14	14	5.640	''	''	Quartzito
52	15.69	23	14	12	5.200	''	''	Quartzito
53	15.52	20	17	11	3.980	''	''	Quartzito
54	15.33	20	18	10	4.380	''	''	Granito
55	15.22	21	14	12	5.540	''	''	Quartzito
56	15.21	22	16	10	3.510	''	''	Quartzito leit.
57	14.89	20	15	11	3.120	''	''	Quartzito

N.º	D *	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular	Compo- sição
58	14.89	20	15	11	3.140	" "	Quartzito
59	14.85	18	14	13	4.860	" "	Quartzito
60	14.73	20	16	10	4.330	" "	Quartzito
61	14.55	20	14	11	3.970	" "	Quartzito
62	14.52	18	17	10	3.880	" "	Quartzito
63	14.20	20	13	11	3.250	" "	Quartzito leit.
64	14.11	18	13	12	3.790	" "	Quartzito
65	14.03	23	15	8	3.600	" "	Quartzito
66	13.92	18	15	10	3.210	" "	Quartzito
67	13.90	21	16	8	3.570	" "	Quartzito
68	13.86	19	14	10	3.140	" "	Quartzito
69	13.82	22	12	10	3.630	" "	Quartzito leit.
70	13.78	17	14	11	3.480	" "	Quartzito
71	13.63	23	11	10	2.640	" "	Quartzito
72	13.51	16	14	11	3.740	" "	Quartzito
73	13.44	18	15	9	2.960	" "	Quartzito
74	13.35	17	14	10	2.480	" "	Quartzito
75	13.18	22	13	8	2.540	" "	Quartzito
76	13.09	16	14	10	3.190	" "	Quartzito
77	13.02	17	13	10	2.930	" "	Quartzito
78	12.93	18	15	8	2.610	" "	Quartzito
79	12.68	17	12	10	2.720	" "	Quartzito
80	12.56	20	11	9	2.710	" "	Quartzito
81	12.56	15	12	11	2.010	" "	Granito
82	12.43	16	12	10	2.150	" "	Quartzito
83	12.43	16	12	10	1.650	" "	Quartzito
84	12.32	18	13	8	2.310	" "	Quartzito
85	12.25	17	12	9	1.980	" "	Quartzito
86	11.96	19	10	9	2.000	" "	Quartzito
87	11.77	14	13	9	2.230	" "	Jaspe
88	11.54	16	12	8	2.240	" "	Quartzito
89	11.48	14	12	9	1.570	" "	Quartzito leit.
90	11.33	16	13	7	1.770	" "	Quartzito
91	11.29	15	12	8	1.840	" "	Quartzito
92	11.19	20	10	7	1.790	" "	Quartzito
93	11.15	14	11	9	1.400	" "	Quartzito leit.
94	11.05	15	10	9	2.180	" "	Quartzito
95	10.99	17	13	6	2.060	" "	Quartzito
96	10.88	13	11	9	1.800	" "	Quartzito
97	10.86	16	10	8	1.430	" "	Quartzito
98	10.80	15	12	7	1.510	" "	Quartzito
99	10.80	15	12	7	1.550	" "	Quartzito
100	10.72	14	11	8	1.590	" "	Quartzito leit.
101	10.63	15	10	8	1.110	" "	Quartzito
102	10.46	13	11	8	1.190	" "	Quartzito leit.
103	10.16	15	10	7	1.330	" "	Quartzito
104	10.13	13	10	8	1.490	" "	Quartzito
105	10.09	19	9	6	1.340	" "	Quartzito
106	9.86	12	10	8	1.140	" "	Quartzito leit.
107	9.74	12	11	7	1.180	" "	Quartzito
108	9.69	13	10	7	890	" "	Quartzito
109	9.52	12	9	8	930	" "	Quartzito
110	9.43	12	10	7	990	" "	Quartzito
111	9.18	11	10	7	1.010	" "	Quartzito

N.º	D	D'	D''	D'''	Peso mg.	Contorno Sub-angular	Compo- sição
112	9.11	12	9	7	940	” ”	Quartzito
113	9.11	12	9	7	1.100	” ”	Quartzito
114	8.96	12	10	6	640	” ”	Quartzito
115	8.84	11	9	7	1.300		Quartzito
116	8.84	11	9	7	730		Quartzito leit.
117	8.75	14	8	6	620		Quartzito
118	8.40	11	9	6	800		Quartzito
119	8.40	11	9	6	680		Quartzito leit.
120	8.24	10	8	7	760		Quartzito leit.
121	7.95	9	8	7	670		Jaspe
122	7.83	10	8	6	690		Quartzito
123	7.48	12	7	5	530		Quartzito
124	7.11	12	6	5	420		Quartzito
125	7.04	10	7	5	490		Quartzito
126	6.07	8	7	4	330		Quartzito
127	5.31	6	5	5	250	” ”	Jaspe

Total: 127 seixos

Peso total :845.830 miligramas

1 — DETERMINAÇÃO QUALITATIVA.

Segundo Paulino Franco de Carvalho e Estevam Alves Pinto (3), os seixos do conglomerado do Baú são constituídos de quartzo, quartzito, quartzito micáceo e, mais raramente, de filitos. L. C. Ferraz (4) referindo-se à composição dos seixos apenas ressalta que dentre êles são abundantes os de jaspe de côr vermelho-cochonilha.

Conclue-se que a determinação da composição dos seixos tem sido feita macroscopicamente, sem exame petrográfico do material. Nestas condições é lícito supor-se que apenas os seixos mais facilmente reconhecíveis ao exame macroscópico foram caracterizados, em detrimento da composição real da rocha.

A determinação da composição foi feita petrograficamente com o emprego do microscópio polarizado e, quando o material apresentava diagnóse difícil à luz refletida foram feitas as respectivas lâminas delgadas na Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral.

A composição dos seixos não difere substancialmente da atribuída por P. F. de Carvalho e E. A. Pinto (3), pois no conjunto há pequena heterogeneidade, predominando os seixos de quartzo e quartzito.

O quadro seguinte exprime a composição dos seixos de ambas as amostras separadamente:

AMOSTRA 1

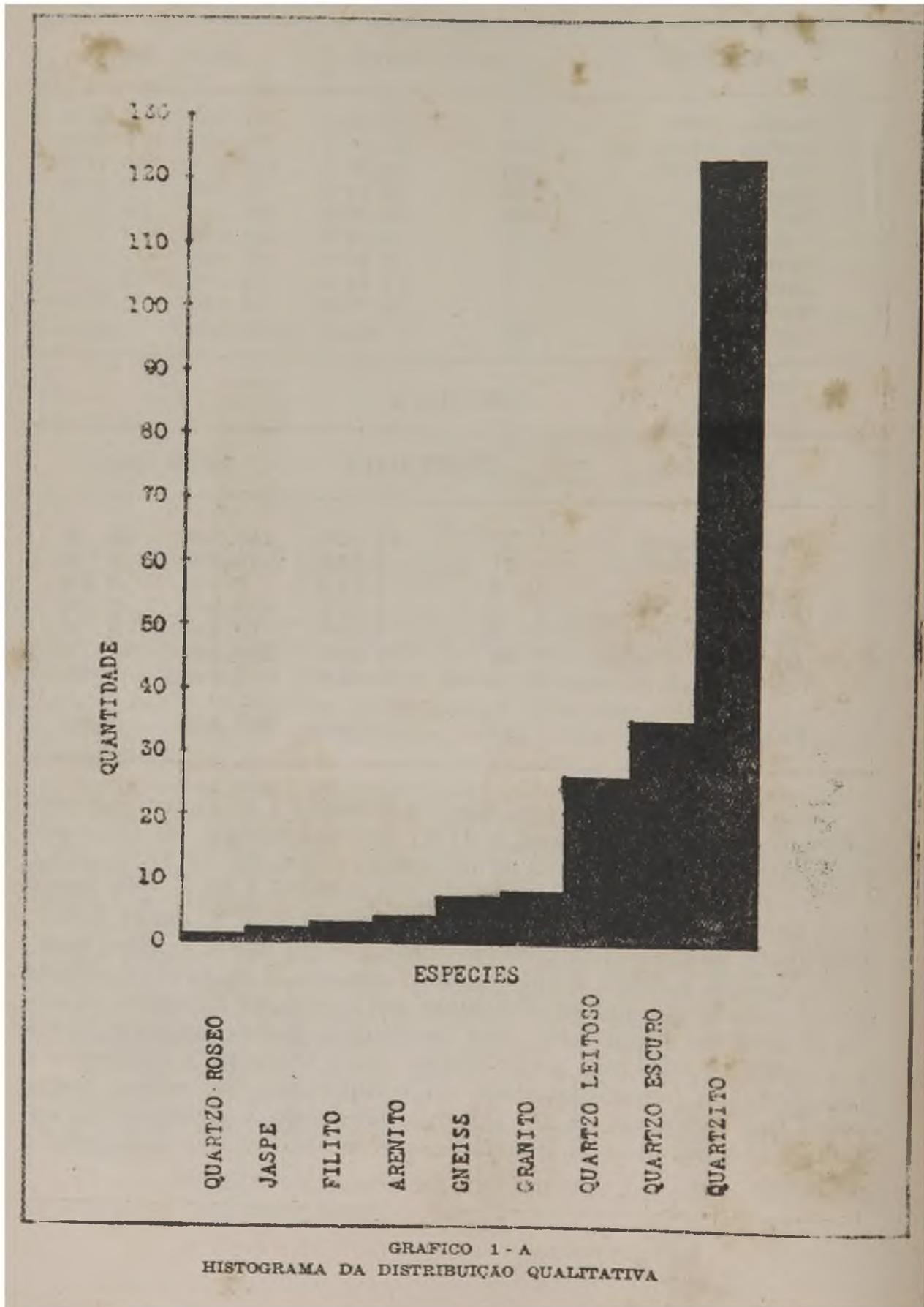
ESPÉCIES	QUANTIDADE		PESO (mg)	
1 — Quartzo roseo ..	1	0.47%	4.100	0.46%
2 — Quartzo leitoso ...	26	12.44%	26.425	2.90%
3 — Quartzo escuro. ..	35	16.75%	149.460	16.41%
4 — Jaspe ..	2	0.94%	2.790	0.31%
5 — Quartzito	123	58.86%	505.580	55.52%
6 — Gnáis ..	7	3.34%	120.510	13.23%
7 — Granito ..	8	3.82%	67.490	7.41%
8 — Filito ..	3	1.45%	19.730	2.16%
9 — Arenito	4	1.93%	14.480	1.60%
TOTAIS	209	100%	910.565	100%

AMOSTRA 2

ESPÉCIES	QUANTIDADE		PESO (mg)	
1 — Quartzo escuro ..	22	17.15%	156.240	18 %
2 — Quartzo leitoso ..	11	8.57%	19.450	2 %
3 — Jaspe	3	2.34%	3.150	0.3 %
4 — Granito	3	2.34%	13.310	1 %
5 — Gnáis ..	2	1.56%	69.450	8 %
6 — Quartzito	85	77.26%	576.590	67 %
7 — Filito	1	0.78%	7.540	3.7 %
TOTAIS ..	127	100%	845.830	100%

Conclusões: Observa-se que na amostra 1 se encontram respectivamente *quartzo roseo*, 0.47%; *quartzo escuro*, 16.75%; *jaspe*, 0.94%, dentre os seixos de minerais; *quartzito*, 58.86%; *gnáis*, 3.34%; *granito*, 3.82%; *filito*, 1.45% e *arenito*, 1.93%. Na amostra 2, *quartzo escuro*, 17.15%; *quartzo leitoso*, 8.57%; *jaspe*, 2.34%, quanto aos seixos de minerais; *granito*, 2.34%; *gnáis*, 1.56%; *quartzito*, 77.26%, e *filito*, 0.78% quanto aos seixos de rochas. Desse exame conclue-se que predominam em ambas as amostras os seixos de quartzo e quartzito, com um séquito muito pequeno de outras rochas e minerais, patenteando desta maneira a tendência a uma pequena heterogeneidade na composição dos seixos, o que indica que o transporte foi seletivo, tendendo à classificação exclusiva do quartzito e do quartzo, como se observa nos seixos muito viajados.

AMOSTRA — 1



AMOSTRA — 2

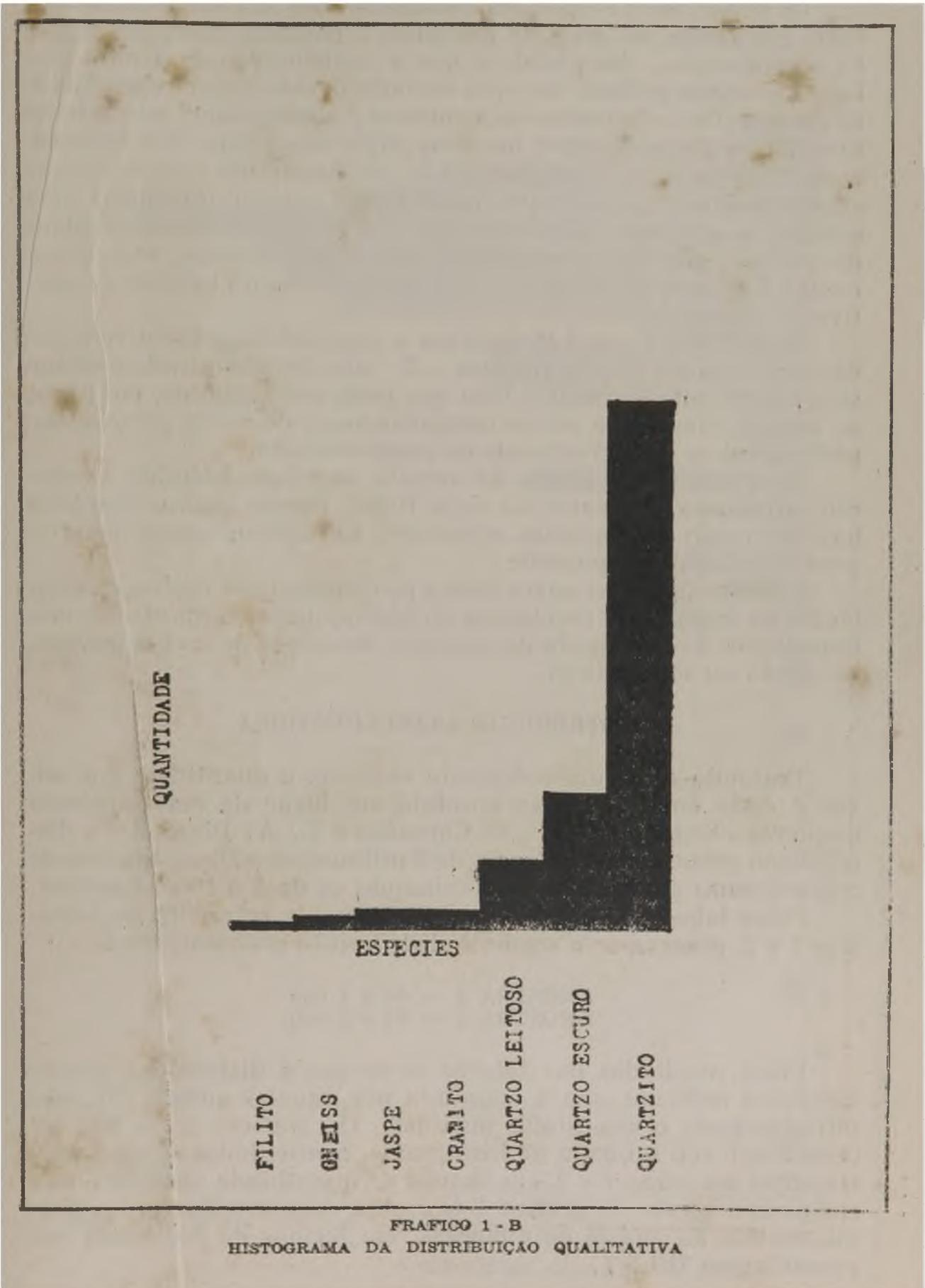


GRAFICO 1 - B
HISTOGRAMA DA DISTRIBUIÇÃO QUALITATIVA

Os seixos mais frequentes coincidem com as rochas e minerais mais resistentes ao desgaste mecânico e portanto mais suscetíveis de classificação. Atendendo a que a contribuição da área de coleta dos seixos poderia ter sido variada devido a heterogeneidade das formações integrantes do arqueano e algonquiano, essa seleção qualitativa que se observa na composição dos seixos do conglomerado da série Itajaí é um indicio de um transporte seletivo, o que significa duração não muito pequena ou caráter torrencial para acelerar o processo de classificação. A pequena heterogeneidade da rocha, posta em percentagem para maior clareza, vem depor contra a presumida origem glacial onde não vigora habilidade seletiva na composição.

Os gráficos 1-A e 1-B ilustram a composição respectivamente das amostras 1 e 2. Na amostra —2— não foi encontrado nenhum seixo de arenito arcosiano, fato que pode ser atribuído, em parte, ao menor número de seixos compulsados e, de outra parte, como pertencendo a outro horizonte de conglomerado.

A existência de seixos de arenito arcosiano idêntico ao arenito arcosiano integrante da série Itajaí, parece indicar que teria havido erosão de depósitos anteriores, fornecendo assim material para deposição subsequente.

A composição dos seixos indica proveniência de rochas preexistentes na região, nas formações do algonquiano e arqueano, sendo importante a constatação da ausência de seixos de rochas básicas, calcáreas ou dolomíticas.

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Tratando-se de um sedimento rudáceo, a quantidade dos seixos é dada em frequência absoluta em lugar de em frequência ponderal. Segundo P. F. de Carvalho e E. A. Pinto (3), a distribuição granulométrica varia de 5 milímetros a 20 centímetros de comprimento dos seixos, predominando os de 4 a 10 centímetros.

Pelas tabelas 1-A e 1-B, respectivamente referente às amostras 1 e 2, observa-se a seguinte distribuição granulométrica:

AMOSTRA 1 — 46 a 4 mm
AMOSTRA 2 — 36 a 5 mm

Pelos resultados das tabelas vê-se que a distribuição granulométrica coincide com a apontada por aqueles autores (3), não ultrapassando o seu limite máximo. Os gráficos 2-A e 2-B representam, sob a forma de histograma, a distribuição granulométrica das amostras 1 e 2, em termos de quantidade absoluta e não em percentagem. O gráfico 2-C é uma comparação entre a granulometria de ambas as amostras, em termos de frequência em percentagem (Fi %)

AMOSTRA 1

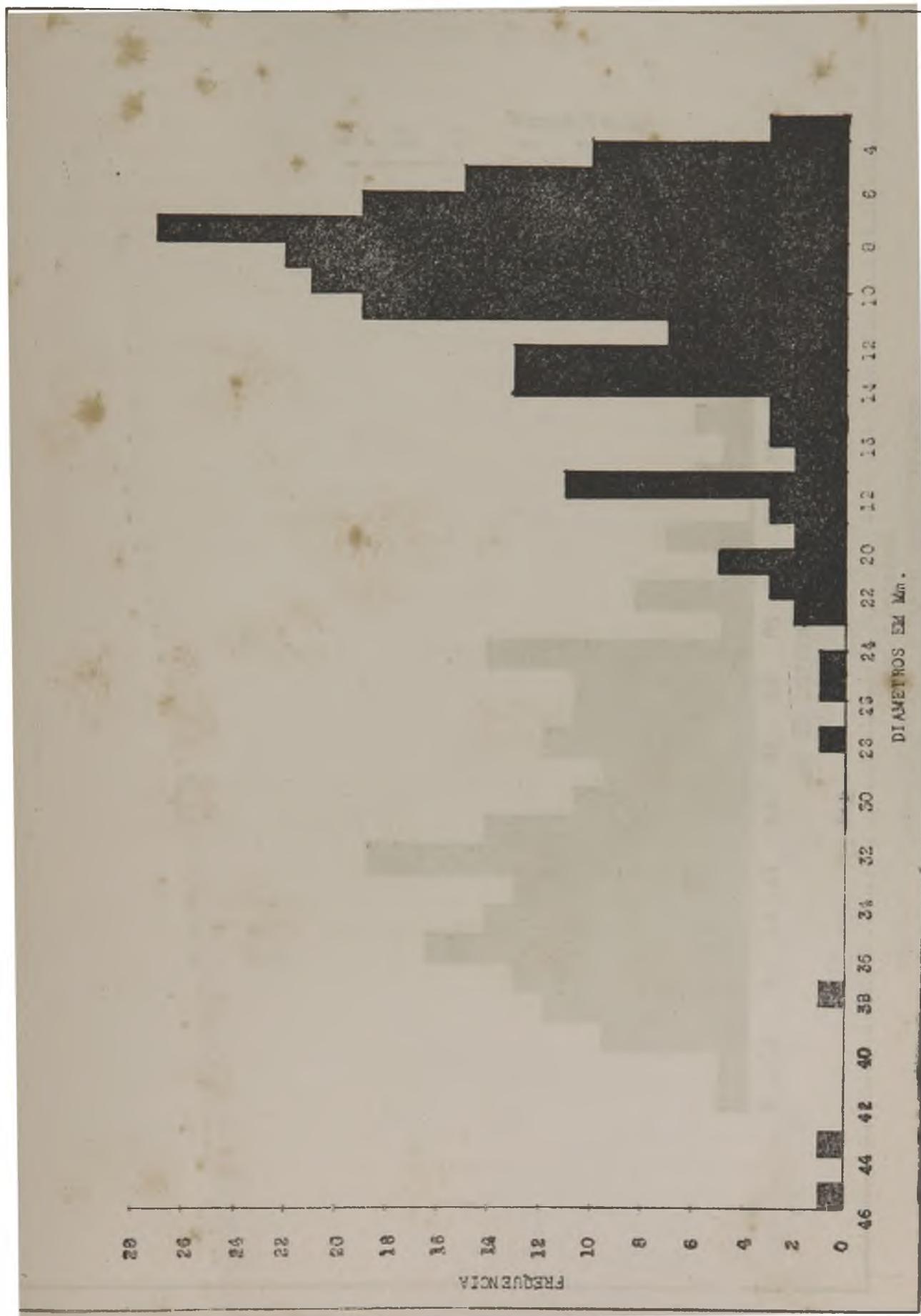


GRAFICO 2-A
Representação Gráfica Granulométrica.

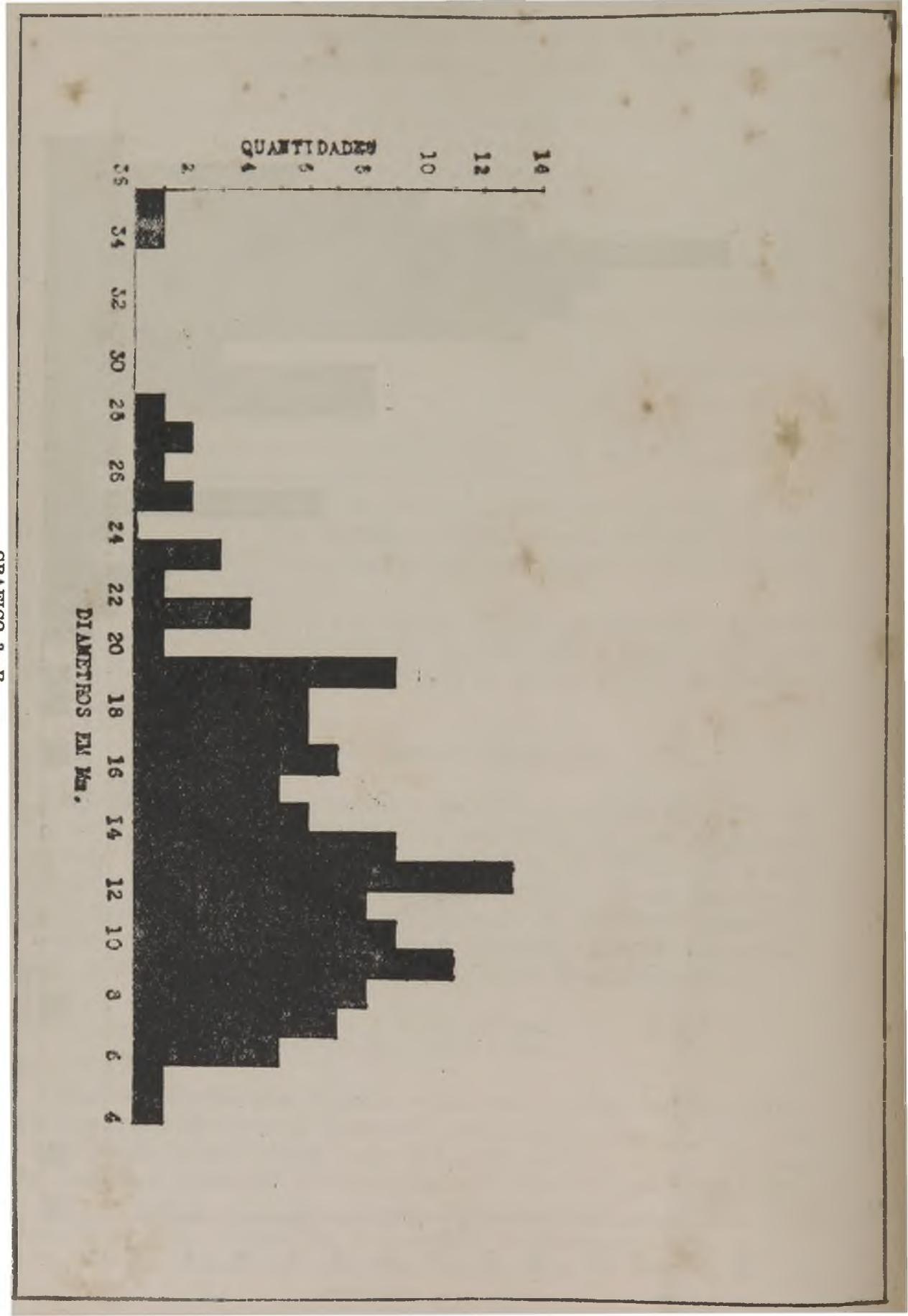


GRAFICO 2 - B
REPRESENTAÇÃO GRAFICA GRANULOMETRICA

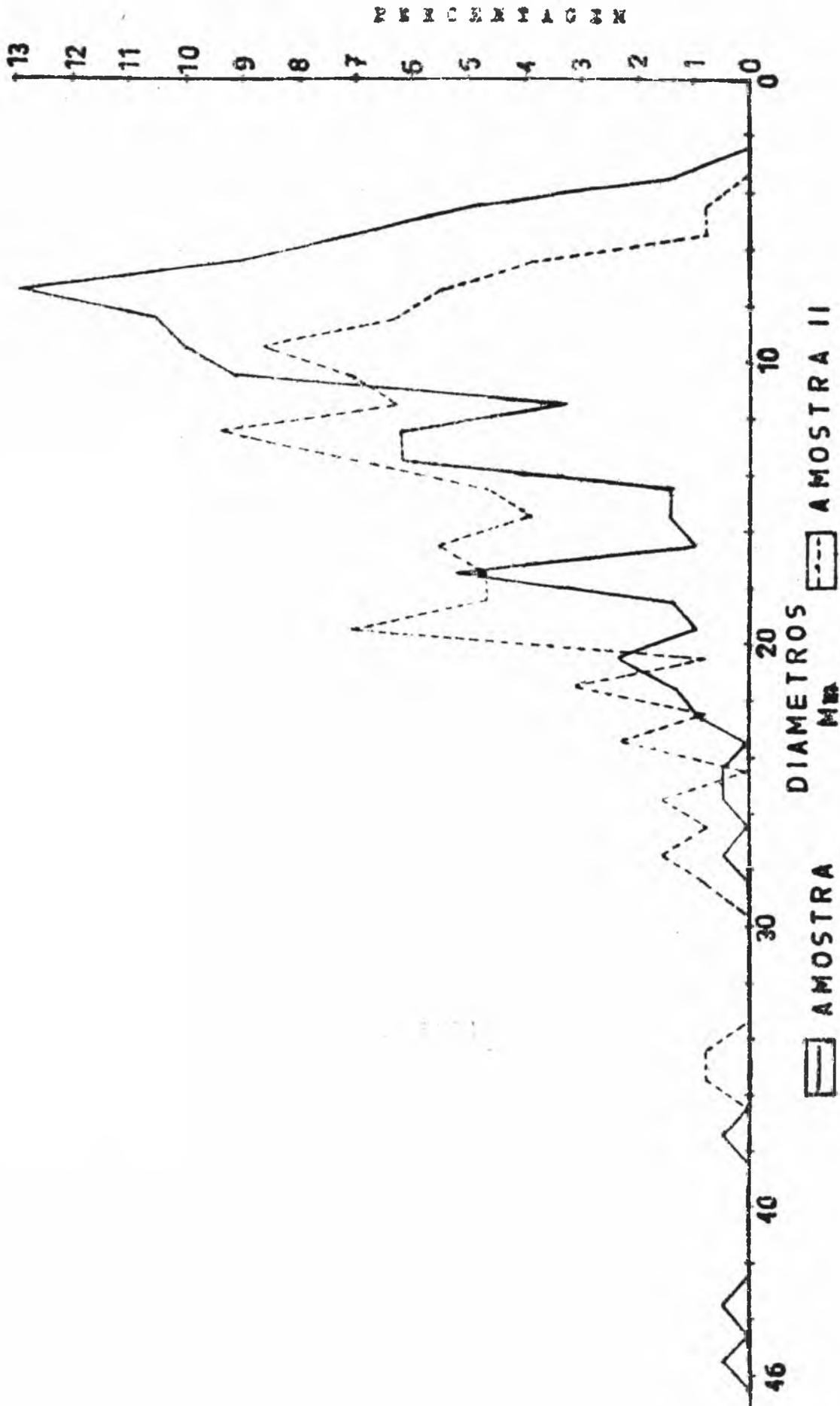


GRÁFICO 2-C
COMPARAÇÃO GRANULOMÉTRICA ENTRE AS AMOSTRAS 1 e 2

Analizando os gráficos referidos chega-se à seguinte conclusão:

AMOSTRA 1 — Predominam os seixos 6 a 14 mm

AMOSTRA 2 — Predominam os seixos 8 a 14 mm

A finalidade da observação simultânea de duas amostras distintas do conglomerado quanto à distribuição granulométrica reside na possibilidade de comparação entre ambas, verificando-se em quanto discrepam entre si. A granulometria de ambas as amostras se harmoniza afastando a hipótese de se estar examinando um caso particular sem expressão genérica.

Poder-se-ia representar, nos gráficos 2-A, 2-B e frequência absoluta (F_i) por frequência em percentagem ($F_i \%$), porém neste caso, por se desejar maior contraste entre as amostras preferiu-se a representação em valores absolutos, pois vão influenciar a construção dos histogramas, fato que a representação em percentagem planificaria. Desta maneira resulta ainda maior harmonia entre as amostras 1 e 2, pois não obstante isso, predominam em ambas os seixos de 8 a 14mm, que ficam compreendidos na classe 8-16mm da escala de Wentworth (10)

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Para caracterizar, em termos estatísticos, o conglomerado do Baú e aplicar ao seu estudo métodos matemáticos para interpretação de sua origem e constituição serão usados três processos gráficos:

- 1 — Histograma de frequência da distribuição granulométrica
Gráficos 3-A e 3-B
- 2 — Curva simples de frequência da distribuição granulométrica
Gráficos 4-A e 4-B
- 3 — Curva cumulativa em escala f_i
Gráficos 5-A e 5-B

1 — HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA

Neste histograma, observa-se a distribuição dos seixos na escala (f_i) cujos valores são aritméticos, de sorte que facilita a distribuição granulométrica em lugar dos valores geométricos da escala de Wentworth. A distribuição vai de —2 a —6 f_i , equivalente a uma variação em tamanho de 2 a 64 mm.

As tabelas 2-A e 2-B, respectivamente referentes às amostras 1 e 2, consignam os dados para a representação gráfica equivalente.

(10) Twenhofel, W. H. & Tyler S. A. — Methods of Study of Sediments — McGraw — Hill Book Co. Inc. New York and London 1.a ed. 1941.

AMOSTRA 1

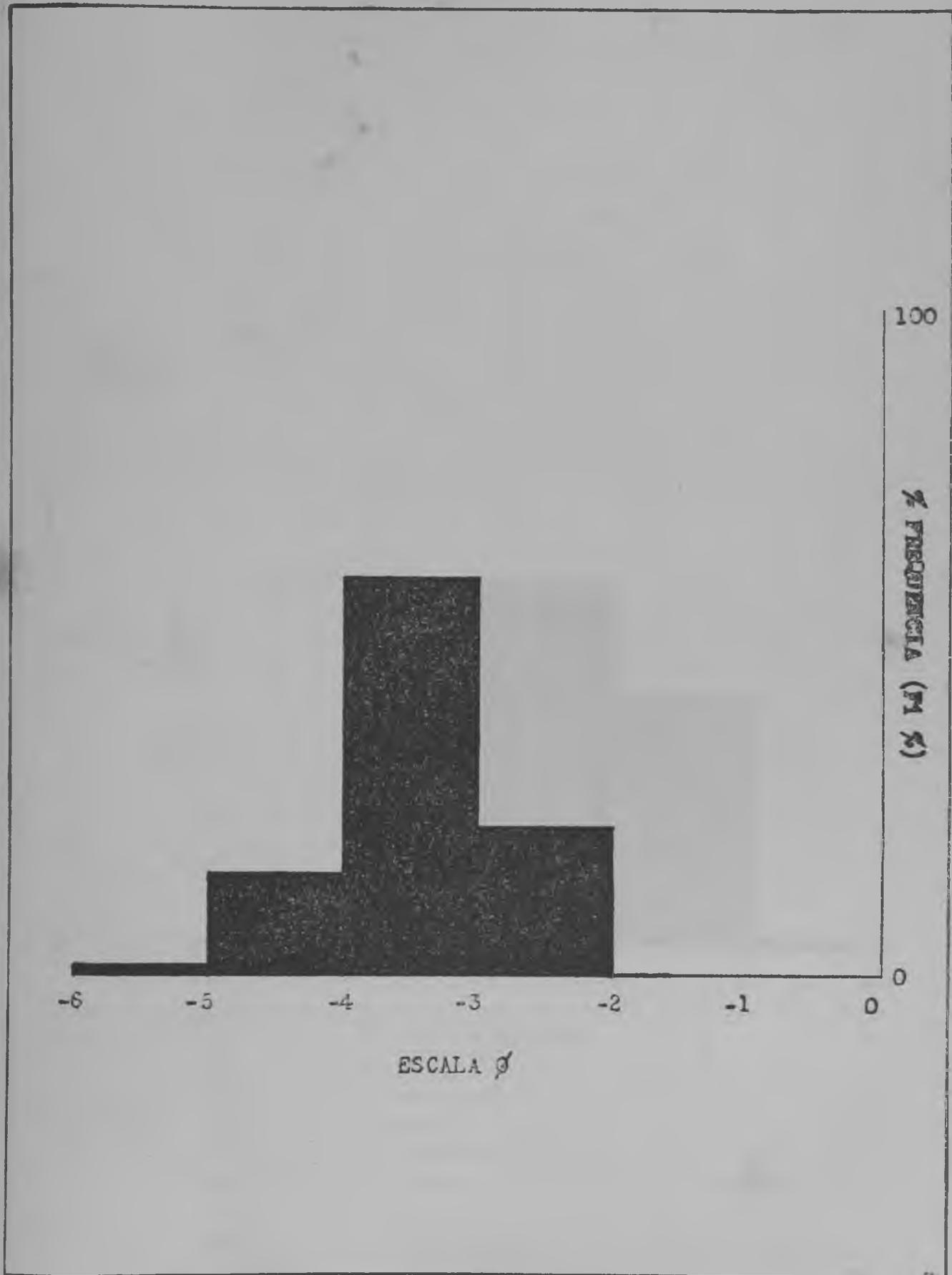


GRAFICO 3-A
Distribuição Granulométrica

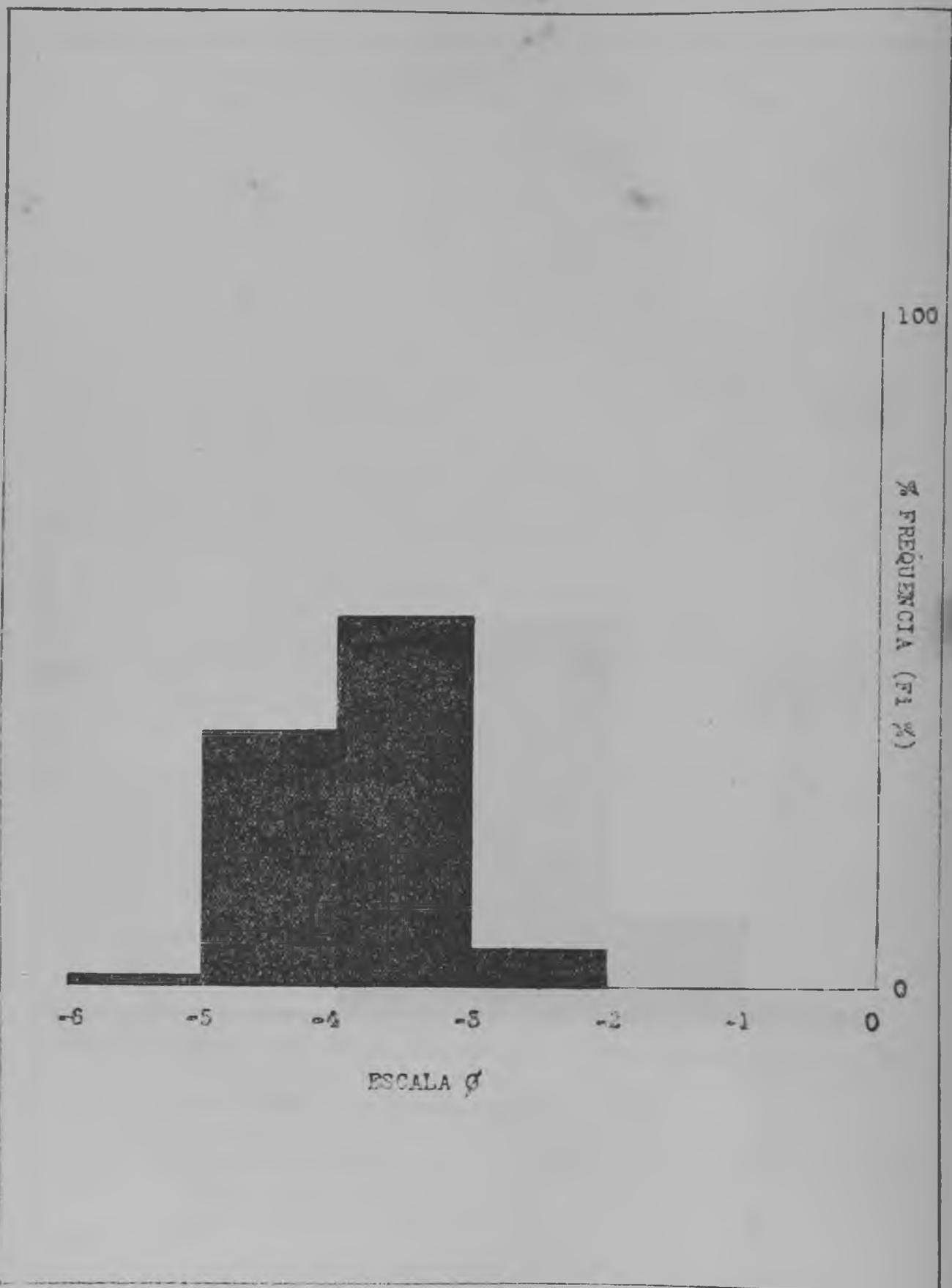


GRAFICO 3 - B
DISTRIBUIÇÃO GRANULOMETRICA

TABELA 2-A

Dimensões mm	Quantidade	%	% Acumulada	Peso mg	% Pêso	Escala fi
64	3	1.44%	1.44%	264.520	29.0%	—6
32	34	16.27%	17.71%	380.920	42.0%	—5
16	125	59.80%	77.51%	246.355	27.0%	—4
8	47	22.49%	100.00%	18.770	2.0%	—3
4						—2

TABELA 2-B

Dimensões m	Quantidade	%	% Acumulada	Peso mg	% Pêso	Escala Escala Fi
64	2	1.58%	1.58%	110.770	13.12%	—6
32	48	37.80%	39.38%	566.710	66.94%	—5
16	70	55.11%	94.49%	164.970	19.52%	—4
8	7	5.51%	100.00%	3.380	0.42%	—3
4						—2

O emprêgo da escala fi para representar as classes de tamanhos obvia o inconveniente do uso do papel logarítmico na representação em termos da escala de Wentworth, si bem que os autores americanos (10) figurem as dimensões em mm em valores aritméticos, o que não é recomendado pelos estatísticos, pois a escala de Wentworth abrange valores geométricos.

Nas tabelas 3-A e 3-B são dados os valores em mm, da distribuição granulométrica, para a conversão em iguais valores da escala aritmética Fi, de KRUMBEIN (11).

A análise do histograma de frequência granulométrica, tanto da amostra 1 como da 2, mostra uma pequena amplitude de variação abrangendo ambas apenas 4 classes de tamanhos. É interessante notar a notável identidade dos histogramas das amostras n.º 1 e n.º 2, denotando equivalente distribuição granulométrica. O

(11) Krumbein. C. K., Size Frequency Distribution on Sediments. *Journal of Sedimentary Petrography*. 4 (1934) Pp. 65-77.

tamanho mais frequente fica compreendido entre —3 e —4 ϕ , isto é, vai de 8 a 16 mm em ambas as amostras, tendo respectivamente a n.º 1, 59.80%, e a n.º 2, 55.11%. Esta é a principal constatação que se faz desta representação gráfica e secundariamente a pequena variação na amplitude com apenas 4 classes de tamanhos.

2 — CURVA SIMPLES DE FREQUÊNCIA

A curva simples de frequência ($F_i\%$) transforma a distribuição do histograma numa curva permitindo ler os valores em termos mais estatísticos.

Na distribuição da amostra 1, a assimetria está do lado direito da curva e na da amostra 2 coloca-se do lado esquerdo. Nota-se, assim, uma concentração diferente de tamanhos; enquanto na amostra n.º 1 predominam os seixos de tamanhos menores, entre 4 e 16 mm, na amostra n.º 2 predominam os seixos de tamanhos maiores, compreendidos entre 8 e 32 mm. Essa discrepância entre as curvas de ambas as amostras pode encontrar explicação no número diferente de seixos analisados, 209 para a n.º 1 e 127 para a n.º 2. Assim sendo deve-se interpretar a concentração dos tamanhos entre 8 e 32 mm da amostra n.º 2 pelo menor número de seixos analisados, o que tornou menos provável o computo de seixos de tamanhos menores.

3 — CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

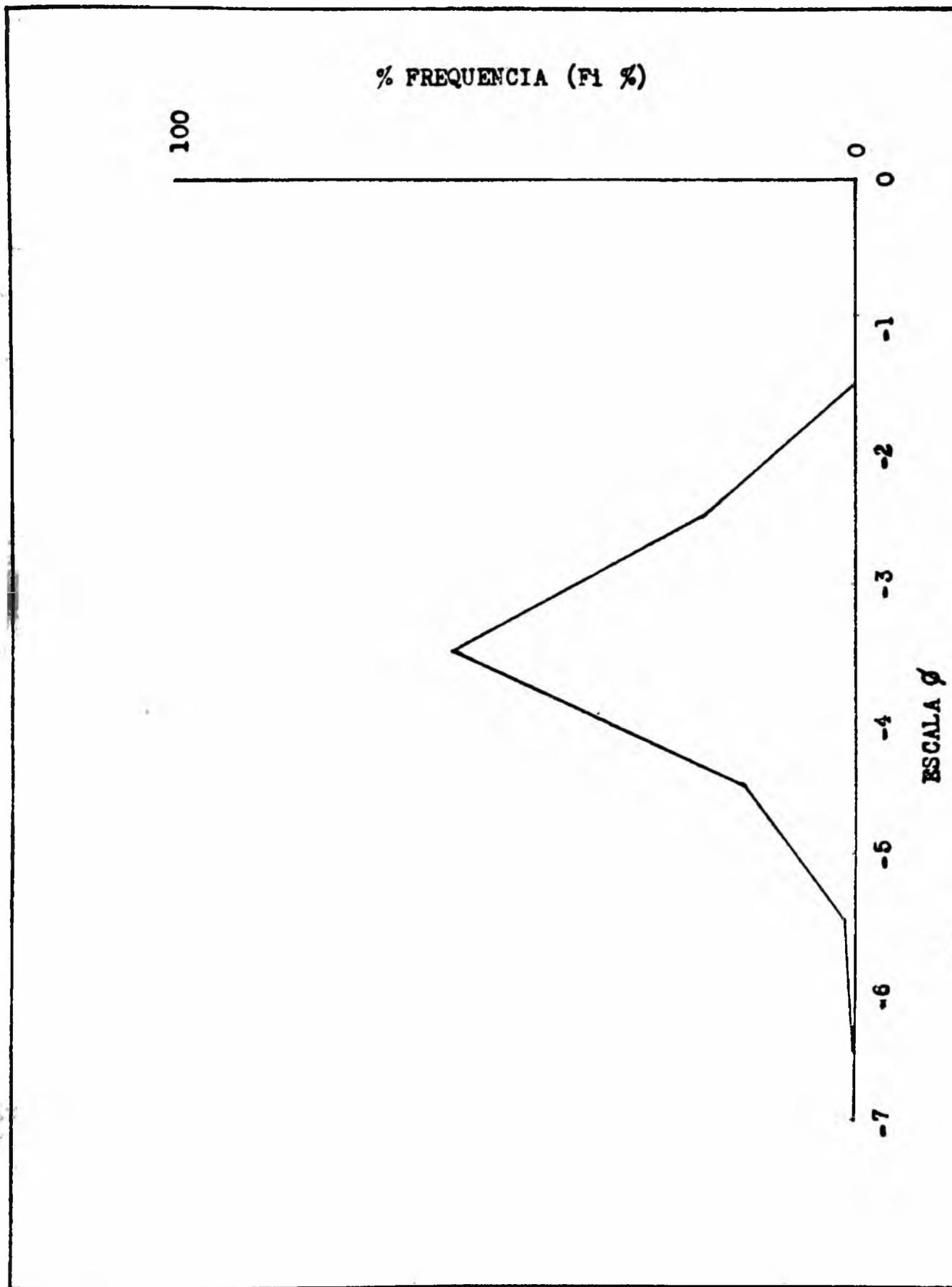
A curva de frequência acumulada é melhor para o estudo dos sedimentos através de representações gráficas. Geralmente esta representação tem sido feita em termos da classificação granulométrica de Wentworth, isto é, em mm e em progressão geométrica. Nesta representação pode-se reparar que reaparece a semelhança encontrada em ambas as amostras estudadas. O valor desta curva reside no fato de servir para análise estatística através de três medidas representativas e lidas diretamente na curva:

- 1 — Primeiro Quartel
- 2 — Terceiro Quartel
- 3 — Diâmetro médio

A natureza destes dados permite individualizar o sedimento graças aos trabalhos de TRASK na especialidade (12)

(12) Trask, P. D., Origin and Environment of Source Sediments of Petroleum. Houston. Pp. 67. 1932.

AMOSTRA 1



ESCALA ϕ

GRAFICO 4-A

CURVA SIMPLIS DE FREQUENCIA

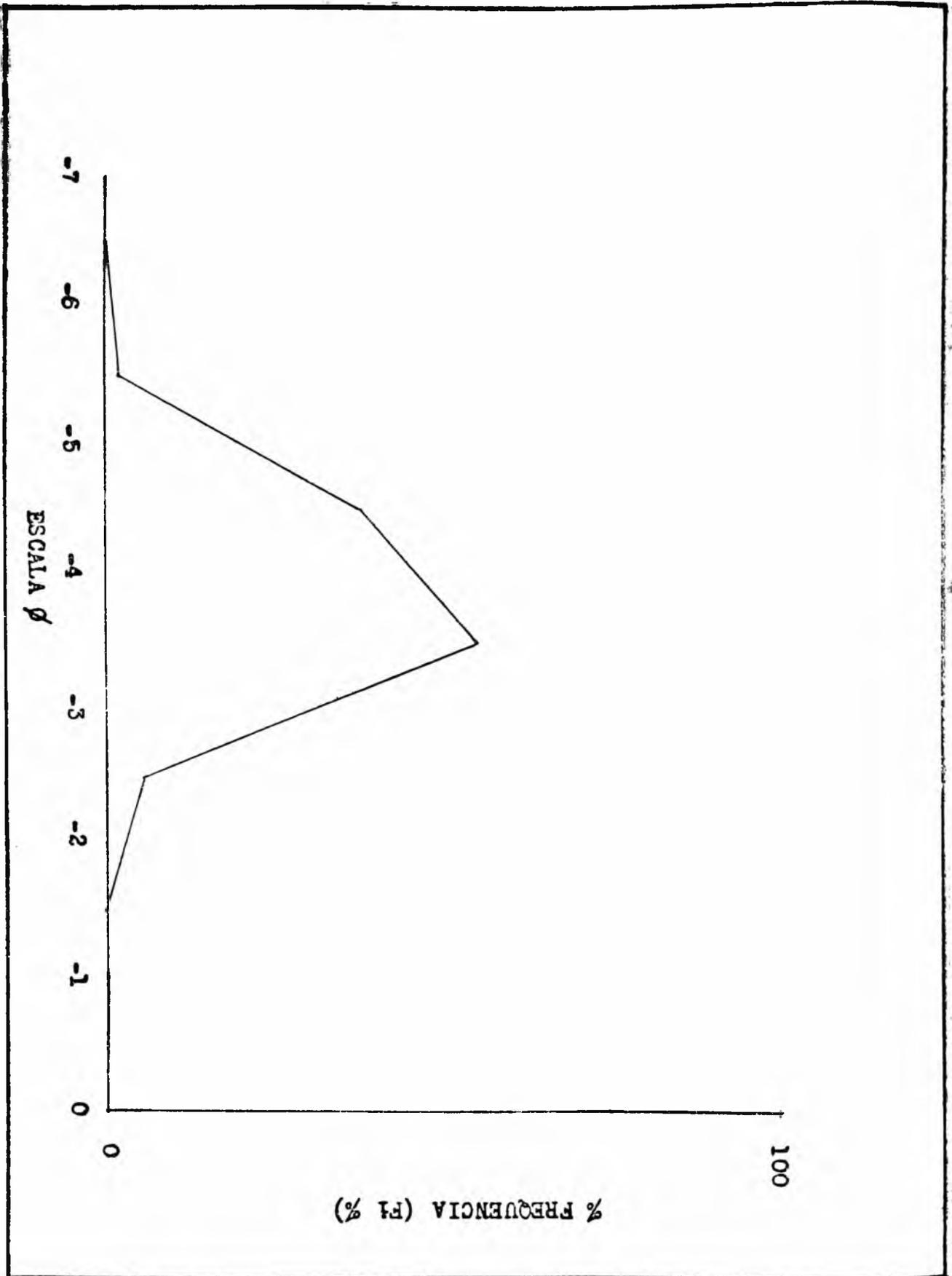


GRAFICO 4-B
CURVA SIMPLES DE FREQUENCIA

Como é usualmente definido, o 3.º quartel (Q_3) fica situado num ponto com 75% de valores mais baixos do que o seu e 25% mais altos.

O 1.º quartel (Q_1) fica em um ponto com 25% de valores mais baixos e 75% mais altos do que o seu. O diâmetro médio (DM) fica a 50% da distribuição.

A vantagem das curvas cumulativas reside na leitura direta dos valores de Q_3 , Q_1 e DM, respectivamente a 75%, 25% e 50%.

Presentemente, após os trabalhos de Krumbein (11), a curva de frequência acumulada em termos da classificação de Wentworth tem sido preferida pela curva idêntica em termos da escala fi, por ser mais simples na operação e conhecida melhor por curva cumulativa. Esses valores estatísticos, pois, serão estudados na curva cumulativa em termos de fi.

CURVA CUMULATIVA FI

Para operar-se com esta representação gráfica é necessário o trabalho preliminar de conversão dos valores da distribuição granulométrica achados em mm para idênticos da escala fi de Krumbein. A fórmula genérica de conversão é a seguinte:

$$fi = \frac{-\log E}{\log 2}$$

onde E = diâmetros em mm.

Inversamente:

$$\log E = -\log 2 Fi$$

Pode-se encontrar a aplicação desta fórmula fundamental nas tabelas 3-A e 3-B, onde os valores dos diâmetros em mm (E) são convertidos em escala aritmética fi. Esta escala é negativa à esquerda de zero e positiva à direita, coincidindo o zero com 1 mm, da escala de Wentworth.

A equação fundamental da conversão é a seguinte:

$$E = 2^{-Fi}$$

TABELA 3-A

Quantidade	Diâmetros mm	Escala Fi	%	Quantidade	% Acumulada
1	46	5.51		0.47%	0.47%
0	45	—		—	—
1	44	5.45		0.47%	0.94%
0	43	—		—	—
0	42	—		—	—
0	41	—		—	—
0	40	—		—	—
0	39	—		—	—
1	38	5.24		0.47%	1.41%
0	37	—		—	—
0	36	—		—	—
0	35	—		—	—
0	34	—		—	—
0	33	—		—	—
0	32	—		—	—
0	31	—		—	—
0	30	—		—	—
0	29	—		—	—
1	28	4.80		0.47%	1.88%
0	27	—		—	—
1	26	4.70		0.47%	2.35%
1	25	4.64		0.47%	2.82%
0	24	—		—	—
2	23	4.52		0.95%	3.77%
3	22	4.45		1.43%	5.20%
5	21	4.39		2.39%	7.59%
2	20	4.32		0.95%	8.54%
3	19	4.24		1.43%	9.97%
11	18	4.16		5.27%	16.19%
2	17	4.08		0.95%	15.24%
3	16	4.00		1.43%	17.62%
3	15	3.90		1.43%	19.05%
13	14	3.80		6.23%	25.28%
13	13	3.70		6.23%	31.51%
7	12	3.58		3.35%	34.86%
19	11	3.45		9.11%	43.97%
21	10	3.32		10.05%	54.02%
22	9	3.17		10.53%	64.55%
27	8	3.00		12.93%	77.48%
19	7	2.80		9.11%	86.59%
15	6	2.58		7.19%	93.78%
10	5	2.31		4.79%	98.57%
3	4	2.00		1.43%	100.00%

TABELA 3-B

Quantidade	Diâmetros mm	Escala Fi	%	Quantidade	% Acumulada
1	36	5.16		0.78%	0.78%
1	35	5.12		0.78%	1.56%
0	34	—		—	—

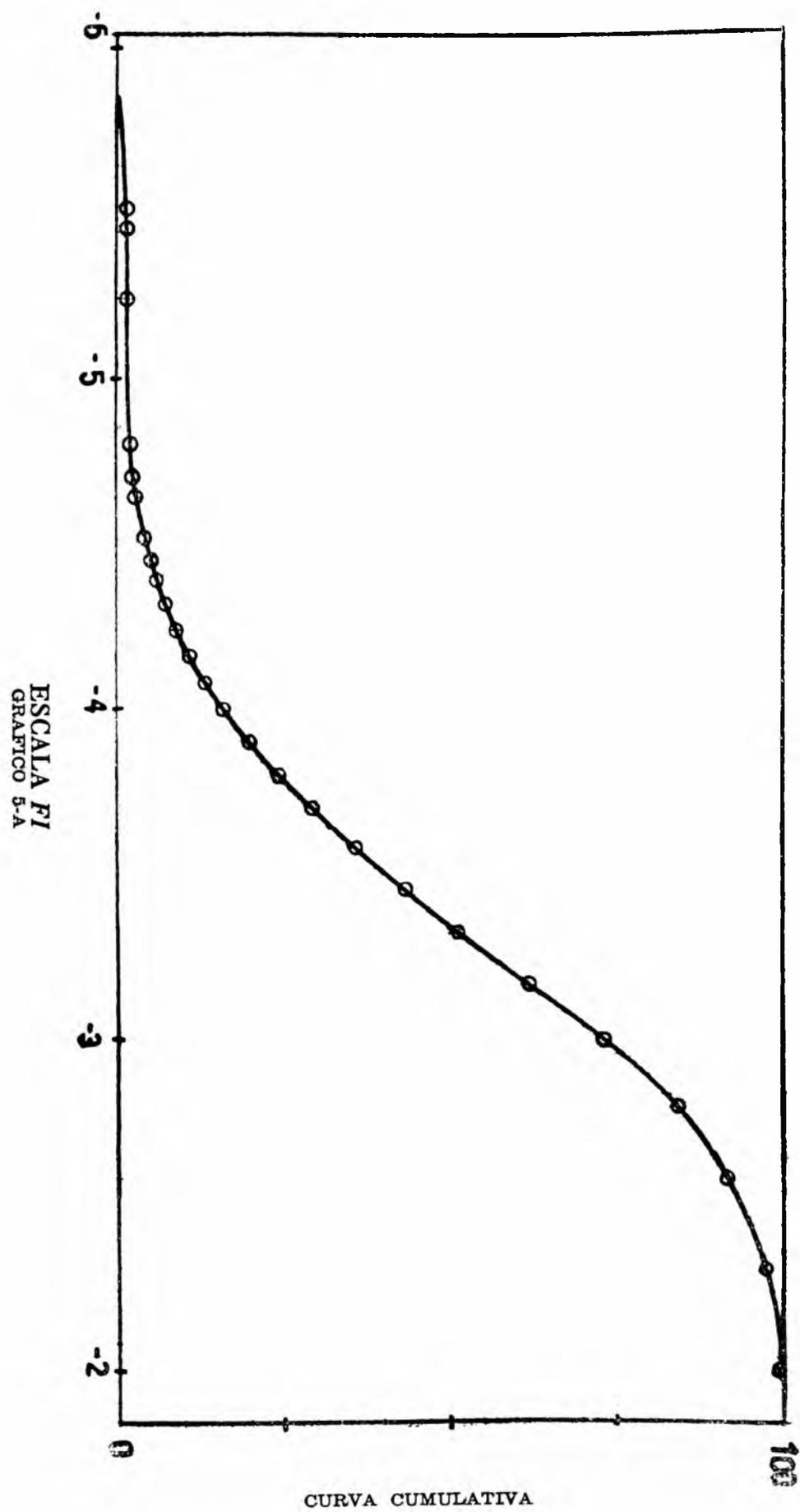
Quantidade	Diâmetros mm	ESCALA FI	% Quantidade	% Acumulada
0	33	—	—	—
0	32	—	—	—
0	31	—	—	—
0	30	—	—	—
1	29	4.85	0.78%	2.34%
2	28	4.80	1.56%	3.90%
1	27	4.75	0.78%	4.68%
2	26	4.70	1.56%	6.24%
0	25	—	—	—
3	24	4.58	2.34%	8.58%
1	23	4.52	0.78%	9.36%
4	22	4.45	3.12%	12.48%
1	21	4.39	0.78%	13.26%
9	20	4.32	7.13%	20.39%
6	19	4.24	4.68%	25.07%
6	18	4.16	4.68%	29.75%
7	17	4.08	5.56%	35.31%
5	16	4.00	3.90%	39.21%
6	15	3.90	4.68%	43.89%
9	14	3.80	7.13%	51.02%
12	13	3.70	9.47%	60.49%
8	12	3.58	6.34%	66.83%
9	11	3.45	7.13%	73.96%
11	10	3.32	8.68%	82.64%
8	9	3.17	6.34%	88.98%
7	8	3.00	5.56%	94.54%
5	7	2.80	3.90%	98.44%
1	6	2.58	0.78%	99.22%
1	5	2.31	0.78%	100.00%

Nas curvas cumulativas, em função de f_i , das amostras n.º 1 e n.º 2, gráficos 6-A e 6-B, podem ser lidos diretamente os valores respectivos do diâmetro médio (DM), primeiro e terceiro quartéis (Q_1 e Q_3) São os seguintes os valores para o conglomerado do Baú:

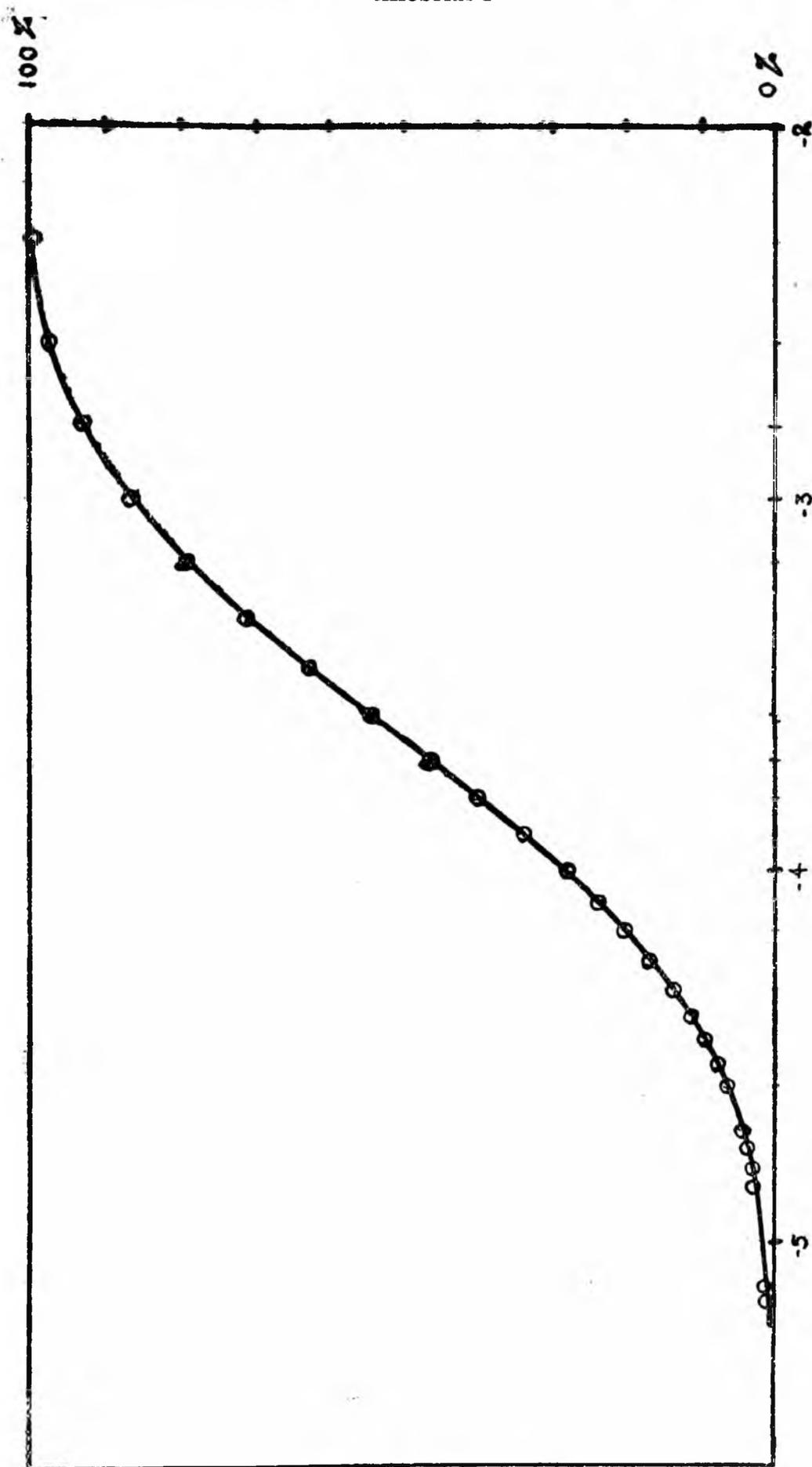
		AMOSTRA 1	
Q_3	3.78
Q_1	2.98
DM	3.34
		AMOSTRA 2	
Q_3	4.04
Q_1	3.24
DM	3.64

Com o auxílio destes dados é possível realizar três naturezas de medidas para descrever a rocha com a aplicação de métodos estatísticos (13):

(13) Krumbein, W. C. — The use of quartile measures in describing and comparing sediments. Am. Jour. Sc. Vol. XXXII. N.º 188. Pg. 98. 1936.

Ruy Ozorio de Freitas
AMOSTRA 1

AMOSTRA 2



CURVA CUMULATIVA

- 1 — Desvio aritmético dos quartéis. (QDa)
- 2 — Desvio geométrico dos quartéis. (QDg)
- 3 — Desvio logarítmico dos quartéis. (log QDg)

1 — DESVIO ARITMÉTICO DOS QUARTEIS

A medida mais simples que se pode fazer é o desvio aritmético dos quartéis, que é igual à metade da diferença entre o 3.º e 1.º quartéis. A diferença sempre deverá ser encontrada em termos positivos:

$$QDa = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

Esta fórmula tem o inconveniente de poder somente ser operada com valores em mm. Utilizando-se da curva cumulativa em escala Fi preferiu-se outra fórmula de Krumbein (13), para igual medida:

$$QD\ Fi = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \quad (1)$$

Aplicando-se a fórmula tem-se, respectivamente,

$$\text{AMOSTRA 1 — } QD\ Fi = \frac{3.78 - 2.98}{2} = 0.40$$

$$\text{AMOSTRA 2 — } QD\ Fi = \frac{4.04 - 3.24}{2} = 0.40$$

Ambas as amostras possuem o mesmo valor para o desvio aritmético, o que indica em termos matemáticos a homogeneidade do conglomerado do Baú quanto aos seus valores estatísticos. Esta medida é influenciada pela natureza da unidade empregada e pelo próprio tamanho dos grãos.

2 — DESVIO GEOMÉTRICO DOS QUARTEIS

Esta medida, introduzida por Trask, visa eliminar o fator tamanho e também as influências da unidade empregada na análise mecânica.

$$QDg = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

Trask chamou a este desvio geométrico “coeficiente de seleção” (So), de modo que:

$$QDg = So$$

De onde:

$$So = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}} \quad (2)$$

Esta fórmula tem, também, o inconveniente de somente poder ser empregada quando os valores de Q_3 e Q_1 são dados em mm. Entretanto, Krumbein (13), dá uma outra fórmula para se calcular o coeficiente de seleção da rocha em termos da escala fi:

$$\log So = \log 2 \times QD Fi \quad (3)$$

$$\text{AMOSTRA 1: } QD Fi = 0.40; \log So = 0.301 \times 0.40 = 0.1204 \\ So = 1.32$$

$$\text{AMOSTRA 2: } QD Fi = 0.40; \log So = 0.301 \times 0.40 = 0.1204 \\ So = 1.32$$

O coeficiente de seleção do conglomerado do Baú, para ambas as amostras é 1.32.

Baseado em cerca de 200 análises mecânicas Trask verificou que o valor de So menor que 2.5 indica um sedimento bem selecionado; igual ou nas vizinhanças de 3.0 um sedimento normalmente selecionado e superior a 4.5 um sedimento pouco selecionado.

Estes números, pois, permitem visualizar rapidamente a seleção do conglomerado da série Itajai. Trata-se, evidentemente, de um sedimento bem selecionado ($So = 1.32$), afastando-se do coeficiente de seleção de uma rocha glacial que sempre é superior a 4.5.

3 — DESVIO LOGARÍTMICO DOS QUARTEIS

Esta medida é igual à metade da diferença entre os logaritmos dos quartéis (1.0 e 3.0):

$$\log So \quad \text{ou} \quad \log QDg = \frac{\log Q_3 - \log Q_1}{2} \quad (4)$$

Esta fórmula requer, na sua aplicação, valores em mm. Para a curva cumulativa em termos de fi, acha-se diretamente $\log So$ a partir do valor de So na taboa.

Entretanto, pode-se converter os valores de Q_3 e Q_1 do conglomerado do Baú, obtidos em termos da escala fi, em valores em mm

pela fórmula $\log E = -\log 2 fi$ para conferir os valores achados por um e por outro processo:

AMOSTRA 1	AMOSTRA 2
$Q_3 = 3.78 = 13.74 \text{ mm}$	$Q_3 = 4.04 = 16.44 \text{ mm}$
$Q_1 = 2.98 = 7.88 \text{ mm}$	$Q_1 = 3.24 = 9.44 \text{ mm}$
$\log 13.74 = 1,13799$	$\log 16.44 = 1,21590$
$\log 7.88 = 0,89653$	$\log 9.44 = 0,97497$

De onde:

$$\log So = \frac{1,13799 - 0,89653}{2}$$

$$\log So = 0.12073$$

$$So = 1.32$$

$$\log So = \frac{1,21590 - 0,97497}{2}$$

$$\log So = 0.12046$$

$$So = 1.32$$

Observa-se que o valor de So , obtido desta fórmula n.º 4 é idêntico ao valor de So obtido da fórmula n.º 3, isto é, operando-se com valores em mm e em termos fi chega-se a um mesmo resultado para o valor de So do conglomerado do Baú.

O valor desta medida é justamente na comparação com outros sedimentos, pois a custa do $\log So$ poderemos verificar o quanto um sedimento é mais selecionado do que outro.

COMPARAÇÃO COM OUTROS SEDIMENTOS

De posse dos valores das três medidas estatísticas efetuadas no conglomerado do Baú, através da curva cumulativa em termos da escala fi , é possível compara-los com iguais obtidos da mesma maneira em outros sedimentos.

O quadro abaixo compara as medidas do conglomerado com os seguintes sedimentos referidos por Krumbein (13):

ROCHAS	DM	Q_1	Q_3	QDa	So	$\log So$
Glacial Till ..	0.065	0.009	0.270	0.131	5.47	0.738
Underclay	0.004	0.002	0.008	0.003	2.00	0.301
Beach Sand	0.300	0.240	0.360	0.060	1.22	0.087
Beach Gravel ..	4.420	3.900	4.970	0.535	1.13	0.054
Conglomerado do Baú:						
Amostra 1	10.120	7.880	13.740	2.930	1.32	0.120
Amostra 2	12.460	9.440	16.440	3.500	1.32	0.120

Os valores do diâmetro mediano (DM), primeiro e terceiro quartéis (Q_1 e Q_3) são influenciados pelo valor absoluto das dimensões, de sorte que o conglomerado do Baú sendo mais rudáceo e, tendo sido feitas todas as medidas em mm, conseqüentemente possui valores mais altos para DM, Q_1 e Q_3 .

O desvio aritmético dos quartéis (QDa) sofre a influência do tamanho e da unidade de medida empregada, de sorte que os valores do conglomerado do Baú são sensivelmente mais elevados.

Observa-se, portanto, que os valores para o desvio aritmético são bem diferentes no caso do conglomerado do Baú, mesmo com referência ao cascalho de praia que também é rudáceo. Entretanto, o valor de S_0 é o mais propício à comparação porquanto independe do tamanho dos grãos e da unidade de medida empregada. Com efeito, o coeficiente de seleção do conglomerado é inferior ao do "till" e ao da "underclay", que são menos rudáceos a seu respeito. A sua seleção é quasi igual à seleção da areia que é um sedimento fino, cujo gradiente em tamanho não pode ser comparado ao do conglomerado do Baú. O cascalho de praia ainda se mostra melhor selecionado com respeito à própria areia e ao conglomerado, com um valor de $S_0 = 1.13$, contra respectivamente 1.22 e 1.32.

De todos os valores dos coeficientes de seleção referidos o conglomerado do Baú se aproxima dos da areia e do cascalho de praias e se afasta um pouco da "underclay" e consideravelmente da seleção do "till" ($S_0 = 5.47$). O conglomerado do Baú, pois, analisado do ponto de vista estatístico não se identifica com uma rocha de origem glacial, e o seu coeficiente não permite aproximação alguma com tais rochas. O conglomerado do Baú, graças a sua classificação, deve estar dentre as rochas de origem aquosa e, se houve interferência glacial esta foi totalmente desvanecida com o transporte e a deposição, nada restando para caracterizar a rocha de acordo com a regra de Trask na especialidade. Twenhofel salienta (14) que um mesmo sedimento pode ter produção e fonte diferente do transporte e deposição.

O gráfico n.º 7 mostra as respectivas curvas cumulativas dos sedimentos aqui comparados com o conglomerado do Baú, em termos de mm, podendo-se facilmente constatar a diversidade da curva do "till" que abrange muitas classes, cerca de 31, enquanto o conglomerado do Baú abrange apenas 4 classes. A curva do conglomerado não é tão distendida, sendo tão curta como as da "underclay", "beach sand" e "beach gravel"

Com o objetivo de melhor comparar o conglomerado do Baú com o "till" em questão, o gráfico 8 representa esta rocha em termos da escala fi o mesmo que foi feito para representar as duas amostras do conglomerado do Baú. A curva do "glacial till" vai

(14) Treatise on Sedimentation — 2nd Edition. Baltimore. 1932.

de -2 fi a $+10$ fi, abrangendo nada menos do que 12 classes dessa escala enquanto as amostras 1 e 2 do conglomerado, na mesma representação, vão de -6 a -2 fi, como se vê no gráfico 6.

Não resta dúvida que a curva cumulativa caracteriza bem o sedimento quanto à sua origem, pois não é possível se identificar as curvas do conglomerado do Baú (amostra n.º 1 e n.º 2) com a curva do "glacial till" analisado por Krumbein (13). Os valores de S_o derivando diretamente da curva cumulativa representam numericamente a expressão gráfica do sedimento, dando valores bem distintos para ambas as rochas.

O valor da seleção do conglomerado do Baú, com respeito aos demais sedimentos relacionados adrede, pode ser obtido à custa do desvio logarítmico dos quartéis, em que o valor de S_o é passado em termos do seu logaritmo à base 10.

Dividindo-se o logaritmo de S_o (base 10) do conglomerado do Baú, pelos demais S_o das outras rochas, tem-se quantas vezes estes sedimentos são mais ou menos selecionados com respeito aquele.

VALORES DE $\log S_o$

1	— Conglomerado do Baú (ambas as amostras)	=	0.120
2	— "Glacial till"	=	0.738
3	— "Beach sand"	=	0.087
4	— "Beach gravel"	=	0.054
5	— "Underclay"	=	0.301

1 — Seleção com referência ao "glacial till"

$$\frac{0.738}{0.120} = 6.15$$

2 — Seleção com referência à "beach sand"

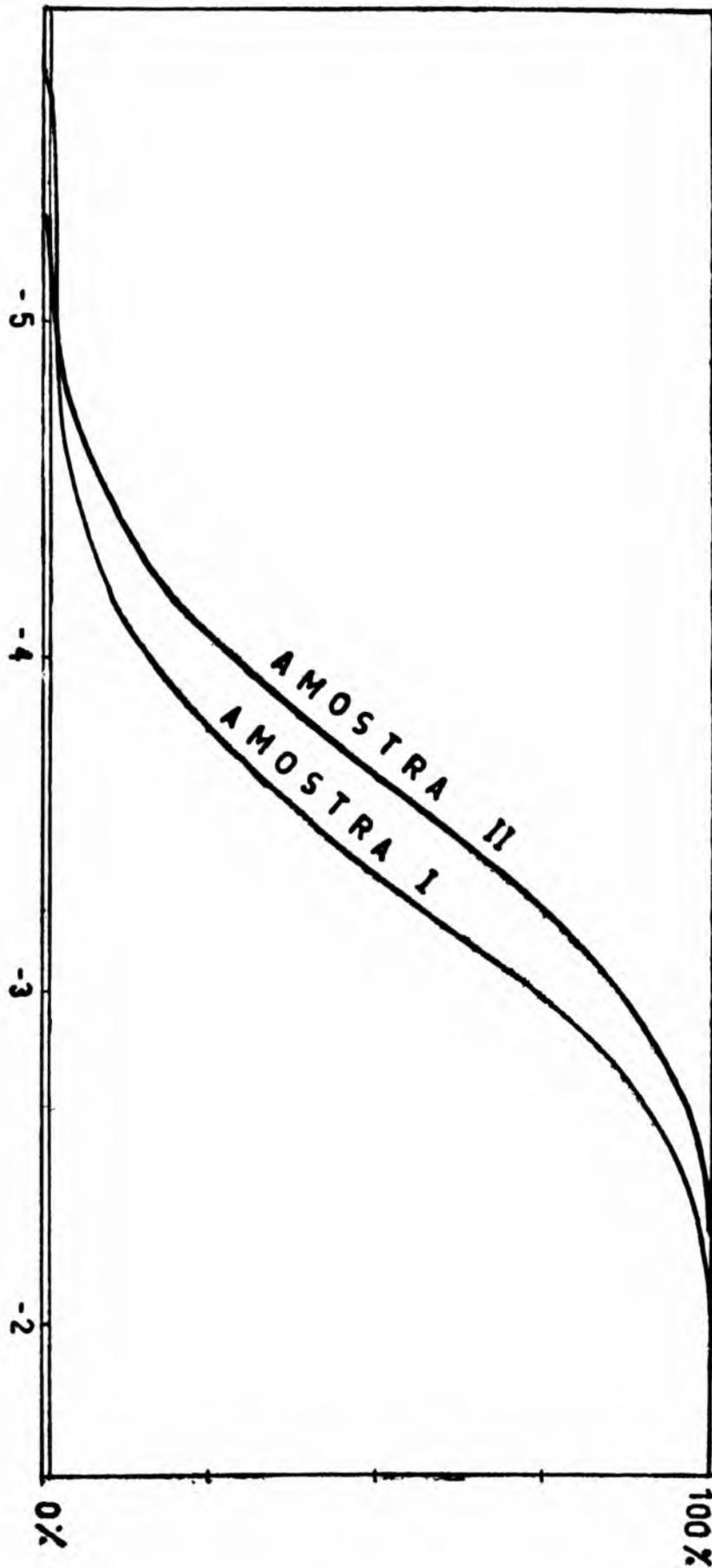
$$\frac{0.120}{0.087} = 1.37$$

3 — Seleção com referência ao "beach gravel"

$$\frac{0.120}{0.054} = 2.24$$

4 — Seleção com referência à "underclay"

$$\frac{0.301}{0.120} = 2.5$$



ESCALA F 1
GRAFICO 6

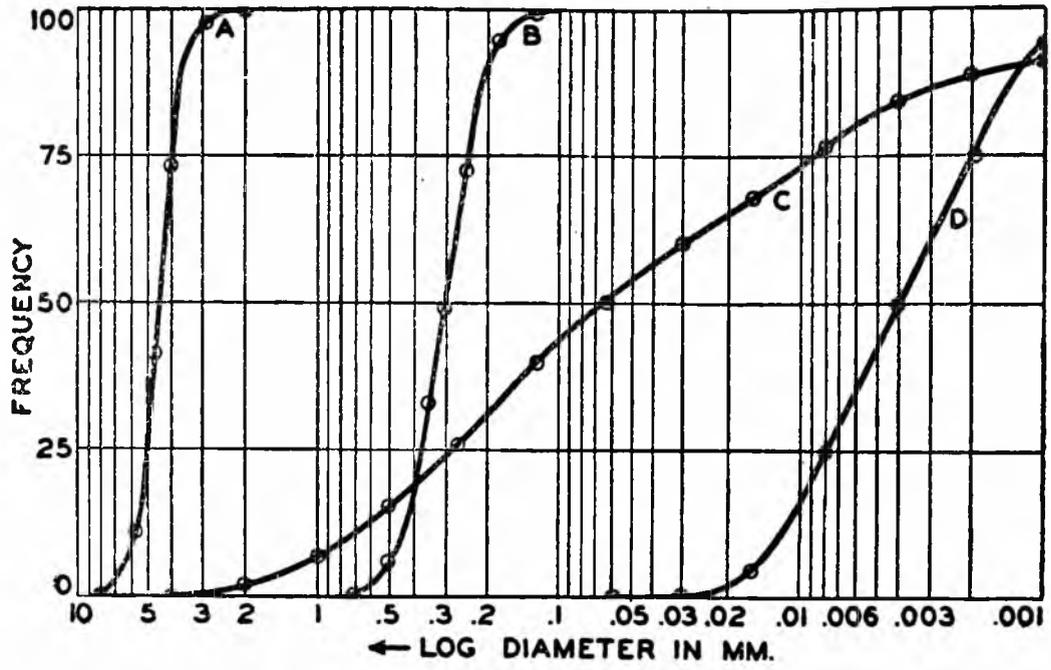


GRAFICO 7

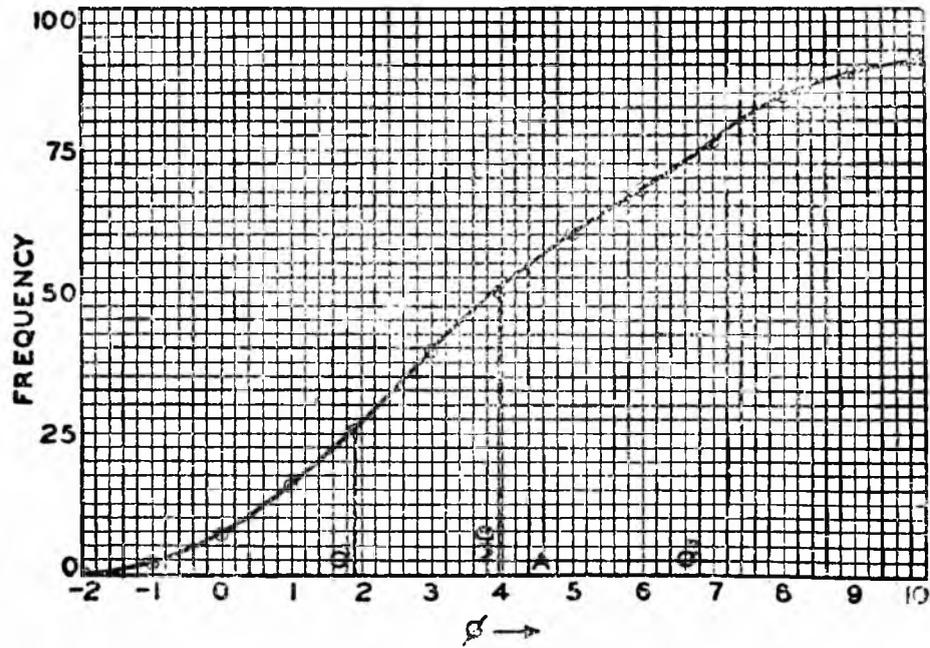
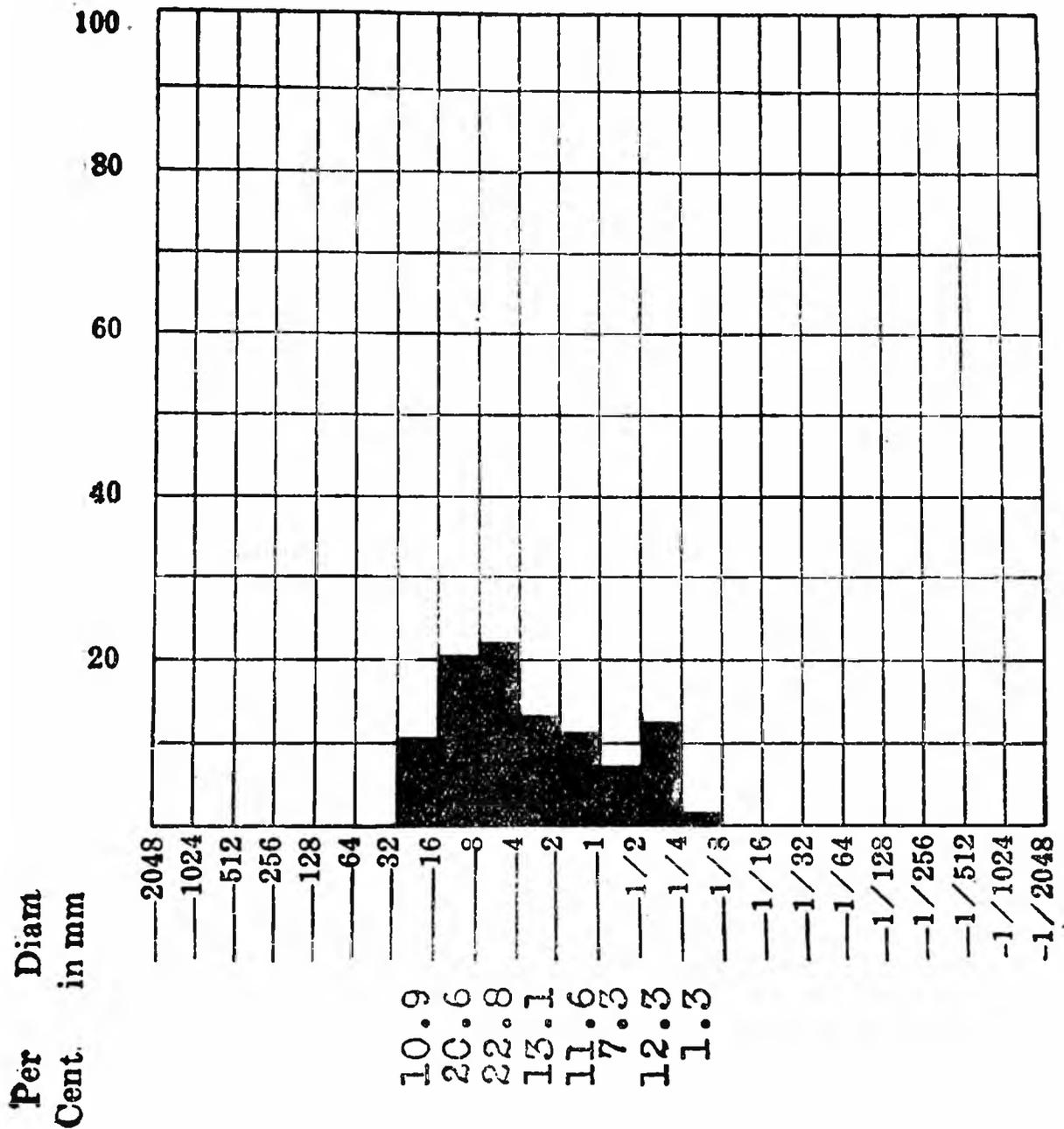


GRAFICO 8

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMETRICA DE UM CASCALHO FLUVIAL

(segundo J. A. Udden)

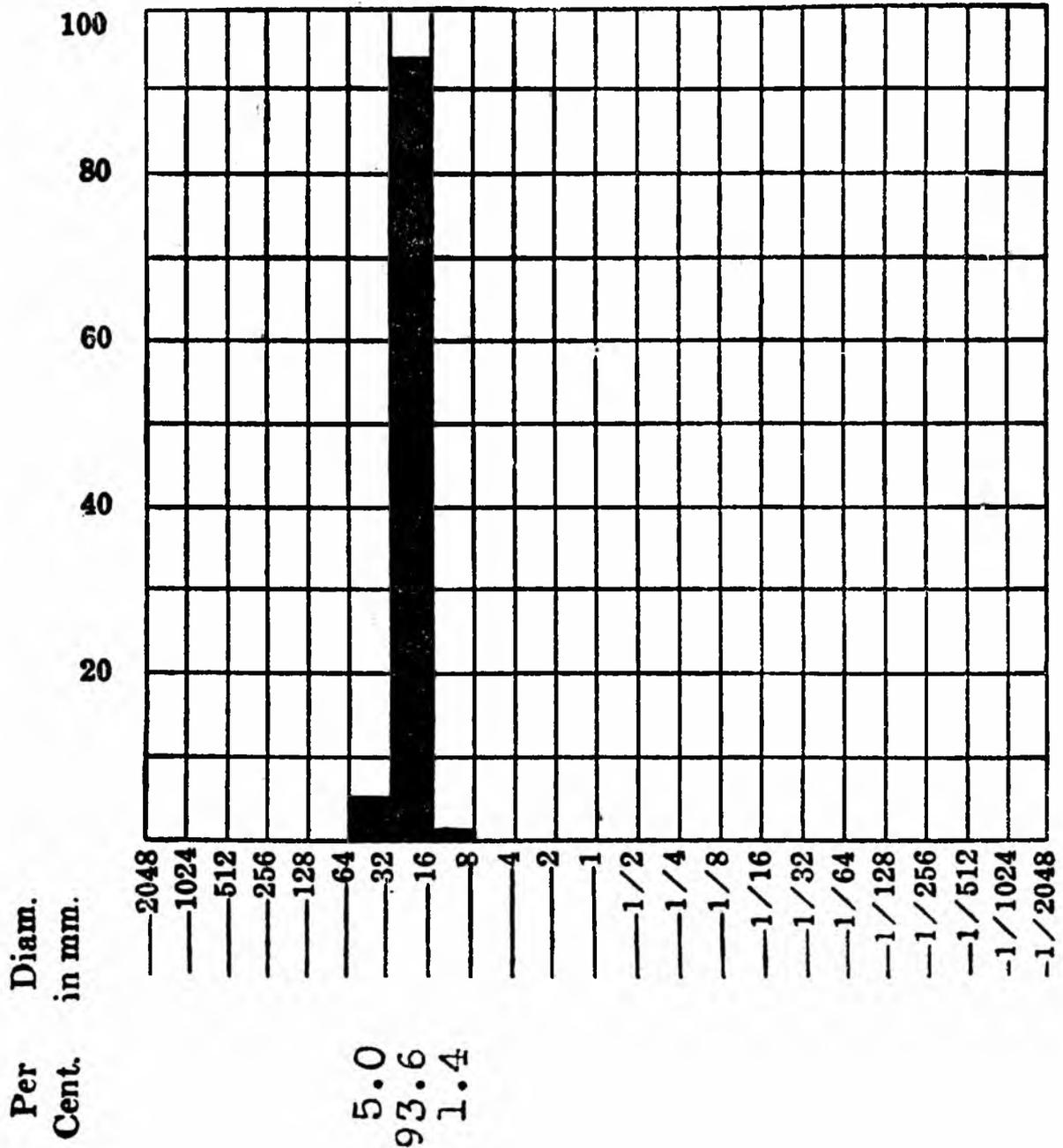


Loc: Klondike River, Alaska

GRAFICO 9

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMETRICA DE UM CASCALHO DE PRAIA

(segundo C. K. Wentworth, n.º 10.731)



Loc: Long Beach, N. of Gloucester, Massachussets

GRAFICO 10

O conglomerado do Baú é 6.15 vezes mais selecionado do que o "glacial till", 1.37 vezes menos do que a "beach sand", 2.24 vezes menos do que o "beach gravel" e 2.5 vezes mais selecionado do que a "underclay"

Comparando-se, agora, a distribuição granulométrica do conglomerado do Baú com a de outros sedimentos, como um cascalho fluvial (análise de J. A. Udden) e um cascalho de praia (análise de C. K. Wentworth), ambos referidos por Twenhofel (14), figuras 16 e 18, observa-se que o histograma do conglomerado do Baú (gráficos 2-A e 2-B) se aproxima da distribuição de um conglomerado fluvial, que seria o cascalho cimentado, gráfico 9 e não se parece com a distribuição do cascalho marinho, gráfico 10

CIMENTO

1 — COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

Ao microscópio o cimento do conglomerado revelou a seguinte composição mineralógica:

A — Minerais alotígenos

QUARTZO:

Ocorre em cristais de tamanho médio de 0.5 mm, com extinção ondulante. O contorno geralmente é angular, tendendo para sub-angular, como se observa na fig. 5 e 6.

ORTOCLASIO:

Ocorre como mineral detrítico mais frequente, apresentando-se quasi todos os cristais alterados e com contorno sub-angular (fig. 6) o que indica que a alteração foi posterior ao transporte. A alteração é sob pseudomorfose de sericita, zoizita, caolin e quartzo. Todos os cristais se apresentam com o contorno clástico original, notando-se em alguns a passagem gradual da zona não alterada para a zona alterada.

PLAGIOCLASIO:

O termo mais frequente é a albita, com a maioria dos indivíduos geminados segundo (010) O contorno é sub-angular com pseudomorfose em zoizita, sericita, caolin, como acontece com o ortoclásio, sendo raros os cristais não alterados (fig. 24)

MUSCOVITA:

Ocorre em forma de bastonetes que denunciam a sua origem clástica, bastante deformados por cataclase posterior à formação do cimento.

MAGNETITA:

Sob a forma de pequenos octaedros, com secção quadrangular ocorre a magnetita, de origem detrítica.

ZIRCONITA:

Ocorre sob a forma de pequenos grãos muito pleocroicos.

*B — Minerais Autígenos***HEMATITA:**

A hematita é o principal mineral autígeno, ocupando todos os espaços entre os minerais detríticos e revestindo todos os seixos de uma película avermelhada (figs. 1 e 4) Além desta hematita, primária, ocorre uma secundária que preenche todas as fraturas dos seixos abertas com a cataclase que afetou posteriormente a rocha (figs. 17 e 18) A impregnação por hematita secundária afetou os planos de estratificação de seixos tais como de arenito arcossiano e quartzito e, mesmo, de filito (fig. 14)

Sob luz repletida observa-se que a hematita forma uma verdadeira rede, cujos nós são grãos metálicos inteiramente cristalinos, e contém nas suas malhas os seixos e os minerais alotígenos do ci-

mento bem como os demais autógenos. Nessa rede a hematita passa a oligisto e mesmo limonita correspondendo a esse fato a mudança da cor metálica cinzenta para a avermelhada e amarelada.

SERICITA:

Ocorre em parte derivada da sericitização dos feldspatos e em parte pela alteração da muscovita clástica. A sericita proveniente da alteração dos feldspatos se acha, na maioria das vezes, em pseudomorfose no cristal alotígeno original. Os indivíduos mais desenvolvidos mostram deformação clástica indicando que a rocha sofreu metamorfismo cataclástico após a sua formação.

QUARTZO:

O quartzo autógeno é raro, formado por pequenos grãos resultantes da sericitização dos feldspatos. Há quartzo secundário, provenientes de soluções silicosas, que formaram concrecimento deutérico como se observa num seixo de quartzito na fig. 24.

ZOIZITA:

Ocorre em pseudomorfose nos cristais de feldspato.

CAOLIN:

Ocorre como produto da sericitização dos feldspatos.

2 — ANÁLISE QUÍMICA

A análise química procedida pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, sob o n.º 47.651, de 20-9-44, revelou a seguinte composição para o cimento do conglomerado:

Perda ao fogo		3.7 %
Si O ₂	.. ..	69.1 %
Al ₂ O ₃	.. ..	14.7 %
Fe ₂ O ₃		8.1%
Ca O		traços
Mg O	..	1.2 %
Na ₂ O		0.27%
K ₂ O	..	3.0 %

Computando-se os valores da análise química observa-se que os seus resultados estão de acordo com a composição mineralógica. As percentagens altas de SiO₂, Al₂O₃ e K₂O, ao lado de pequena de Na₂O, coincidem com a abundância de ortoclásio e pequena quantidade de plagioclásio sódico nos minerais detriticos, seguidos pelo

quartzo. A importância da hematita como principal autígeno está assinalada na percentagem de 8.1 para Fe_2O_3 , assaz elevada. A parcimônia de minerais ferro-magnesianos, representados pelas micas muscovita e sericita, bem como a ausência de seixos de rochas básicas são comprovados pelo baixo teor de Mg O , com 1.2%. A inexistência de seixos de rochas calcáreas e a ausência de calcita no cimento estão de acordo com análise que revelou apenas traços de CaO .

3 — NATUREZA DO CIMENTO

Compulsando-se os resultados da composição mineralógica e química chega-se à conclusão de que o cimento é arcossiano, tendo como principal mineral autígeno a hematita.

O contorno sub-angular dos feldspatos indica um transporte suficientemente rápido para não permitir sua perda por alteração. Essa rapidez se deduz não só da angulosidade do feldspato como também da dos grãos de quartzo, tendo a alteração dos feldspatos se dado posteriormente como prova a sericitização em pseudomorfose.

O cascalho depositado e o arcossio do cimento foram consolidados pela hematita, trazida por soluções ricas em ferro que penetraram em toda a rocha, explicando-se, assim, a verdadeira rede de hematita que envolve os seixos e os minerais alotígenos. As soluções descendentes decomporiam os minerais de ferro de rochas preexistentes e vieram depois depositá-los talvez sob a forma de limonita, inicialmente, no cimento. O cascalho deveria se achar na zona de cementação pois a limonita foi reduzida, na sua maior parte, em hematita pelo processo comuníssimo da atividade química e diagenética das soluções intersticiais. Esta hematita deve ser considerada primária, para distinção da hematita naturalmente secundária que preencheu as fraturas dos seixos devido ao metamorfismo cataclástico que a rocha sofreu como provam a deformação clástica dos cristais de mica e plagioclásio (figs. 9 e 15) Essas mesmas soluções lixiviaram a calcita completamente, de sorte que apenas foram constatados traços de Ca O na análise química e ausência desse mineral na composição do cimento. Tais soluções, ainda, são responsáveis pela sericitização dos feldspatos formando-se pseudomorfose, sobre os cristais originais detríticos, de zoizita, sericita, etc. A alteração da muscovita clástica em sericita deve ser encarada como um fenômeno simultâneo.

A extinção ondulante dos cristais de quartzo, a deformação clástica dos cristais de mica e plagioclásio (figs. 9 e 15) e as fraturas nos seixos indicam que após a litificação da rocha foi ela submetida a um vigoroso metamorfismo cataclástico, sem chegar ao dinamothermal contudo. O calor, porém, desenvolvido seria da

ordem de provocar a desidratação de certos pontos e a formação de soluções hidrotermais ricas em ferro e sílica que precipitariam a hematita e a sílica secundárias nas fraturas dos seixos e planos de estratificação das rochas bem estratificadas (figs. 14, 15, 17 e 18).

A ação das soluções que agiram originalmente sobre o cimento do conglomerado do Baú, mascaram-se naturalmente as das águas meteóricas que prosseguiram a decomposição dos minerais instáveis na zona de intemperismo.

4 — RESÍDUO PESADO

Utilizando-se do bromoformio como separador o cimento teve a seguinte composição residual:

Resíduo pesado	5.5%
Resíduo leve	94.5%

O resíduo pesado é constituído dos seguintes minerais:

Hematita
Magnetita
Martita
Zirconita

O PROBLEMA DA ORIGEM DO CONGLOMERADO DO BAÚ

1 — ORIGEM GLACIAL

O conglomerado do Baú tem sempre sido visto pelos autores que estudaram a série Itajaí como um verdadeiro tilito, classificação esta recentemente proposta pelo Prof. Othon Henry Leonardos (2)

Com a aplicação do método estatístico, o computo de So revelou ser o conglomerado do Baú selecionado, de acordo com a regra de Trask (12), incompatibilizando-se com uma origem glacial, inicialmente. Na comparação com outros sedimentos, inclusive com um tilito típico, não pode haver dúvida que pelas curvas de um e de outro, o conglomerado escapa à origem glacial.

Outros elementos afastam a origem glacial desta rocha, a ausência de seixos estriados, tendência ao arredondamento do contorno, alteração dos feldspatos após um transporte suficientemente rápido para não permitir a sua perda por decomposição química, caráter arcossiano do cimento e sua escassez. Diz Twenhofel (14, pág. 196) "Typically glacier deposited materials are unstratified, unsorted and highly variavel in kinds and dimensions of material" O conglomerado do Baú não é estratificado, porém, em oposição, é bem selecionado (So = 1.32), pouco variavel na composição litológica dos seixos, predominando os de quartzo e quartzí-

to. Quanto à amplitude das dimensões abrangidas não há muitas classes inclusas como acontece com um tilito típico.

Num tilito verdadeiro o cimento é substituído por uma matriz que, segundo Robert W Sayles (15), ocupa grande parte da rocha cuja composição é argilosa, ou de farinha de rocha e, algumas vezes, arenosa. O cimento do conglomerado é escasso e não pode ser referido a uma matriz, não tendo além disso aquela composição mas natureza arcossiana.

Segundo o mesmo autor (15) um depósito de "till" ou tilito não pode ser identificado por alguns caracteres, porém pela soma de um grande número deles e que estima em 15:

A — "An unstratified mass of miscellaneous, and unsorted rock materials.

B — "The matrix usually of rock-flour or clay, but sometimes of sand.

C — "The included rock fragments usually angular or sub-angular, with several facets.

D — "Some rounded, water-worn pebbles or boulders.

E — "Striated pebbles, rock fragments and boulders.

F — "Stones blunted at one or both ends, or rather pointed at one end blunted at the other end.

G — "Fragments bevelled on one more sides, the sides usually not parallel but making an angle with each other.

H — "Concave fractures.

I — "Till or tillite resting on a grooved or striated rock-floor or striated pavement.

J — "Great variety in kinds of materials

K — "The lower part of the till usually has finer matrix and more striated pebbles than the upper part.

L — "The materials in till showing that when deposited there was no evidence of weathering or decomposition.

M — "Materials in till usually composed of more local than foreign rocks.

N — "Near the top of till, intercalated stratified beds may be found.

O — "Included "nests" and layers often contorted."

O conglomerado do Baú, evidentemente não satisfaz ao conjunto destes requisitos. Twenhofel diz, ainda (14, pág. 797): "Proof of the glacial origin of a deposit requires that the entire set-up be present, that is, the unstratified heterogeneous mixtures of coarse and fine particles bordered laterally by and dovetailing into the stratified deposits of kames, lakes, and outwash"

A ausência de seixos de rochas básicas, calcáreas, dolomíticas e de calcita e dolomita no cimento da rocha não favorece a hipótese glacial, porquanto tendo havido com toda probabilidade tais rochas e minerais preexistentes na área tributária é lícito julgar-se

(15) Bulletin of Comparative Zoology. Geological Series, vol. X. Jan. 1914. Cambridge, Massachusetts. U. S. A. Pp. 139-175.

que foram consumidos por um transporte diferente do gelo, onde seriam naturalmente preservados. Admitindo-se a origem glacial seriam, pois, forçosamente encontrados seixos de calcáreos e dolomitos, bem como de rochas básicas, no conglomerado e calcita e dolomita no cimento, de modo que a sua inexistência deve ser levada à conta de outro veículo no transporte, provavelmente aquoso para permitir a eliminação de tais rochas e minerais vulneráveis à ação da água. A boa seleção do conglomerado deve ser atribuída à água, dada a habilidade de classificação desse agente.

As principais provas contra a origem glacial que devem ser tomadas em consideração são:

- 1 — Distribuição granulométrica.
- 2 — Coeficiente de seleção.
- 3 — Ausência de matriz.

As demais provas são circunstanciais. Comparando-se o conglomerado do Baú com o "till" referido por Krumbein (13), ficou bem patente a impossibilidade de se assimilar o caráter de um ao de outro. Estas provas são fundamentais pois se baseiam em análises mecânicas e aplicações de métodos estatísticos capazes de pôr em termos matemáticos os caracteres dos sedimentos e permitir, assim, uma visualização objetiva de sua natureza.

2 — ORIGEM MARINHA

Considerando sobre a possível origem marinha do conglomerado do Baú, é forçoso reconhecer a preliminar de que os seixos desta origem sofrem transporte reduzido, sendo na maioria das vezes sedentários, derivando o material rudáceo das proximidades. Quanto ao material de textura mais fina há probabilidade de um transporte mais longo e conseqüente sedimentação distante das áreas de coleção original. Resulta disso que o cascalho e o conglomerado marinhos apresentam, sempre, grande homogeneidade de composição dos seixos, imediatamente referíveis às rochas locais. Entretanto o conglomerado do Baú é heterogêneo, com franca tendência a uma composição exclusiva de quartzo e quartzito evidenciando um transporte seletivo qualitativo, o que não pode ser atribuído ao marinho pelas razões examinadas adrede. Falta-lhe igualmente o calcáreo e a calcita, restos de animais e vegetais que geralmente estão impressos nos depósitos marinhos típicos. Reconhecem-se atualmente sedimentos marinhos afossilíferos que, segundo Barrell, são devidos a uma sedimentação lenta que é incompatível com um depósito rudáceo que exige grande competência e por conseguinte águas turbulentas. Desta maneira a falta de fósseis não deve ser tida como argumentação negativa bastante.

F Lahee (16) referindo-se à presença de mica clástica diz que este mineral é um constituinte raro nos depósitos marinhos, se bem que possa ocorrer no ambiente litorâneo onde coexistem aspectos comuns aos depósitos continentais, como marcas ondulares, fendas de contração, impressões de chuva, fósseis de formas continentais, de sorte que sua presença não importa na negação da origem marinha.

Os principais elementos negativos da origem marinha são:

- a) Espessura.
- b) Ausência de estratificação.

A grande espessura do conglomerado do Baú, como observaram P. F. de Carvalho e E. A. Pinto (3), no perfil geológico do rio Neise, realmente sugere uma origem continental em oposição à marinha de acôrdo com Twenhofel (14, pág. 218) que tratando do critério para determinação da origem dos conglomerados escreve: "The occurrence of thick conglomerate suggests a continental origin".

A ausência de estratificação do conglomerado do Baú não permite considerá-lo um depósito marinho, onde os conglomerados são bem estratificados e suas camadas comparativamente uniformes.

3 — ORIGEM LACUSTRE

Realmente pouco se tem a dizer sobre uma possível origem lacustre para o conglomerado do Baú, pois, segundo Twenhofel, vigoram neste ambiente os mesmos processos marinhos, diminuídos em proporção. Os lagos possuem pequena competência, velocidade muito limitada e em geral condicionada ao regime, de sorte que é quasi nulo o volume do material transportado e depositado em tração, que via de regra é o mais rudáceo. Twenhofel (14, pág. 827) afirma: "Lake deposits consists of marl, tufa, sands, gravels, peat, iron oxides, iron carbonate, silicon dioxide, salt, gypsum, and other evaporation products." Quanto às areias e cascalhos lacustrinos ainda se refere o mesmo a autor a apenas: "The sands and gravels of lakes are not particularly different from those of marine origin. The thickness are small", de modo que os mesmos argumentos negando a origem marinha são, neste particular, válidos.

Convém notar que V. Leinz, A. Barbosa e E. A. Teixeira (7) tratando da provavel origem da série Camaquan, que julgam idêntica à Itajaí, atribuem aos conglomerados origem lacustre em grande lago devônico: "A reincidência de horizonte conglomeráticos,

(16) Field Geology — Mac Graw Hill Book Co. Inc. New York and London. Fourth Edition. Third Impression. 1941.

as estruturas primárias observadas tais como estratificação diagonal em algumas camadas de arenitos, marcas de ondulação, fendas de contração (sun-cracks), e a presença de mica clástica abundante nos arenitos são sintomáticas de uma sedimentação continental lacustrina, segundo F Lahee e Twenhofel, ao menos para os sedimentos que estão ao alcance de nossa observação, sem afastar a possibilidade de ser estuarina em parte”

Não querendo discutir o caso da série Camaquan, apenas se deve pôr em reparo que tais caracteres F Lahee (16) cita como comuns (pág. 102) aos depósitos marinhos litorâneos, com exceção da reincidência de horizontes conglomeráticos e estratificação diagonal, de sorte que não são específicos de um depósito lacustrino. Quanto a Twenhofel (14) não há referência alguma àqueles elementos como característicos de sedimentação lacustre.

4 — ORIGEM FLUVIAL

Segundo W Twenhofel os conglomerados espessos devem ser considerados fluviais, secundando a opinião de Barrell (14, pág. 218) F Lahee (16, pág. 105) afirma que os conglomerados espessos e as areias geralmente pertencem a depósitos aluviais de piemonte e como tal, indicam vizinhança de um país montanhoso. Os resultados da análise mecânica e da aplicação de métodos estatísticos declararam um transporte fluvial para o conglomerado do Baú, efetuado com grande capacidade e competência, condições que uma drenagem torrencial pretérita efetuada num país de altas montanhas satisfaz integralmente. Portanto, a um transporte fluvial seguiu-se consequente deposição em ambiente piemontico, no limite entre as planícies e as montanhas, com brusca deposição.

Os caracteres que determinam uma origem fluvial em ambiente piemontico para o conglomerado do Baú podem ser assim relacionados:

- 1 — *Coefficiente de seleção.*
- 2 — *Distribuição granulométrica.*
- 3 — *Contorno dos seixos.*
- 4 — *Composição dos seixos.*
- 5 — *Natureza do transporte.*
- 6 — *Ausência de estratificação.*
- 7 — *Gradação em depósitos mais finos.*
- 8 — *Recurrência de horizontes conglomeráticos.*
- 9 — *Espessura.*
- 10 — *Marcas ondulares, estratificação cruzada e outras feições estruturais dos arenitos.*
- 11 — *Ausência de fosseis e de matéria orgânica.*
- 12 — *Cimento arcossiano com feldspato angular e sub angular.*

1 — COEFICIENTE DE SELEÇÃO

O coeficiente de seleção ($S_0 = 1.32$) indicando que a rocha é bem selecionada, de acordo com a regra de Trask, prova apenas a natureza aquosa da classificação, porquanto a água é o único veículo de habilidade seletiva para sedimentos rudáceos, sem contudo poder especificar se a seleção foi marinha, lacustre ou fluvial.

O mérito do coeficiente de seleção é excluir, *ab initio*, a possibilidade de uma origem glacial, admitindo exclusivamente uma seleção aquosa.

2 — DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

A granulometria, também, é um caráter genérico, prestando-se para refutar a origem glacial devido ocupar apenas 4 classes da escala de Wentworth em contraste com um "till" que ocupa geralmente mais de 10 como se pode comparar com um espécime, analisado por J. A. Udden e referido por Twenhofel, *Treatise on Sedimentation*, fig. 24. Os tamanhos dos seixos do conglomerado do Baú ficam compreendidos perfeitamente na categoria dos encontrados nos depósitos fluviais piemonticos, segundo Twenhofel (14) que afirma à página 803 a propósito dos critérios para distinguir um depósito piemontico: "The range in dimensions of particles is from very small to boulders 30 feet in diameter. Particles are more or less slightly shaped by water"

3 — CONTORNO DOS SEIXOS

Apesar da rocha ser bem selecionada o contorno dos seixos não apresenta um arredondamento que seria lícito esperar-se. A natureza angulosa (sub-angular) dos seixos com tendência a arredondamento indica um vigoroso transporte por tração, condição esta melhor realizada num ambiente piemontico onde, segundo Twenhofel (14, pág. 204) são muito limitadas as possibilidades de arredondamento. Embora não se possa ainda afirmar que constitue uma regra, os cascalhos marinhos geralmente têm os seixos discoidais, bem arredondados e chatos. Esta diferença dos seixos marinhos para os fluviais parece residir na maneira pela qual são manipulados; geralmente o mar pode agir em todos os sentidos, agindo as ondas em todas as direções, ao passo que num sistema fluvial a corrente só tem uma direção e sentido e nenhuma possibilidade de volver sobre o caminho percorrido. O contorno sub-angular, com tendência ao arredondamento (fotos 1 e 2), que se observa no conglomerado do Baú sugere uma origem fluvial piemontica preferencialmente à marinha.

4 — COMPOSIÇÃO DOS SEIXOS

Embora predominem os seixos de quartzo e quartzito, não foi totalmente eliminado o sequito bastante heterogêneo de granito, gnais, filito, jaspe, arenito, etc. Esta heterogeneidade é incompatível com uma origem aquosa marinha ou lacustre, onde a composição é homogênea e local, indicando uma origem fluvial.

5 — NATUREZA DO TRANSPORTE

A coexistência de seixos de vários tamanhos indica uma deposição brusca para o conglomerado do Baú, condição esta melhor realizada numa planície ao pé de uma região montanhosa onde o veículo perdesse repentinamente a sua capacidade e competência para uma carga tão rudácea.

Baseando-se na seleção da rocha, no contorno dos seixos, na composição e granulometria pode se tirar algumas inferências com respeito à natureza do transporte.

O caráter heterogêneo da rocha quanto aos seixos, em vias de uma composição seletiva final de quartzo e quartzito, sugere um transporte não excessivamente longo, porém suficientemente habil para classificá-la. Segundo W. H. Twenhofel (14) "The lithologic composition of gravels may usually be regarded as in transition from the heterogeneity of the original collection of rock-fragments to the homogeneous and commonly quartzose character of far-travelled gravels" Assim considerando, somente os conglomerados compostos exclusivamente de seixos de quartzo ou quartzito devem ser considerados muito viajados ou seja submetidos a um longo transporte.

A generosa predominância dos seixos sobre um cimento assás escasso parece indicar um transporte predominantemente por tração, aliado a uma grande competência devido aos tamanhos assinalados na análise mecânica. Estas condições sugerem a vigência de um transporte torrencial fluvial, cujo veículo seria capaz de grande competência e carga, levando o material mais fino além dos sítios de deposição do material rudáceo, o que explicaria em parte a escassez do cimento.

A seleção da rocha, que pressupõe transporte longo e a heterogeneidade da composição dos seixos, que sugere um transporte não suficientemente longo para não desvanecer esse caráter, podem ser realizados na vigência de um transporte aquoso em que domine a velocidade da água, condição esta realizada no transporte fluvial torrencial existente em ambiente piemônico, pois, segundo Twenhofel (14) três são as causas que favorecem a seleção pela água, prolongado transporte, vigoroso movimento da água e carga moderada. No presente caso o vigoroso movimento da água

existente numa drenagem torrencial seria a causa da boa seleção do conglomerado do Baú, sem eliminar a heterogeneidade da composição dos seixos, oriunda da variedade de rochas na área de coleta.

Em conclusão, o transporte se efetuará numa região montanhosa de relevo fortíssimo, onde vigorasse uma drenagem torrencial capaz de imprimir grande velocidade ao veículo, correspondendo competência e habilidade seletiva, sem apagar a heterogeneidade da composição dos seixos.

6 — AUSÊNCIA DE ESTRATIFICAÇÃO

De um modo geral os conglomerados inestratificados são referidos à origem glacial ou à piemônica. O coeficiente de seleção eliminando a proveniência glacial, deixa apenas a possibilidade do conglomerado do Baú ser piemônico. Segundo LAWSON, o criador do termo fanglomerado para designar o conjunto dos sedimentos piemônicos, os conglomerados dessa origem são desprovidos completamente de estratificação, passando a depósitos mais finos onde vão ganhando estratificação. Este fato se passa no conglomerado do Baú, inestratificado, que gradualmente passa a arenito arcossiano conglomerático e depois arenito estratificado, terminando no folhelho, que constitui o termo texturalmente mais fino do conjunto. Twenhofel (14, pág. 802) afirma: "With distance from the highlands the poorly stratified deposits grade into others of more regular stratification. Still farther distant the deposits pass insensibly into those of the valley flat environment"

7 — GRADAÇÃO EM DEPÓSITOS MAIS FINOS

Segundo P. F. de Carvalho e E. A. Pinto (3), os conglomerados da série Itajaí passam a arenitos e estes a folhelho. Temos assim uma associação de sedimentos que se identifica com o fanglomerado de Lawson. A estratificação praticamente inexistente no conglomerado aumenta progressivamente para o arenito e o folhelho, obedecendo à mesma gradação que se observa nos depósitos piemônicos. Os quartzitos encontrados na série devem ser tidos como produto de metamorfismo cáustico das intrusões de granito ou efusões de quartzo-pórfito que cortam a série Itajaí.

A presença de arenito arcossiano, que passa a um verdadeiro arcósio, constitui mais um argumento para equiparar este conjunto de sedimentos a um fanglomerado típico.

8 — RECORRÊNCIA DE HORIZONTES CONGLOMERÁTICOS

A existência de diversos horizontes de conglomerados parece ser explicável por uma sedimentação de fanglomerado numa re-

gião sujeita a elevação, de sorte que haveria possibilidade dos depósitos subsequentes serem feitos a custa, em parte da erosão dos anteriores. A confirmação desta presunção parece estar na presença de seixos de arenito arcossiano da série encontrados nos conglomerados analisados (amostra 1) À repetição desses depósitos devido a elevação do país se deve a recorrência dos horizontes de conglomerados, bem como de arenito e folhelho, em número de 5 constatados por P F de Carvalho e E. A. Pinto (3) no perfil geológico esquemático de Blumenau a Brusque. Um estudo de campo mais detalhado mostraria, realmente, a sequência verdadeira desses horizontes e sua estratigrafia. Twenhofel (14) afirma que os depósitos piemônticos geralmente se dão em regiões em elevação, entretanto poderia ser lembrada a hipótese de que esta recorrência seria devida às perturbações tectônicas experimentadas pela série com o diastrofismo caledônico para uns ou tacônico para outros geólogos. Esse diastrofismo, tacônico ou caledônico, não foi muito enérgico, pois apenas dobrou suavemente a série Bambuí, de sorte que as perturbações na série Itajaí não chegariam ao regime de dobras, porém a apenas inclinações na estrutura, como se depreende dos perfis de P F de Carvalho e E. A. Pinto (3)

9 — ESPESSURA

Segundo P F. de Carvalho e E. A. Pinto (3) a espessura da série Itajaí, no perfil do rio Neise, tem cerca de 1.000 m, ocupando o conglomerado mais ou menos 300 a 400 m. Segundo Twenhofel (14, pág. 802) os depósitos piemônticos podem atingir grande espessura, levando-se em conta que geralmente ocorrem em regiões de levantamento: "With stationary crust one or two thousand feet appears possible, but as many piedmont accumulations seem to be in regions subject to periodic downfaulting or synclinal warping, and the sources of the sediments appear to be in regions of uplift, it is possible for many thousands of feet to accumulate"

10 — MARCAS ONDULARES, ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA E OUTRAS FEIÇÕES ESTRUTURAIS DOS ARENITOS

As marcas ondulares, estratificação cruzada e fendas de contração se dão geralmente em depósitos de águas razas, nos deltas e lagoas, pequenas bacias que se formam no ambiente piemôntico, não sendo privativo da sedimentação lacustre. Aliás Twenhofel (14, pág. 802) é bem explícito ao falar das feições estruturais nos sedimentos piemônticos: "Small basins may form on a piemont surface through the coalescence of two fans along their lower outer margins. Small lakes and swamps may develop in these depressions and form deposits dovetailing with typical deposits of the piemont environment. Some eolian deposition may also occur

upon the fans. The stream deposits are deposited at relatively high inclinations and they are likely to be considerably cross-laminated, with the inclinations in the same general direction. Mud cracks may develop in suitable sediments. Highlands with glaciers contribute a volume of gravels to the fans and cones which is much greater than where such are not present; the deposits may then have some characteristics of those formed fluvio-glacially”

A presença de marcas ondulares, estratificação cruzada, às vezes rítmica, fendas de contração nos arenitos e “mud-cracks” nos folhelhos não incompatibilizam a sedimentação com o ambiente piemôntico, portanto, uma vez que são feições que ocorrem com frequência neste ambiente.

11 — AUSÊNCIA DE FOSSEIS E DE MATÉRIA ORGÂNICA

Afastada inicialmente a possibilidade do conglomerado do Baú ser de origem glacial, a ausência de fósseis e de matéria orgânica comum a esses depósitos e aos piemônticos, só pode indicar uma origem piemôntica.

12 — CIMENTO ARCOSIANO COM FELDSPATO ANGULAR E SUB-ANGULAR

Petrograficamente o cimento do conglomerado do Baú é arcosiano, com feldspato clástico angular e sub-angular, alterado após o transporte na sua maioria, tendo como principal autígeno a hematita.

A presença de cimento arcosiano, arcósio e arenito arcosiano na série Itajaí, é um testemunho importante da origem piemôntica porquanto uma das condições para a formação do arcósio, além da área de coleção em terreno de rochas ácidas, desintegração, é a superveniência de um transporte rápido para preservar o feldspato alotígeno com um contorno angular, circunstância esta privativa do ambiente piemôntico, uma vez que o Arcósio marinho apresenta o feldspato redondo, bastante rolado.

A formação do arcósio, segundo Twenhofel (14) está condicionada a regiões áridas, semi-áridas ou de baixa temperatura. A ausência de seixos de calcáreo e de dolomito sugere um clima úmido preferencialmente, condições estas em equação num ambiente piemôntico, sem excluir a possibilidade de glaciares no topo das montanhas.

CONCLUSÕES

O conglomerado do Baú é um pudingue, devido a tendência ao arredondamento dos seus seixos sub-angulares, de origem fluvial, depositado em ambiente piemôntico na borda de uma região

de altas montanhas. É um sedimento rudáceo bem selecionado ($So = 1.32$), com uma composição heterogenea indicando que no transporte da rocha predominou, mais do que a duração, a rapidez e o vigoroso movimento da água. A composição dos seixos não foge da que existiria na região arqueana e algonquiana contribuintes e de próprios fanglomerados anteriormente depositados e erodidos, indicando uma elevação do país que deslocaria o plano de dejeção para sítios inferiores. Na produção dos seixos e do arcósio sem dúvida alguma deveria ter entrado o gelo como maior fornecedor, admitida a premissa de que se tratava de uma região alta e de clima umido para permitir a formação do arcósio com feldspato sub-angular. Infortunadamente as provas de uma interferência glacial direta foram apagadas pelo transporte e pela deposição fluvial, não deixando nenhum testemunho na rocha. Não seria pois possível referi-la à origem fluvio glacial porque esta implicaria a existência de elementos que denunciassessem ter sido parte do transporte, ou mesmo da deposição, efetuado pelo gelo como acontece nas rochas dessa proveniência. No conglomerado do Baú todo o transporte e deposição foram reconhecidamente fluviais, com possibilidade de uma ação glacial na fonte e produção dos seixos e do arcósio.

A prova de que o arcósio foi formado em região umida e não árida ou semi-árida, reside na ausência de seixos de rochas calcáreas e dolomíticas que, sem dúvida alguma, existiriam na região de coleta. Segundo Twenhofel (14), o arcósio proveniente de regiões umidas pode ser terrestre ou marinho; o arcósio do cimento do conglomerado do Baú é terrestre devido o contorno anguloso dos feldspatos em oposição ao contorno arredondado que possuem os feldspatos dos arcósios marinhos.

A pseudomorfose de sericita, zoizita, etc., referida nos cristais dos feldspatos clásticos do arcósio indica um transporte rápido fluvial, de caráter torrencial, capaz de evitar perda do feldspato por alteração.

A presença de feições estruturais, como fendas de contração, marcas ondulares, estratificação diagonal, coincide com os depósitos mais finos — arenitos e folhelhos, em sítios mais abaixo da dejeção dos sedimentos rudáceos onde existiriam lagos, pequenas bacias ainda subordinadas ao ambiente piemontico, como já acentuára Twenhofel (14)

O conjunto da série Itajaí constitue um típico depósito de fanglomerados sucessivos, resultando disso a recorrência dos horizontes de conglomerados mais do que por imposições tectônicas, baseando-se na existência de seixos de arenito arcosiano referível à própria série.

O termo mais conspícuo de toda a série Itajaí é o conglomerado do Baú que, graças a sua extrema coesão constitue, devido a ero-

são diferencial, as principais saliências topográficas do vale do Itajai-assú, como o pico do Baú e o morro Agudo, ambos próximos a Blumenau.

A série Itajai apresenta-se perturbada pelo diastrofismo responsável pelas intrusões graníticas e efusões de quartzo-pórfito que a cortam em diversos pontos assinalados por P. F. de Carvalho e E. A. Pinto (3) nos perfis geológicos de Aquidaban-Veados e Blumenau-Brusque. Victor Leinz (5) data no caledoniano o diastrofismo que afetou a série, baseado na idade presumida dos granitos e pórfiros. Este diastrofismo produziu forte metamorfismo cataclástico no conglomerado, sem contudo chegar ao dinamotermal. Os seixos de filito foram esmagados, enrugando-se os leitos de quartzo (fig. 8) e os de quartzo adquiriram textura moiteiro e extinção ondulante. Outra prova de cataclase se observa, ao microscópio, nos cristais de plagioclásio e de mica muscovita detrital. Os primeiros apresentam-se com os planos de geminação polissintética (010) deformados (fig. 15) e a mica se acha torcida (fig. 9).

Admitindo-se que a série Itajai foi perturbada pela revolução caledônica, de acordo com V. Leinz (5), a idade da mesma ficaria situada entre o cambriano e o siluriano, sem possibilidade de precisar sua exata posição cronológica por falta de provas.

O prof. Othon Henry Leonardos (2) admite para a série Itajai bem como para a Ribeira e Lavras, a idade câmbrica e um diastrofismo tacônico, argumentando com a falta de provas de que tenha existido no Brasil e na América do Norte uma revolução entre o siluriano e o devoniano: "Por influência da literatura européia, os nossos geólogos têm assimilado o diastrofismo que dobrou as séries eopaleozóicas brasileiras à revolução caledoniana. Considerando-se, porém, que as séries silurianas apenas mostram fraco dobramento nos bordos das respectivas bacias, e que para os pegmatitos com minerais radioativos de Minas Gerais foi determinada a idade de 360 milhões de anos, correspondente ao siluriano superior, torna-se mais lógico equiparar a revolução eopaleozóica brasileira à tacônica e os pegmatitos não perturbados à fase caledoniana"

Sem penetrar no ambiente desta discussão, a idade da série Itajai ficaria no cambriano ou ordoviciano para aqueles que admitem a revolução tacônica, e a ela subordinadas as erupções graníticas e de quartzo-pórfito observados desde o Perú até o Atlântico a das Guianas a Mato Grosso. Considerando-se esses fenômenos caledonianos, a idade da série Itajai poderia vir até o siluriano.

A conclusão de que a série Itajai não é glacial, porém piemontica, não a incompatibiliza com a idade câmbrica atribuída pelo Prof. O. H. Leonardos baseado na glaciação cambriana que admite ter sido generalizada no Brasil meridional, porquanto se bem que não haja provas de glaciação na série Itajai há forte in-

dício da existência de gelo na fonte e produção dos seixos e do arcócio do conglomerado do Baú.

E. P. de Oliveira (17) admite a idade possivelmente ordoviçiana da série Itajaí. Entretanto, refutada a fácies glacial da série, continua aberto o problema da sua idade à investigação futura.

AGRADECIMENTOS

O autor externa os seus agradecimentos ao Dr. Ruy Ribeiro Franco, Diretor interino do Departamento de Mineralogia e Petrografia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo que auxiliou-o na viagem ao vale do rio Itajaí-assú, Santa Catarina, da qual resultou o presente trabalho e ao Dr. Evaristo Pena Scorza, chefe da Seção de Petrografia da Divisão de Geologia e Paleontologia do Departamento Nacional da Produção Mineral por ter autorizado a proceder a separação do residuo pesado do cimento do conglomerado por meio do bromofórmio.

(17) Atlas Geológico do Brasil. S. G. M. B. Rio de Janeiro. 1933-34.

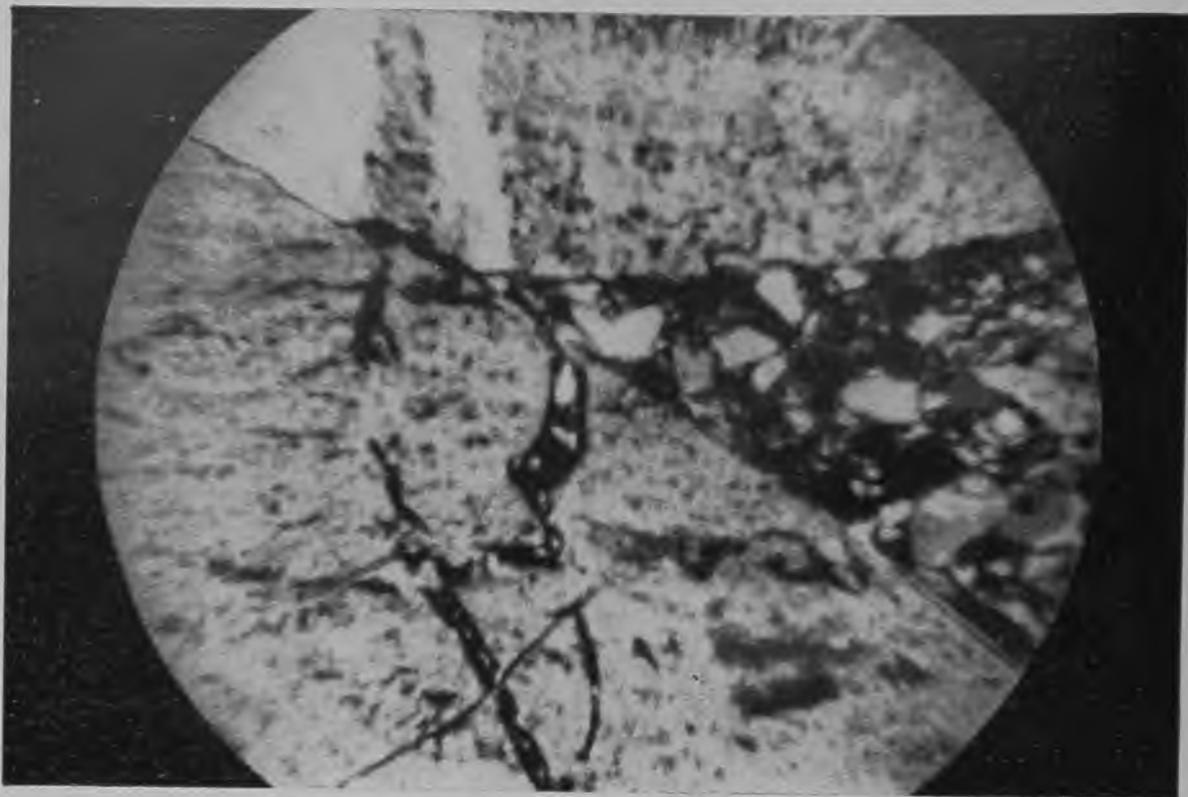


Fig. 1
Seixo de Jaspe, quartzito e cimento
Nicoes || 26 X

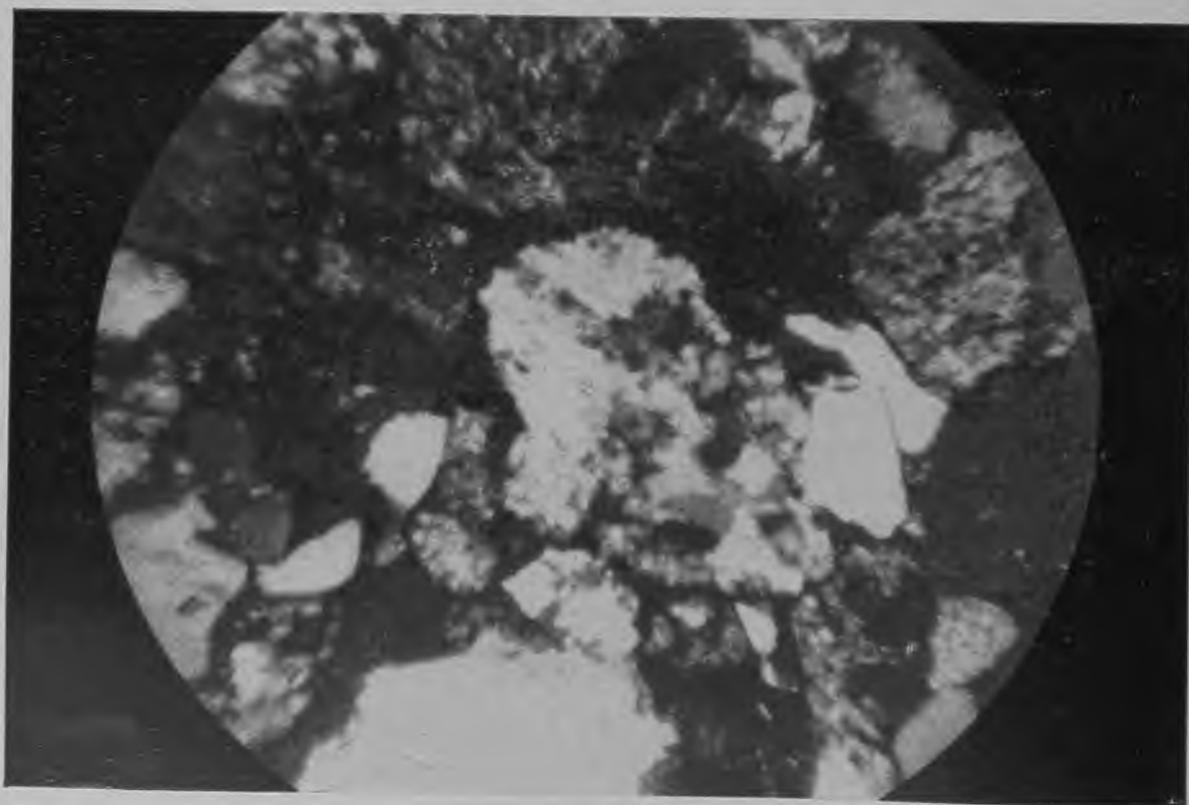


Fig. 2
Serecitzação de um cristal de feldspato
Nicoes + 82 X

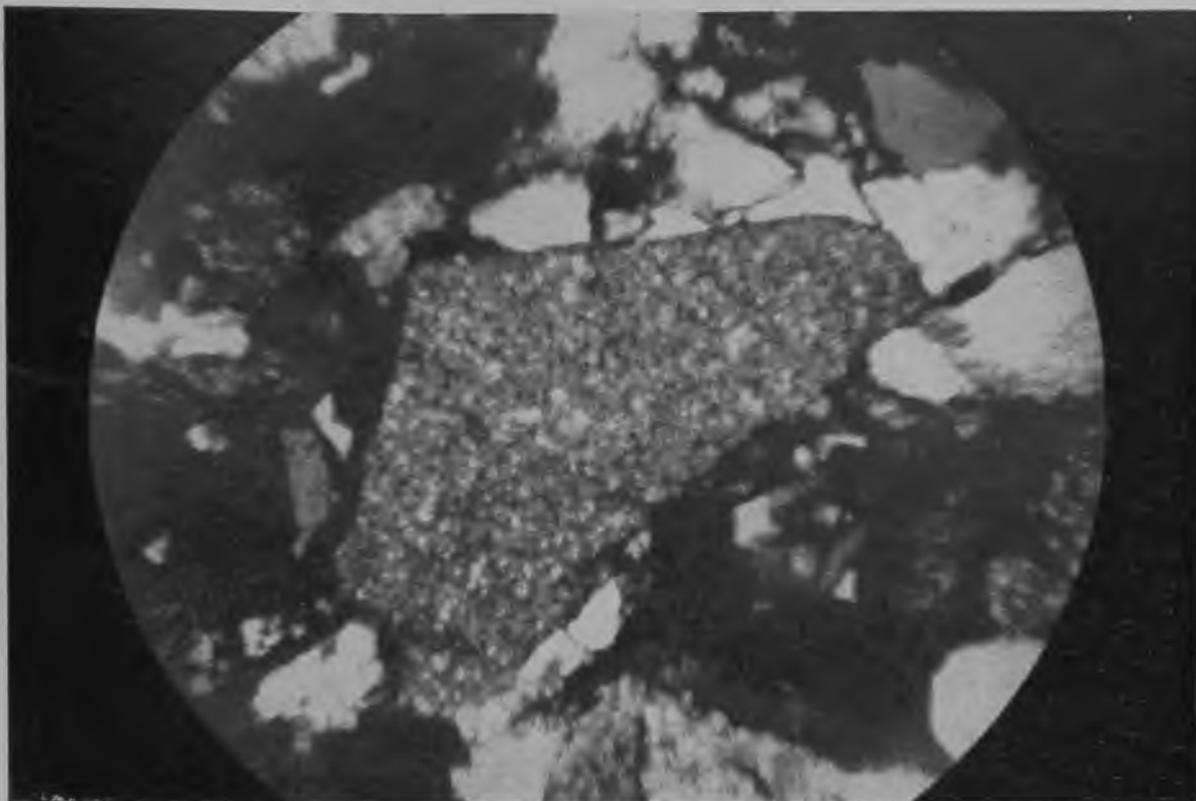


Fig. 3
Seixo de quartzito no cimento
Nicoes + 82 X

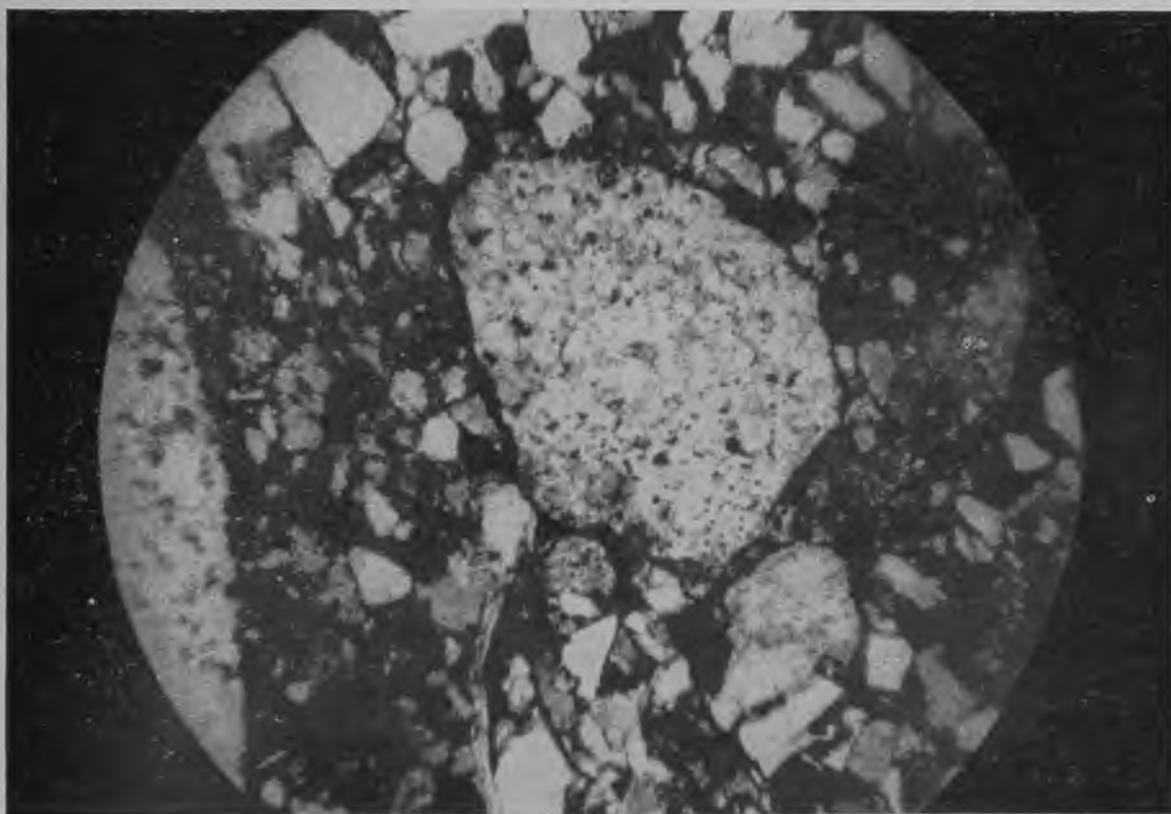


Fig. 4
Seixo de quartzito no cimento
Nicoes || 26 X

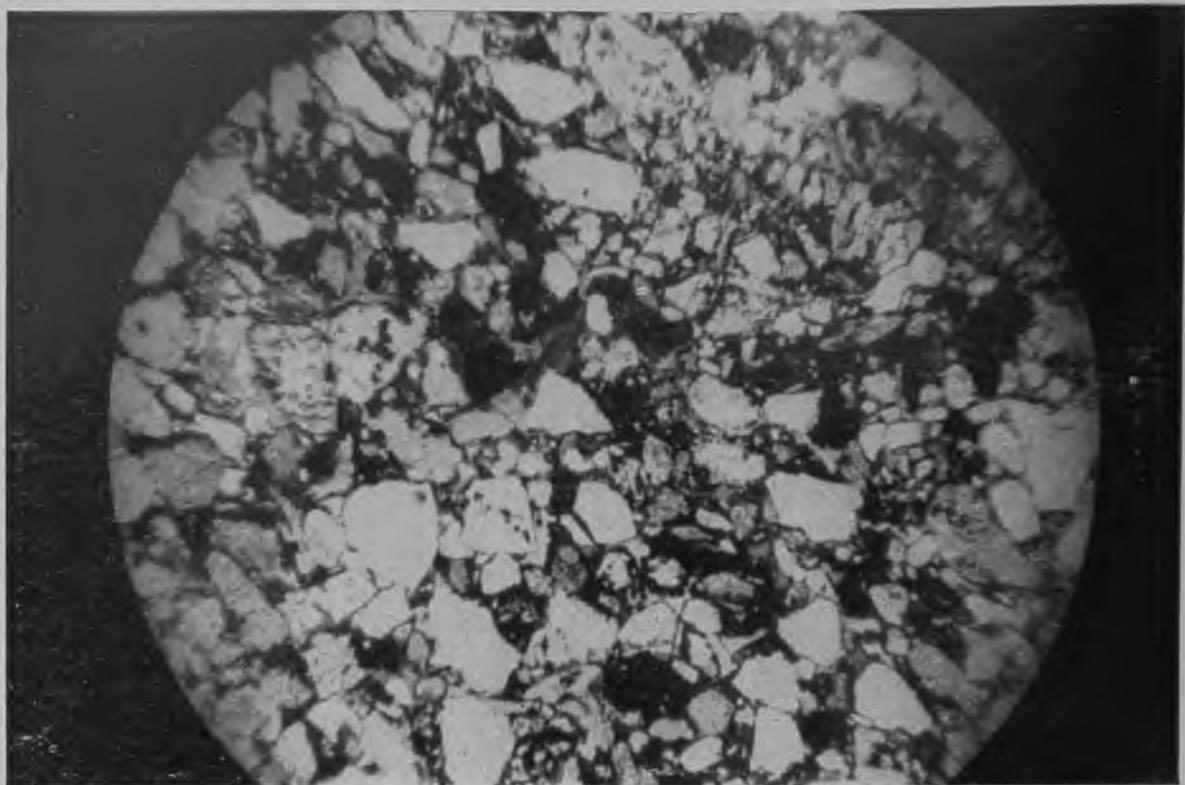


Fig. 5
C I M E N T O
Nicoes || 26 X

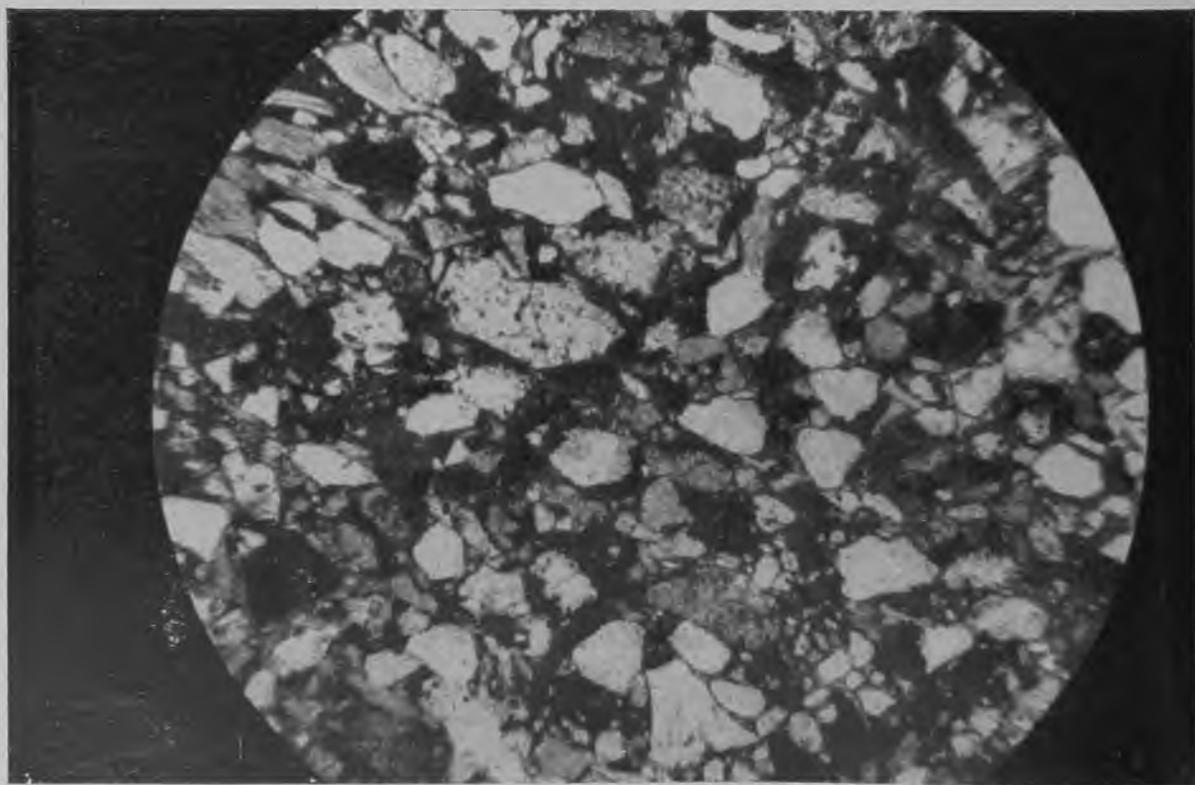


Fig. 6
C I M E N T O
Nicoes || 26 X



Fig. 7
Seixo de filito com deformação clástica
Nicoes || 26 X

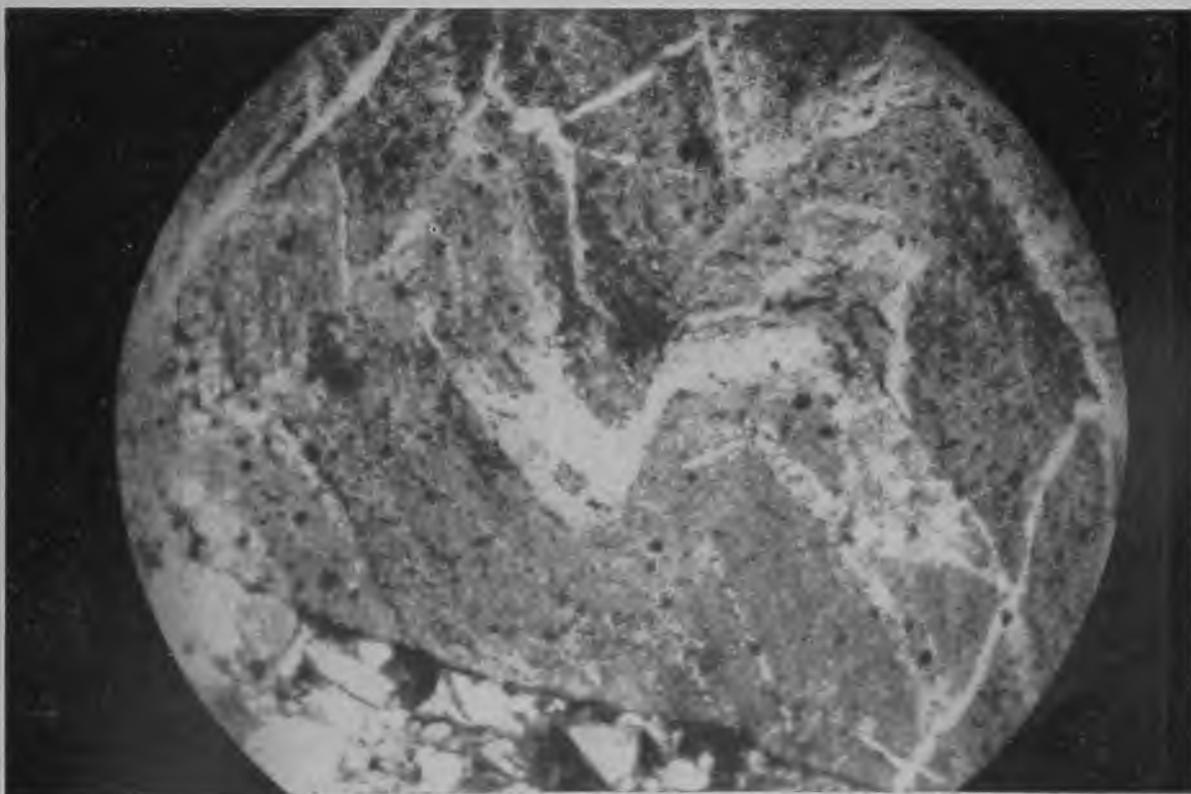


Fig. 8
Seixo de filito com deformação clástica em contato com o cimento
Nicoes || 26 X



Fig. 9
Cristal de mica muscovita com deformação elástica
Nicoes + 82 X

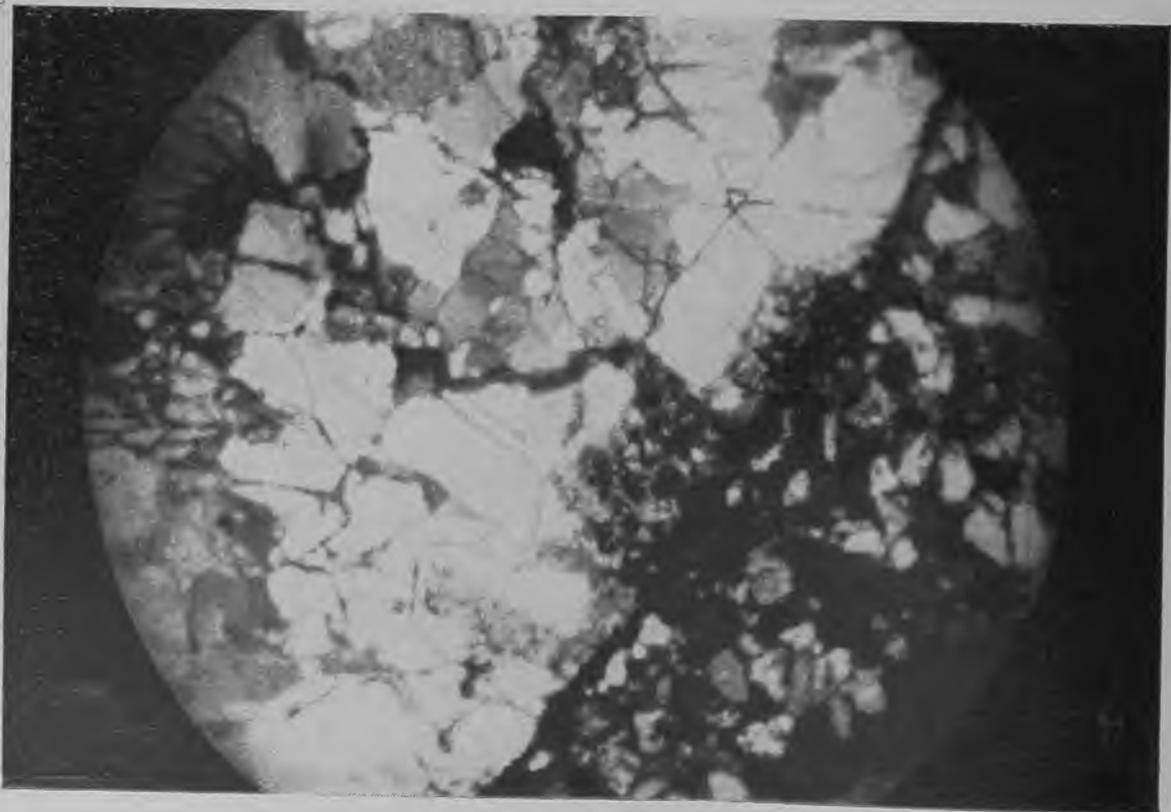


Fig. 10
Seixo de granito com fraturas preenchidas com hematita secundária devido à cataclase
Nicoes + 26 X

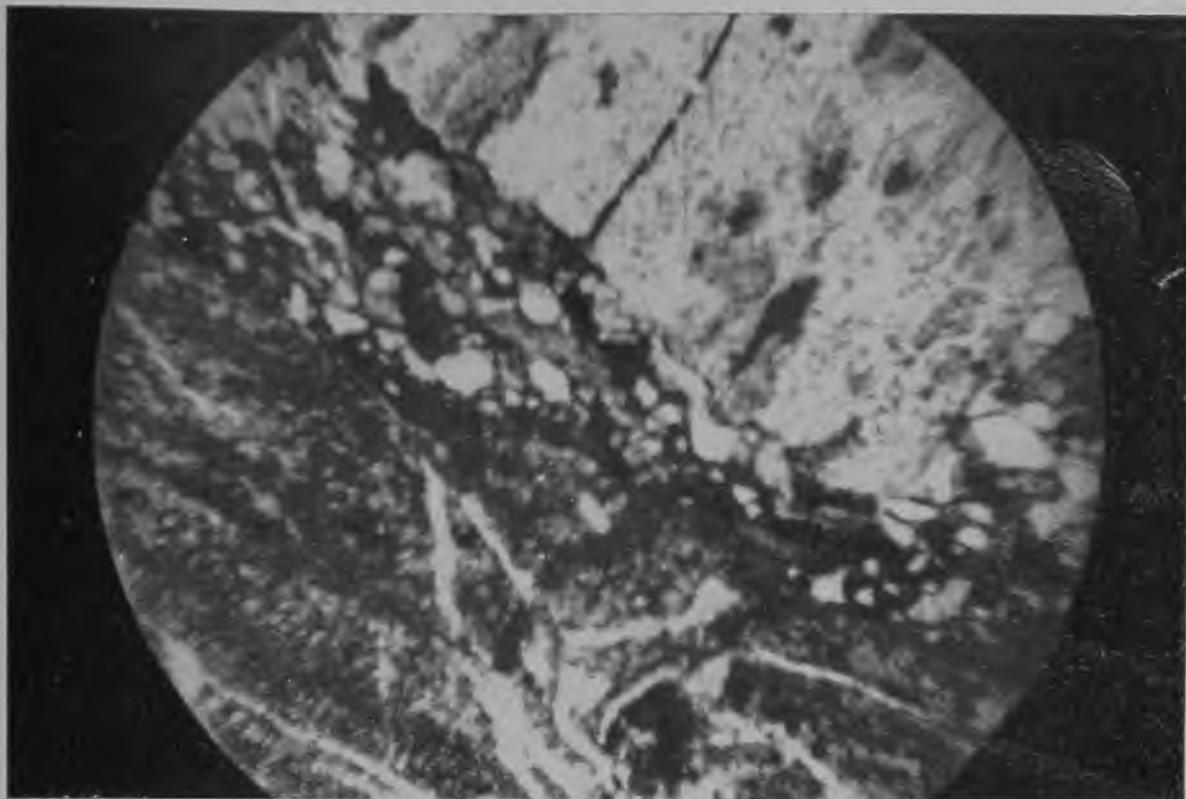


Fig. 11
Contato entre um seixo de jaspe e filito com o cimento
Nicoes || 26 X

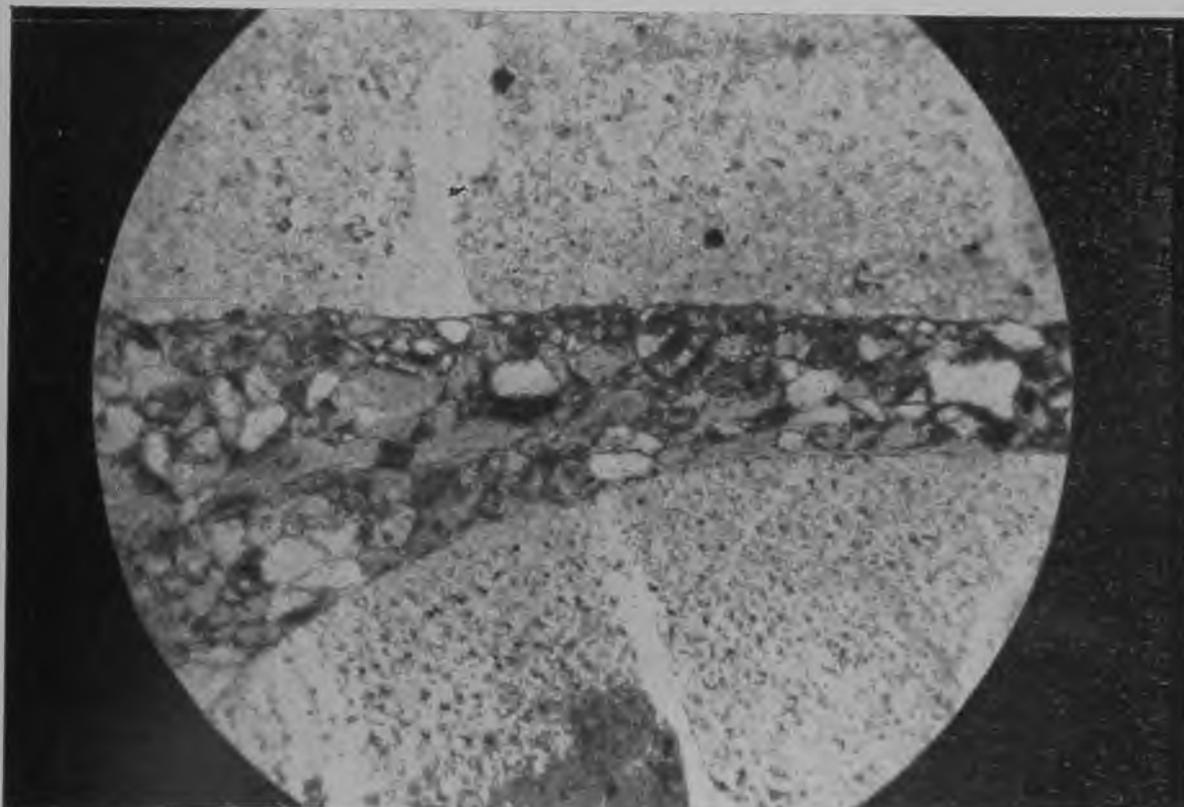


Fig. -12 -
Contorno arredondado dos seixos com o cimento
Nicoes || 26 X

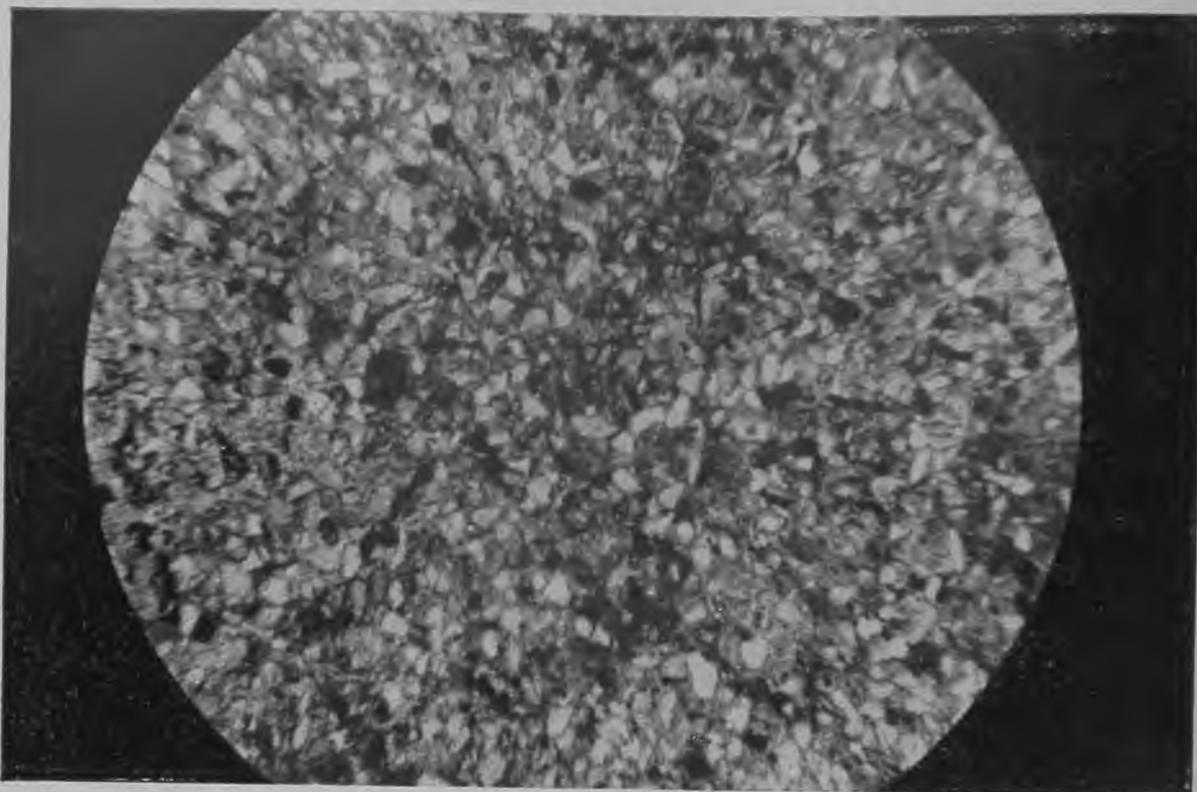


Fig. 13
Seixo de arenito arcosiano
Nicoes || 26 X

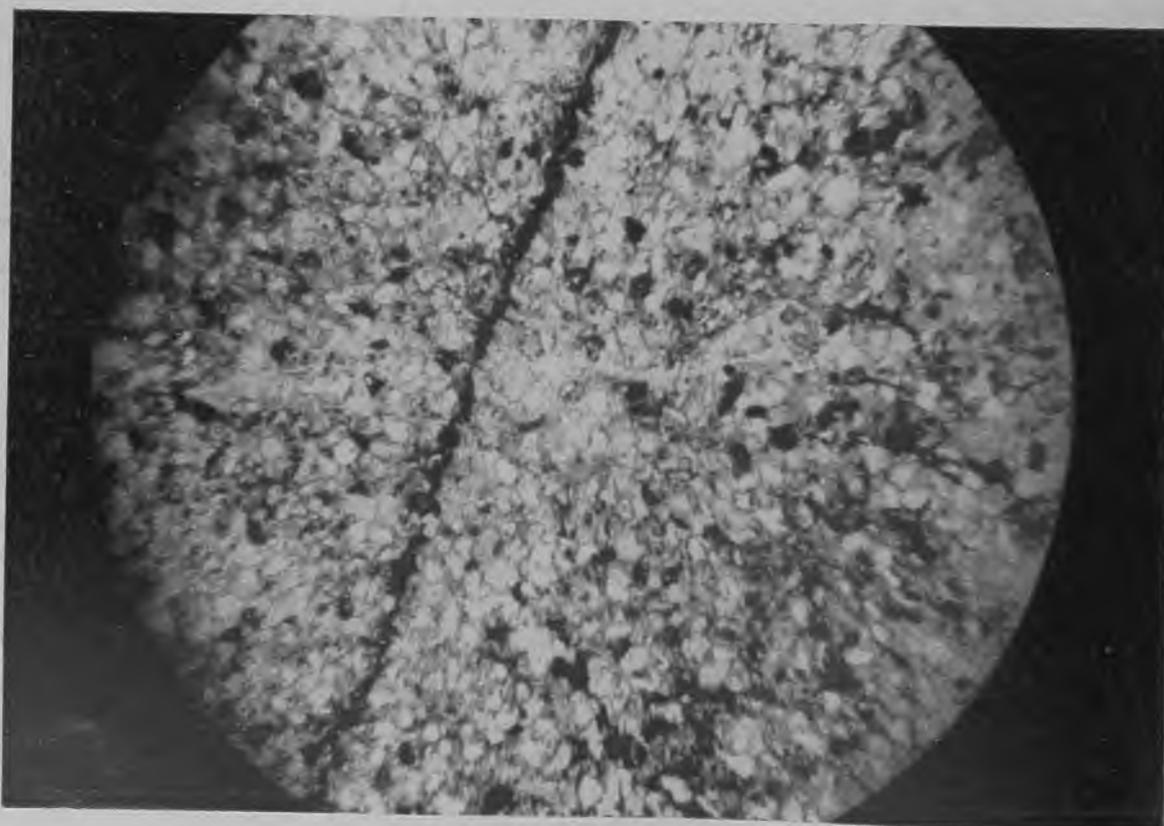


Fig. 14
Arenito arcosiano com leito de hematita
Nicoes || 26 X

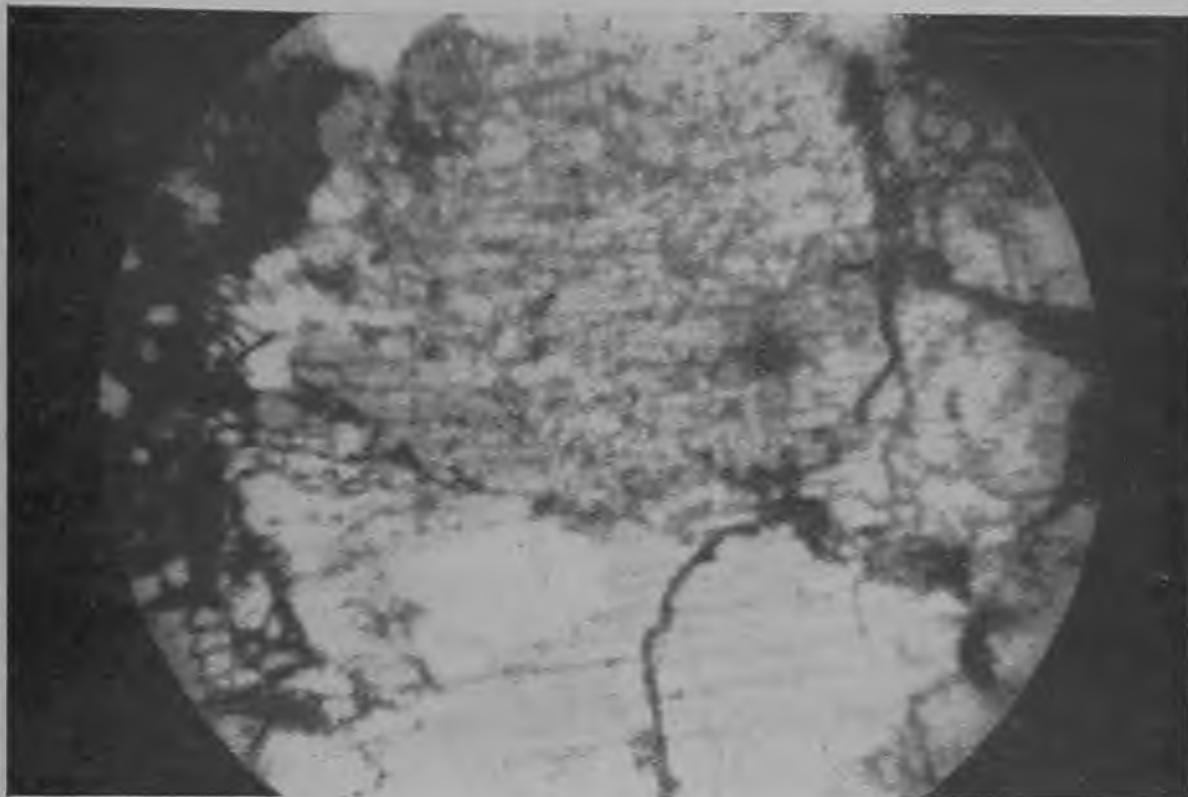


Fig. 15
Deformação clástica num cristal geminado de plagioclásio
Nicoes ⊥ 82 X

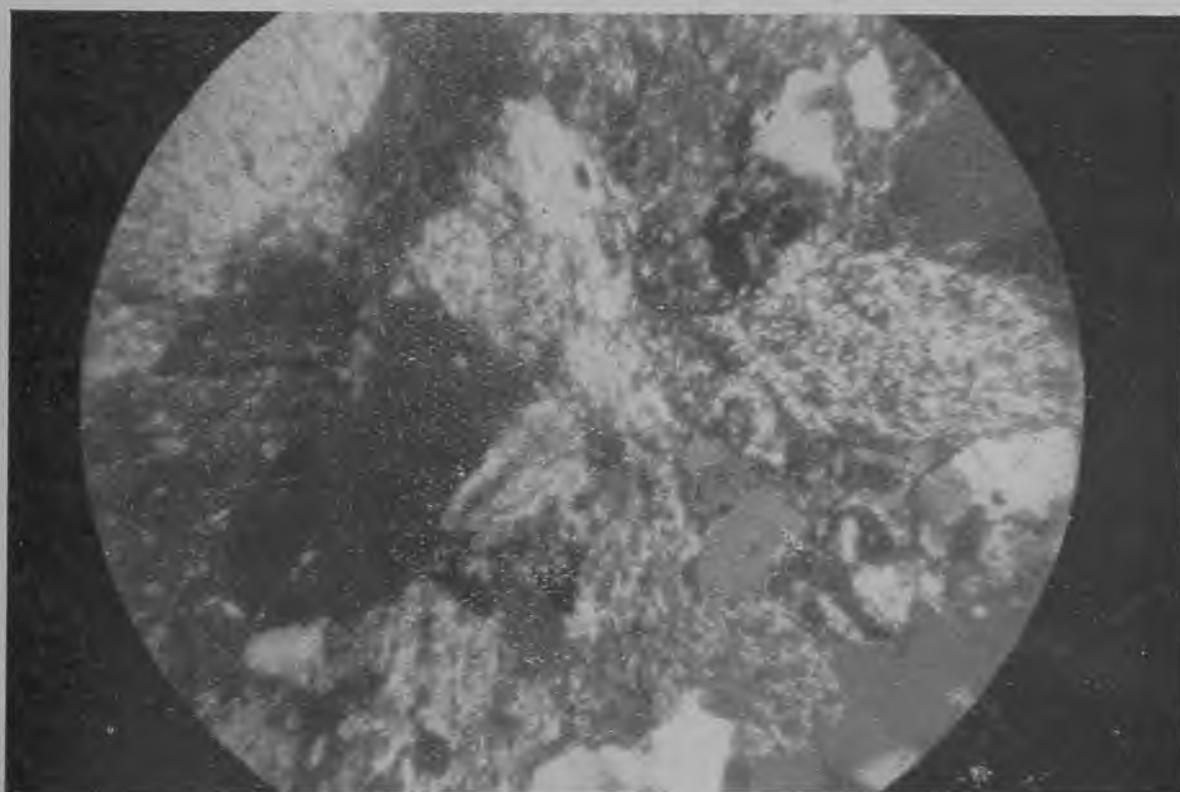


Fig. 16
Alteração do feldspato em quartzo e sericita
Nicoes ⊥ 82 X

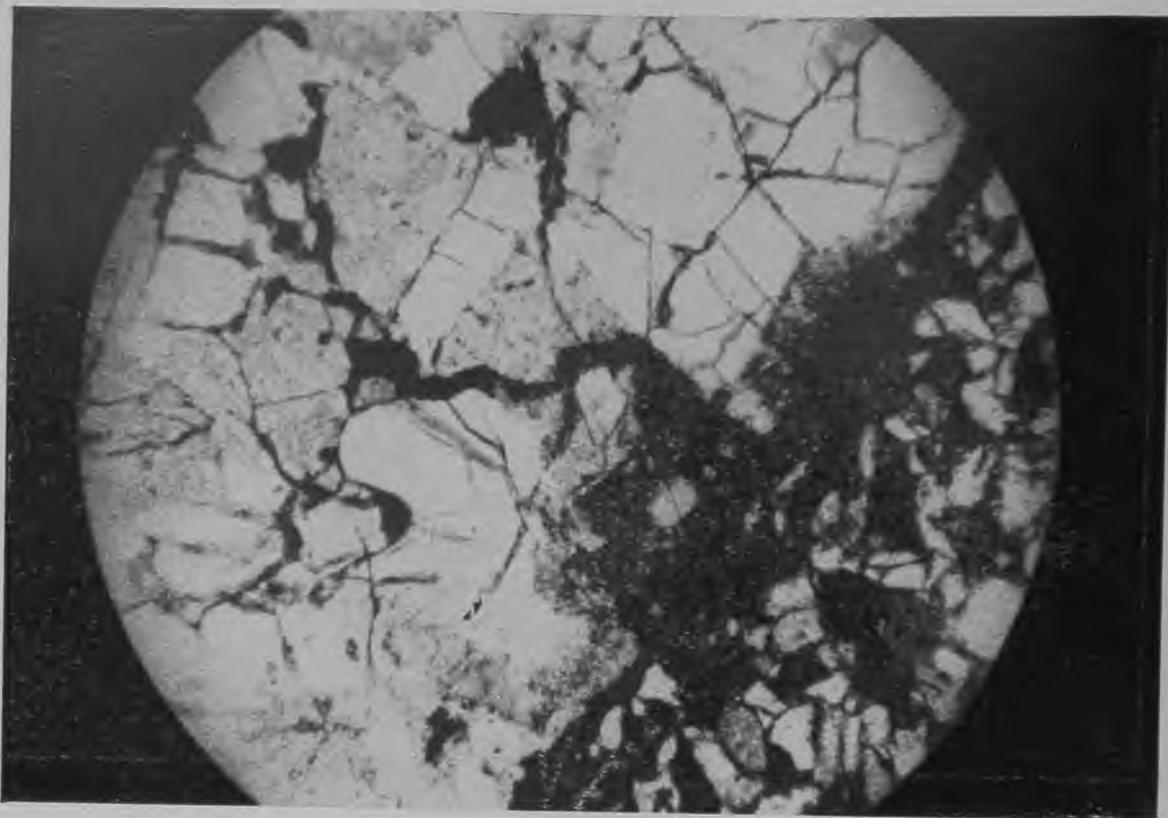


Fig. 17
Seixo de granito com cataclase preenchida por hematita
Nicoes || 26 X

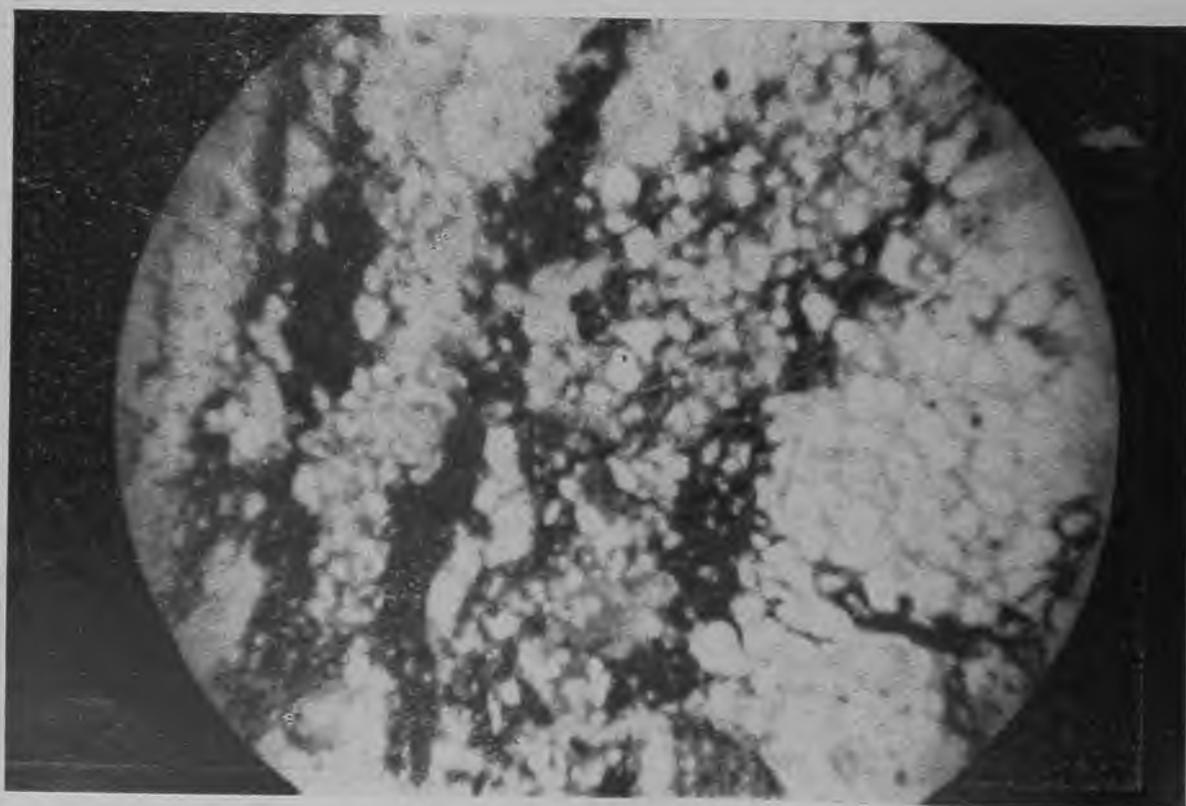


Fig. 18
Hematita secundária nas fraturas de um seixo de quartzito
Nicoes || 26 X

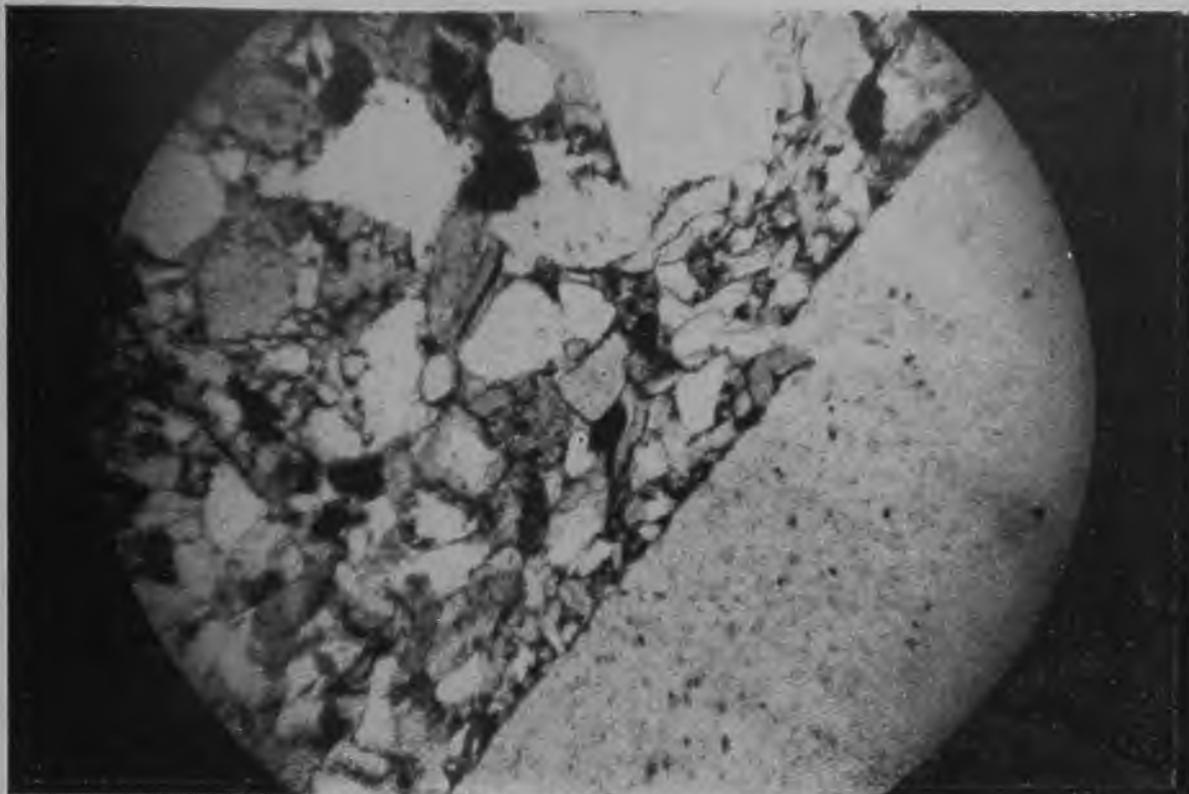


Fig. 19
Contato entre um seixo de quartzito e o cimento mostrando uma microfalha naquele seixo
Nicoes || 26 X

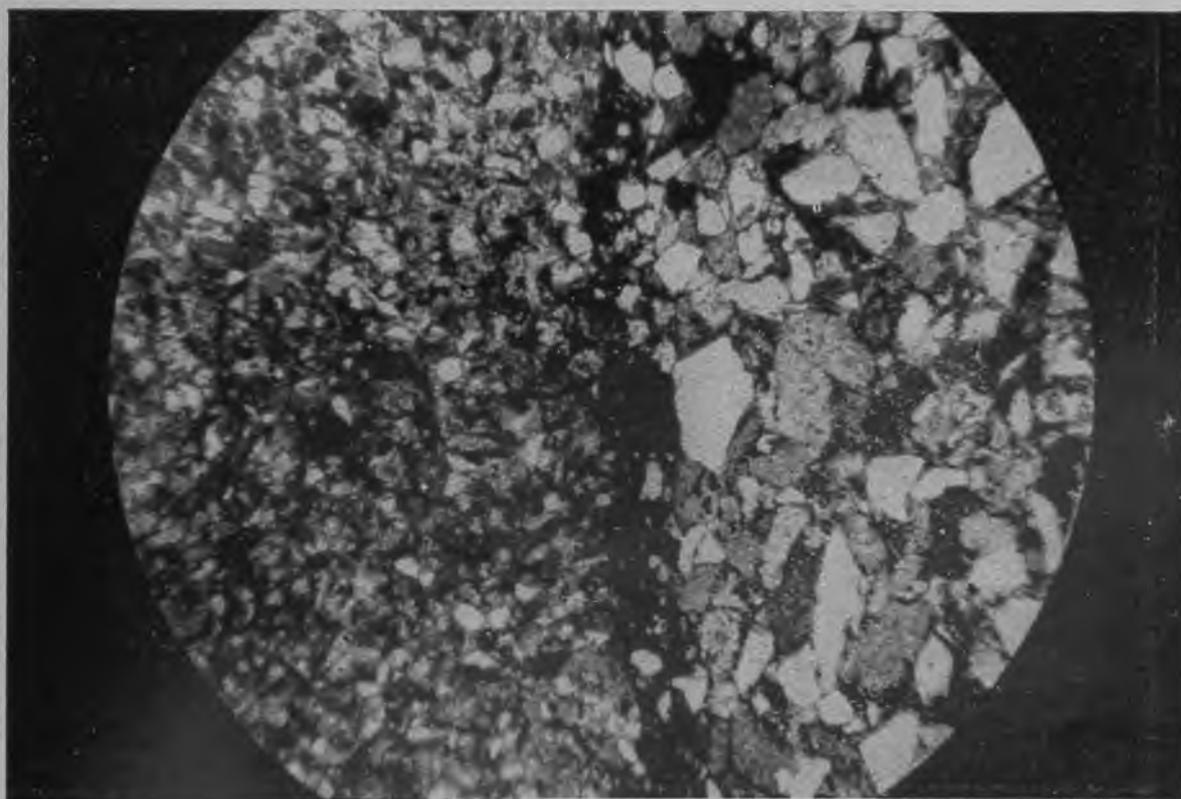


Fig. 20
Contato entre um seixo de arenito arcosiano e o cimento
Nicoes || 26 X

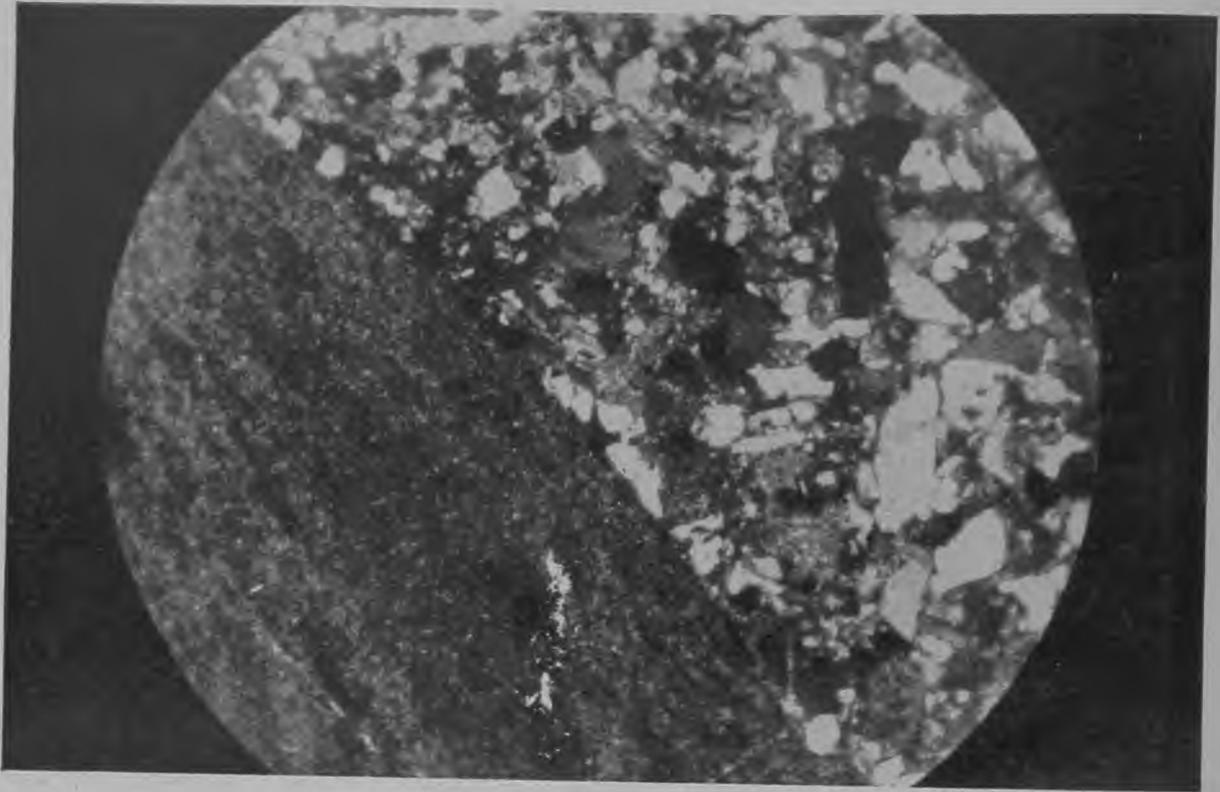


Fig. 21
Contato entre o seixo de jaspe e o cimento
Nicoes + 26 X

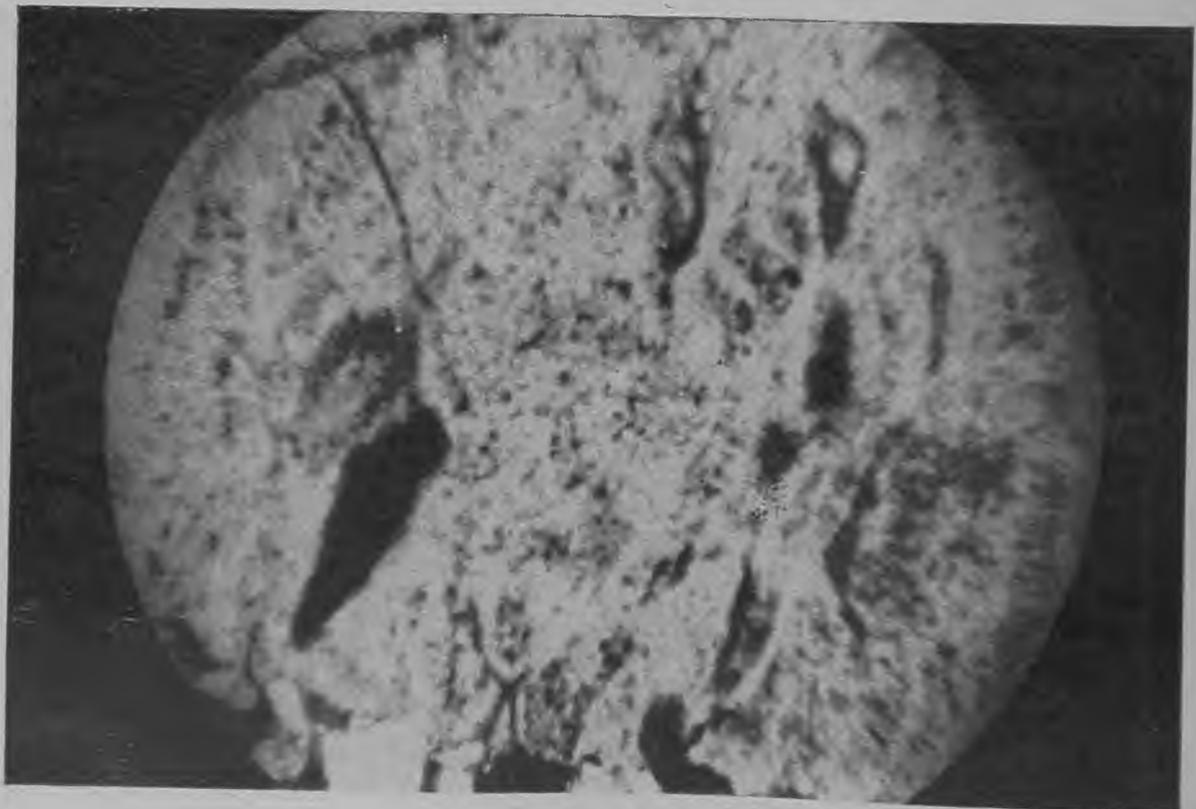


Fig. 22
Seixo de jaspe com lentes de hematita na estratificação
Nicoes || 26 X

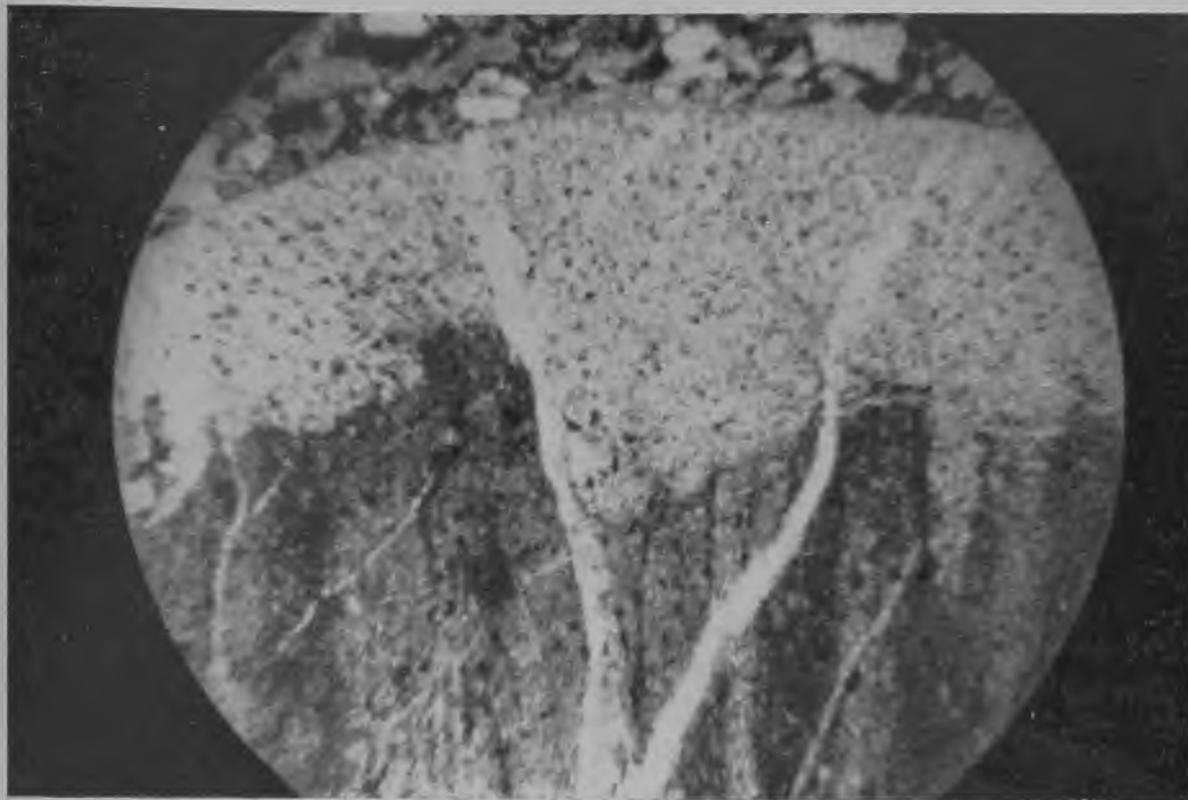


Fig. 23
Seixo de filito com silicificação terminal
Nicoes || 26 X

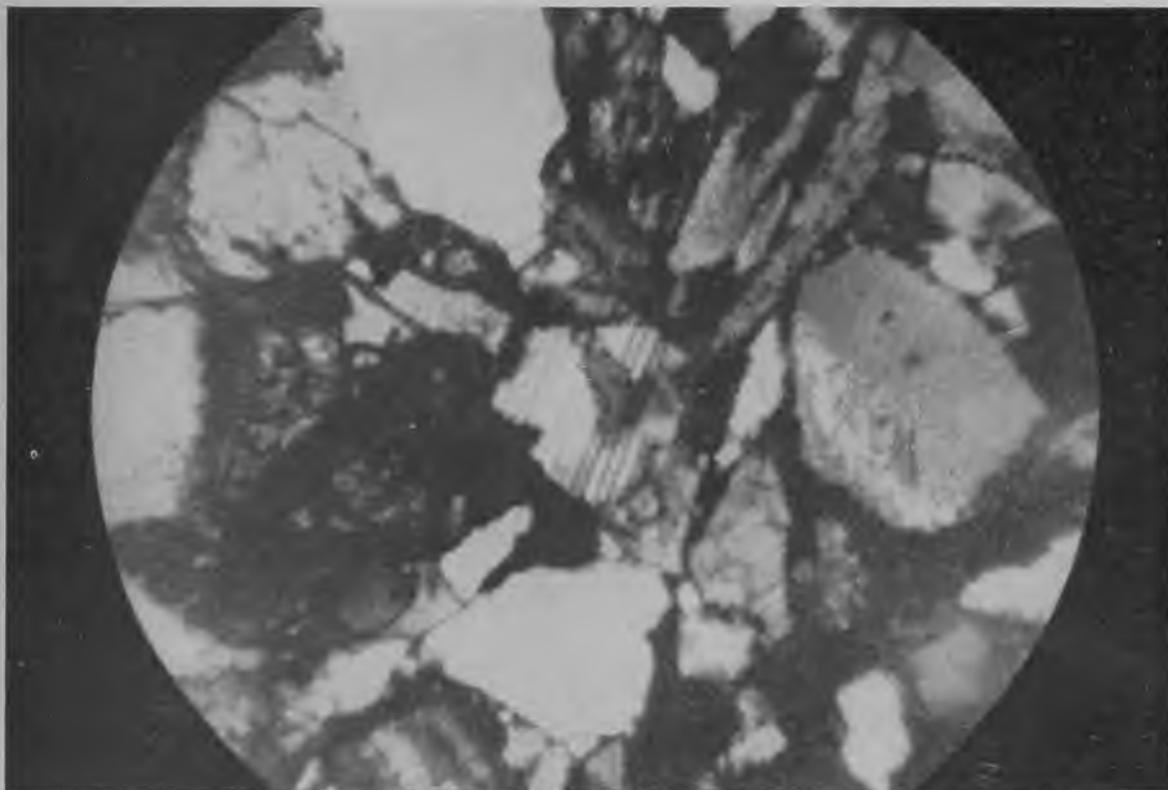


Fig. 24
Quartzo secundario num seixo de quartzito e um cristal geminado de plagioclasio no cimento
do conglomerado
Nicoes + 82 X

CAMADAS FOSSILÍFERAS DO RIO GRANDE DO NORTE

Luciano Jacques de Moraes

INTRODUÇÃO

Em agosto de 1923, quando realizávamos estudos geológicos no Nordeste do Brasil, na qualidade de geólogo da Inspetoria Federal de Obras contra as Sêcas, sob a direção do dr. Miguel Arrojado Lisboa, tivemos a oportunidade de efetuar uma viagem, a cavalo, pela costa do Rio Grande do Norte, ao norte de Natal, até o lugar denominado Ponta da Gameleira (14), onde descobrimos camadas fossilíferas.

Este local fica situado à distância de 75 km, aproximadamente, ao norte de Natal e logo ao sul de Touros, cidade esta localizada no ponto onde a costa Nordeste muda de rumo, infletindo-se para o norte (fig. 1).

FEIÇÕES GEOLÓGICAS GERAIS

Todo este trecho da costa, assim como a parte ao sul de Natal, se apresenta constituído, predominantemente, pelas camadas da chamada "Formação das Barreiras", de idade presumidamente pliocênica, encimada, aqui e ali, pelos depósitos quaternários, representados pelas areias da praia, pelos arenitos calcáreos dos recifes e pelas vasas dos mangues, nos estuários dos cursos d'água.

A geologia desta faixa sedimentária costeira foi estudada por vários geólogos, principalmente por Branner (1, 2, 3, 4), Derby (5), Waring (6, 7) e Moraes (11, 12, 13).

Como é bem conhecido, as "barreiras" são escarpas esculpidas nas formações terciárias pela ação das vagas (fig. 2). A sua altura alcança, às vezes, algumas dezenas de metros. São constituídas de sedimentos argilo-arenosos, alternados e variegados, ora incoerentes, ora compactos. As argilas passam a folhelhos e as areias a arenitos, destacando-se, entre os últimos, rochas de côres avermelhadas, de cimento ferruginoso e de estrutura mais ou menos cavernosa, correspondendo a verdadeiras *cangas*, nome sob o qual são comumente conhecidas as bréncias ferruginosas de Minas Gerais.

Esses arenitos vermelhos não formam camadas contínuas, na costa, mas sim manchas, nos pontos onde era maior a proporção de óxidos de ferro e em que as condições ambiente facilitaram a hidratação destes óxidos. Devido à sua grande resistência à erosão, essas porções ferruginosas formam pontos salientes e pe-

quenas grutas, nas barreiras da costa, bem como parte dos recifes de arenito do litoral, muito diferentes, por conseguinte, dos recifes de arenito calcáreo e dos recifes de coral, exaustivamente estudados por Branner (2, 4).

A influência das camadas ferruginosas na preservação da linha litorânea atual do Nordeste é claramente mostrada na fig. 3, onde esboçamos um pequeno trecho da costa, junto ao povoado de Areia Preta, nas proximidades, ao sul, de Natal. As saliências ou *pontas* são formadas ou protegidas pelas rochas ferruginosas.

Os arenitos ferruginosos contribuem, pois, em larga escala, para a conservação das linhas de contorno do litoral do Nordeste do Brasil, retardando o seu solapamento pelas vagas. Deste modo, essas rochas geralmente ocorrem, em bôa proporção, nos pontos mais salientes da costa oriental do Brasil, não só no Nordeste, porém desde uma porção desta muito mais ao sul, a partir dos Estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo até a ponta de Caiçara, no Rio Grande do Norte.

São exemplos típicos destas barreiras as existentes ao sul da barra do rio Itabapoana, no Estado do Rio, as de Sirí e de Nova Almeida, no Espírito Santo, as de Cabo Branco, na Paraíba do Norte, as de Ponta Negra e Areia Preta, ao sul de Natal, e, ao norte, as de Caraúbas, as das pontas de Maracajaú, de Caconho, de Mato Caboclo, de Olhos D'água, as do Cabo de São Roque ou Ponta Gorda e da Ponta da Gameleira.

AS URCAS E O ATOL DAS ROCHAS

Os recifes e blocos de arenito ferruginoso mostram-se em muitos pontos da costa do Rio Grande do Norte, dentre os quais destacamos os seguintes, ao norte de Natal: Genipabú, Jacumã, Porto Mirim, Barra do Maxaranguape e, afastados da costa, no trecho que se estende de Touros até Macau. Os arrecifes deste último trecho são conhecidos sob a denominação de *Urcas* e se apresentam formados principalmente de arenito ferruginoso, ou canga, e se elevam acima da preamar, às vezes, de muitos metros. São vários arrecifes, situados a uma distância de algumas milhas da costa, conforme informações obtidas dos pescadores da região. As Urcas são, pois, constituídas de arenitos da Formação das Barreiras, consideradas de idade terciária superior (pliocênio), e faziam parte da terra firme, até uma época relativamente recente, quando a área da faixa costeira em que se acham localizadas sofreu os efeitos de uma enérgica erosão marinha e foi solapada, restando, apenas, as porções mais resistentes, representadas pelos arenitos ferruginosos.

Também, no trecho em frente à barra do Maxaranguape, os blocos desse arenito formam recifes, distanciados cerca de 500 m da praia.

Os recifes de coral, em Jacumã, a 25 km ao norte de Natal, aparecem ao longo da praia, a uma distância dela afastados de 500 m, aproximadamente, expostos à atmosfera, nas maiores baixas-mares. Os corais são aí extraídos, com o auxílio de jangadas e empregados na fabricação de cal, em médas. Esses corais consistem, essencialmente, em dois tipos: *Porites verrilli* e *Millepora alcicornis*, estudados por W. Greeley e Branner (2). O primeiro desses corais, devido ao seu aspecto arredondado, com a superfície crivada de pequenos orifícios, e vulgarmente designada pelo nome de "cabeça de carneiro"

A uma maior distância da costa do Rio Grande do Norte, a nordeste do Cabo de São Roque, encontram-se as ilhas Rocas, que são verdadeiros recifes de coral e não constituídos de rochas vulcânicas, como, por equívoco, se acham representadas no mais recente mapa geológico do Brasil, publicado, em 1942, pela Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral. Paulo José Duarte (8), antigo químico do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco e nosso companheiro em diversas excursões no Estado do Nordeste do Brasil, empreendeu, há poucos anos, uma excursão a essas ilhas e publicou uma sucinta notícia sobre a sua constituição geológica. Vemos aí, de um modo claro, completando as informações anteriormente adquiridas (10), que as Rocas são formadas por um autêntico atol. É muito possível que esse atol esteja encimando picos de rochas vulcânicas submarinas, do tipo das de Fernando de Noronha e dos Rochedos de São Pedro e São Paulo, mas também é possível que o substrato seja formado pelos arenitos ferruginosos acima referidos. Só um estudo de detalhe poderá esclarecer este ponto.

As dunas existem em abundância na porção da costa ora tratada, notavelmente nas proximidades de Genipabú, no cabo de São Roque e nos arredores, ao sul, de Natal.

OS FÓSSEIS DA PONTA DA GAMELEIRA

Como já foi mencionado no início da presente nota, descobrimos sedimentos fossilíferos na barreira existente na ponta da Gameleira. Constam de camadas argilosas e calcáreas, colocadas na base do penhasco, como se encontra representado na secção geológica praticada nesse local (fig. 2). Os fósseis consistem em lamelibrânquios e gasterópodes, todos de pequeno porte. Os primeiros, quando destacados da rocha que os encerra, apresentam o aspecto de uma semente de laranja. O calcáreo aparece em blocos ou concreções, inclusas na argila ou greda.

Ali colhemos, naquela ocasião, uma coleção de fósseis que enviamos ao então Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, tendo tal coleção se extraviado, acontecendo o mesmo a outros exemplares que havíamos remetido aos Estados Unidos.

Por isso, apos lapso de tempo tão prolongado, pareceu-nos de bom alvitre chamarmos a atenção dos estudiosos para a necessidade de ali serem feitas pesquisas sistematizadas, afim de que, convenientemente estudada aquela região, possam tais investigações trazer elementos novos para o melhor conhecimento da geologia da costa do Nordeste do Brasil.

Deste modo, poder-se-á decidir se essas camadas fossilíferas pertencem à Formação das Barreiras ou a outra série cenozóica ou, ainda, se são a continuação para leste da formação cretácea que aparece na zona de Ceará-Mirim e na chapada a leste de Epitácio Pessoa (10) e que viria aflorar na base das barreiras, em consequência da erosão marinha.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BRANNER, JOHN CASPER — Geology of the northeast coast of Brazil. Soc. of America, Bulletin, v. 13, p. 41-98, ilust. Rochester, 1902.
- (2) ——— The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations with a chapter on the coral reefs. Harvard College, Mus. Comp. Zool., Bulletin, v. XLIV (Geol. Ser. VII), 285 p., 99 pls., 104 cortes. Cambridge, Mass. 1904.
- (3) ——— Stone reefs on the northeast coast of Brazil — Geol. Soc. of America, Bulletin, v. 16, p. 1-11. Rochester, 1905.
- (4) The Geology of the coast of the State of Alagoas, Brazil. Carnegie Mus., Annals, v. VII, n. 1, p. 1-22, 1 map., ilust. Pittsburg, 1910.
- (5) DERBY, O. A. — The sedimentary belt of the coast of Brazil. Journal of Geology, v. XV, n. 3, p. 218-237, 1 map. Chicago, 1907.
- (6) WARING, GERALD A. — Reef Formation of the Northeast Coast of Brazil. — Journ. Sci., 4th Serv., v. XXXVII (W N. CLXXXVII), p. 367-390, ilust., map. New Haven, 1914.
- (7) ——— Some features of the geology of Northeastern Brazil. Carnegie Mus., Annals, v XIII (n. 1/2, p. 183-223, pls. 4-10, Pittsburg, 1920.
- (8) DUARTE, PAULO JOSE' — O Atol das Rocas. Arquivos do Inst. Pesq. Agron. de Pernambuco, n. 1, p. 61-70, est. 22-28, 1 mapa. Pernambuco, 1938.
- (9) DARWIN, CH. — The structure and distribution of coral reefs. 1st. ed. London, 1842; 2nd. ed. London, 1874; 3rd. ed. X, 519 p., New York, 1878 (277-280). London, 1889.
- (10) MORAES, LUCIANO JACQUES DE — Serras e Montanhas do Nordeste. Insp. Fed. Obras contra Sêcas, Serie I. D., Publicação n. 58, 2 v., ilust. maps. Rio de Janeiro, 1924.
- (11) Estudos geologicos no Estado de Pernambuco. Serv. Geol. Miner. Brasil, Boletim, n. 32, 100 p., 1 map. geol. do Estado de Pernambuco. Rio de Janeiro, 1928.
- (12) Geologia e irrigação do Valle do S. Francisco em Pernambuco Mineração e Metalurgia, v. II, n. 10, p. 251-254, ilust. cort. geol. Rio de Janeiro, 1937.
- (13) A provincia petrolífera do Nordeste. Mineração e Metalurgia, v. III, n. 18, p. 326-333, ilust., map. Rio de Janeiro, 1939.
- (14) Carta do Almirantado britânico. Folha IV. South America North East Coast. Sheet IV. Brazil. Maranhão to Pernambuco. (From Surveys by Capn. E. Mouchez of the Freench Imperial Navy, 1867 and from the Braz. Gov. Charts to 1909).

36° W.GW.

Fig 1

MAPA PARCIAL DA
COSTA NORDESTINA
MOSTRANDO OS RECIFES DO TRECHO
NATAL - MACAU

O C E A N O

A T L Â N T I C O

R I O G R A N D E D O

N O R T E

5°

5°

6°

6°

Macau
R. do Tubarão

Toufos
PONTA DA GAMELEIRA

Caraubas
CABO S. ROQUE

R. Potengi
NATAL

PONTA NEGRA

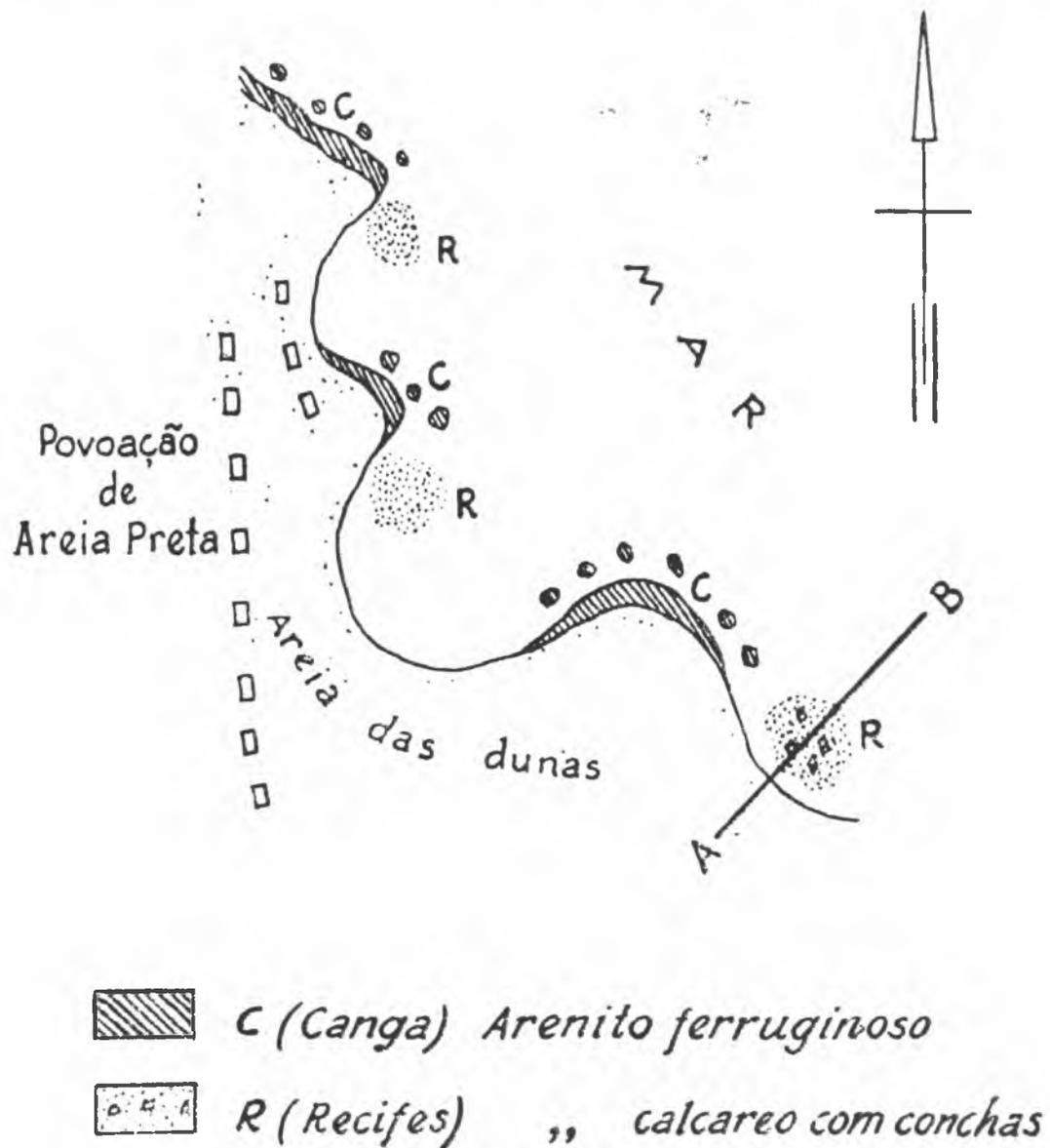
E S C A L A



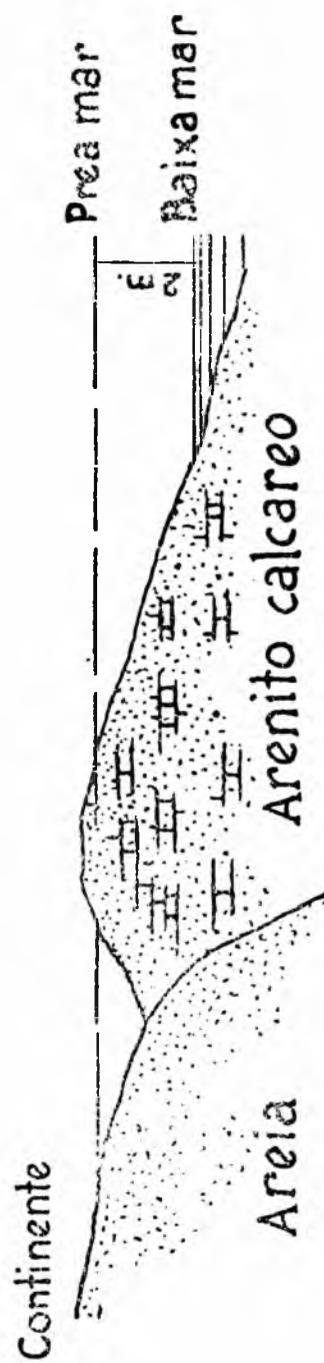
36° W.GW.

— Fig. 2 —

PLANTA ESQUEMÁTICA mostrando
o ARENITO FERRUGINOSO, nas
pontas de "Areia Preta", ao Sul
de Natal. — R.G.do Norte —



— Fig 3 —

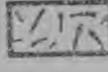
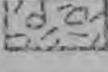


Secção A-B
(Segundo Branner)

— Fig. 4 —

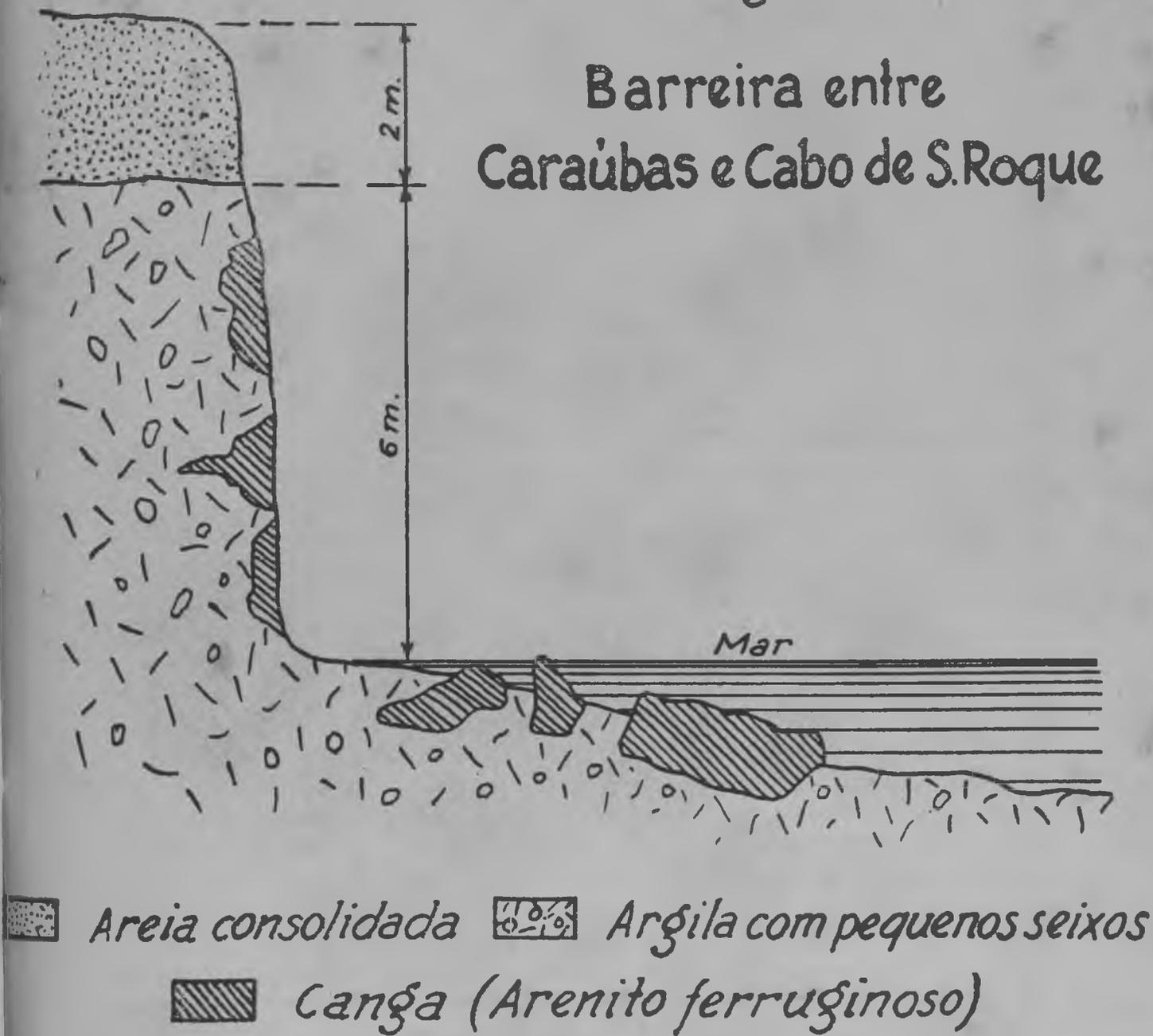
Barreira da "Ponta da Gameleira"
Rio G. do Norte



- | | | |
|--|--|---|
|  Arenito tenro |  Argila |  Argila com fosseis |
|  Canga |  Calcáreo fossilífero | |

— Fig. 5 —

Barreira entre
Caraúbas e Cabo de S. Roque



PHYLOBLATTA ROXOI sp. n.

Setembrino Petri

Bach. Hist. Nat.

SUMMARY

In the present paper the A. describes a new species of Permian carboniferous insect, *Phyloblatta roxoi* n. s., based in a sample collected in Teixeira Soares, in State of Paraná, Brazil. The fossil in question occurs in marine shales of Itararé-Tubarão series. It is the second insect remains mentioned in sediments of Brazil.

INTRODUÇÃO

Do material recentemente coletado em Teixeira Soares, Estado do Paraná, separei quatro amostras contendo asas de insetos. Tanto a localidade como a ocorrência desses restos de asas já são conhecidas (3, p. 54). Trata-se de folhelhos cinza-escuros, contendo *Lingula*, *Orbiculoidea*, *Chonetes*, *Leda* e outros fósseis marinhos, constituindo, localmente (vide fig. 1) um pacote de cerca de 20 m de espessura.

Vários fósseis marinhos dessa formação, termo integrante da série permo-carbonífera Itararé-Tubarão, têm sido descritos. F. M. Carpenter (1), referiu uma amostra fragmentária de asa de inseto, que participava duma coleção de vegetais fósseis remetidas a David White, como uma nova espécie de *Phyloblatta*, *P. oliveirai*, em justa homenagem ao colecionador e remetente, Euzébio Paulo de Oliveira. Tal espécie era a única até agora conhecida para o Brasil e, ao que o autor saiba, também o primeiro inseto fóssil descrito do país.

Uma das quatro amostras referidas, coletadas em Teixeira Soares, apresenta uma impressão de asa anterior, cujos caracteres globais permitem referir ao gênero *Phyloblatta* de Handlirsch (2, p. 731-39), mas que difere, por várias particularidades, de *P. oliveirai*. As três amostras, não revelaram restos bem conservados, embora possam ser referidos, com muita probabilidade, ao mesmo gênero.

Proponho para a forma encontrada uma nova espécie que dedico ao paleontólogo Mathias Gonçalves de Oliveira Roxo, a quem muito deve a paleontologia brasileira.

DESCRIBÇÃO
(Fig. 2)

Baseada sobre uma asa anterior. Comprimento do fragmento, 24 mm; largura maior: 5 mm. *Subcosta*, *radius*, e nervura média bem conservados. Bordo anterior sub-reto, ligeiramente arqueado na porção distal. *Subcosta* mostrando 5 vênulas, das quais a penúltima é bifurcada. *Radius* afastado da *Sc*. *Rs*. originado bem afastado do término da *Sc*, na altura de cerca de 1/4 do bordo anterior, e composto de três ramos; o primeiro dos ramos apresenta-se bifurcado em duas vênulas, das quais a proximal se dicotomiza terminalmente; o segundo ramo, também bifurcado, apresenta a vênula distal dicotomizada. A nervura média mostra uma pequena bifurcação voltada para a parte posterior, na altura da origem do *Rs*, fornecendo, subsequentemente, uma vênula anterior e duas vênulas posteriores afastadas.

Holotipo: n.º 205, da Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Procedência: Teixeira Soares, Estado do Paraná, Brasil. Localidade cerca de 1 quilômetro a E da estação ferroviária.

Coletor: Josué Camargo Mendes, setembro de 1944.

BIBLIOGRAFIA

- (1) CARPENTER, F. M. — Um blattide permiano do Brasil. Serv. Geol. Min. Brasil, bol. n.º 50; Rio de Janeiro, 1930.
- (2) HANDLIRSCH, Anton — Revision of american paleozoic insects. Proc. U. S. Mus., v. 29, p. 661-820; 1906.
- (3) OLIVEIRA, Euzebio Paulo de — Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. — Serv. Geol. Min. Brasil, Monogr. VI; Rio de Janeiro, 1927.

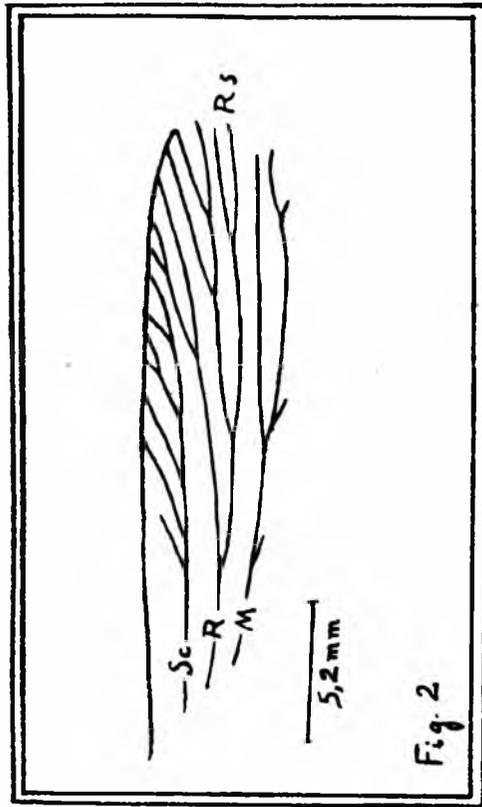


Fig. 2

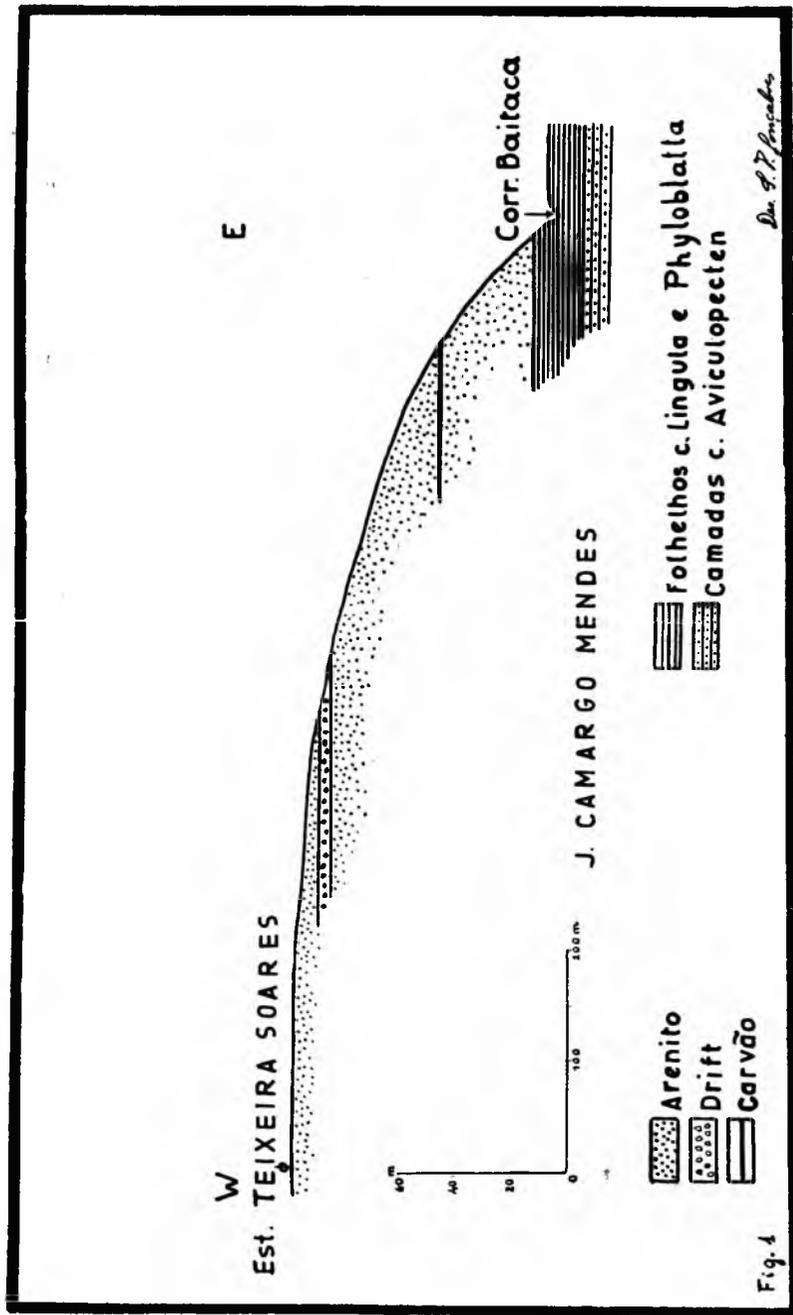


Fig. 4

Dra. S. P. Gonçalves

SOBRE A ESTRUTURA DE DADOXYLON DERBYI OLIVEIRA

Jordano Maniero

Do Instituto Adolfo Lutz.

O presente trabalho tem por objeto trazer ao conhecimento caracteres específicos ainda não referidos da madeira fóssil permo-carbonífera, *Dadoxylon derbyi* Oliveira.

Foi essa espécie proposta em 1936, (*) baseando-se sua diagnose sobre exemplares procedentes de Casa Branca, Estado de São Paulo, série Itararé-Tubarão.

O material aqui estudado foi colecionado na mesma localidade, tendo sido empregado na confecção das lâminas o método do “descolamento” (*nitrocelulose “peel”*)

DESCRIÇÃO

Na maioria, os fragmentos de troncos estudados apresentam-se lateralmente, comprimidos. O contorno é irregular devido aos sulcos longitudinais do caule.

O material inorgânico é heterogêneo, apresentando manchas com diversidade de cores que vão do amarelo palha ao vermelho escuro; deve-se a impregnações de óxidos mais ou menos acentuadas.

Observam-se, incluídas na matriz silicosa, faixas ou cilindros alongados de material ferroso, dispostos longitudinalmente.

O exame do material à luz refletida sob lupa montada ou microscópio, mostra que a estrutura da madeira só é conservada em certas zonas dessas faixas ferrosas. Pode-se notar que as mesmas se orientam tangencialmente e contêm usualmente os aneis anuais. Em casos excepcionais, observa-se o contrário.

Secção transversal — Os traqueídios mostram, em geral, contornos quadrilaterais regulares ou alongados no sentido radial ou tangencial. Menos frequentemente, apresentam contornos penta-

(*) Oliveira, E. Paulo de — *Dadoxylon derbyi* sp. n. Serv. Geol. Min. Notas prel. e estds., n. 1, p. 1-5; 4 f.; 1936.

gonais ou hexagonais. Variam seus diâmetros de 16 a 34 *micra* no sentido tangencial e de 20 a 41 *micra* no sentido radial.

Nota-se, de um modo geral, a disposição regular das células em fileiras radiais. Há casos de bifurcação de fileiras ou mesmo disposição irregular das células.

Paredes celulares incolores, medindo de 8 a 20 *micra* de espessura; contornos límpidos e nítidos; ângulos internos arredondados. Em certas regiões são de menor espessura, e contornos pouco nítidos, apresentando-se impregnados de substância opaca, amarela pulverulenta, que se torna brilhante quando vista em campo escuro.

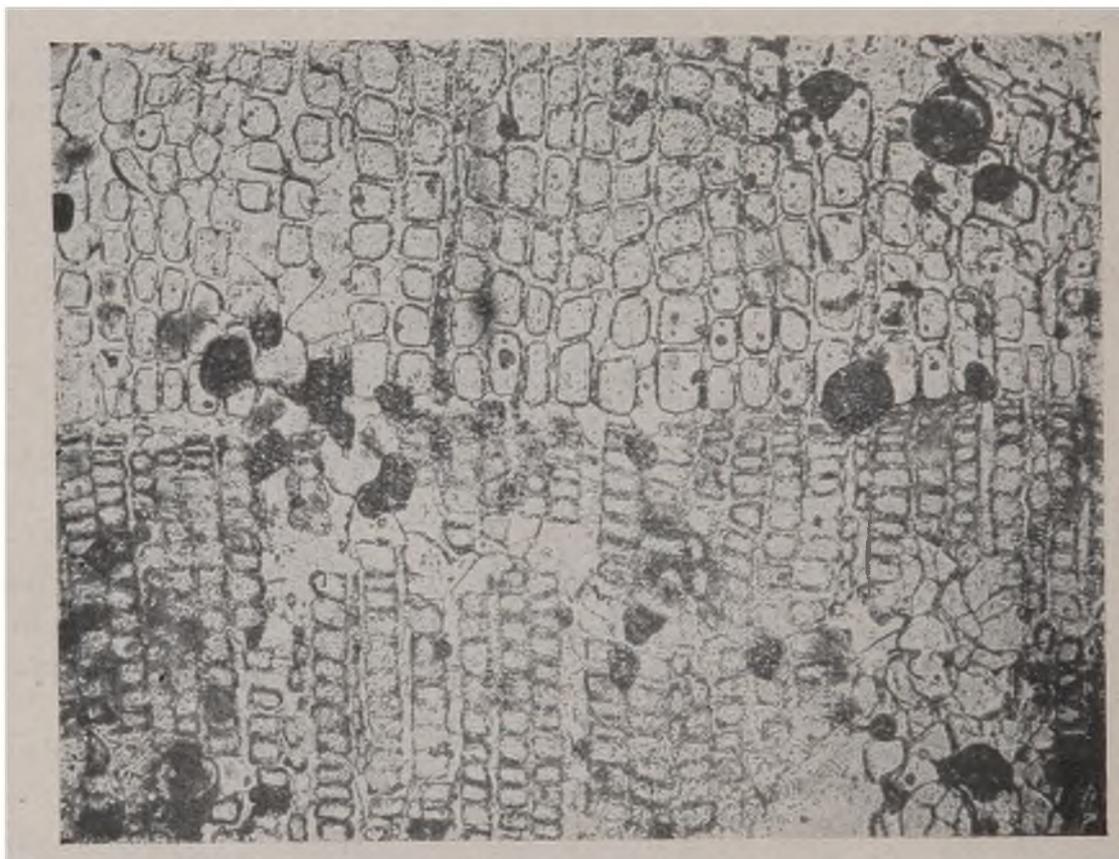


FIG. 1

Raios medulares unisseriados, pouco numerosos, com distribuição bastante irregular, guardando entre si distâncias que vão de 1 a 30 ou mais fileiras de células. Seu diâmetro atinge 16 *micra*.

As células imediatamente dispostas para o interior do anel medem cerca de 3 *micra* de diâmetro radial. Essa medida aumenta centripetamente.

Secção radial — Traqueídios alongados, com paredes levemente sinuosas; extremidades em geral, pouco definidas. Notam-se, por vezes, terminações de traqueídios em fundo de saco.

Pontuações areoladas unisseriadas, geralmente contíguas, arredondadas, por vezes achatadas. Quando dispersas, guardam entre si distâncias variáveis. Contorno nítido, medindo 8-12 *micra* de diâmetro, com ausência de póros. As pontuações são ausentes em muitos traqueídios em secção radial, notando-se, porém, a sua presença, em casos raros em secção tangencial. Raios medulares de três a sete células de altura; células individuais curtas, com 20-30 *micra* de diâmetro, sem pontuações. Algumas fileiras ou partes são formadas por células arredondadas, com paredes espessas.

Secção tangencial — Traqueídios alongados, de paredes finas e pouco definidas, terminados por vezes em fundo de saco.

Raios medulares com células extremas ponteadas e as internas retangulares.

Em certas zonas notam-se traços prováveis de micro-organismos destruidores de tecidos lenhosos, cuja identidade nos é desconhecida.

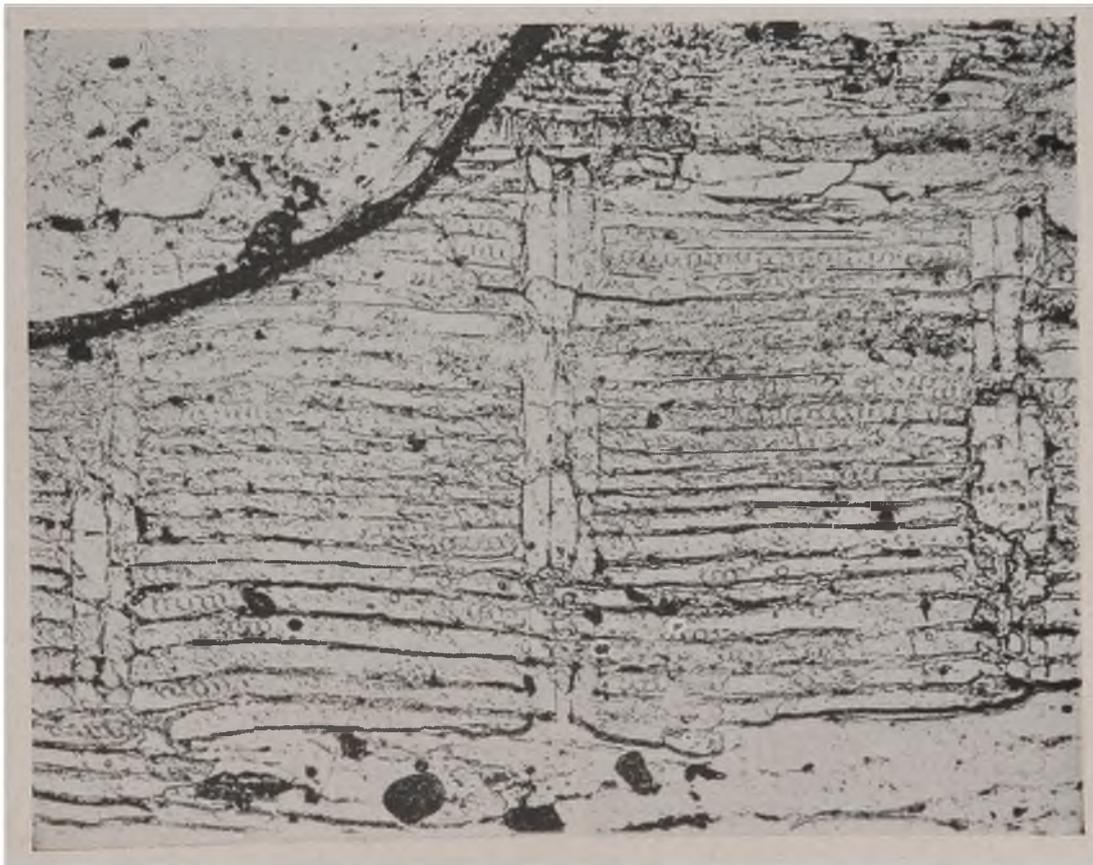


FIG. 2

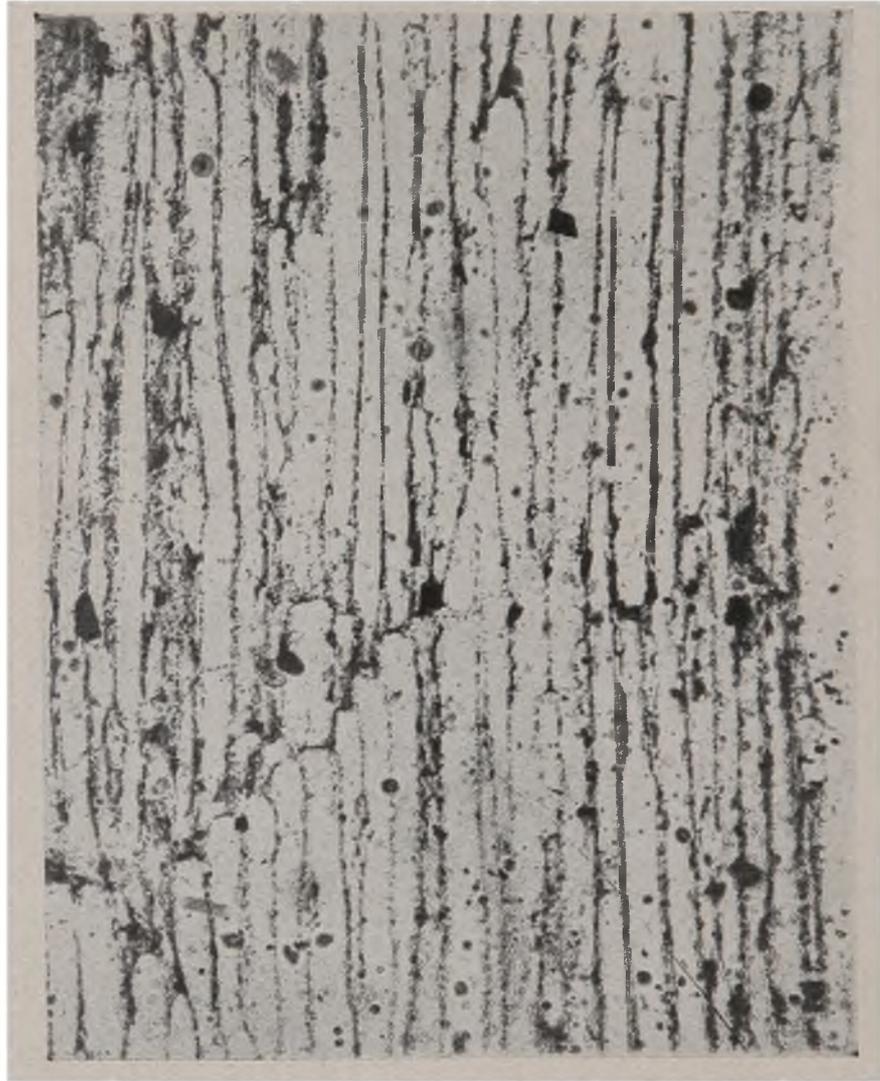


FIG. 3

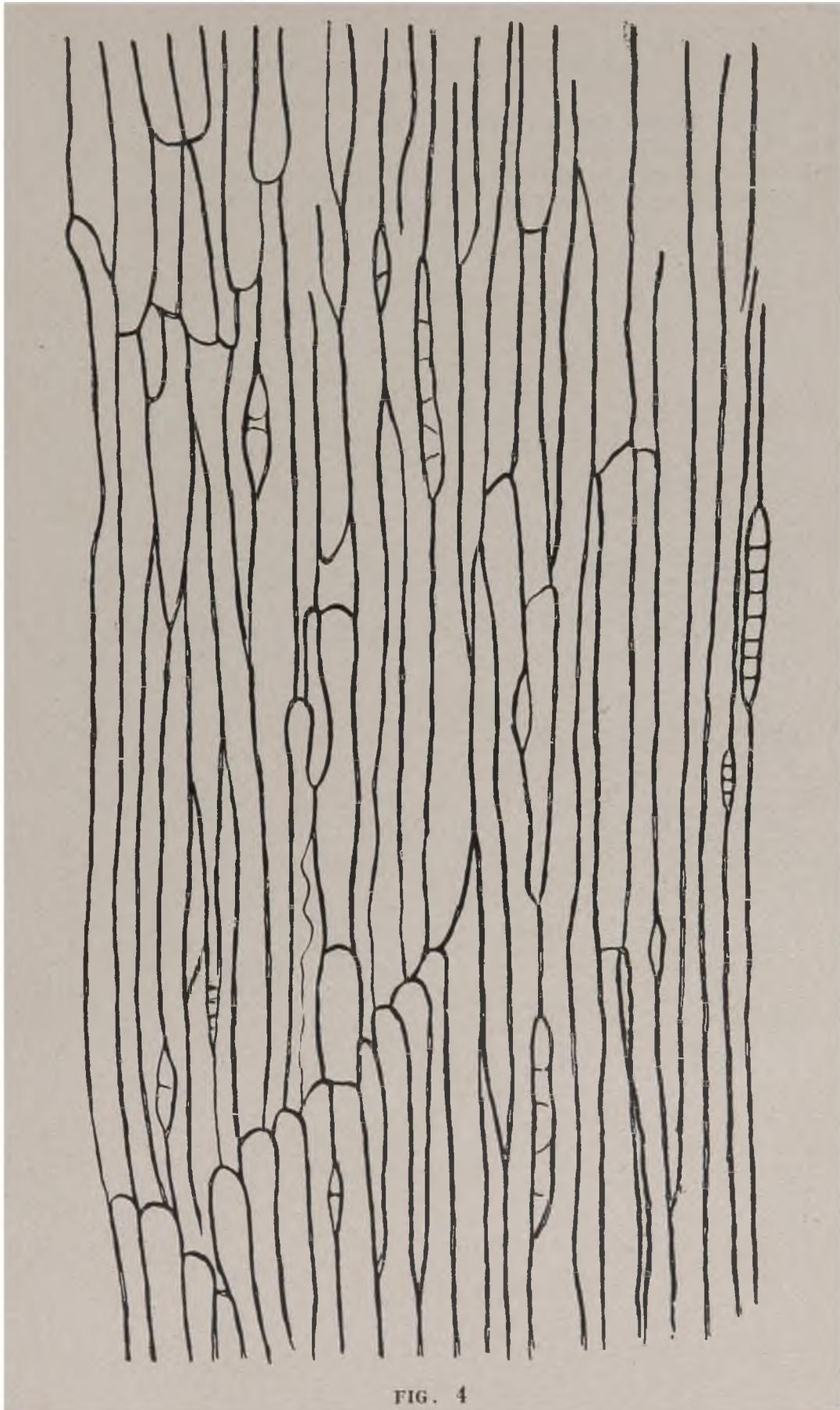


FIG. 4

EXPLICAÇÃO DAS FIGURAS

DADOXYLON DERBYI OLIVEIRA

- Fig. 1 — Secção transversal. X 110.
Fig. 2 — Secção radial. X 100.
Fig. 3 — Secção tangencial. X 110. (Foto Gambardella)
Fig. 4 — Secção tangencial — esboço em câmara clara.

**ESBOÇO HISTÓRICO DAS PESQUISAS
PALEONTOLOGICAS NO BRASIL**

Josué Camargo Mendes

ESBOÇO HISTÓRICO DAS PESQUISAS PALEONTOLÓGICAS NO BRASIL

Josué Camargo Mendes

O presente esboço representa, apenas, uma tentativa no sentido de historiar as principais pesquisas paleontológicas brasileiras e o autor não afasta a possibilidade de existirem lacunas. Isso não seria mesmo de se extranhar, uma vez que se trata de um primeiro trabalho nesse gênero.

É preciso esclarecer que os nomes genéricos ou específicos estão mencionados de acôrdo com as referências originais, sem a preocupação da sinonímia. Assim, também, a cronologia das formações geológicas vai segundo as proposições originais dos autores citados. Referindo-se às descobertas ou pesquisas, citam-se as datas em que as mesmas se realizaram, ou em que foram referidas, afim de que o leitor possa encontrar as publicações atinentes nos trabalhos bibliográficos.

O autor agradece as construtivas e uteis sugestões fornecidas pelo prof Luciano Jacques de Moraes (Diretor do Departamento de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, U. S. P.), prof. Llewelyn I. Price e sr Paulo Ericson de Oliveira (ambos da Secção de Paleontologia do D. N. P. M.)

Ossadas de mamíferos fósseis já eram conhecidas na América do Sul, possivelmente antes do século XVIII, pelos primeiros exploradores dos Pampas e da Bolívia. As riquezas paleontológicas sul-americanas, contudo, segundo relata Florentino Ameghino, só começaram a despertar a atenção dos naturalistas por volta de 1789, data em que o marquês de Loreto remeteu para Madrid restos dum grande animal retirado das proximidades de Buenos Aires, mais tarde descrito por Cuvier sob o nome de *Megatherium*.

As primeiras notícias sobre fósseis brasileiros parecem ter sido dadas em 1817, pelo padre Manoel Ayres de Casal e L. F. de Tollenare. O primeiro mencionou restos de quadrupedes gigantes achados em excavações para açude na vila de Rio das Contas, Bahia; o segundo aludiu fósseis de uma pedreira de calcários das proximidades de Olinda, Pernambuco.

Pouco mais tarde (1823), Wilhelm L. von Eschwege, autor da primeira classificação das formações geológicas do país, referiu restos similares, bem como madeiras fósseis da Bahia e peixes

fósseis do Ceará. No mesmo ano, John B. von Spix e Carl F. von Martius, naturalistas que acompanharam a arquiduquesa Leopoldina da Áustria ao Brasil, descreveram muitas localidades da Bahia e Minas Gerais, onde se encontravam ossadas de mamíferos. Figuraram um peixe fóssil do Ceará e referiram conchas fósseis da Bahia. Foram ainda eles que, provavelmente, enviaram à Europa a amostra do vegetal fóssil mais tarde descrito por Brongniart (1827) com o nome de *Psaronius brasiliensis* e figurado por F. Unger (1850). Ainda naquela data (1823), A. Saint-Hilaire também mencionou restos de vertebrados. Em 1827, Friedrich Sellow deu notícias sobre vegetais fósseis do Rio Grande do Sul e conchas fósseis das margens do Uruguai. Restos de mamíferos fósseis por ele remetidos dessa região, foram estudados na Alemanha por C. Samuel Weiss (1827).

Nenhum desses autores, entretanto, soube tirar suficiente partido dos fósseis encontrados, afim de estabelecer, por meio deles, a idade dos terrenos onde ocorrem. As classificações geológicas que propuzeram carecem por isso de fundamento paleontológico e as suas notícias sobre os achados fósseis não tiveram maior mérito que o de divulgá-los no estrangeiro.

A primeira determinação rigorosamente paleontológica foi feita mais tarde, em 1841, pelo botânico inglês George Gardner

* * *

Embora de pouca significação para o entendimento da estratigrafia do país, os estudos realizados pelo dinamarquês Peter Wilhelm Lund, a partir de 1834, trouxeram muita luz sobre a fauna que habitou a América do Sul durante o pleistoceno.

Lund veio ter ao Brasil, pela primeira vez, em 1825, movido por motivo de saúde, mas só na sua segunda viagem (1832) dedicou-se ao estudo das grutas calcáreas do interior do país. Nesse interim, excursionando pela Europa, tivera oportunidade de assistir às brilhantes prelações que o grande Cuvier realizava no Colégio de França, as quais sem dúvida contribuíram para reforçar o seu cabedal de conhecimentos de anatomia comparada que lhe seriam de grande utilidade no estudo da fauna quaternária do Brasil.

Um seu conterrâneo, Pedro Claussen, antigo companheiro de viagem de Sellow, fixara residência em Curvelo, Minas Gerais, onde se dedicava a exploração das grutas fossilíferas com fito comercial. Remetia o material colhido ao Museu de Paris, crescendo, assim, as suas não desprezíveis coleções de fósseis sul-americanos, para que já haviam contribuído Dombey, Humboldt, A. Saint-Hilaire e D'Orbigny.

Entrando em contato com Claussen, teve Lund a revelação desse imenso campo de estudos paleontológicos, ao qual dedicou

o resto da existência. Estabeleceu-se em Lagôa Santa, tomando para seus auxiliares, inicialmente, P. A. Brandt e, mais tarde, Warming, por morte daquele. Estudou, sistematicamente, mais de 250 grutas, colecionando abundante material fóssil, que enviou ao museu de Copenhague, acompanhado de memórias descritivas. Os seus escritos, uma parte dos quais foi vertida para o português e publicada nos anais da antiga Escola de Minas de Ouro Preto, na revista do Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico do Brasil e na revista do Arquivo Público Mineiro, dão-nos conta duma variada fauna de mamíferos, em bôa parte extintos. Muitas das unidades sistemáticas por êle propostas, mau grado as avalanches de sinonimização, são ainda hoje mantidas nos tratados. O gênero *Smilodon* que comporta os populares “tigres dentes de sabre” mi-grados da América Setentrional no pleistocêno, é de sua autoria. São de sua autoria, também, os gêneros *Palaeocyon*, *Icticyon*, *Protopithecus*, *Chlamydotherium*, etc. O total das espécies descritas monta a 114. Valeu-lhe tão meritosa obra o nome de pai da Paleontologia Brasileira.

* * *

Por volta de 1840, percorreu George Gardner o Estado do Ceará, coletando peixes fósseis por êle remetidos a Louis Agassiz para estudo. Da coleção foram descritas (1841) sete espécies, referidas como cretáceas. Contribuiu a Paleontologia, dêsse modo, pela primeira vez, para a determinação científica da data de uma formação brasileira.

Nessa época, Agassiz, trabalhava na sua pátria. Já em 1838 tivera em mãos peixes fósseis de Pernambuco. Muito antes, porém, ainda quando estudante, confiára-lhe Martius (1829), por morte de Spix, uma coleção de peixes brasileiros. Esse primeiro contato com a fauna do Brasil acarretara-lhe um desejo profundo de conhecer nossa terra, desejo que mais tarde se cumpriu.

Em 1844 apareceu uma notícia de F. Chabrilac a respeito ainda de peixes fósseis do Ceará.

Em 1850, Sam Allport descobriu em Monserrate, Bahia, ocorrências fossilíferas contendo restos de peixes e de répteis, conchas de moluscos e crustáceos. O material paleo-ictiológico, examinado por P. Egerton, segundo relata o próprio Allport, forneceu escamas de *Lepidotus*, enquanto que Owen sugeriu pertencer uma grande vértebra de réptil a um aliado de *Megalosaurus*. As conchas foram parcialmente descritas por J. Morris e T. Rupert Jones e a idade considerada cretácea. Possivelmente na data de 1855, Frederico Leopoldo Cesar Burlamaqui noticiou restos de mamíferos fósseis de várias localidades. De 1855 a 1888, vários trabalhos de Paul Gervais consideram os vertebrados fósseis do Brasil. Em 1863, o engenheiro João Martins da Silva Coutinho

colheu fósseis paleozóicos marinhos em Itaituba, no vale do Tapajós, sendo, então revelada a existência de sedimentos carboníferos da Amazônia.

Agassiz, que deixara a Suíça em 1846, regia a cadeira de História Natural da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, quando, no inverno de 1864-65, se lhe abalou de tal modo a saúde que os médicos persuadiram-no a procurar outro clima. Ocorreu-lhe, então, a velha idéia de visitar o Brasil. Graças ao apoio pecuniário de Nathaniel Thayer, pôde organizar uma expedição que se tornou memorável, não só pela contribuição própria, como pelas consequências benéficas acarretadas. Foi assim que aportou no Rio de Janeiro em abril de 1865, chefiando a cognominada Expedição Thayer

Essa viagem inaugurou para o Brasil uma nova fase no campo dos estudos geo-paleontológicos, em que se fez sentir, preponderantemente, a influência norte-americana.

A contribuição paleontológica do professor Agassiz consistiu, principalmente, em reconhecer como *Mosasaurus* e referir ao maestriquiano restos de répteis fósseis colhidos por W. Chandlee no rio Aquirí, juntamente com fragmentos de peixes. Além disso, referiu folhas fósseis encontradas em folhelhos de Tocantins.

Por essa data (1865), Nathaniel Plant estudava as bacias carboníferas de Jaguarão e Candiota, no Rio Grande do Sul, mencionando restos de *Lepidodendron* e *Glossopteris*. Fósseis vegetais das camadas carboníferas dessa região, coligidos e remetidos pelo mesmo Plant, foram, pouco depois (1869), descritos por Caruthers. Vários trabalhos da autoria de J. Reinhardt (1867-1888) reconsideraram a fauna pleistocênica das cavernas de Minas Gerais.

. . .

Se Agassiz cometeu no campo da Geologia o engano de ter vislumbrado nos nossos solos indícios duma glaciação quaternária inexistente, engano que, aliás, êle mesmo percebeu mais tarde, compensou-nos altamente o trabalho de um dos seus auxiliares, o geólogo Charles Frederic Hartt.

A primeira viagem de Hartt, em companhia de Agassiz, com quem cursara História Natural em Cambridge, despertou-lhe o mais vivo interesse pela Geologia do nosso país. Em 1867, tornou, sozinho, à própria custa. Os resultados dessas duas excursões aparecem reunidas no seu exaustivo trabalho intitulado "Geology and Physical Geography of Brazil" (1870)

No campo da Paleontologia foi vultoso o benefício trazido pelos seus primeiros estudos. Assim, deu a conhecer terrenos fossilíferos nas proximidades de Cachoeirinha, baixo rio Pardo, Ba-

hia, onde verificou a ocorrência de troncos de equisetinias semelhantes a *Asterophyllites* (?) *scutigera* Dawson, do devoniano de Nova Brunswick. Das suas pesquisas em Monserrate e Plataforma (Bahia), localidades já estudadas por Allport, resultaram a descrição de novas conchas cretáceas, feita por êle próprio, e o trabalho de O. C. Marsh (1869) que trouxe à luz as duas espécies de crocodilianos fósseis: *Crocodylus hartti* (dedicada ao colecionador) e *Thoracosaurus bahiensis*. Denominou grupo Baiano ao conjunto dessas camadas contendo *Crocodylus*, *Pisodus*, melânias, cíprides, etc. e as referiu ao neocomiano. Descreveu e colocou, pela primeira vez, no cretáceo, os calcáreos fossilíferos de Sergipe, aflorantes em Maroim, Sapucarí e Laranjeiras. Reuniu as camadas de Maroim com amonites e ceratites sob o nome de grupo Sergipe, julgando-as de idade cretácea média e as de Sapucarí, com *Inoceramus*, amonites, etc. sob o nome de grupo Continguiaba, referindo-as ao senoniano. Acompanha o seu trabalho uma primeira descrição de conchas fósseis coletadas em Maroim, por êle confiadas a Alpheus Hyatt para estudo. A este último autor deve-se um novo trabalho (1875) sôbre amonites coligidas por James Orton na América do Sul.

Em 1870, Hartt retornou como membro da chamada Expedição Morgan. Fez-se acompanhar, então, pelo seu discípulo Orville Derby, cujo nome depois também se consagraria no Brasil. Nessa, como numa quarta viagem (segunda Expedição Morgan), em 1871, dedicou-se à exploração do vale do Amazonas.

Como ficou dito atrás, Silva Coutinho havia descoberto terrenos carboníferos em Itaituba. Agassiz referira ao cretáceo as camadas com *Mosasaurus* do rio Aquiri, descobertas por Chandless. Em 1866, os irmãos Keller divulgaram nova descoberta de fósseis paleozóicos (carboníferos) no Maecurú, realizada ainda por Chandless que também a noticiou em 1870. Em 1867, James Orton noticiou conchas fósseis por êle próprio coligidas em folhelhos de Pebas, no Perú, descritas por W. M. Gabb no ano seguinte. Isso resume os conhecimentos da época sôbre as formações fossilíferas da região Amazônica.

Os estudos efetuados por essas duas outras expedições revelaram afloramentos fossilíferos devonianos no lado Norte do vale e carboníferos nos lados Sul e Norte. Fósseis coletados nas vizinhanças da ilha de Itamaracá foram descritos parcialmente por Rathbun (1870), que os considerou de idade cretácea. No campo da Geologia, a contribuição mais importante foi, sem dúvida, a refutação da teoria de Agassiz sôbre a origem glaciária do vale amazônico.

Novas coleções de conchas terciárias do alto Amazonas organizadas por Hauxwell foram descritas por T. A. Conrad e H. W. Woodward, na data de 1871. Em 1872, E. Liais reconside-

rou *Glossopteris*, *Sphenopteris* e *Calamites* de Jaguarão e Candiota, bacias já estudadas por Plant, julgando-as de idade triássica ou jurássica com reserva. Deu, além disso, diversas informações sôbre ocorrências fossilíferas do Brasil. A essa data, eram referidas do Rio Grande do Sul as seguintes plantas fósseis: *Flemingites pedroanus* Carr., *Odontopteris plantiana* Carr., *Noeggerathia obovata* Carr., *Glossopteris*, *Sphenopteris* e *Calamites*. Tais são, em linhas gerais, as principais pesquisas que, desde Gardner até o ano de 1875, contribuíram, de maneira efetiva, para o conhecimento da Paleontologia Brasileira. Nesse trecho do presente relato foram omitidos os trabalhos que, embora de certo valor para a Geologia, não se fizeram acompanhar de documentação paleontológica.

O ano de 1875 representa uma data luminar para a Geologia Brasileira. Marca a criação da intitulada "Comissão Geológica do Império do Brasil" e a da antiga Escola de Minas de Ouro Preto, esta inaugurada no ano seguinte.

Vindo ao Brasil em 1874, pela quinta vez, Hartt foi incumbido, no início de 1875, da organização dum serviço geológico oficial. Nessa viagem, trouxera consigo outro vulto inesquecível para a nosas geologia, o então seu assistente John Casper Branner.

Assim, em maio dêsse mesmo ano, começou a Comissão a funcionar no Rio de Janeiro, em um modesto edifício da rua da Conceição. Suspensa, por motivo de economia, em junho de 1877, realizou, em duração tão efêmera, uma obra que contrasta pela magnitude do seu alcance.

Trabalharam como assistentes O. Derby, J. C. Branner, R. Rathbun, Herbert H. Smith, Luther Wagoner, Marc Ferrez, E. F. P. Jordão e Francisco de Freitas.

Um relatório publicado em 1878 pelo chefe da malograda Comissão fornece alguma idéia sôbre as pesquisas de interesse paleontológico levadas a cabo.

Em companhia de Freitas, Jordão e Ferrez e depois na de Branner e do primeiro, explorou Hartt as camadas cretáceas das vizinhanças de Recife, sendo, então, recolhido material fóssil em Maria Farinha, arredores de Olinda, ilha de Itamaracá, Iguarassú e Catuama. Iguarassú foi, mais tarde, alvo de novas pesquisas paleontológicas, por parte de Freitas. Branner e o mesmo Freitas exploraram os depósitos cretáceos de Sergipe, recolhendo, nas proximidades de Aracajú, amostras de amonites, ceratites e outras conchas que incluíam numerosas espécies desconhecidas. Derby colheu fósseis cretáceos na Bahia em companhia de Rathbun e Ferrez. Rathbun e Wagoner foram destacados para o Sul,

tendo o primeiro (1876) percorrido a antiga província de S. Paulo e o segundo Paraná e Santa Catarina. No Paraná, Wagoner colheu fragmentos de fósseis reconhecidos por Rathbun e Derby como paleozóicos. Um ano após a extinção da Comissão Geológica, faleceu o professor Hartt, vítima da febre amarela, então grassante no Rio de Janeiro.

As coleções paleontológicas reunidas passaram, juntamente com o material petrográfico, para o Museu Nacional, vindo, em bôa parte, a ser ventilados graças aos esforços abnegados de O. Derby, único dos componentes estrangeiros que permaneceu no Brasil.

Elaborou, êle próprio, trabalhos elucidativos sôbre as formações fossilíferas da Amazônia (1877) e Bahia (1878). Os invertebrados cretáceos da Bahia, Sergipe e Pernambuco foram descritos por C. White (1887). No mesmo trabalho foram estudados fósseis colhidos em Pirabas (Pará) por Domingos Soares Ferreira Pena, dois anos antes, sendo a fauna também considerada cretácea. Rathbun estudou os braquiópodes devonianos do Pará (1878). J. M. Clarke versou os trilobites do mesmo terreno (1896) e fósseis silurianos (1899) colhidos naquele Estado. E. D. Cope, que em 1871 já havia descrito um peixe fóssil [*Anaedopogon tenuidens*] do Pará, teve a seu encargo o estudo dos vertebrados fósseis (1883). Deve-se-lhe também a descrição (1885) do *Stereosternum tumidum*, ocorrente na hoje denominada formação Iratí. Notícias sôbre as regiões estudadas no Pará foram também fornecidas por Francisco José de Freitas (1880).

Numa excursão de finalidade industrial, estudou Derby (1878) as formações do Paraná e S. Paulo, obtendo documentação paleontológica e propondo a classificação dos terrenos em devoniano, "carbonífero" e triássico (?). Referiu, nos folhelhos de Ponta Grossa, *Lingula*, *Discina*, *Spirifer*, *Rhynchonella*, *Streptorhynchus* e *Vitulina*. Sob a designação "carbonífero" estavam incluídos os sedimentos hoje distribuídos desde o carbonífero até o triássico superior. Mencionou também, lamelibrânquios em calcários silicosos de Ivaí, similares aos que verificára em S. Paulo.

Ainda em 1878, O. Boettger apresentou um estudo sôbre a fauna terciária do Amazonas. No ano seguinte, R. Ethridge descreveu conchas terciárias do Solimões e Javari, colecionadas por Barrington Brown. No mesmo ano, Derby, participou duma comissão encarregada de estudar a navegabilidade do rio São Francisco, tendo ocasião, não só de verificar a extensão, naquela bacia, de terrenos cretáceos, idênticos aos conhecidos do Ceará, como de descobrir aí a ocorrência duma formação fossilífera que julgou ser de idade siluriana superior ou devoniana, hoje denominada série Bambuí. Noticiou, pela primeira vez, os corais *Favosites* e *Chaetetes*, ocorrentes nessa formação. Colheu amostras de cal-

calcários nas proximidades da cachoeira de Paulo Afonso, contendo traços que foram reconhecidos por J. W. Dawson (1880) como semelhantes a "Eozoon"

A partir de 1879, ocupou o lugar de diretor da Seção de Geologia e Mineralogia do Museu Nacional, sendo em 1866 comissionado para dirigir o levantamento topográfico e geológico do Estado de São Paulo.

Sob o ponto de vista geo-mineralógico, S. Paulo já vinha sendo estudado desde os Andradas (1820). Em 1822, apareceu um trabalho geognóstico de W. von Eschwege sobre a antiga província. A. Pissis (1842) figurara, no seu trabalho "Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil", a parte oriental do Estado, demarcando antigas bacias lacustres que supôs terciárias. Ao seu mapa geológico, como a essa suposição, faltava, porém, apóio paleontológico, pois que não encontrara êsse autor nenhum vestígio orgânico. Carlos Rath (1856) forneceu notícias geológicas sobre a antiga província, mencionando, pela primeira vez, a ocorrência de carvão. Rathbun percorreu o Estado em 1877, observando calcários com répteis nas proximidades de Tietê. Absteve-se, entretanto, de ajuizar sobre a idade dos mesmos, uma vez que continham fósseis desconhecidos. Em 1878, Elias Jordão mencionou um vegetal fóssil encontrado no Rio do Peixe. Da viagem de Derby ao Sul do Brasil, noticiada no volume III dos Arquivos do Museu Nacional (1879), resultaram importantes observações sobre a geologia da província. Foram classificados os terrenos, sob alguma base paleontológica, em devoniano, carbonífero e triássico (?). Noticiou-se a ocorrência de conchas fósseis idênticas às de Colônia Tereza (Paraná) em calcários de Piracicaba. Julgou-as, aquele autor, características de terreno carbonífero. Confirmava-se, assim, a sua suspeita de haver semelhança estrutural entre as duas províncias. Referiu, ainda, *Lepidodendron*, na mesma associação, e répteis idênticos aos encontrados por Rathbun. Mencionou, também, madeiras silicificadas associadas com répteis, em calcários de Limeira.

Em 1885, Cope descreveu um réptil novo de S. Paulo, o *Stereosternum tumidum*. A amostra, sobre que repousou o estudo, pertencia à coleção particular de d. Benvinda Ribeiro de Andrada e era procedente de Itapetininga.

Com exceção dos trabalhos de ordem puramente mineralógica ou petrográfica e de algumas descrições devidas, principalmente, aos viajantes estrangeiros, constituem essas as contribuições mais importantes sobre a paleontologia e a geologia da antiga província até a criação da Comissão Geográfica e Geológica. Pode-se imaginar quão escassos eram tais conhecimentos.

O ano de 1886 representa uma data de magna importância para S. Paulo, pois marca o início de um período de estudos tão produtivo que seria permitido a Branner escrever, alguns anos mais tarde (1919), que a Geologia desse Estado havia sido estudada melhor do que a de qualquer outro Estado da União.

Durante o tempo em que chefiou a "Comissão Geográfica e Geológica", teve Derby como auxiliares, inicialmente, os dois engenheiros formados pela antiga Escola de Minas de Ouro Preto, Luiz Felipe Gonzaga de Campos e Francisco de Paula Oliveira e depois o petrógrafo austríaco Eugênio Hussak e o químico Guilherme Florence.

Os relatórios e boletins apresentados revelam a grande atividade mantida. É forçoso, confessar, porém, que a contribuição no campo da Paleontologia é reduzida, em comparação com a exuberância dos estudos geológicos realizados.

O exame de peixes e vegetais fósseis da bacia lacustre de Taubaté conduziu Derby a confirmar-lhe a idade terciária, suposta por Pissis.

Estudando o interior do Estado, Gonzaga de Campos assinala (1888) a ocorrência de lamelibrânquios marinhos e outros fósseis nas proximidades de Laranjal e Conchas. Alguns desses moluscos foram tidos como formas possivelmente aliadas a *Schizodus* e *Posidonia*.

Num boletim sobre o vale do rio Paranapanema, F. de Oliveira (1889) refere restos de répteis em calcáreos das proximidades de Guareí. Mencionou igualmente escamas e dentes de répteis e peixes, bem como moluscos, crustáceos, coníferas e *Lepidodendron* da mesma região, julgando-os de idade carbonífera ou talvez permiana.

No mesmo ano, Derby refere, em carta dirigida a Waagen, a existência de *Dadoxylon* e de hastes e folhas de *Lepidodendron*. Amostras de vegetais fósseis colhidas por êle nas proximidades de Piracicaba foram descritas (1890) por Renault sob o nome de *Lycopodiopsis derbyi*.

Em 1883, H. Smith descobriu rochas paleozóicas fossilíferas em Mato Grosso. Derby descreveu, pela primeira vez (1890), os fósseis devonianos desse Estado, colhidos em Sant'Ana da Chapada. Pouco depois (1893), veio à luz outro trabalho, da autoria de L. von Ammon, a respeito de fósseis devonianos coletadas por P. Vogel em Lagoinha, no mesmo Estado.

Ainda na data de 1883, W. Dawson estudou rizocarpos paleozóicos dos rios Trombetas e Curuá, Estado do Pará. Em 1884, Henry Gorceix, diretor da antiga Escola de Minas de Ouro Preto,

descreveu as bacias lacustres de Gandarela e Fonseca, concluindo pela sua idade terciária, em vista duma apreciação do marquês de Saporta (1880) sobre os vegetais fósseis encontrados. Em 1886, Silva Coutinho descobriu na Bahia, perto de Ouriçanguinha, folhelhos contendo folhas fósseis. Uma coleção das mesmas, oferecida ao Museu Nacional, foi enviada por Derby ao acima citado Saporta, que veio a falecer antes de divulgá-las. Ainda no mesmo ano, Silva Coutinho descobriu depósitos cretáceos no rio Mossoró, Rio Grande do Norte.

Smith Woodward, do Museu Britânico, versou, consecutivamente, em vários trabalhos, peixes fósseis do Norte do Brasil (1887, 1895 e 1890), vertebrados colhidos por J. Mawson na Bahia (1888, 1891 e 1896) *Stereosternum tumidum* de S. Paulo (1897), tendo visitado o nosso país em 1896. Hermann von Ihering, diretor do antigo Museu Paulista, enviou-lhe, pouco depois, exemplares de peixes fósseis da bacia de Taubaté, S. Paulo, aparecendo os resultados desse estudo em 1898. O próprio Ihering redigiu, no mesmo ano, uma pequena nota a respeito. Trabalhos vários de Herluf Winge versaram, entre 1888 e 1915, vertebrados fósseis de Lagôa Santa, Minas Gerais.

Em 1889, fundou-se o antigo Museu Paraense (atual Museu Goeldi), sendo confiada a F. Katzer a seção de História Natural. Esse pesquisador estudou, em vários trabalhos (1896-1910), parcialmente vertidos para o português, a fauna de invertebrados da Amozônia.

Estudando as minas de carvão de Tubarão, Santa Catarina, Gonzaga de Campos, refere em 1891, impressões de *Lepidodendron*, fornecendo interessantes notas geológicas sobre a região. Na mesma data, foi publicado um trabalho de J. Barbosa Rodrigues sobre reptéis fósseis do vale do Amazonas.

Em 1895, apareceu um novo trabalho de F. Rupert Jones sobre entomóstracos fósseis do Brasil. Em 1889, J. C. Branner versou as formações cretáceas e terciárias de Sergipe e Alagoas. Em 1898, J. V. Siemiradzki estudou fósseis devonianos do Paraná. No ano seguinte, Branner colheu fósseis em Ponta de Pedras, Pernambuco, os quais foram identificados e noticiados mais tarde por Ralph Arnold (1902)

Ao já citado Ihering, devemos descrições de conchas fósseis da Patagônia (Argentina) e vários trabalhos de cunho paleogeográfico sobre o continente sul-americano. É de sua autoria a célebre teoria de Archhelenis (1891, etc.) Conchas devonianas do Paraná, coligidas por Telêmaco Borba, e enviadas por Ihering a E. Kayser, para estudo, foram versadas em 1900, na revista do Museu Paulista. Ihering remeteu, ainda, a Ameghino, em 1897, uma coleção de restos de mamíferos fósseis organizada por Ri-

cardo Krone em grutas de Iporanga, no sul do Estado de S. Paulo, aparecendo a sua descrição em 1907.

Em 1902, A. S. Woodward estudou um peixe do cretáceo da Bahia. Um trabalho de Branner, da mesma data, a respeito da geologia da costa nordeste do Brasil, traz as descrições de um novo *Zanthopsis* e de um *Cimolichthys*, devidas, respectivamente, a Mary J. Rathbun e S. W. Williston. Ainda em 1902, Branner forneceu notícias sobre restos de mamíferos de Pernambuco e Alagoas.

Em 1903, A. S. Woodward referiu ossos de dinossauros procedentes do Sul do país. Nessa mesma data, F. Krasser apresentou um estudo sobre plantas fósseis de Ouriçanga, Bahia, coligidas por Hussak, tendo sido a idade das mesmas julgada terciária, e Angelis D'Ossat descreveu um novo coral do carbonífero do Pará. Em 1905, E. de Bonnet publicou uma pequena nota a respeito de vegetais fósseis da Bahia, e Newell Arber fez largas referências às plantas fósseis do Sul do Brasil num estudo sobre a flora de Glossopteris.

Excepcional contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia, do Sul do país trouxe a "Comissão de Estudos das Minas de Carvão do Brasil", criada em 1908, teve como mérito principal o estabelecimento de uma coluna geológica para o Sul do Brasil. Um trabalho anexo, do paleobotânico David White, versou amplamente a flora fóssil do chamado "Sistema de Sta. Catarina". Acompanham, ainda, o mesmo relatório, a descrição original de *Mesosaurus brasiliensis*, feita por Mac Gregor, um estudo sobre reptéis triássicos, da autoria de S. Woodward e uma nota de J. Clarke a respeito de fósseis devonianos do Paraná.

Em 1904, Derby demitiu-se da Comissão Geográfica e Geológica, ficando a mesma sob a chefia de João Pedro Cardoso. Criado o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, em 1907, foi levado a diretor

Em 1908, Euzebio de Oliveira descobriu na localidade de Bela Vista, Sta. Catarina, fósseis tipicamente marinhos (braquiópodes, escamas de peixes, etc.) em folhelhos da mais tarde por êle denominada série de Itararé. No ano seguinte, Miguel Arrojado Lisboa, depois superintendente da Inspetoria Federal de Obras contra as Secas, foi enviado ao norte do país, afim de verificar a suposta ocorrência de *Psaronius* nos Estados do Maranhão e Piauí. Um ano antes, Derby admitira, por escrito, a possibilidade de provir êsse fóssil do Rio Grande do Sul. O reconhecimento geológico culminou não só na verificação de várias localidades do Maranhão, Piauí e Goiás onde ocorre êsse vegetal fóssil, como na descoberta de sedimentos contendo fósseis cretáceos marinhos em Caruta-

pera, na foz do rio Gurupí, Estado do Maranhão. A coleção de *Psaronius* então obtida foi enviada por Derby ao conde de Solms-Laubach que a estudou minuciosamente, tributando a espécie como permiana.

Em 1913, veio à luz a primeira monografia do antigo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. Esse trabalho volumoso e bem ilustrado, da autoria de J. M. Clarke, versou amplamente a fauna devoniana do Estado do Paraná, trazendo ainda um apêndice sobre fósseis do devoniano superior do Pará.

Lamelibrânquios fósseis do Paraná e S. Paulo, em grande Tal trabalho foi publicado um ano após o suicídio de Derby de idade carbonífera, foram enviados ao prof. C. Diener para estudo. O falecimento deste colocou-nos nas mãos de K. Holdhaus, que os descreveu confirmando-lhes a idade pressuposta. Constitue a memória a segunda monografia (1916) daquela instituição. Tal trabalho foi publicado três anos após o suicídio de Derby (27-XI-1915), e o Serviço Geológico estava agora sob a direção de Gonzaga de Campos. Os últimos trabalhos de Orville Derby com *visu* paleontológico foram um estudo sobre a estrutura de *Psaronius brasiliensis* (1914-15) e um outro sobre a estrutura de *Tietea singularis* (1915)

Em São Paulo, juntou-se à Comissão um novo colaborador, Joviano Pacheco. Prosseguiam ativamente os estudos geológicos nesse Estado. Num relatório de 1907, são noticiados dentes de reptéis, de anfíbios ("*Labyrinthodon*"), de peixes, escamas de ganóides e fragmentos bem conservados de ictiodurolitos de peixes cartilaginosos, em terreno considerado "carbonífero incluindo o permiano" Não era, a essa data, conhecido nenhum fóssil *in situ* no "grez" vermelho de Botucatú, tido como post-carbonífero ("triássico?") Referindo-se às coleções paleontológicas obtidas, informa o relator, João Pedro Cardoso, que "o trabalho de identificação desses fósseis ressentia-se da falta de literatura paleontológica de que dispõe esta Comissão assim como de material já estudado com o qual eles possam ser comparados"

Em 1905, Gonzaga de Campos, que se afastara da Comissão desde 1892, definiu e propoz a nova entidade "grez de Baurú" O primeiro trabalho, porém, que versou a documentação paleontológica fornecida pela mesma, apareceu em 1910 e é devido a Rodolpho von Ihering. Os fósseis, originários de Rio Preto, constavam de alguns dentes e ossos. F. Ameghino opinou pertencer alguns dentes a *Proalligator australis*, embora o autor do trabalho os julgue mais semelhantes aos dos *Goniopholidae*. Um dente de dinossauro foi tido por S. Woodward (1909-10) como pertencen-

te ao gênero *Thecodontosaurus*. Em relação à idade dos mesmos, pronunciou-se R. von Ihering pelo triássico superior ou jurássico.

Em 1912, Derby ainda refere que o chamado "grez de Botucatu" não dera fósseis e o julgava possivelmente de idade triássica. Porém, já em 1911, Pacheco encontrara, *in situ*, tubos de vermes na referida formação. A notícia, entretanto, só foi dada em 1913. O estudo, então apresentado, versou mais amplamente a fauna terrestre da série Baurú. Foram referidos *Megalosaurus* (?), dos quais se encontraram dentes e femur (?), *Podocnemis harrisi* e conchas fragmentárias de água doce, determinadas por V. von Ihering como *Pleiodon priscus* sp. n. A idade foi considerada como cretácea, reforçando a suposição de Arrojado Lisboa (1909). Foi também o geólogo Joviano Pacheco o colecionador do espécime de madeira silicificada fóssil descrita como *Tietea singularis* por Solms-Laubach (1913).

A essas alturas, os geólogos da Inspetoria Federal de Obras contra as Sêcas, criada em 1909 e dirigida por Miguel Arrojado Lisboa, trabalhavam ativamente nos Estados do Norte, reproduzindo nas publicações daquela entidade as suas fecundas observações. Os nomes de Horace L. Small, Ralph H. Sopper e Roderic Crandall vêm em primeira linha.

R. Crandall estudou (1910, publ. 4) os calcários de Mossoró, Rio Grande do Norte, com lamelibrânquios e gasterópodos que já haviam sido referidos por Silva Coutinho em 1886. Estudou, além disso, as camadas fossilíferas da Chapada do Araripe. Em 1913, H. Small forneceu boas secções da mesma chapa e cartas geológicas das regiões estudadas no Ceará e Piauí (publ. 25). Em 1914, assinalou (publ. 32) em Valença, Piauí, na formação que denominou série Piauí, um molde de planta fóssil, determinada por Derby como *Sigillaria decosticlada*, ficando, assim, comprovada a idade permiana da formação proposta.

No mesmo ano, Sopper colecionou, na já referida localidade de Araci, vários espécimes de *Alethopteris*, referindo também escamas de *Lepidotus* de camadas areníticas da mesma região (publ. 34).

Em 1909, Nascimento Moura descobrira a ocorrência de plantas fósseis em Araci, Bahia. Em 1912, Miguel Arrojado Lisboa enviou-as a Zeiller que nelas reconheceu o gênero *Alethopteris*. Mais tarde, Branner colheu fósseis similares no mesmo local. D. White estudou-os, confirmando a diagnose anterior e descrevendo (1913) a nova espécie *Alethopteris branneri*.

Em 1921, Arrojado Lisboa, que reassumira, no ano anterior, a direção da Inspetoria Federal de Obras contra as Sêcas, teve

Alpheu Diniz Gonçalves, Horace Williams, Mathias de Oliveira Roxo (atual Diretor da Divisão de Geologia do Departamento Nacional da Produção Mineral), Luiz Flores de Moraes Rego (falecido), Djalma Guimarães, Francisco Bôa Nova (falecido), Alberto Ribeiro Lamego, Paulino Franco de Carvalho (falecido), Alberto Erichsen de Oliveira, José Fiuza da Rocha (falecido), Eugenio Bourdout Dutra, Aurelio de Bulhões Pedreira, Guilherme Bastos Milward (falecido) e Euzebio de Oliveira (falecido). Este último, que já exercia interinamente o cargo de Diretor do antigo Serviço Geológico, desde o adocimento de Gonzaga de Campos, passou a exercê-lo efetivamente a partir de 1925.

Em 1912, surge no cenário da Paleontologia Nacional o nome de uma colaboradora dedicada e profícua, Carlota Joaquina Maury, a quem devemos uma das maiores colaborações modernas. Naquela data, considerou a paleontóloga norte-americana, colateralmente, a fauna terciária do norte do Brasil. Em 1923, apareceu uma grande contribuição da sua autoria, constituindo o assunto da Monografia n.º IV do Serviço Geológico e Mineralógico e versando as faunas terciárias e cretáceas do país. As coleções descritas foram organizadas, em grande parte, pelos geólogos do Serviço Geológico, por determinação de Gonzaga de Campos. A autora descreveu, então, fósseis de Pirabas e de Estação Agrônômica, Estado do Pará, e de Pirapemas e Turiassú, Maranhão, referindo-os ao terciário. White, como se disse antes, referira (1887) o mesmo calcáreo de Pirabas ao cretáceo, opinião corroborada por Katzer (1903) e H. von Ihering (1907). Reconsiderou a autora os fósseis de Olinda e Maria Farinha, Pernambuco, descrevendo novas espécies e atribuindo a formação ao eoceno inferior. Confirmou-se, dêsse modo, a opinião anteriormente emitida a propósito pelo prof. G. D. Harris (1895), ficando também demonstrada, contra as idéias de H. von Ihering, a existência do terciário marinho na costa norte do Brasil. Na segunda parte dessa monografia, são estudadas coleções de fósseis marinhos de Mossoró, Baixa Verde e Pendência, Estado do Rio Grande do Norte, de Algodões, Estado da Bahia, e Sapucaí, Estado de Sergipe, referidas como cretáceas. Notas de W. Berry inseridas no mesmo trabalho consideram folhas fósseis procedentes do Rio Grande do Norte.

O boletim n.º 11 (1924), traz um estudo de Mathias de Oliveira Roxo a respeito de fósseis terciários colhidos em Quixito, rio Içá e Três Unidos, no vale do Amazonas. Em um folheto extra-oficial (1921), o mesmo autor descrevera uma nova espécie de *Toxodon*, *T. lopesi*, ocorrente também na bacia amazônica. Em 1926, descreveu outro novo fóssil, *Schizocrania rectangularis*, braquiópode da série Bambuí, colhido por O. Albuquerque no rio Abaeté, Minas Gerais. Na mesma data, Luciano Jacques de Mo-

notícias sobre a ocorrência de pegadas de repteis em folhelhos de Passagem da Pedra, rio do Peixe, Paraíba do Norte. As impressões foram, mais tarde, estudadas pelo geólogo Luciano Jacques de Moraes (1924, publ. 58), atualmente professor de Geologia e Paleontologia na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de S. Paulo, que verificou, na mesma formação, série Rio do Peixe, a ocorrência de conchas de água doce (naiades). Esse geólogo, além disso, colheu vários fósseis em Olho d'Água de Catanduva e em Baixa do Leite, no Rio Grande do Norte. O seu trabalho traz referências sobre jazigos de mamíferos pleistocênicos do nordeste do país. Os fósseis obtidos por Luciano Jacques de Moraes, então geólogo da Inspetoria Federal de Obras contra as Sêcas foram enviados ao American Museum of Natural History, vindo a ser versados, anos depois, por Carlotta Maury (1934). Constava essa coleção de moluscos e equinóides cretáceos e fósseis do pliocêno ao recente do rio Grande do Norte, bem como de uma fauna de água doce procedente da acima mencionada série do Rio do Peixe, Paraíba do Norte, tributada triássica.

* * *

Em 1918, Alberto Betim Paes Leme apresentou uma monografia a respeito da formação de linhito de Caçapava, constando na mesma uma descrição de restos vegetais devida a Alberto Löfgren.

No boletim n.º 1 (1920) do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Euzebio de Oliveira estudou as rochas petrolíferas do Brasil, fornecendo boa contribuição a respeito da geologia de Alagoas. Acompanha o trabalho uma carta geológica desse Estado. Nos anos de 1918 e 1919, Odorico de Albuquerque, atualmente professor da Escola Nacional de Minas e Metalurgia, em Ouro Preto, fôra encarregado de estudar as formações carboníferas do vale do Amazonas, onde julgava Gonzaga de Campos ser possível encontrar reservas de carvão. Embora não culminasse o reconhecimento com a comprovação dessa possibilidade econômica, redundou numa grandiosa contribuição à estratigrafia e paleontologia da região (1922, bol. n.º 3).

Em 1923, saiu o n.º III da série de monografias, versando peixes cretáceos do Ceará e Piauí. O autor do trabalho é o já mencionado David Starr Jordan.

Em 1925, faleceu Gonzaga de Campos. O último relatório que ainda traz o seu nome, relativo ao ano de 1923, dá-nos idéia da atividade dos geólogos do Serviço. Estavam sendo realizados vários reconhecimentos de Norte a Sul do Brasil. Trabalhavam o já referido Odorico de Albuquerque, Avelino Ignacio de Oliveira,

raes descobriu uma nova ocorrência fossilífera em Estiva, Pernambuco, onde colheu vários espécimes fósseis que mais tarde foram descritos na monografia VIII do Serviço Geológico (1930)

Em 1927, foi dada à publicação a monografia n.º VI, versando o Estado do Paraná. O seu autor, E. de Oliveira, propôs, então, a nova entidade, série Itararé, fornecendo várias notícias interessantes sobre a sua documentação paleontológica. Na mesma data, o boletim n.º 23 traz uma memória de C. Maury a respeito de vermes "silurianos" de Anitapolis, Sta. Catarina. Dois anos após (1929), essa autora versou uma coleção de fósseis organizados por Luciano J. de Moraes (que passara ao Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil) nos Estados de Espírito Santo, Rio de Janeiro, Pernambuco e Ceará. Do Espírito Santo, ficou sendo conhecido um briozóario marinho, de idade terciária, *Steganoporella*, colhido em Barra do Jacú; do material procedente de Itaborai, Rio de Janeiro, foi referido um pulmonado do gênero *Strophocheilus*, cuja idade tributou-se terciária; dos espécimes colhidos em Campo Formoso e Gameleira do Buíque, Pernambuco, foram mencionadas formas com aparência de *Pisidium* ou *Sphaerium*; numa amostra de folheto preto da Serra do Araripe, Ceará, identificou-se um ostracóide do gênero *Cypris*. Nessa mesma data, F. R. Cowper Reed, do Sedgwick Museum, Inglaterra, descreveu algumas espécies novas de filópodos fósseis, encontrados por Gerson Alvim em folhetos do rio Iguassú, Valões, Sta. Catarina (bol. n.º 34). O autor julgou-as como provavelmente de idade permiana. Na mesma data, veio à luz uma memória de Rudolf Ruedmann, versando fósseis da formação glacial do Sul do Brasil. A coleção estudada havia sido coligida por Euzebio de Oliveira, em 1908, na localidade de Bela Vista, Sta. Catarina (embora o trabalho indique, erroneamente, Estado de S. Paulo) e constava de coprolitos, braquiópodes pertencentes aos gêneros *Lingula* e *Orbiculoides* e escamas de peixes. Apenso, há um estudo de W. L. Bryant sobre o material ictiológico. Ainda em 1929, foram publicadas as monografias VII e IX do Serviço Geológico. A primeira é da autoria de Carlota Maury e versa coleções paleontológicas do siluriano do Amazonas; a segunda é devida a Cowper Reed e tem por assunto o estudo de fósseis triássicos marinhos do Estado do Paraná. Neste último trabalho figura uma nota de F. A. Bather sobre um crinóide do Paraná.

A revelação de horizontes triássicos marinhos na série Estrada Nova de White, até então tida como totalmente de idade permiana, impôs uma revisão stratigráfica do "Sistema de Sta. Catarina". Tal assunto foi discutido nos anais da Academia Brasileira de Ciências por Euzebio de Oliveira (1930). No mesmo ano e ainda nesses anais, Oliveira reconsiderara o assunto dos braquiópodes da série Itararé.

Uma nova coleção paleobotânica organizada por E. de Oliveira foi enviada a D. White cuja morte, entretanto, antecipou o seu estudo. Dêse modo, passou a coleção às mãos de Charles B. Read que só a versou recentemente (1941). Acompanhavam as plantas fósseis fragmentos de peixes que foram objeto dum pequeno trabalho de L. Hussakof (1930), do American Museum of Natural History. Os fragmentos, segundo aquele autor, incluíam uma espécie nova, por êle denominada *Elonichthys gondwanus*, procedente de Teixeira Soares, Paraná, julgada de idade permiana, e um *Palaeoniscidae* triássico, de Serrinha, no mesmo Estado. Dentre os espécimes vegetais foi encontrada, ocasionalmente, uma amostra contendo uma asa de blatide fóssil estudada por F. M. Carpenter (bol. n.º 50), no mesmo ano.

Com a data de 1930, saíram as monografias VIII e X do Serviço Geológico, respectivamente, da autoria de Carlota Maury e Cowper Reed. A primeira estuda fósseis cretáceos da Paraíba do Norte, coligidos por João Domingues dos Santos, e os de Estiva, já mencionados, que haviam sido colecionados por Luciano Jacques de Moraes; a segunda trata de uma coleção de lamelibrânquios fósseis procedente de Taió, Santa Catarina, onde foram descobertos por Anibal Alves Bastos. Reed considerou essa malacofauna como permo-carbonífera.

Em 1933, uma sondagem realizada em Terezina, Piauí, revelou a existência de camadas fossilíferas de idade carbonífera. Em 1935, Carlota Maury apresentou um estudo sobre fósseis de Itaboraí (Rio de Janeiro) e Iporanga (S. Paulo), referidos, respectivamente, ao terciário superior e pleistoceno. Na mesma data, Cowper Reed descreveu lamelibrânquios triássicos marinhos de Rio Claro (Santa Catarina), coligidos por Aristomenes Duarte, e de Santo Antônio da Platina, Estado do Paraná, coligidos por Alberto Erichsen. O material em questão fôra remetido por E. Oliveira para determinação. Ainda na mesma data, Cowper Reed descreveu um novo braquiópode carbonífero de Santa Catarina, *Discinisca tayoensis*, Victor Oppenheim referiu vegetais devonianos do Paraná, e Euzebio de Oliveira apresentou um estudo sobre os esfenopterídios da sondagem de Terezina, Piauí, acima referida.

O ano de 1936 foi profícuo para a paleontologia brasileira. Nessa data, Mathias de Oliveira Roxo e Axel Löfgren descreveram *Lepidotus piauhyensis*, um peixe cretáceo do Norte. O primeiro descreveu, também, um novo crocodiliano do cretáceo (série Baurú) do Estado de S. Paulo, *Goniopholis paulistanus*. Euzebio de Oliveira descreveu uma nova conífera fóssil, *Dadoxylon derbyi*, encontrada em Casa Branca, S. Paulo, série Itararé e um novo braquiópode, *Ambocoelia roxoi*, procedente de Teixeira Soares, Paraná, mesma série, apresentando também um estudo sobre

madeiras petrificadas do planalto dos Parecis. Alberto J. Erichsen e João Miranda colheram fósseis devonianos em Goiaz, dentre os quais E. Oliveira reconheceu espécies semelhantes às do eo-devoniano do Paraná. Trabalhos póstumos de Aristomenes Guimarães Duarte, ventilaram fósseis carboníferos obtidos na já referida sondagem de Terezina, Piauí e fósseis marinhos por êle próprio coligidos no Morro do Chaves, Sergipe, referidos ao triássico. No mesmo ano, foi publicada a monografia XI, na qual Carlota Maury estudou ostensivamente o cretáceo marinho de Sergipe.

Em 1937, Mathias de Oliveira Roxo estudou uma coleção de fósseis pliocênicos provenientes do rio Juruá, Amazonas, cujos coletores foram Pedro de Moura e Victor Oppenheim. Euzebio de Oliveira, no mesmo ano, forneceu uma nota sôbre os fósseis devonianos coletados por Alberto Erichsen e João Miranda no Estado de Goiaz. Na mesma data, Paulo Erichsen de Oliveira apresentou um estudo sôbre material paleontológico de Propriá e Jaboatão (Sergipe), reunido por êle próprio e Josalfredo Borges. Os fósseis em questão são lamelibrânquios e foram considerados de idade triássica.

Em 1938, apareceram mais dois trabalhos póstumos de Aristomenes Duarte, versando, respectivamente, fósseis carboníferos do rio Jatapú e rio Parauari.

Em 1939, José Lino de Melo Júnior noticiou novas localidades fossilíferas do nordeste da Bahia, trazendo o seu trabalho uma nota de Paulo Erichsen de Oliveira sôbre os fósseis obtidos.

Em 1940, Paulo Erichsen de Oliveira apresentou um estudo sôbre uma coleção de fósseis cretáceos obtida por Aristomenes Duarte e Alberto Wanderley em calcáreos do rio Calumbí, Sergipe, e Mathias Oliveira Roxo descreveu um gasterópo novo da Bahia, *Artemon andradai*, referindo-o como holocênico ou pleistocênico, fornecendo ainda uma nota a respeito de crustáceos do mesmo Estado. Em 1941, saiu a monografia XII, trazendo um trabalho de Charles B. Read, acima referido, sôbre plantas permo-carboníferas do Paraná e Santa Catarina. Os fósseis descritos na mesma haviam sido enviados, como se disse, por Euzebio de Oliveira ao paleobotânico D. White, cujo falecimento privou de as versar

O mais recente trabalho elaborado pela atual Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral é um estudo de Axel Löfgren e Paulo Erichsen de Oliveira sôbre fósseis cretáceos de Aracajú (1943)

Em 1907 e 1908, A. S. Woodward, retornára o estudo da paleontologia brasileira, versando peixes cretáceos de Sergipe,

Pernambuco e Bahia. Ainda em 1908 e no ano seguinte, tratou de reptéis fósseis procedentes do Rio Grande do Sul e S. Paulo.

Em 1908, também, os peixes cretáceos do Ceará foram considerados em um trabalho da autoria de J. C. Branner e D. Starr Jordan. O segundo autor abordára, um ano antes, colateralmente, os peixes fósseis do Brasil. Em 1910, descreveu a ictiofauna dos folhelhos betuminosos de Riacho Doce, Alagoas, julgado como possivelmente de idade eocênica. Em 1913 e 1920, reconsiderou os peixes fósseis brasileiros. O seu último trabalho a respeito constituiu a citada monografia III (1923)

Merece especial destaque a contribuição de Branner sôbre o Brasil. Na grande lista de trabalhos da sua autoria, demonstram, sem dúvida, a sua dedicação extrema por este solo, uma Geologia (1906) preparada com referência especial aos estudantes brasileiros, bem como um mapa geológico do Brasil (1919), que representa o produto de muitos anos de labor e que, segundo confessa, foi feito na intenção de bem servir ao nosso povo, com o qual muitos anos conviveu e tanto simpatizou e por cujo bem estar se achava profundamente interessado. Tal carta geológica representa, sem favor nenhum, a primeira contribuição séria para o entendimento de conjunto da geologia pátria.

Entre os anos de 1908 e 1909, J. B. Woodworth realizou uma expedição geológica ao Brasil e Chile. No relato a respeito (1912), transcreveu uma carta de Euzébio de Oliveira em que se noticia a descoberta de braquiópodes, peixes, restos de esponjas e asas de insetos em folhelhos de Teixeira Soares, Paraná. Em 1912, G. Gurich descreveu uma nova espécie de crocodiliano do território do Acre, referindo as camadas onde fôra encontrado ao terciário superior

Em 1912 e 1914, F. Pelourde realizou estudos sôbre os psaronídios do Brasil. Em 1913, Olaf Jenkeins noticiou, em uma memória geológica, alguns fósseis colhidos em calcáreos das proximidades de Natal, Rio Grande do Norte. Em 1916, tem-se uma referência de R. W. Shufeldt sôbre uma pena fóssil encontrada em Taubaté, S. Paulo. Em 1919, G. Lundquist descreveu plantas fósseis do Brasil Meridional e J. M. Clarke estudou crustáceos da formação Irati do Estado de S. Paulo.

Em 1920, Charles C. Mook descreveu um novo crocodiliano fóssil, *Brachygnathosuchus braziliensis*. Em 1923, Charles Lawrence Baker noticiou, pela primeira vez, a ocorrência de terrenos devonianos em Goiaz. Em 1924, E. Berry e A. Hollick estudaram a flora do terciário superior da Bahia. Em 1927, um trabalho de Julia Gardner refere fósseis pliocênicos brasileiros da Amazônia.

Alguns anos mais tarde, A. L. Du Toit excursionou pelo país procurando obter provas em prol da hipótese de Wegner. Resulta-

tou disso o seu conhecido trabalho "A Geological Comparison of South America with South Africa" (1927), aparecendo no mesmo uma lista de fósseis reconhecidos como triássicos que o autor colheira em folhelhos da chamada série Estrada Nova de White, no município de Marechal Malet, Estado do Paraná, e cuja identificação correrá por conta de R. Cowper Reed. Em 1928, este último apresentou uma pequena nota a respeito desses fósseis.

Notável contribuição à paleontologia brasileira deve-se a Friedrich von Huene. Vão além de uma trintena os trabalhos de sua lavra que se prendem, direta ou colateralmente, aos problemas paleontológicos brasileiros (1926 em diante). Em 1928, esse autor viajou pelo Rio Grande do Sul, tendo percorrido também o Estado de S. Paulo, em meados de junho do mesmo ano. Colheu nessa viagem, na mesma formação Estrada Nova, mas agora em localidade do Estado de S. Paulo (Rio Claro), alguns lamelibrânquios fósseis confiados também a C. Reed para determinação. A memória concernente foi publicada na Inglaterra, em 1932. Nesse interim, lamelibrânquios da mesma formação, colhidos no Paraná, haviam sido remetidos também por Euzébio de Oliveira a Reed, que os versou em 1929. Alguns restos de crustáceos coligidos por von Huene em S. Paulo e Sta. Catarina, foram estudados por Karl Beurlen (1931, 1934 e 1935). Os trabalhos de von Huene sobre o Brasil estudam, principalmente, os reptéis das formações cretáceas e triássicas do Sul, ou sejam da série Baurú (São Paulo, Minas, Goiaz, Mato Grosos) e formação Santa Maria (Rio Grande do Sul). Não só verificou esse autor a ocorrência no nosso território de vários gêneros já conhecidos da literatura mundial, como descreveu espécies e gêneros novos, tecendo conjeturas a respeito do parentesco e idade dos mesmos. Assim, devem-se-lhe os gêneros *Stahleckeria*, *Chiniquodon*, *Belesodon*, *Traversodon*, *Gomphodontosuchus*, *Cephalonia*, *Prestosuchus*, *Rhadinosuchus*, *Rauisuchus*, *Procerosuchus*, *Hoplitosuchus* do triássico e *Brasileosaurus* do cretáceo. Abordou, também, questões estratigráficas e paleogeográficas.

Em 1933, W. Rau descreveu *Cedroxylon canoense*, um vegetal fóssil do Rio Grande do Sul. Em 1935, o mesmo autor descreveu outro novo vegetal fóssil, *Dadoxylon butiense*, também daquele Estado e Fernando R. Milanez descreveu *Lecytoxylon brasiliense* procedente de Alegre Manga, Estado do Piauí de idade cretácea. No ano seguinte, Luiz Flores de Moraes Rego noticiou em São Paulo, na formação Estrada Nova Superior, a ocorrência de um escafópodo por ele denominado *Dentalium florencei*.

Em 1937, E. W. Berry, reconsiderou as plantas terciárias do Avre num estudo sobre paleobotânica sul-americana. Na mesma data, K. von Staesche descreveu uma tartaruga fóssil, *Podocnemis brasiliensis*, de Araçatuba, S. Paulo.

Em 1938, Geremias d'Erasmus apresentou uma memória sobre os peixes cretáceos do Ceará, descrevendo uma nova espécie. No mesmo ano, A. Miranda Ribeiro descreveu *Plicodontinia mourai* da Amazônia.

Em 1941, A. Castellanos descreveu *Panochthus oliveira-roxoi* e *P. greslebini* procedentes do pleistoceno do Ceará.

Em 1942, há nos arquivos do Museu Paranaense um artigo de Frederico Waldemar Lange a respeito de restos de vermes da formação Furnas, encontrados no Paraná. Em 1944, êsse autor descreveu novos fósseis devonianos do mesmo Estado. No mesmo ano o autor destas linhas versou uma coleção de lamelibrânquios por êle organizada em Rio Claro, Estado de S. Paulo (Formação Estrada Nova); Fernando F. Marques de Almeida descreveu uma nova alga fóssil, *Collenia itapevensis*, de idade algonquiana, procedente do Sul do Estado de S. Paulo; e Jordano Maniero referiu o novo vegetal fóssil *Dadoxylon whitei*, coligido em Assistência, ainda Estado de S. Paulo, formação Iratí.

ERRATA PRINCIPAL

- p. 30, linha 6 (a partir de baixo) leia-se 610 e não 575.
" 30, " 7 " " " " " " 575 e não 610.
" 117, " 12 leia-se oeste e não norte.
" 117, " 25 " (fig. 5) e não (fig. 2)
" 118, " 7 " (fig. 2) e não (fig. 3)
" 118, " 25 " Rocas e não rochas.
" 119, " 9 (a partir de baixo) leia-se (fig. 4) e não (fig. 2)
" 151, " 21 leia-se "criada em 1904. O relatório final apresentado pelo seu chefe Israel C. White em 1908" etc. e não "criada em 1908" etc..
pp. 154 e 155 estão trocadas.

ÍNDICE GERAL

	PÁG.
<i>Bacia terciária do vale do rio Paraíba, Estado de São Paulo.</i> ✓ — Luciano Jacques de Moraes	3
<i>Considerações sôbre a estratigrafia e idade da formação Estrada Nova.</i> — Josué Camargo Mendes ✓	27
<i>O conglomerado do Baú (Série Itajaí-Santa Catarina).</i> — Ruy Ozorio de Freitas	33 35
<i>Camadas fossilíferas do Rio Grande do Norte.</i> — Luciano Jacques de Moraes ✓	112
<i>Phyloblatta roxoi</i> sp. n. — Setembrino Petri	129
<i>Sôbre a estrutura de Dadoxylon derbyi</i> Oliveira. — Jordano Maniero ✓	133
<i>Esbôço histórico das pesquisas paleontológicas no Brasil.</i> — Josué Camargo Mendes	139

