

NOTAS SÔBRE A ESTRUTURA GEOLÓGICA DO BRASIL

Por **AZIZ NACIB AB'SÁBER**

Professor da Faculdade de Filosofia, Ciências e
Letras de Sorocaba

O edifício geológico do Brasil. — Na estrutura geológica das massas continentais da superfície da Terra destacam-se geralmente três grandes tipos de províncias geológicas: 1. os **maciços antigos**, altamente perturbados e metamorfisados; 2. as **bacias sedimentares** pouco deformadas; e, finalmente, 3. as áreas de **dobramentos modernos**. Enquanto os maciços antigos (1), constituídos por massas rochosas rígidas, dão origem, de modo geral, aos planaltos cristalinos e serras cristalinas, em diversos graus de rejuvenescimento, as bacias sedimentares, conforme seu grau de soerguimento, formam planaltos sedimentares ou planícies de considerável extensão, e, finalmente, os feixes de estruturas dobradas modernas dão origem a cordilheiras estreitas e alongadas ou a arcos insulares.

Dessas três feições estruturais gerais que, obedecendo aos arranjos mais diversos, caracterizam os traços essenciais da ossatura rochosa dos continentes, duas apenas estão presentes no território brasileiro. Nêsse sentido, haveria a dizer que o edifício geológico do Brasil é formado por uma espécie de mosaico de terrenos antigos e extensas bacias sedimentares, soerguidas a planos altimétricos diversos. Na realidade possuímos tão somente maciços antigos pré-devonianos e pré-cambrianos, e, bacias sedimentares paleozóicas, mesozóicas e, eventualmente, cenozóicas.

Já se vai tornando clássica a esquematização do geólogo Luiz Flores de Moraes Rego que via na estrutura geológica de nosso país a presença de **um embasamento de rochas antigas e um capeamento sedimentar** de idade post-devoniana ou post-siluriana. Fábio Macedo Soares Guimarães (1943, p. 40), resume as idéias de Moraes Rego, nos seguintes termos:

“Apesar de sua complexidade, a estrutura geológica do território brasileiro pode ser, em muitos largos traços,

1) — Os maciços antigos brasileiros são todos constituídos por estruturas pré-cambrianas e localmente pré-devonianas. Trata-se de velhos escudos rígidos de estrutura complexa, predominantemente arqueo-proterozóico, e, eventualmente, incorporando formações do paleozóico inferior (cambriano-ordoviciano-siluriana).



ANÁLISE CRONOLÓGICA DOS CONTINENTES

Seg. J.H.F. Umbgrove

-  Dobramentos cenozóicos
-  Dobramentos mesozóicos
-  Varisquias
-  Caledonianos
-  Escudos espessos
-  Cobaltos por camadas relativ modernas ou efúevas
-  Áreas de dobramentos pre - cambrianos

assim definida: um **embasamento** de rochas cristalinas, em que as primeiras se acham bastante perturbadas, isto é, intensamente dobradas, revelando antigos movimentos orogênicos; ao passo que as segunda (que constituem o capeamento, segundo o dizer expressivo de **Morais Rego**) estão dispostas horizontalmente ou quase, em formações tabulares (**slc**), o que indica ausência de movimentos importantes da crôsta terrestre, desde remotos tempos geológicos."

Em conjunto as áreas onde afloram formações antigas, pré-cambrianas, perfazem um terço do território nacional, enquanto os restantes dois terços pertencem às áreas sedimentares, onde se empilham camadas paleozóicas, mesozóicas e cenozóicas. Aproximadamente dois e meio milhões de quilômetros de nosso território pertencem a áreas de exposição de formações antigas, enquanto mais de cinco milhões de quilômetros são constituídos por regiões sedimentares.

Uma rica nomenclatura geológica surgiu para atender a distribuição regional das áreas de terrenos antigos e de terrenos sedimentares. Enquanto os terrenos antigos foram crismados de "escudos" (2), os terrenos sedimentares foram agrupados segundo as diversas bacias que os asilam. Nêsse sentido, dois são os grandes escudos de terrenos antigos do Brasil: **Guânia**, ou Escudo Guianense, e, **Brasília**, ou Escudo Brasileiro; os quais, por sua vez, foram subdivididos em núcleos de diversas ordens de grandeza espacial. **Guânia**, devido sua

2) — Por "escudos" entende-se em Geologia todas as grandes massas rochosas cristalinas ou cristalofílicas, de estrutura complexa, oriundas de sedimentações e distrofismos antigos, os quais, após longa história geológica, restaram na categoria de blocos rígidos, funcionando predominantemente como áreas fornecedoras de sedimentos para as bacias sedimentares adjacentes. Os principais escudos que compõem o edifício geológico dos continentes são pré-cambrianos ou paleozóicos inferiores, entendendo-se por **escudos fundamentais** tão somente os maciços antigos granítico-gnaissicos, constituídos por massas siálicas leves e sujeitos predominantemente a fenômenos de epirogenese positiva, formados na era arqueozóica (Escudo Canadense, Escudo Fino-escandinavo, Escudo Etiópico, Escudo Indu, Escudo Austrábiano, Escudo Brasileiro, Escudo Guianense, Escudo Patagônico, Escudo Malgache e Escudo Siberiano). No Brasil os "escudos" são arqueo-proterozóicos, não sendo possível separar, na base de critérios seguros, as porções territoriais pertencentes a essas duas eras pré-cambrianas. O termo "Complexo Brasileiro", de Branner, entretanto, só se refere àquelas porções do Escudo Brasileiro classicamente tidas como arqueanas ou arqueozóicas.

Fig. 1 — Mapa das áreas de escudos, bacias sedimentares e dobramentos paleo-meso e cenozóico no globo, segundo concepção gráfica de J. H. F. Umbgrove (1947), in "The pulse of the earth".

(Original adaptado para publicação em preto e branco).

marcante continuidade territorial, não sofreu subdivisões; **Brasília**, pelo contrário, foi dividida em dois grandes núcleos: (**Bóreo-Brasília** e **Austro-Brasília**, segundo denominações de Kenneth E. Caster). (3) Por seu turno, as "ilhas" de rochas antigas, inteiramente circundadas por regiões sedimentares recebem nomes geográficos regionais, tais como: núcleo Gurupí, núcleo bolívio-matogrossense, núcleo sul-riograndense, e, núcleo goiano-matogrossense. Afloramentos menores, ainda, são encontrados no Baixo Tocantins e no Alto Rio Capim, no Estado do Pará, e, em tórno da região de Perizes, ao sul e sudeste do Golfão Maranhense.

Com relação às áreas sedimentares temos a assinalar a presença de quatro gigantescas bacias: Bacia Amazônica, Bacia do Paraná, Bacia do Maranhão-Piauí e Bacia Sanfranciscana. Ao lado dessas grandes bacias, há a necessidade de se discriminar, algumas outras, menores ou mais descontínuas, tais como: Bacia de Jatobá-Moxotó; Bacia do Recôncavo; bacias da área costeira do Leste e Nordeste; pequenas bacias fluviais e flúvio-lacustres, situadas em comparti-

3) — Moraes Rêgo (1931) propôs o termo **Arqueo-atlântida** para a porção atlântica oriental do Escudo Brasileiro. Alguns anos mais tarde Kenneth E. Caster (1942) sugeriu e empregou os termos **Bóreo-Brasília** e **Austro-Brasília** para designar os dois grandes núcleos essenciais do Escudo Brasileiro, obedecendo à linhagem da terminologia paleo-geográfica clássica. Em trabalhos publicados em 1949 e 1950, Aroldo de Azevedo optou pelo termo **Escudo Atlântico** para designar a **Austro-Brasília** de Caster, reservando os termos **Escudo Sul-amazônico** e **Escudo Araguáio-tocantino** para a porção noroeste e central do Escudo Brasileiro.

Em reunião da Associação dos Geógrafos Brasileiros (1948), presente eventualmente o Professor Kenneth E. Caster quando o Professor Aroldo de Azevedo propôs sua nova terminologia, travaram-se interessantes debates sobre questões de nomenclatura. Aquele eminente geólogo norte-americano insurgiu-se com o termo **Escudo Atlântico**, fazendo ver que para denominação geológicas de escudos fundamentais não se deve dar nomes geográficos regionais, sendo preferível denominações mais gerais e clássicas, incapazes de envolver anacronismos paleogeográficos perigosos. Realmente, nada há a opôr a tais considerações, sendo preferível usar denominações geológicas, as mais gerais e clássicas possíveis, para designar escudos fundamentais. Entretanto, a necessidade de uma pequena revisão na nomenclatura das porções do Escudo Brasileiro, é inevitável. **Austro-Brasília**, de Caster, tem uma posição oriental demais para merecer aquele sugestivo nome.

É fácil compreender-se que o Escudo Brasileiro (**Brasília**) é um corpo só (aliás não muito bem separado do Escudo Guianense), possuindo suficiente individualização para ser considerado um dos maiores escudos pré-cambrianos do globo. Se é que Brasília comporta sub-divisões — tão somente pelo fato d'êla possuir anichado, aqui e ali, em seu dorso, uma série de bacias sedimentares páleo e mesozóicas de grande extensão e espessura média. Disto resulta sua compartimentação em **núcleos**, os quais por seu turno possuem diferentes ordens de grandeza. Pensamos resolver em parte o problema da nomenclatura do Escudo Brasileiro, reservando o título de "escudo" apenas para o conjunto (**Brasília**), e designando por "núcleos" todos os membros componentes. É assim que poderíamos reconhecer entre os grandes núcleos: o **Sul-amazônico**, o **Goiano-matogrossense** ou **Araguáio-Tocantino**, o **Uruguáio-sulriograndense**, o **Oriental-brasileiro** e o **Nordestiniano**; enquanto entre os núcleos médios e pequenos, poderíamos conside-

221 o **Gurupí**, o **Bolívio-matogrossense**, **Perizes**, **Baixo Tocantino do Para** e o **Capim**.

mentos de planaltos (bacias de São Paulo, Curitiba, Taubaté, Resende, Gandarela e Fonseca); Bacia do Pantanal Matogrossense; áreas sedimentares fluviais, dispersas pelos mais variados recantos do país; e, áreas sedimentares flúvio-marinhas e marinhas da costa.

Se procurássemos inventariar as grandes riquezas minerais existentes nas áreas de terrenos antigos e nas áreas sedimentares do território brasileiro, iríamos atingir invariavelmente as seguintes conclusões gerais: nos terrenos antigos nossas principais riquezas dizem respeito ao minério de ferro e ao manganês, enquanto nas regiões sedimentares apontam-se algumas pequenas bacias carboníferas, infelizmente de qualidade inferior, e, duas ocorrências de petróleo, uma no Recôncavo e outra na Amazônia, a última das quais, altamente promissora para o futuro da economia nacional. Está claro que tal balanço das riquezas essenciais não importa em uma substimação de outros recursos minerais, existentes nos mais variados recantos do nosso território; mesmo porque, em seu conjunto, as riquezas menores, longe de possuir uma importância tão

As formações pré-devonianas brasileiras e suas riquezas. — As formações tidas como arqueozóicas no Brasil estão expostas por mais de 2,5 milhões de quilômetros quadrados de extensão (2.755.018

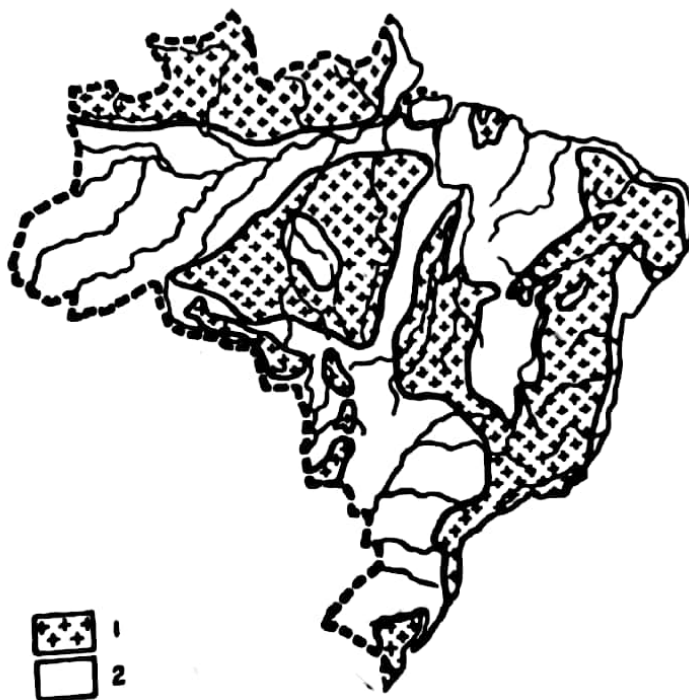


Fig. 2 — Mosaico das áreas de escudos e núcleos de escudo expostos e bacias sedimentares no Brasil. (Extr. de "O Brasil", de Pierre Monbeig — 1954 — Trad. bras. de Dirceu Lino de Matos).

1 — Escudos e núcleos de escudo expostos. 2 — Bacias sedimentares paleo, meso e cenozóico do Brasil.

somente local ou regional, interessam igualmente à economia geral do país.

km², segundo Arthur Cardoso de Abreu e Fábio Macedo Soares Guimarães — 1943). Trata-se de um terço do conjunto de nosso território, ou seja 32,37% da área total do país.

A estrutura desses velhíssimos terrenos, salvo raros casos locais (centro-sul de Minas, vale do Paraíba, Distrito Federal, arredores de São Paulo e pontos isolados do Nordeste Oriental), é mal conhecida, tanto em suas relações espaciais como em sua disposição vertical. Em muitos lugares, os grandes feixes de gnaisses correspondentes a velhas cordilheiras corroidas, foram transformados em vastas massas complexas de rochas granitizadas. Por outro lado, em raros pontos é possível constatar-se a presença de antigas dobras isoclinais imbricadas, injectadas por batolitos e stocks graníticos. Os fenômenos de palimênese, ao contrário, destruíram em muitas regiões o esquema da estrutura antiga, criando massas amorfas de gnaisses e granitos (4). Francis Ruellan (1952, pp. 27-30) sintetizou muito bem o estado atual dos conhecimentos sobre as direções estruturais dominantes no Escudo Brasileiro (5).

Não há proporção entre a grande extensão desses terrenos e a riqueza mineral efetiva que eles até hoje nos revelaram. Trata-se de gigantescas massas de gnaisses e granitos, com micaxistos e dolomitos associados, onde apenas eventualmente surgem ocorrências ou jazidas minerais dignas de maior nota. Entre essas, citam-se ocorrências de "pedras coradas, minério de cromo, a magnetita, o caolim, a grafita e as excelentes pedras de construção" (Guimarães, 1943, p. 41).

A explicação da pequena riqueza geral apresentada pelos nossos terrenos arqueozóicos está ligada intrinsecamente à sua extrema

4) — Para melhor se aquilatar da complexidade estrutural das formações referenciáveis ao arqueozóico seria interessante reler os trabalhos de Alberto Ribeiro Lamego, Djalma Guimarães e Octavio Barbosa sobre Minas Gerais e Rio de Janeiro. Por sua vez, as pesquisas de Georges-Frédéric Rosier e Heinz Ebert, no Brasil Sudeste, ainda inéditas, têm pôsto à mostra inúmeras complicações estruturais e tectônicas, até há pouco tempo insuspeitadas. Isto para não se falar do problema da interferência de esforços tectônicos modernos (**tectônica quebrantável**), de grande importância para a compreensão das linhas maiores do relevo atual.

5) — Utilizando-se de denominações novas e incorporando denominações já utilizadas por outros pesquisadores, Francis Ruellan (1952, pp. 27-30), estabeleceu o seguinte quadro de direções para a ossatura do Escudo Brasileiro: 1. direção **Brasileira** (NE-SW e NNE-SSW); 2. direção **Caraíba** (Choubert) NW-SE; 3. direção **Amazônica** (E-W); 4. direção **Sanfranciscana** (N-S). A direção WNW-ESE que na lista organizada por Ruellan ocupa o primeiro lugar, foi descoberta por B. Choubert na Guianá Francesa e referida como sendo a mais antiga. Tal direção estrutural, "atualmente quase apagada", poderia receber o nome de **proto-americana**, caso o seu caráter de antiguidade um dia fôr comprovado em definitivo.

antiguidade geológica. Tratando-se de formações altamente metamorfisadas, cuja idade remonta a mais de um milhão e meio de anos, segundo alguns autores, já houve tempo suficiente para um desgaste notável no dórso das mesmas. Por certo tais formações tiveram riquezas minerais muito mais ponderáveis, as quais foram erodidas através prolongadíssimos e sucessivos ciclos de erosão. **Esses fenômenos denudacionais retiraram dos nossos escudos fundamentais a sua porção mineralizada mais importante, correspondente às cintururas de mineralização de auréolas de metamorfismo pretéritas e aos diques que deveriam se interpenetrar pelas rochas encaixantes superiores, extensivamente removidas.** A julgar pelos cálculos de alguns geólogos já foram retirados vários milhares de metros de massas rochosas da porção superior desses escudos, cuja tendência tem sido sempre positiva desde sua formação até nossos dias. Os granitos que hoje afloram em numeráveis pontos de nossos terrenos antigos foram gerados com certeza a 5.000 ou 10.000 m de profundidade, pela sua própria natureza de rochas abissais ou plutônicas. Esse fato serve para nos dar uma pálida idéia das massas que foram erodidas. **E' exatamente isto, por outro lado, que nos explica a presença de extensões enormes de rochas granitizadas nos nossos terrenos antigos, e a relativa ausência de províncias mineralogênicas ponderáveis nos mesmos.**

Felizmente para compensar essa pobreza do sub-solo de uma grande área de nosso país, os terrenos tidos como proterozóicos, como teremos oportunidade de vêr, apresentam um quadro de riquezas inteiramente diverso e muito mais satisfatório sob o ponto de vista econômico.

A estrutura de nossos terrenos proterozóicos é das mais perturbadas (6), podendo ser reconhecido seu estilo tectônico com relativa facilidade no campo: feixes de xistos e rochas cristalofilianas, dispostos em dobras isoclinais de diferentes graus de compressão e em geral extremamente corroidas. Batolitos e "stocks" graníticos, posteriores à formação dos xistos e contemporâneos à orogenia que criou os dobramentos, formam corpos intrusivos dentro da massa dos xistos (quartzitos, filitos, micaxistos, calcáreos metamórficos e e anfíbola-xistos).

Durante muito tempo foi quase impossível separar as formações pré-cambrianas mais recentes das mais antigas, vigorando tão somente um impreciso critério de grau de metamorfismo, devido a

6) — Devido a íntima ligação dos campos de pesquisa, os estudos estruturais e tectônicos que estão sendo feitos sôbre o arqueano estendem-se aos terrenos tidos como proterozóicos. Daí, ser indispensável o conhecimento das pesquisas de Guimarães, Barbosa, Ebert e Rosier, afim de se pôr em dia com as novidades mais importantes sôbre a estrutura e a verdadeira paleogeografia do proterozóico no Brasil.

ausência de contactos e discordâncias geológicas visíveis. As massas predominantemente granito-gnaissicas eram reconhecidas como arqueanas e, as predominantemente cristalofilianas, colocadas no proterozóico. Felizmente nos últimos três anos processou-se uma verdadeira revolução nos estudos do pré-cambriano brasileiro, graças às pesquisas de Djalma Guimarães, Octavio Barbosa e Heinz Ebert na região centro-sul de Minas Gerais, sendo de se prevêr o estabelecimento, em breve, de uma nova seriação para as diversas formações pré-cambrianas do Brasil Sudeste.

As formações tradicionalmente identificadas como pertencentes ao proterozóico no Brasil ocupam apenas 330 mil quilômetros quadrados de extensão (334.088 km²), ou seja, tão somente, 3,92% do território nacional. Entretanto, como lembra oportunamente Fábio Macedo Soares Guimarães (1943, p. 41), "apesar de sua pequena extensão, o sistema algonquiano (*sic*) tem enorme importância econômica no Brasil, pois nele se encontram as nossas principais jazidas minerais: os imensos depósitos de minérios de ferro, filões auríferos, minérios de manganês, níquel, chumbo, prata, ocorrências de diamantes, rutilo, bauxita, etc."

As áreas sedimentares e suas riquezas. — As formações sedimentares brasileiras, a despeito de sua extraordinária extensão, avaliada em mais de 5,5 milhões de quilômetros quadrados, não revelaram ainda toda aquela variedade e massa de riqueza que se poderia esperar.

Nossas bacias sedimentares páleo e mesozóicas são vastas depressões de espessura mediana, aninhadas no dorso dos escudos árqueo-proterozóicos, tendo se comportado como áreas de subsidência extremamente moderada durante o longo período deposicional que as afetou. Nenhuma delas pode ser considerada como sendo uma bacia do tipo **geossinclinal**, dentro da conceituação clássica do termo, pois não sofreram espessamento demasiado de suas camadas, não foram ocupadas predominantemente por mares epicontinentais, não tendo, por outro lado, sido capazes de gerar distúrbios entre as massas **siálicas** e **simáticas** suficientes para provocar fenômenos orogênicos.

Na Bacia do Paraná a pilha de sedimentos no corpo principal da bacia gira em torno de 2.000 m, enquanto na Bacia do Maranhão-Piauí a espessura média parece situar-se entre 800 e 1.200 m. Apenas na Bacia Amazônica as formações paleozóicas se espessaram um tanto mais em alguns pontos situados no eixo da extensa sinclinal L-W que separa Guafânia de Brasília. Têm sido constatado lugares onde a sedimentação alcança de 3 a 4.000 m de espessura, em fossas mais profundas, tamponadas por sedimentos mesozóicos e cenozóicos

A Bacia Sanfranciscana apresenta espessura e sequência de camadas bem menos completa do que as outras já referidas, já que ali se dispõem tão somente sedimentos do paleozóico inferior capeados discordantemente por formações mesozóicas, não muito espessas. Entretanto há a considerar que os depósitos do paleozóico inferior na Bacia Sanfranciscana, heranças de depósitos marinhos epicontinentais, apresentam suaves dobras, mormente nos bordos da bacia, em estilo tectônico pàlidamente similar ao jurassiano. Comparados, entretanto, com os grandes dobramentos arqueozóicos (laurencianos?) e proterozóicos (huronianos?), as dobras que afetaram a série Bambuí-São Francisco, são meras compressões laterais provocados pelos empurrões dos molhes rígidos das formações proterozóicas, àquele tempo já incorporadas aos escudos fundamentais.

Nas bacias do Paraná e do Maranhão-Piauí os estratos paleozóicos e mesozóicos encontram-se dispostos periclinalmente, em torno de bacias semi-circulares irregulares, sendo que o grau de inclinação dos estratos é em geral diminuto, podendo ser medido em termos de metros por quilômetros, na maior parte dos casos (Gutmans, 1951). Apenas dobras epidérmicas e abaulamentos de grande raio de curvatura afetam essas bacias soerguidas. A disposição periclinal dos estratos favoreceu, em ambas as bacias, uma superimposição hidrográfica post-cretácea, tendencialmente centrípeta. Genéticamente, enquanto a Bacia do Maranhão-Piauí sofreu deposição predominantemente marinha, a Bacia do Paraná inclui um mostruário variado de formações marinhas, glaciais, lacustres e terrígenas. Em ambos os casos há a notar a presença de possantes derrames basálticos réticos e jurássicos, associados às camadas sedimentares mesozóicas regionais, sendo incomparavelmente maior a área geográfica de exposição de basaltos e diabásios na Bacia do Paraná, quando comparada com a da Bacia do Maranhão-Piauí.

A área sedimentar do Recôncavo ocupa um lugar à parte entre as bacias sedimentares modernas do Brasil, pois que é a única, após a série Bambuí-São Francisco, a apresentar perturbações locais sensíveis na atitude de seus estratos. Ali os sedimentos que preencheram uma fossa cretácica, de subsidência relativamente grande (1.500 a 2.000 m no centro da bacia), foram comprimidos pelos blocos rígidos cristalinos que ladeavam a profunda depressão. Houve, desta forma, esforço tangencial localizado, suficiente para criar uma sucessão de suaves anticlinais e sinclinais, sendo, por outro lado, estabelecidas aquelas condições clássicas para a concentração de petróleo em determinados pontos.

* * *

Sob o ponto de vista rigorosamente geo-econômico, torna-se licito supôr que as áreas sedimentares brasileiras não possuem formações

ricas em carvões de boa qualidade, a despeito mesmo de existirem terrenos carboníferos nas três maiores bacias sedimentares do país (Amazônica, do Maranhão-Piauí e do Paraná). Nêsse setor apenas na Bacia do Paraná ocorrem reservas ponderáveis de carvão que, apesar de sua quantidade, são indiscutivelmente medíocres sob o ponto de vista da qualidade, além do que, mal distribuídos sob o ponto de vista geográfico.

Urge lembrar que essa inegável pobreza das terras brasileiras em matéria de carvões, é um fato generalizado em relação a todo o hemisfério sul, e cuja responsabilidade corre por conta da história geológica do continente de Gondwana durante os capítulos finais da era paleozóica.

Sabe-se que no período carbonífero as terras gondwânicas formavam um imenso bloco continental, relativamente rígido, opondo-se às áreas continentais do hemisfério norte, onde reinava grande instabilidade tectônica. Por esta razão, em relação às áreas setentrionais, houve um ciclo todo de transgressões e regressões marinhas, responsáveis pela formação de um grande número de camadas de carvão. A rigidez do bloco gondwânico, porém, ao lado de uma série de outros fatores negativos, prejudicou a formação do carvão nas terras do hemisfério sul. Apenas uma ou outra transgressão, em áreas de antigos pântanos e florestas, pôde ocasionar a formação de um ou outro horizonte de hulha, assim mesmo de má qualidade. É esse, infelizmente o caso da área carbonífera do Brasil Meridional.

Enquanto na Alemanha, na Inglaterra e nos Estados Unidos, as camadas de carvão se empilham em alguns pontos, repetindo-se por dezenas e dezenas de vezes no sub-solo de uma região relativamente restrita, no Brasil ocorrem apenas uma ou duas camadas de carvão, altamente descontínuas, ao longo das bordas orientais e sul-orientais da Bacia do Paraná. Desta forma, as camadas de carvão se estendem de São Paulo ao Rio Grande do Sul, na forma de lentes descontínuas e frequentemente interrompidas por falhas, oriundas de um tectonismo *germanótipo*, conforme os estudos recentes de Hannfrit Putzer (1953).

A deformação post-pérmica que afetou as formações paleozóicas do sul do Brasil, produziu uma depressão acentuada, pôsto que de grande raio de curvatura, entre o NNE do Rio Grande do Sul e SSE de Santa Catarina. Foi êsse fato que fez com que as camadas de carvão de São Paulo e do Paraná ficassem colocadas nos planaltos interiores, em posição altimétrica elevada, enquanto os horizontes carboníferos do sul de Santa Catarina ficaram em nível altimétrico baixo, e, ocasionalmente próximos da atual linha de costa, fato que ao lado da qualidade mediana dos carvões regionais, facilitou sobretudo sua exploração econômica.

Na presente oportunidade, cumprimos o grato dever de lembrar

os resultados alviçareiros das últimas pesquisas geológicas efetuadas na zona carbonífera do Brasil Meridional pelo cientista Hannfrit Putzer, os quais elevam em muito as estimativas anteriores sobre nossos depósitos de carvão. Bastaria citarmos que antes dêses estudos era avaliado em 400 milhões de toneladas o total de nossas jazidas carboníferas do sul do Brasil. Entretanto, segundo os recentes e minuciosos estudos daquele geólogo, somente em Santa Catarina deve existir 900 milhões de toneladas de carvão mineral. Tal fato que diz respeito tão somente à quantidade das jazidas, constitui um elemento novo a ser ponderado na análise de nosso potencial geoeconômico.

Restaria falar do petróleo, que ao lado do carvão, constitui a outra das grandes riquezas associadas às regiões sedimentares. Até janeiro de 1955, a despeito de há quinze estar sendo explorado petróleo no Recôncavo Baiano, era bastante desanimadora a situação das pesquisas de petróleo no país. Na Bahia tinha se exgotado a área de exploração científica mais fácil, sendo que o total dos poços produtivos até hoje abertos na região, mal dava para cobrir uma porcentagem mínima das necessidades do país. Alí, por outro lado, sobrara um campo de pesquisas equivalente a dois terços da área prospectada, onde as dificuldades para a locação de estruturas favoráveis tornavam-se extremamente sérias, devido a cobertura sedimentar terciária (série Barreiras) que escondia as formações mesozóicas, passíveis de serem consideradas oleígenas. Por seu turno, na fossa de Marajó, após as primeiras perfurações, um pessimismo razoável recaiu sobre os que esperavam encontrar alí uma situação semelhante à que se constataria na fossa do Recôncavo Bahiano. Eis, porém, que a meio caminho da Amazônia Ocidental e a Amazônia Oriental, numa das regiões brasileiras que mais necessitavam de um novo alento geoeconômico ponderável, surge a descoberta do petróleo de Nova Olinda, em terrenos carboníferos situados em uma estrutura profunda do sinclinal amazônico.

O significado da ocorrência de Nova Olinda é tão importante sob o ponto de vista econômico, quanto sob o ponto de vista das idéias até hoje vigorantes sobre as condições de ocorrência de petróleo no Brasil. Muito embora, desde há algum tempo todos nós soubéssemos da existência de camadas sedimentares marinhas, expostas ou não, em quase todas as grandes bacias sedimentares brasileiras, era comum, por outro lado, uma crença generalizada na falta de estruturas acumuladoras, capazes de possibilitar a descoberta e a exploração intensiva daquele muito precioso combustível líquido.

As descobertas do Recôncavo e os estudos alí realizados para a ampliação dos campos de exploração petrolífera, forneceram o primeiro grupo de idéias mais seguras sobre o sistema de ocorrência de petróleo em território brasileiro. Realmente, se é que não houve dobramentos verdadeiros nas bacias páleo-mesozóicas de nosso país,

houve, sem dúvida, alguns outros tipos de esforços tectônicos, capazes de arremessar as massas rígidas pré-devonianas sôbre as massas sedimentares plásticas, mais modernas, redundando em deformações locais importantes sob o ponto de vista da geologia do petróleo. Tornou-se mais provável, a existência de estruturas deformadas em profundidade e anichadas em **cripto-depressões**, tamponadas extensivamente por camadas mais modernas. O certo é que enquanto no Recôncavo há petróleo em formações cretácicas, em Nova Olinda há petróleo em formações carboníferas, ficando comprovada a existência de duas províncias petrolíferas no país, separadas entre si por alguns milhares de quilômetros de distância.

E' sabido que 60% do petróleo do globo encontra-se em áreas cenozóicas, 30% em áreas mesozóicas, e, apenas 10% em áreas paleozóicas. Infelizmente, entre nós, parece que não teremos chances de descobrir petróleos oriundos de estruturas cenozóicas, mesmo porque, tais estruturas no Brasil são representadas predominantemente por sedimentos terrígenos, fluviais ou lacustres, de espessura relativamente reduzida. O petróleo do Recôncavo enquadra-se no segundo dos casos citados, e, finalmente, Nova Olinda, ao terceiro, que é exatamente o menos fértil. Não se trata de argumentos de valia absoluta, como facilmente pode se constatar. E' possível, até mesmo, que as descobertas de Nova Olinda e da Bacia Amazônica em geral, sejam capazes de interferir nêsse quadro de porcentagens até hoje conhecido. E' o que, do ponto de vista brasileiro, todos esperam.

I — BIBLIOGRAFIA DAS BIBLIOGRAFIAS

BRANNER, John Casper

1903 — **A bibliography of the geology, mineralogy of Brazil.** — Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, vol. XII. Rio de Janeiro.

1909 — **A bibliography of the geology, mineralogy of Brazil.** — Bull. of Geological Society of America, vol. 20. New York.

GONSALVES, Alpheu Diniz

1928 — **Bibliografia da geologia, mineralogia e paleontologia do Brasil.** — Serv. Geol. e Miner. do Brasil, boletim n.º 27. Rio de Janeiro.

IGLESIAS, Dolores

1943 — **Bibliografia e Índice da Geologia do Brasil. 1641-1942.** — Div. de Geol. e Miner. do D.N.P.M. (Brasil), boletim n.º 117. Rio de Janeiro.

1944 — **Bibliografia do cobre no Rio Grande do Sul.** — Div. do Fom. da Prod. Miner. do D.N.P.M. (Brasil), boletim n.º 59, pp. 119-125. Rio de Janeiro.

1948 — **Bibliografia e Índice da Geologia do Brasil. 1941-1942.** — Div. de Geol. e Miner. do D.N.P.M. (Brasil), bol. n.º 117. Rio de Janeiro.
Estado de São Paulo. — Inst. Geogr. e Geol. de São Paulo, boletim n.º ano I, n.º 2, pp. 57-83. Rio de Janeiro.

1949 — **Bibliografia e Índice da Geologia do Brasil. 1943-1944.** — Div. de Geol. e Miner. do D.N.P.M. (Brasil), boletim n.º 131. Rio de Janeiro.

USBOA, Miguel Arrojado Ribeiro

1906 — **Bibliographia mineral e geologica do Brazil, 1903-1906.** — Annaes da da Escola de Minas de Ouro Preto, n.os 8 e 9. Ouro Preto.

MENDES, Josué Camargo

1944 — **Bibliografia geológica, mineralogica, petrográfica e paleontológica do São Paulo.** — Inst. Geogr. e Geol. de São Paulo. São Paulo.

MEZZALIRA, S. (e) WOHLERS, A.

1952 — **Bibliografia da geologia, mineralogia, petrografia e paleontologia do Estado de São Paulo.** — Inst. Geogr. e Geol. de São Paulo, boletim n.º 33. São Paulo.

II — BIBLIOGRAFIA GERAL (Seleção)

ABREU, Sylvio Fróes

1930 — **O Reconcavo Baiano e o petróleo de Lobato.** — Rev. Bras. de Geogr., ano, I, n.º 2, pp. 57-83. Rio de Janeiro.

1940 — **Pesquisa e exploração do petróleo, com especial referência ao Brasil.** — Com. Edit. Nac. São Paulo.

1945 — **Fundamentos geográficos da mineração brasileira.** — Rev. Bras. de Geogr., ano VII, n.º 1, pp. 3-137. Rio de Janeiro.

ALBUQUERQUE, Odorico Rodrigues de

1922 — **Reconhecimentos geológicos no vale do Amazonas.** (Campanhas de 1918-1919). — Serv. Geol. e Miner. do Brasil, bol. n.º 19, pp. 15-56. Rio de Janeiro.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de

1946 — **Depósitos mesozóicos do planalto de Maracajú, Estado de Mato Grosso.** — Seg. Congr. Panamer. de Engenh. de Minas e Geol., Anais, vol. III, pp. 211-245. Rio de Janeiro.

1948 — **Contribuição à geologia dos Estados de Goiás e Mato Grosso.** — Notas Prelims. e Estudos, a Div. de Geol. e Miner. do P.N.P.M., n.º 46. Rio de Janeiro.

1954 — **Geologia do Centro-Leste Mato-grossense.** — Bol. da Div. de Geol. e Miner. do D.N.P.M., n.º 150. Rio de Janeiro.

ALMEIDA, F. F. M. de (e) BARBOSA, O.

1953 — **Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo.** — Bol. da Div. de Geol. e Miner. do D.N.P.M., n.º 146. Rio de Janeiro.

BAKER, Charles L.

1923 — **The lava field of the Parana Basin, South America.** — The Journal of Geology, vol. 31, pp. 66-79. São Paulo.

BARBOSA, Octavio

1949 — **Contribuição à geologia do centro de Minas Gerais.** — Mineração e Metalurgia, vol. XIV, n.º 79, maio-junho de 1949, pp. 3-19. Rio de Janeiro.

1953 — **Sobre a idade das camadas mesozóicas do Nordeste do Brasil.** — Notas prelims. e estudos da Div. de Geol. e Miner. do D.N.P.M., n.º 72. Rio de Janeiro.

1953a — **O sial, o arqueano e a granitização. A crosta sílica primitiva.** — Academia Brasileira de Ciências, Anais, vol. 25, n.º 4, pp. 417-441. Rio de Janeiro.

1954 — **Evolution du géosynclinal Espinhaço.** — Congrès Géologique International, Alger (1952), Comptes rendus de la dix-neuvième session, Section XIII, fasc. XIV, pp. 17-36. Alger.

- BARBOSA, O. (e) ALMEIDA, F. F. M. de
 1949 — **A série Tubarão na bacia do rio Tietê, Estado de São Paulo.** — Notas prelims. e estudos da Div. de Geol. e Miner., n.º 48. Rio de Janeiro.
- BRAJNIKOV, Boris
 1947 — **Essai sur la tectonique de la region à l'Est de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brésil.** — Bull. de la Soc. Geol. de France, 5ème. sér., tome XVIII, 1947, pp. 321-335. Paris.
 1948 — **Les grandes unités structurales du Brésil.** — Bull. de la Soc. Geol. de France, 5me. ser., tome XVIII, pp. 161-166. Paris.
- BRANNER, John Casper
 1920 — **Resumo da geologia do Brasil para acompanhar o mapa geológico do Brasil.** — Press of Judd & Detweiller, Inc. Washington.
- CAMPBELL, D. F. (e) ALMEIDA, L. A. (e) SILVA, S. O.
 1949 — **Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão.** — Conselho Nacional do Petroleo, bol. n.º 1. Rio de Janeiro.
- CASTER, Kenneth Edward
 1942 — **The age and correlation of Columbian devonian strata.** — Eight. Amer. Sci. Congress, Proceeds., pp. 27-67. Washington.
 1952 — **Stratigraphic and paleontologic data relevant to the problem of afro-american ligation during the paleozoic and mesozoic.** — Bull. of Amer. Mus. of Nat. Hist., n.º 99, pp. 105-152. New York.
- CRANDALL, Roderic
 1910 — **Geografia, Geologia, Suprimento d'agua, Transporte e açudagem nos Estados orientais do norte do Brasil.** — Insp. Obras Contra as Sêcas (Brasil) Série I B D — Publ. n.º 10. Rio de Janeiro.
- DERBY, Orville A.
 1906 — **The Serra do Espinhaço, Brazil.** — The Journal of Geology, vol. XIV, n. 5, pp. 374-401.
- EBERT, Heinz
 1955 — **Sedimentos metamórficos de origem clástica e sua significação para o esclarecimento da estrutura geológica do Escudo Cristalino Brasileiro.** Engenharia, Mineração e Metalurgia, vol. XXII, 127, pp. 39-40. Rio de Janeiro.
- EVANS, J. W.
 1894 — **Geology of Mato Grosso (particularly the region drained by the upper Paraguay).** — Quartely Journal of Geological Society of London, vol. L, part. II, pp. 85-104. London.
- FREITAS, Ruy Osório de
 1947 — **Geologia e petrologia da ilha de São Sebastião (Estado de São Paulo).** — Bol. da Fac. de Fil., Ciências e Letras da Univ. de São Paulo, n.º 85. eGeologia n.º 3. São Paulo.
 1951 — **Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil.** — Bol. da Fac. de Fil., Ciências e Letras da Univ. de São Paulo, n.º 130, Geologia n.º 6. São Paulo.
- HARDER, E. C. (e) CHAMBERLIN, R. T.
 1915 — **The geology of Central Minas Gerais, Brazil.** — Journal of Geology, v. XXIII, n.º 5, pp. 341-378 (e) n.º 5, pp. 385-424. Chicago. (Trad. p/ o português e publ. no Bol. Geogr. do C.N.G., n.º 101. Rio de Janeiro).
- GORDON, Mackenzie
 1947 — **Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** — Notas prelims. e ests. da Div. de Geol. e Min. (D N P. M - Brasil), n.º 38. Rio de Janeiro.

- GUIMARAES, Djalma
 1936 — **Quadro chrono-geologico do Brasil.** — Mineração e Metalurgia, vol. I, n.º 2, pp. 65-71. Rio de Janeiro.
- 1951 — **Arqui-Brasil e sua evolução geológica.** — Div. do Fom. da Prod. Min. do D.N.P.M. (Brasil), bol. n.º 88. Rio de Janeiro.
- GUIMARAES, Fábio Macedo Soares
 1943 — **Esboço geológico do Brasil.** — Bol. do Cons. Nac. de Geogr., ano I, junho de 1943, n.º 3, pp. 40-46. Rio de Janeiro.
- GUTMANS, Marger
 1951 — **Tectônica da Bacia do Paraná.** — Mineração e Metalurgia, vol. XIV, n.º 80, pp. 47-50. Rio de Janeiro.
- KATZER, Friedrich
 1933 — **Geologia do Estado do Pará (Brasil).** — Trad. de Frei Hugo Mense. Bol. do Museu Paraense, tomo IX. Belém.
- KNECHT, Theodoro
 1946 — **As jazidas de volframita e cassiterita da serra de São Francisco, município de Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil.** — Anais do Segundo Congresso Panamer. de Engenh. de Minas e Geol., vol. II, pp. 113-139, outubro de 1946. Rio de Janeiro.
- LEINZ, Viktor
 1937 — **Estudos sobre a glaciação permo-carbonífera do sul do Brasil.** — Serv. do Fom. da Prod. Miner. (Brasil), bol. n.º 21. Rio de Janeiro.
- 1939 — **Problema geologico do post-arqueano no Rio Grande do Sul.** — Mineração e Metalurgia, vol. IV, n.º 22, pp. 203-206. Rio de Janeiro.
- 1940 — **Gênese do carvão no Norte do Paraná.** — Div. do Fom. da Prod. Min. do D.N.P.M. (Brasil), bol. n.º 42. Rio de Janeiro.
- 1940a — **Petrologia das jazidas de apatita de Ipanema, Estado de São Paulo.** — Div. do Fom. da Prod. Min. do D.N.P.M. (Brasil), boletim n.º 40. Rio de Janeiro.
- 1949 — **Contribuição à geologia dos derrames basálticos do Sul do Brasil.** — Tese de concurso para a cad. de Geol. e Paleont. da Fac. de Fil., Ciências e Letras da Univ. de São Paulo. Ed. do autor. São Paulo.
- 1952 — **Condições geológicas da ocorrência de petróleo no Brasil.** — Anuário da Fac. de Filos., Ciências e Letras da Univ. de São Paulo (1950), pp. 41-49. São Paulo.
- 1955 — **O petróleo de Nova Olinda.** — Boletim Paulista de Geografia, n.º 21, outubro de 1955, pp. 11-27. São Paulo.
- LAMEGO, Alberto Ribeiro
 1937 — **Theoria do protogneis. Uma interpretação petrogenetica do Archeano.** Serv. Geol. e Miner. do Brasil, bol. n.º 86. Rio de Janeiro.
- 1938 — **Escarpas do Rio de Janeiro.** — Serv. Geol. e Min. do Brasil, bol. n.º 93. Rio de Janeiro.
- 1938a — **O massiço de Itatiaya e regiões circundantes.** — Serv. Geol. e Miner. do Brasil, bol. n.º 88. Rio de Janeiro.
- LEME, Alberto Betim Paes
 1943 — **História Física da Terra (Vista por quem a estudou do Brasil).** — Obra póstuma. F. Briguiet & Cia. Rio de Janeiro.
- LISBOA, Miguel Arrojado Ribeiro
 1909 — **Oeste de São Paulo. Sul de Matto Grosso.** — Estr. de Ferro NOR Com. E. Schnoor. Rio de Janeiro.
- MAACK, Reinhard
 1947 — **Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina.** — Arquivos de Biologia e Tecnologia, vol. 11, pp. 62-154. Curitiba.
- MENDIS, José Camargo
 1944 — **Geologia dos arredores de Itu.** — Bol. da Assoc. dos Geógrs. Bras., n.º 4, pp. 41-50. São Paulo.

- 1495 — **Súmula da evolução geológica do Brasil.** — Bol. Geogr. (C.N.G., ano III, n.º 30, pp. 849-856. Rio de Janeiro.
- MORAES, Luciano Jacques de
 1937 — **Geologia da região diamantífera do norte de Minas Gerais.** — Serv. Fom. da Prod. Min. (Brasil), bol. n.º 19. Rio de Janeiro.
 1940 — **Minerais estratégicos.** — Mineração e Metalurgia, vol. V, n.º 25, pp. 10-18. Rio de Janeiro.
- MORAES, L. J. de (e outros)
 1953 — **Jazidas de ferro do Brasil. Simposium apresentado ao XIX Congresso Internacional de Geologia, realizada em Argel em 1952.** — Div. de Geol. e Miner., bol. n.º 144. Rio de Janeiro.
- MOURA, Pedro de
 1938 — **Geologia do baixo Amazonas.** — Serv. Geol. e Miner. do Brasil, bol. n.º 91. Rio de Janeiro.
- MOURA, P. (e) WANDERLEY, A.
 1938 — **Noroeste do Acre. Reconhecimento geológico para petróleo.** — Serv. do Fom. da Prod. Miner., bol. n.º 26. Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, Avelino Ignacio de
 1929 — **Bacia do Rio Branco, Estado do Amazonas.** — Serv. Geol. e Miner. do Brasil, bol. n.º 37. Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, A. I. de (e) LEONARDOS, O. H.
 1943 — **Geologia do Brasil.** — Serv. de Inform. Agric. do Min. da Agric. Rio de Janeiro. 2.ª ed.
- OLIVEIRA, Euzébio Paulo de
 1915 — **Geologia — Reconhecimento geológico do noroeste de Matto Grosso.** Expedição Scient. Roosevelt-Rondon — Com. Linhs. Telegrs. Est. Mato Grosso, anexo n.º 1. Rio de Janeiro.
 1927 — **Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná.** — Serv. Geol. e Miner. do Brasil, monogr. n.º VI. Rio de Janeiro.
 1940 — **História da pesquisa do petróleo no Brasil.** — Min. da Agric. (Brasil). Rio de Janeiro.
- PAIVA, Glycon de
 1932 — **Reconhecimento geológico de Rio Verde no Araguaia.** — Serv. Geol. e Miner. do Brasil, bol. n.º 59. Rio de Janeiro.
- PAIVA, G. de (e) LEINZ, V.
 1939 — **Contribuição para a geologia do petróleo no sudoeste de Mato Grosso.** — Serv. do Fom. da Prod. Miner. do D.N.P.M. (Brasil), bol. n.º 37. Rio de Janeiro.
- PUTZER, Hannflit
 1952 — **Tektonik und diabas-vulkanismus un südlichen Santa Catarina.** Tese env. ao 19.º Congresso Intern. de eGogr. Alger.
 1952a — **Camadas de carvão mineral e seu comportamento no sul de Santa Catarina.** — Div. do Fom. da Prod. Min. do D.N.P.M. (Brasil), bol. n.º 91. Rio de Janeiro.
 1953 — **Diastrofismo "germanótipo" e sua relação com o vulcanismo basáltico na parte meridional de Santa Catarina.** — Boletim da Soc. Bras. de Geol., vol. 2, n.º 1, pp. 37-74. São Paulo.
- REGO, Luiz Flores de Moraes
 1926 — **Reconhecimento geológico da parte occidental do Estado da Bahia.** — Serv. eGol. e Miner. do Brasil, bol. n.º 17, pp. 33-54. Rio de Janeiro.
 1931 — **As estruturas antigas do Brasil** — Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, n.º 22, pp. 27-85. Ouro Preto.
 1933 — **Contribuição ao estudo das formações predevoneanas de São Paulo.** — Inst. Astron. e Geogr. de São Paulo.

- 1937-41 **A Geologia do Estado de São Paulo.** — Sep. do Bol. do D.E.R. (s/d). São Paulo.
- 1938 — **O systema devoneano do Brasil.** — Anuario da Escola Politécnica de São Paulo, 1938, 2.^{oa} serv., VII ano, pp. 127-224. São Paulo.
- REGO, L. F. de M. (e) SANTOS, T. D. de S.
1938 — **Contribuição para o estudo dos granitos da Serra da Cantareira.** — Inst. de Pesqs. Tecns. de São Paulo, bol. n.º 18. São Paulo.
- RUELLAN, Francis
1952 — **O Escudo Brasileiro e os dobramentos de fundo.** — Depto. de Geografia (Curso de Espec. em Geomorfologia), Fac. Nac. de Filosofia da Univ. do Brasil. Rio de Janeiro.
- SILVA, Salustiano de Oliveira
1955 — **Tentativa de correlação geológica na Amazônia.** — Engenharia Mineração e Metalurgia, vol. XXI, n.º 124 abril de 1955, pp. 169-171. Rio de Janeiro.
- WASHBURNE, Chester W.
1939 — **Geologia do petroleo do Estado de São Paulo.** (Trad. anot. de Joviano Pacheco). Depto. Nac. da Prod. Min. (Brasil). Rio de Janeiro. — (1.^{oa} ed. em inglês — 1930).