

RELÉVOS POLICÍCLICOS NA TECTÔNICA DO ESCUDO BRASILEIRO

RUY OZÓRIO DE FREITAS

No primeiro número do Boletim Paulista de Geografia, o prof. Aziz Nacib Ab'Sáber teve ocasião de publicar um trabalho de síntese e de interpretação a respeito das regiões de circundenuação pós-cretácea no Planalto Brasileiro.

Do mesmo gênero, mas referindo-se às áreas cristalinas do mencionado planalto, é o presente estudo de autoria do prof. Dr. RUY OZÓRIO DE FREITAS, sócio efetivo da A.G.B. e assistente da cadeira de Geologia e Paleontologia na Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo. Depois de examinar as superfícies de erosão e seus níveis, focaliza o autor o problema de sua cronologia e as influências tectônicas registradas no Escudo Brasileiro.

Introdução. — A existência de relévos policíclicos, em áreas estáveis como os escudos cristalinos, tem sido encarada como uma prova geológica do mecanismo de compensação isostática, conforme assinala FIELD (6, p. 187).

Nestes elementos fundamentais da arquitetura da crosta, somente os planaltos tectônicos apresentam várias superfícies de erosão sobrepostas, por serem tratos continentais submetidos a permanente usura erosiva e conseqüente elevação epeirogênica por perda sucessiva de carga, adotando-se o critério de HOLMES (8, p. 428): "The plateaus and swells have been intermittently uplifted and denuded, with the result that they now consist of old rocks which were formerly deep seated".

Os resultados morfológicos da epeirogênese traduzem-se em *planaltos, bacias e arqueamento* de superfícies erosivas prévias e, secundariamente, em *fossas, muralhas e vales de afundimento* quando há intervenção de falhas de gravidade ("gravity-faults"). Firmado este conceito, as demais áreas expostas de um escudo cristalino são compostas de *peneplanos* de baixa altitude, onde ainda não se operou retomadas de erosão por demora de reajuste isostático. O peneplano, fisiograficamente, aparece como uma forma topográfica de equilíbrio entre a estrutura, a natureza da rocha e a erosão, porém francamente de desequilíbrio isostático por ter se tornado uma área leve de um compartimento da crosta.

A exposição de relêvos policíclicos nos planaltos constitui uma prova geomórfica hábil do tipo de diastrofismo operante na tectônica regional, fato de suma importância no Brasil, pois tende a demonstrar que a epeirogênese é a única deformação possível modernamente no país, graças ao testemunho desses relêvos.

A análise da topografia do Escudo Brasileiro, incluindo a de alguns elementos fisiográficos, como a drenagem, dispõe do mérito de estabelecer uma relação indiscutível entre tais fatos e os acidentes tectônicos. Pode-se incluir em um dos objetivos da análise dos relêvos policíclicos do escudo brasileiro a intenção de mostrar a conjugação de causa e efeito entre a geomorfologia dos planaltos e a movimentação tectônica do país. Abordando este complexo problema, MARTONNE (11) admite que existe uma íntima conexão entre as superfícies de erosão, no modelado do Brasil, e os movimentos epeirogênicos. Nesse sentido, procura o autor determinar quais as áreas expostas do escudo cristalino que se enquadram no conceito tectônico de planalto, os níveis das superfícies de erosão marcados na topografia, e quais outras áreas que mereçam a designação de peneplanos cristalinos pela sua conservação a baixas altitudes, com atributos de senilidade erosiva.

Em um país, como o Brasil, onde a intensidade do intemperismo mascara as estruturas, é preciso que se dê aos dados geomórficos e fisiográficos o seu devido valor e crédito na interpretação dos acidentes tectônicos e mesmo das estruturas, reconhecida a impraticabilidade do emprego dos métodos ortodoxos da geologia estrutural nesse campo. Recentemente, COTTON (3) demonstrou a idoneidade desses métodos fisiográficos e geomórficos na interpretação da história tectônica e da estrutura regional, uma vez usados criteriosamente. A nossa dificuldade residiu na ausência de cartas topográficas abrangendo áreas extensas e contínuas e também de conhecimentos geológicos detalhados. As fontes principais de consulta para o estudo dos relêvos policíclicos foram:

- a) Cartas Topográficas da extinta Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo (1:100.000)
- b) Cartas Topográficas da extinta Comissão Geográfica e Geológica do Estado de Minas Gerais (1:100.000)
- c) Cartas Topográficas do Departamento Geológico e Geográfico do Estado de Minas Gerais (1:100.000)
- d) Carta Hipsométrica do Estado de São Paulo (1:1.000.000), 1943.
- e) Mapa da América Hispânica (1:1.000.000)
- f) Fotografias aéreas do Conselho Nacional de Geografia.
- g) Fotografias aéreas de J. L. RICH.
- h) Observações pessoais do autor.
- i) Perfis geológicos de vários autores citados na Bibliografia.

- j) Trabalhos específicos sobre a geomorfologia do Brasil, citados na Bibliografia.
- k) Cartas da Marinha de Guerra do Brasil.

Superfícies de erosão no cristalino. — O complexo cristalino brasileiro constitui a zona de interesse para observar as superfícies de erosão polícíclicas, sendo secundária a sua extensão nas séries sedimentares do interior, onde a erosão diferencial complica o problema.

Observando-se o relevo, em áreas onde não se concebe a participação ativa de falhas, fossas, muralhas, verifica-se a existência de dois níveis distintos de superfícies de erosão, compostas topograficamente de dois peneplanos antigos, hoje visivelmente retomados pela erosão atual. Esses dois níveis são nítidos em todo o Brasil, variando naturalmente a sua posição altimétrica com referência à presença da escarpa da Serra do Mar. Assim, há três regiões distintas: a) núcleo Austro-Brasília (onde se encontra o escarpamento da Serra do Mar); b) núcleo Sul-Riograndense (onde a Serra do Mar desaparece como uma escarpa frontal); e c) núcleo Bóreo-Brasília (onde não existe um escarpamento tipo Serra do Mar).

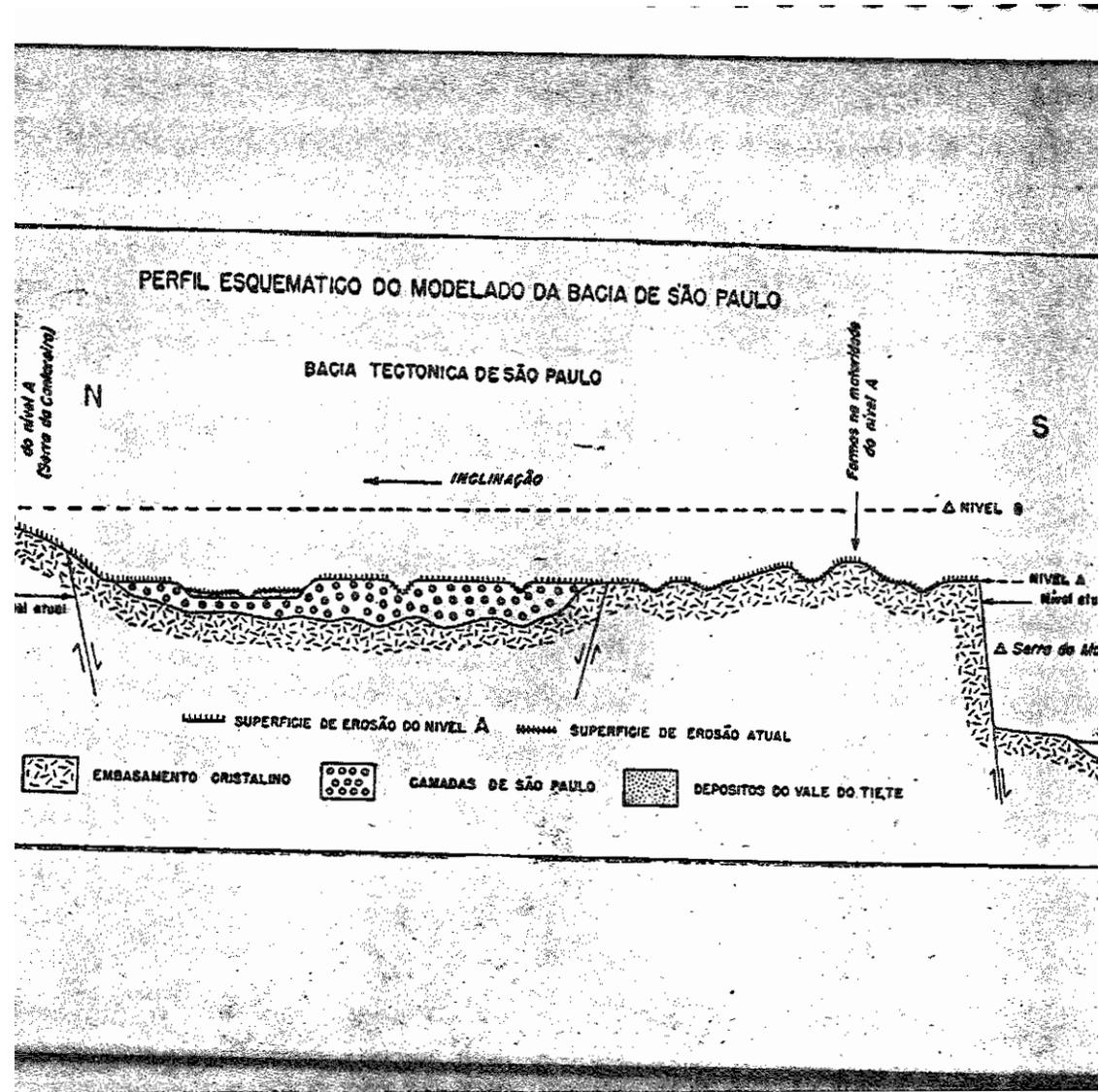
Na porção do núcleo Austro-Brasília do Escudo Brasileiro, além destes dois níveis, há outros mais elevados como os ocorrentes na Serra da Mantiqueira (Campos do Jordão e Itatiaia) e na Serra do Espinhaço (Caraça e Itacolomi), porém vários fatores sugerem antes desnivelamentos por imperativo tectônico do que superfícies geradas por erosão. Do ponto de vista puramente fisiográfico, não podemos admitir tais níveis como resultados de ciclos de erosão, pois são puramente locais, ao contrário dos níveis de erosão, que são regionais.

A existência de dois peneplanos marcados na topografia do escudo cristalino corresponde a uma variação geral no nível de base da hidrografia, cujo significado exprime recorrência de levantamentos epeirogênicos, únicos capazes de afetar regionalmente a hidrografia, provocando novo ciclo de erosão.

Níveis topográficos das superfícies de erosão no Brasil Central e no Brasil Meridional. — O nível inferior será designado por NÍVEL A e o superior por NÍVEL B, para maior comodidade.

Nível "A"

Acha-se entre 800 e 1.000 metros, variação esta devida ao pendor epeirogênico que arqueou as superfícies erosivas modernamente. Ademais, os peneplanos decaem gradualmente para a dire-



ção do nível de base da drenagem responsável pela sua escultura. Neste nível, podemos incluir elevações residuais erosivas que atingem cerca de 1.150 m, testemunhos ligados a peculiaridades da estrutura ou a resistência de rochas, principalmente quartzitos.

O nível A pode ser bem figurado na região de São Paulo ou na de Belo Horizonte. No caso de São Paulo, examinando-se o perfil topográfico-geológico de REGO e SANTOS (14), na Secção de Santa Terezinha à Serra de Pirucáia, nota-se perfeitamente o nível A. Neste corte, acha-se a 800 metros, acima do qual, nas estruturas mais resistentes como granitos da Serra da Cantareira e quartzitos do Jaraguá, encontramos formas residuais ainda na maturidade (Serra da Cantareira e Pico do Jaraguá). Abaixo deste nível (800 metros), encontra-se o entalhe deste peneplano pela mais nova das retomadas de erosão. Com efeito, nos morros do Pacaembú, Aclimação, Avenida Nove de Julho, etc. observa-se um rejuvenescimento erosivo atacando essa superfície senil de 800 metros, na ruptura da forma das encostas e na forma juvenil dos vales. O peneplano de 800 m sobe gradualmente em direção à serra do Mar, onde atinge 900 metros, diminuindo nesse sentido a sua reesculturação. Ao longo da Via Anchieta, percebe-se a diminuição do rejuvenescimento à medida que se caminha para o alto da Serra. Nesse ponto, o peneplano de Nível A apresenta-se intacto, com sua topografia senil, charcos, divisores de drenagem imprecisos. Aliás, este fato é comum ao longo da Serra do Mar, de Mogi das Cruzes a São Miguel Arcanjo. Na região de Parelheiros, há várzeas onde as águas possuem deflúvio quase nulo, encontrando-se, aí, as cabeceiras da vertente do Rio Branco e do Rio Grande.

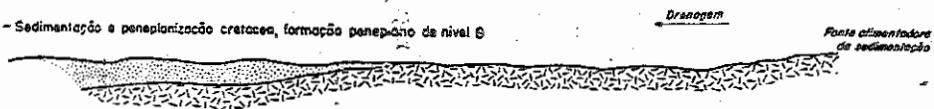
Numa região de litologia assás variada, como a da cidade de São Paulo, a peneplanização não é atingida cronologicamente ao mesmo instante para todas as formações. As rochas mais resistentes retardam a marcha do processo, enquanto as mais tenras propiciam maior velocidade no ciclo de erosão. Aparentemente, formas que indicariam dois ciclos de erosão, na realidade pertencem a um único processo, em que a natureza da rocha joga o papel de retardadora ou aceleradora da evolução topográfica. Serra da Cantareira, do Jaraguá e Pirucáia são formas maduras superstitas na senilidade do peneplano de nível A, devidas à natureza da rocha.

Em Belo Horizonte, M. G., reencontramos o mesmo nível de 800 metros, que sobe gradualmente para o SSE, atingindo cerca de 1000 metros em Congonhas do Campo. Abaixo deste nível, notam-se os sinais típicos de rejuvenescimento da topografia, pela abertura de um novo ciclo erosivo atual: vales juvenis e ruptura do perfil das encostas. Acima deste nível, há formas também na maturidade, filiadas ao desenvolvimento deste ciclo e não pertencentes a um ciclo anterior, pois as suas cristas dificilmente podem ser niveladas.

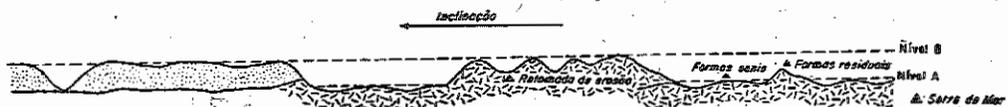
BRASIL MERIDIONAL

ESQUEMA DA ELEVÇÃO EPIROGENICA DO ESCUDO BRASILEIRO
SEGUNDO O TESTEMUNHO DOS RELEVOS POLICICLICOS

FASE I - Sedimentação e peneplanização cretacea, formação peneplano de nível B

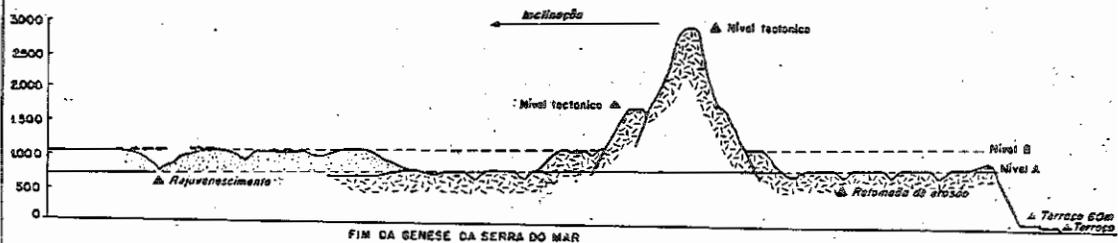


FASE II - Novo ciclo de erosão e formação do peneplano de nível A - 2º Alçamento epirogenico



COMEÇO DA GENESE DA SERRA DO MAR

FASE III - Rejuvenescimento e retomada da erosão no peneplano de nível A e nível B - 3º Alçamento epirogenico



De modo geral, esta superfície de Nível A localiza-se junto à escarpa da Serra do Mar e da Mantiqueira, e desenvolve-se com um pendor para NNW, abrangendo principalmente os Estados de Paraná, parte de Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais, sendo reencontrada no interior do Brasil, em Mato Grosso e Goiás, no peneplano do rio Araguaia, a 450 m, segundo o testemunho de ALMEIDA (1. p. 424). Este peneplano de nível A, por ser o inferior, cronologicamente constitui a mais recente das superfícies de erosão e acha-se universalmente retomado pela erosão, o que significa ter sofrido o país uma elevação epeirogênica bem moderna, cuja idade será discutida adiante. Fora do escudo cristalino, este peneplano prossegue principalmente nas estruturas da bacia do Paraná, com altitude inferior a 800 metros.

Nível "B"

Acima do peneplano de nível A, já dissecado pela erosão moderna, encontram-se os restos de um peneplano mais antigo, ainda bem marcado na topografia, porém com testemunhos menos contínuos do que os do primeiro. Existe, em notável uniformidade, um nível de cristas peneplanadas na cota de 1.200 a 1.400 metros de altitude sobre o nível do mar. Consideramos este nível como os restos de um antigo peneplano por vários motivos: a) apresenta-se como uma superfície plana, truncando dobras de estruturas isoclinais constituídas de rochas resistentes à denudação, como quartzitos, itabiritos e itacolomitos; b) exhibe uniformidade de cota e tem grande expressão em área, se bem que descontínua, restrita às rochas mais resistentes, formando assim verdadeiros "restbergs", na expressão pura do termo; c) sua superfície inclinada pelo pendor epeirogênico que afetou o escudo brasileiro, liga-se perfeitamente ao topo das estruturas cretáceas, que são o tecto das rochas sedimentares brasileiras, verdadeiras carapaças das bacias tectônicas sedimentares do interior, hoje convertidas em áreas de erosão.

Existem, localmente, acima deste nível B, cristas mais elevadas, que alguns autores reputam de origem gliptogenética, como em Campos do Jordão, Caraça, etc. Acreditamos, no entanto, falecer-lhes esta gênese, por dois motivos: 1.º — são níveis locais sobre rochas da mesma natureza e comportamento frente à erosão; 2.º — coincidem com regiões onde topográfica e estruturalmente se reconhece intervenção de profundo falhamento, como Campos do Jordão, Mantiqueira, Caparaó e Caraça, para citar os pontos mais importantes. Estas cristas devem ser tomadas como geneticamente tectônicas, tratando-se do peneplano de nível B, que foi fraturado e falhado nessas regiões de intenso tectonismo, e desnivelado a várias altitudes pelo rejeito das falhas. Aliás,

MARTONNE (11, p. 527) reconhece a influência destes desnivelamentos em blocos por falhamento escalonado, que coloca a vários níveis, consoante ao rejeito vertical da falha, uma mesma e única superfície de erosão atingida. Naturalmente, formam-se alguns níveis de base secundários, de operação local, que funcionam ativamente no retrabalhamento destes níveis, porém sem comprometer a decisiva influência tectônica original.

A maior dificuldade reside na tentativa de serem encontrados "monadnocks" sobre este nível B, que seriam os mais antigos testemunhos da usura do Escudo Brasileiro no núcleo austro-brasileiro. O pico do Caraça, nesse particular, parece representar, por parte, um velho "monadnock" sobre o nível B, ainda relicto pela natureza do quartzito itacolomí.

Na região de Belo Horizonte, as Serras do Curral e da Moeda encontram-se entre 1.200 e 1.400 metros. A serra Geral, no mesmo quadrângulo da folha topográfica (5), atinge 1.700 m. Os trabalhos recentes de DORR e GUILD, mapeando essa área, demonstram que há testemunhos estruturais de falhamento nessa Serra, provando-se dentro dos métodos ortodoxos da geologia estrutural, que esta crista representa um nível tectônico.

Com referência a este nível B, opina BRAJNIKOV (2, p. 334): "Les restes d'une pénéplaine très ancienne se retrouvent dans la région, vers une altitude moyenne de 1.200 m. Cette pénéplaine serait l'éboutissement du premier cycle d'érosion".

Na região de São Paulo, a Serra do Japi, Boturuna, Guamixama e, na de Sorocaba, a Serra de São Francisco, são exemplos conspicuos dessa superfície de nível B.

Estes níveis A e B são gerais em todo o Brasil Meridional, justamente nas regiões geográficas onde existe o grande desnivelamento do embasamento cristalino provocado pela presença da escarpa frontal da Serra do Mar. No Rio Grande do Sul, os níveis são equiparáveis ao Brasil Nordeste, pois são regiões não afetadas pelo desnivelamento provocado pela Serra do Mar.

Níveis topográficos das superfícies de erosão no Brasil Nordeste. — A configuração morfológica do Brasil Nordeste constitui um aspecto singular na geomorfologia do país, exibindo talvez um dos raros exemplos de um peneplano ainda conservado "sur place".

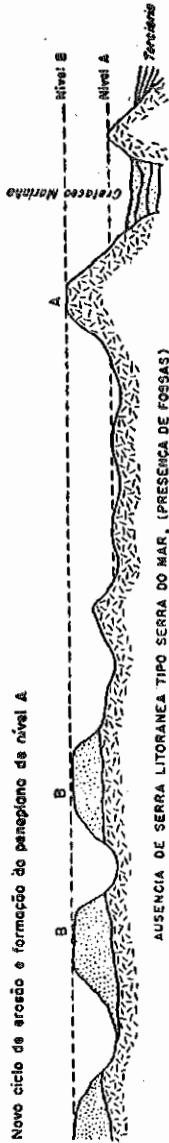
Como acontece no Brasil Meridional e Central, observam-se também dois níveis de superfícies de erosão pretéritas, dois autênticos peneplanos retomados pela erosão.

BRASIL SETENTRIONAL

FASE I - Sedimentação e penetração cretacea, formação do planícies de nível B



FASE II - Novo ciclo de erosão e formação do planícies de nível A



FASE III - Rejuvenescimento e retomada de erosão nos planícies de nível A e B - 3.º Alçamento epirogenico



Nível "A"

Encontra-se, na altitude de 200 a 300 metros, um peneplano construído sobre estruturas do complexo cristalino brasileiro, uma superfície senil serrando os complexos dobramentos do arqueano e algonquiano *pro-parte*. Este peneplano inclina-se suavemente para o norte e para leste, descambando principalmente para as costas do Ceará e Rio Grande do Norte. Sobre esta superfície, apresentam-se algumas formas na maturidade, sem contudo participarem do segundo nível — o superior, como as serras de Baturité, Uruburetama e de Meruoca. Para maiores detalhes, vêr DENIS (4), onde este autor descreve tal superfície de erosão. Tendo em vista o nosso objetivo, que consiste em uma interpretação tectônica à custa do testemunho dos relêvos policíclicos do Escudo Brasileiro, as questões de pura geomorfologia serão abordadas naquilo que possam dar ênfase a esta finalidade.

Nível "B"

O nível B constitui o peneplano superior, de área descontínua como o seu equivalente no Brasil Meridional e Central, com a peculiaridade de ser encontrado simultaneamente em estruturas do complexo cristalino e do cretáceo, porquanto nesta área geologicamente o cretáceo assenta-se, em discordância e diretamente, sobre o embasamento arqueano e algonquiano. Nas estruturas cretáceas conforma os chamados *tabuleiros* ou *chapadas* e nas cristalinas as denominadas *serras cristalinas*. A chapada do Araripe acha-se entre 1.000 e 700 metros, a serra de Ibiapaba atinge 1.000 metros. No Maranhão, este nível desce a 700 metros. Na zona costal, encontram-se elevações sobre o peneplano do Nordeste que não mais atingem esse nível B; são formações do segundo ciclo erosivo, que esculpiu o nível A, porém retardadas na maturidade por imposição da estrutura ou da natureza da rocha.

No nível B também é incluída, em parte, a serra da Borborema, na parte oriental do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, que atinge 1.200 metros no pico do Jabre.

Em conclusão, podemos admitir que este nível B é composto de um peneplano, que interessa tanto estruturas do cretáceo como do embasamento cristalino, inclinado, variando a altitude de 700 a 1.000 metros.

A inclinação desta superfície erosiva é um dos bons exemplos de arqueamento de peneplanos por epeirogênese, fato bem estudado por WILLIS (16), na África.

Cronologia da denudação. — As duas superfícies de erosão pretéritas, que foram consideradas, podem situar o problema da cronologia desses peneplanos antigos, e à sua custa pode-se perfeitamente inferir a idade dos movimentos tectônicos responsáveis pela elevação epeirogênica do Escudo Brasileiro, que causou as reiteradas retomadas de erosão e policiclagem do relêvo.

A disposição destas superfícies de erosão fornece os seguintes dados analíticos:

a) Os restos do peneplano superior ou de nível B formam uma superfície uniforme e do mesmo nível sobre estruturas do cretáceo e do embasamento cristalino, porém inclinada como testemunha o curso da drenagem. — Área descontínua.

b) Os restos do peneplano inferior ou de nível A formam uma superfície uniforme e do mesmo nível sobre estruturas do embasamento cristalino e dos sedimentos modernos clásticos das bacias de São Paulo e Curitiba, por exemplo. Área contínua.

c) Abaixo do nível A, existe o nível atual das linhas de drenagem.

Analisando o item *a*, verifica-se que o peneplano superior (nível B) foi estabelecido até o fim do cretáceo, pois interessa, ao mesmo nível, formações dessa idade e rochas do complexo cristalino brasileiro. Com referência ao item *b*, constata-se que houve erosão das formações cretáceas, o que confere ao segundo peneplano (Nível A) uma idade naturalmente pós-cretácea. A superfície deste peneplano, sendo construída indiferentemente, ao mesmo nível, sobre rochas sedimentares modernas, tidas por MENDES (12) como do quaternário superior, quando muito pliocênicas, e rochas do embasamento cristalino, segue-se que não pode ser mais moderno do que o pleistoceno ou então plioceno. A idade deste peneplano ficaria compreendida num segundo ciclo erosivo, que veio do paleoceno ao plioceno ou mesmo pleistoceno. O item *c*, permite inferir que houve retomada de erosão deste peneplano inferior, pois a drenagem acha-se rejuvenescida nessa superfície, inaugurando um terceiro ciclo, ora em curso. Este reentalhe atual não é tão conspícuo no Brasil Nordeste, de sorte que o nível A ainda se acha conservado "sur-place", como afirma JAMES (9, p. 412): "For persons trained in physiography it is interesting to note that this crystalline upland of the Northeast, sloping gently toward the coast of Ceará, north of the Cape of São Roque, is one of the few examples known in the world of a peneplain which is still essentially in place."

Conclusivamente, temos três ciclos de erosão retratados na topografia do Escudo Brasileiro:

a) *Primeiro ciclo*: ciclo mesozóico, que se encerrou no cretáceo, esculpindo o peneplano de nível B, ou *peneplano cretáceo*.

A julgar pelo vulto e extensão em área da sedimentação cretácea, observável ainda hoje no mapa geológico, apesar da denudação pós-cretácea, segue-se que este peneplano representa uma das maiores usuras do escudo cristalino. Existe a possibilidade deste peneplano possuir "monadnocks", hoje situados no teto orográfico do relevo brasileiro, como Itatiaia, Caparaó, Caraça, etc. Este constitui, entretanto, um problema difícil de ser solucionado devido à indiscutível origem tectônica desses maciços.

b) *Segundo ciclo*: ciclo terciário, que veio do fim do cretáceo ao começo do quaternário, esculpindo o peneplano de nível A, ou *peneplano terciário*.

Este peneplano apresenta-se ainda em área contínua, se bem que rejuvenescido na sua quase totalidade. Há, porém, áreas em que ele se conserva mais ou menos preservado no Brasil Meridional e bem conservado no Brasil Nordeste. Sobre este peneplano encontram-se dois tipos de testemunhos vestigiais do ciclo anterior:

a) *Restbergs*, que são as reliquias da superfície de nível B; e
b) *Monadnocks* comuns, cujo topo não atinge mais o nível B, e que são formas deste segundo ciclo e não referentes ao primeiro, em saliência, por ter a resistência da rocha retardado o seu estágio na maturidade.

c) *Terceiro ciclo*: ciclo quaternário ou pós-deposição das camadas de São Paulo e Curitiba.

Este ciclo é representado pela erosão atual, que reentalhou a superfície do peneplano de nível A. Em alguns pontos no Brasil Meridional, a retomada da erosão já deixou a fase da juventude e entrou na maturidade inicial.

Inferências tectônicas. — Todo o ciclo de erosão regional corresponde necessariamente a um levantamento epeirogênico, seguido de uma fase estática. É claro que a ausência de uma fase estática implicaria em conservar uma superfície de erosão sempre na juventude, pela contínua elevação do nível de base da drenagem. A presença de três ciclos erosivos no escudo cristalino brasileiro permite inferir a existência de três levantamentos epeirogênicos, seguidos naturalmente de três fases estáticas, de equilíbrio isostático.

O peneplano de nível B indica a existência prévia de um levantamento capaz de produzir, por um ciclo de erosão, essa superfície senil. Baseando-se nos elementos discutidos na cronologia da denudação, essa elevação epeirogênica deve se ter dado no fim do mesozóico, fazendo cessar a sedimentação cretácea generalizada sobre o país. Assim sendo, esse ciclo poderia entrar

em parte do cenozóico superior. Considerando-se, porém, os depósitos cretáceos como um plano de construção cuja superfície se nivelasse ao plano de erosão do cristalino, fonte da sedimentação que entulhava a bacia tectônica cretácea, êsse levantamento do Escudo Brasileiro teria sido um tanto mais remoto, já no mesozóico. Em qualquer das hipóteses perfilhadas, o levantamento que inaugurou o ciclo de erosão responsável pela escultura do peneplano de nível B deu-se no mesozóico.

O segundo levantamento deu-se no cenozóico superior e foi responsável pela escultura do peneplano de nível A, terminada no plioceno ou pleistoceno, dependendo, como já foi mencionado, da presumida idade das camadas de São Paulo que integram essa superfície ao mesmo nível que as rochas do cristalino. Como é necessária uma fase estática para a consumação de um peneplano, o levantamento responsável deve ficar recuado da idade em que termina a escultura do peneplano, isto é, no cenozóico superior. Em São Paulo, êste nível A, interessando estruturas sedimentares cuja idade recente é indiscutível, obriga admitir que a bacia de São Paulo constitui um plano de construção erguido à medida que se peneplanizava o cristalino circunjacente e fonte natural da sedimentação, miniatura do processo que se teria dado com relação ao entulhamento da bacia cretácea no primeiro levantamento. Tal fato pode explicar a circunstância de rochas inconsolidadas, como as integrantes da bacia cretácea no primeiro levantamento. Tal fato pode explicar a circunstância de rochas inconsolidadas, como as integrantes da bacia sedimentar de São Paulo, estarem ao lado de rochas altamente resistentes, como as do arqueano do embasamento cristalino, ambas situadas no mesmo nível de uma superfície topográfica.

A escarpa da Serra do Mar, da Mantiqueira e do Espinhaço, bem como outros falhamentos de tensão ("gravity-faults") do Escudo Brasileiro, são contemporâneos dêste segundo levantamento epeirogênico, o mais importante de todos, uma vez que os caracteres fisiográficos dêstes relêvos mostram o caráter recente de sua tectônica. Outra prova de que os falhamentos escalonados mencionados no Escudo Brasileiro são cenozóicos, reside na altitude do nível superior ou nível B. Considerando-se que o nível B do peneplano cretáceo foi uniforme e universal no Brasil, como demonstra a área contínua e imensa da bacia tectônica cretácea, a presença dessa mesma superfície a vários níveis atualmente só pode indicar que os falhamentos, que a interessaram, são posteriores à sua formação, isto é, cenozóicos. Assim, dentro dêste conceito, o peneplano cretáceo do Nordeste acha-se entre 700 e 1.000 metros e, no sul, entre 1.200 e 1.400 metros, coincidindo essa variabilidade da altimetria com presença da Serra do Mar. Isto significa que o escudo cristalino brasileiro,

elevado no primeiro movimento epeirogênico, abateu-se em falhamentos escalonados ao longo do litoral atlântico, ao mesmo tempo que se elevavam, no sul, o Planalto Atlântico e, no Nordeste, a serra da Borborema, que a esse respeito constitui uma miniatura da serra do Mar, através de um segundo levantamento epeirogênico, o qual elevou desigualmente no norte e no sul seções do peneplano cretáceo de nível B. O peneplano de nível A foi esculpido com níveis de base diferentes no sul e no nordeste do país como consequência desta desigualdade do segundo levantamento epeirogênico.

O terceiro levantamento foi mais conspicuo no sul do que no norte, como prova a topografia resultante no entalhe do peneplano de nível A pela drenagem atual. Acontece que, no sul, a serra do Mar constitui uma via tectônica extremamente suscetível de reativação, o que não se passa no Nordeste, com exceção da serra da Borborema. Isto explica, *pro-parte*, a conservação do peneplano nordestino "sur-place".

Quanto mais próximo do presente, maiores são os documentos geológicos, fato que também acontece com a História, de modo que este último levantamento pode ser melhor estudado no testemunho dos terraços marinhos e fluviais.

Peneplanos antigos falhados. — Uma feição singular no Brasil é dada pela presença de altas superfícies, se bem que limitadas, surgindo abruptamente acima do nível geral do peneplano de nível B, ou seja em cotas superiores a 1.400 metros, que identificam o velho peneplano cretáceo.

Enquadram-se nesta configuração o planalto de Campos do Jordão, Poços de Caldas, Itatiaia, Caraça e Caparaó. MARTONNE (11, p. 537) refere-se a este nível: "Esta superfície dos Campos, como queríamos chamá-la, é entretanto bastante limitada. É antiga, se bem que, sem dúvida, mais recente que a superfície pré-permiana". Entretanto, MARTONNE não explica porque admite esta superfície mais antiga que a do peneplano cretáceo e mais recente que a pré-permiana, embora reconheça que ela se acha falhada e elevada pelo rejeito das falhas. Considerando-se a usura do escudo cristalino para fornecer a extensíssima e volumosa sedimentação cretácea, parece-nos impossível haver sido preservada uma superfície de erosão de idade tão antiga, como sugere MARTONNE. Seria mais justo admiti-la como restos do peneplano cretáceo sobrelevados por falhamento, consoante a altitude com o rejeito das falhas, uma vez que tais superfícies peneplanadas acham-se dentro do peneplano cretáceo e nas zonas de intenso diastrofismo epeirogênico.

Estes tetos do relêvo brasileiro apresentam os seguintes caracteres: a) topo peneplanizado; b) terminam cortados abruptamente em escarpas retilíneas; c) acham-se dentro no peneplano cretáceo;

d) coincidem com zonas de falhamento em "grabens" e "horsts". Como são superfícies limitadas e, não, regionais, como os níveis A e B já referidos, tudo leva a crer que há uma íntima relação entre esta topografia e a tectônica. Essa superfície mais alta, na verdade, seria o antigo peneplano cretáceo falhado e levantado a vários níveis por imposição tectônica e não resíduos de ciclos erosivos remotos. Não podemos, pois acatar a tese de MARTONNE sobre a alta antiguidade desta superfície, mesmo porque este autor reconhece e oferece perfis abrangendo este nível, onde anota a presença de falhas.

Estas superfícies, ou seja a Superfície dos Campos de MARTONNE (11), graças ao aspecto topográfico das suas bordas chanfradas retilineamente, vales suspensos, alinhamento NE-SW ou ENE-WSW, são resultantes de um tectonismo de falhas de tensão, de mecanismo epeirogênico. Como cortam uma superfície cretácea, segue-se que tais superfícies constituem uma prova de que o segundo alçamento epeirogênico é o responsável pela fraturação e falhamento do Escudo Brasileiro, uma vez que a superfície inferior, — o nível de 800-1.000 metros (nível A), é o resultante dessa operação. Coincide esta observação com o testemunho dos relevos policíclicos, pois esta fase ascensional corresponde à retomada de erosão no nível B e a consumação do peneplano de nível A. BRAJNIKOV (2, p. 334) igualmente observou este fato de alta importância na tectônica e na geomorfologia do escudo brasileiro meridional: "... la surface de pénéplaine ancienne du premier cycle est coupée et limitée par les failles, ce qui montre qu'elle est antérieure à la deuxième phase tectonique". Também, no Paraná, MAACK (10) refere-se a estes níveis deslocados por tectonismo: "Algumas em forma de pilar ("horst") elevam-se sobre a borda do planalto interior, atingindo 1.600 a 1.700 metros ou mesmo até 1.800 m de altitude, ultrapassando assim o nível geral do planalto e igualmente a testa da escarpa".

Do testemunho dos peneplanos antigos falhados conclue-se que eles indicam a presença de uma forte deformação operada por falhas normais ou de tensão, efetuada durante o segundo alçamento do país, compreendido entre o paleoceno e o plioceno ou mesmo pleistoceno, mecanismo este que classifica este tectonismo no tipo epeirogênico.

Conclusões. — 1 — O modelado do Escudo Brasileiro apresenta-se com dois níveis de superfícies de erosão pretéritas, os quais representam dois peneplanos superpostos, sucessivamente retomados pela erosão. Outros autores admitem níveis diferentes, ou então a altitude proposta não coincide exatamente com a referida pelo autor. Tratando-se de provar que a existência de

relêvos policíclicos demonstra a operação de um tectonismo de epeirogênese, afetando o Escudo Brasileiro, a questão da altitude dos diferentes níveis constitue matéria de geomorfologia pura, que não comporta discussão dentro do plano dêste trabalho. Importa apenas consignar a existência de relêvos policíclicos, o que todos os autores que investigaram essa questão são concordes em admitir, como WASHBURN (15), REGO (13), MARTONNE (11), JAMES (9) e FREITAS (7), para citar alguns.

2 — Os dois níveis estabelecidos são os seguintes: A) *Brasil Meridional e Central*, exclusive Rio Grande do Sul, a) Nível A 800-1.000 m e b) Nível B 1.200-1.400 m; B) *Brasil Nordeste*, e também Rio Grande do Sul, a) Nível A 200-300 m e b) Nível B 700-1.000. Os níveis mais elevados do Brasil Meridional e Central coincidem com a presença da escarpa da Serra do Mar. Há testemunhos acima dêstes níveis, "monadnocks", onde o estágio erosivo do ciclo reteve-se na maturidade retardado pela resistência da rocha. Tais formas correspondem, entre o nível A e o B, ao nível intermediário de JAMES (9-A), no caso do Brasil Meridional, ou acima do nível B, e abaixo da superfície dos Campos introduzida por MARTONNE (11). Abaixo do nível A temos apenas o nível do talvegue da drenagem atual.

3 — A existência dêstes níveis de superfícies de erosão permite concluir que o Escudo Brasileiro sofreu epeirogênese positiva, pelo menos a partir do mesozóico final, pois tais relêvos policíclicos constituem prova geológica da operação dêste tipo de tectonismo na crosta.

4 — A epeirogênese deu-se em três etapas, a partir do fim do mesozóico, sendo a segunda a mais importante pelos resultados morfológicos, pois acarretou a fraturação e falhamento do Escudo Brasileiro em blocos escalonados, muralhas e fossas, e vales de afundimento, surgindo os principais acidentes tectônicos do relêvo do país como sejam a Serra do Mar, a Mantiqueira, o Espinhaço, a Borborema, fossas como a do Salvador e Itaboraí, vales de afundimento como os do Paraíba e São Francisco, etc., cuja idade é cenozóica (período terciário).

5 — A movimentação epeirogênica do país estabeleceu as diferenças relativas à altitude dos peneplanos A e B com respeito aos seus congêneres, entre o norte e o sul do país.

6 — A cronologia dêstes peneplanos fica estabelecida no cretáceo para o de nível B e no plioceno ou mesmo pleistoceno para o de nível A.

7 — A existência de altas superfícies peneplanadas, acima do nível B, reconhecidamente falhadas, constitue a prova de que o segundo alçamento epeirogênico foi acompanhado de falhamento de tensão, compatível com êste tipo de deformação crustal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — ALMEIDA, F. F. M. de — *Reconhecimento Geomórfico nos Planaltos Divisores das Bacias Amazônica e do Prata, entre os Meridianos 51º E e 56º W. G.* Rev. Bras. Geogr. Ano X, n.º 3, pp. 397-440, Rio de Janeiro, Julho-Setembro, 1948.
- 2 — BRAJNIKOV, B. — *Essai sur la Tectonique de la Région a l'est de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brésil.* Bull. Soc. Géol. de France, 5me. Tom. 17, pp. 321-335, Paris, 1947.
- 3 — COTTON, C. A. — *Tectonic Scarps and Fault Valleys.* Geol. Soc. Am. Vol. 61, Bull. 7, pp. 717-750, Julho, 1950.
- 4 — DENIS, P. — *Amérique du Sud.* Vol. 15, Géographie Universelle. Armand Colin, pp. 59-120, Paris, 1927.
- 5 — DEPARTAMENTO GEGRÁFICO E GEOLÓGICO DE MINAS GERAIS — *Folha Topográfica de Belo Horizonte.* Esc. 1:100.000, 1932.
- 6 — FIELD, R. M. — *An Outline of the Principles of Geology.* 3rd. Ed. Barnes & Noble, 209 pp. New York, 1943.
- 7 — FREITAS, R. O. de — *Geologia e Petrologia da Ilha de São Sebastião.* Bol. Fac. Fil. Cien. e Letr. Univ. S. Paulo, LXXXV, Geologia n.º 3, 244 pp. 1947.
- 8 — HOLMES, A. — *Physical Geology.* Ronald Press. Co. 532 pp. New York, 1945.
- 9 — JAMES, P. — *Latin America.* The Odyssey Press, 906 pp. New York, 1942.
- 9a — *A Confirmação da Superfície do Sudeste do Brasil.* Tradução do An. Ass. Am. Geogr. Vol. XXIII, n.º 13, no Bol. Geogr. Ano IV, n.º 45, pp. 1105-1121, Rio de Janeiro, Dezembro, 1946.
- 10 — MAACK, R. — *Breves Notícias sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina.* Arqu. Biol. e Tec. pp. 63-157, Curitiba, 1947.
- 11 — MARTONNE, E. de — *Problemas Morfológicos do Brasil Tropical Atlântico.* 1.º art.: Rev. Bras. Geogr. Ano V, n.º 4, pp. 523-551, 1942. 2.º art.: Rev. Bras. Geogr. Ano VI, n.º 2, pp. 155-178, Rio de Janeiro, 1943.
- 12 — MENDES, J. C. — *O Problema da Idade das Camadas de São Paulo.* Bol. Paul. Geogr. da Ass. Geogr. Bras. n.º 5, pp. 45-48, Julho, 1950.
- 13 — REGO, L. F. de M. — *Nota sobre a Geomorfologia de São Paulo, e sua Gênese.* Inst. Astr. e Geogr. S. Paulo, 28 pp. 1932.
- 14 — REGO, L. F. de M. e T. D. de S. Santos — *Contribuição para o Estudo dos Granitos da Serra da Cantareira.* Inst. de Pesq. Tec. Univ. São Paulo, Bol. 18 e anexos, 162 pp. 1938.
- 15 — WASHBURN, C. — *Petroleum Geology of São Paulo.* Com. Geogr. e Geol. São Paulo. Bol. 22, 282 pp. 1930.
- 16 — WILLIS, B. — *East Africa Plateaus and Rift-Valleys.* Carneg. Inst. of Washington, Publ. 470, 347 pp. 1936.