

# INTERPRETAÇÃO MORFOTECTÔNICA DO RELEVO NO PLANALTO DO ITATIAIA

FAUSTINO PENALVA\*

## ABSTRACT

The author discusses the problem of the existence of alpine glacial phenomena, during the Pleistocene, in the Itatiaia plateau, southeastern Brazil. The idea was first conceived by De Martonne in 1940 and developed mostly by Brazilian and foreign geographers.

It seems that the necessary climatic conditions never existed, and typical glaciated land forms are absent in the area.

The very interesting morphological aspects that led to suppose glacial erosion, are rather easily understood under the influence of the tectonic environment: circular faulting and collapse, gravity faults and a very prominent joint system.

The intense jointing led, not only to the formation of a countless number of boulders, but also to the development of certain land forms and some peculiar features in drainage pattern. Weathering and vegetation are also important in the development of some land forms.

## RESUMO

No presente trabalho o autor apresenta o resultado das suas observações morfológicas no planalto do Itatiaia. Ao executarmos, há alguns anos, o estudo da geologia e tectônica da região, estivemos atentos, também, aos problemas da *glaciação pleistocênica*, cuja idéia foi lançada por De Martonne em 1940. De nossa parte, invocamos os elementos da tectônica para explicar a morfologia das circunvizinhanças das Agulhas Negras; achamos que os argumentos climáticos usados pelos geomorfólogos são muito duvidosos, foram muito distanciados da idéia inicial e as provas apresentadas não se harmonizam em conjunto, sendo por vezes inacreditáveis.

As condições climáticas que devem ter prevalecido naquelas altitudes durante o Pleistoceno, certamente não foram favoráveis à existência de típicas geleiras, pois em comparação com a situação climática atual vê-se que é remota a possibilidade de que uma glaciação tenha ocorrido. As formas erosivas e os depósitos resultantes do transporte pelo gelo, os quais são característicos no ambiente de uma glaciação do tipo alpino, não se apresentam no Itatiaia, nem mesmo em forma de vestígios concretos; essas evidências deveriam ser bastante claras se considerarmos o pouco tempo decorrido desde a época glacial até o presente.

Os fenômenos tectônicos, por demais evidentes no maciço alcalino do Itatiaia, explicam com muito maior propriedade as feições do relevo na região. Falhamentos circulares no final da intrusão permitiram o colapso do topo da mesma e a formação de um divisor rebaixado dentro de ampla muralha periférica. Falhamentos retilíneos, desta época e muito posteriores, colaboraram no controle das grandes linhas do relevo. Porém, o intenso diaclasamento é o responsável direto pelos aspectos mais sugestivos da morfologia do planalto, condicionando o aparecimento de um número infinitável de matasções, das formas topográficas e das peculiaridades da drenagem. A vegetação e o in-temperismo físico e químico também têm participação ativa na determinação de certos aspectos morfológicos menores, porém importantes, da paisagem.

## INTRODUÇÃO

Há mais de 20 anos que a região do Itatiaia (Fig. 1) vem sendo objeto de discussão geomorfológica e paleoclimática, envolvendo geógrafos e geólogos, tanto nacionais como estrangeiros. Um grande número deles é favorável à existência de uma glaciação pleistocênica de altitude, cuja erosão seria a responsável pelo aspecto do relevo atual do planalto. Em trabalho recentemente executado pelo autor (Penalva, 1967), o assunto foi abordado nos seus traços es-

\*IG/USP

senciais, quando tivemos a oportunidade de apresentar a nossa opinião a respeito. Voltamos agora ao problema, para estudá-lo de maneira mais ampla, discutindo-o nos seus pormenores, na tentativa de elucidar os pontos básicos que originaram a controvérsia.

Depois de vários anos de convívio com a região, coletando dados para o estudo da tectônica e a elaboração do mapa geológico do Itatiaia, colhemos informações que nos permitem argumentar de forma muito mais segura que os estudiosos que nos precederam, os quais foram, em sua maioria, visitantes de passagem ou excursionistas de alguns dias.

Estamos convictos, e tentaremos provar, que a morfologia do planalto do Itatiaia não está ligada ao trabalho de geleiras de altitude, que teriam ocorrido no Pleistoceno, mas a erosão: "modelou o relevo seguindo as condições impostas pelos elementos estruturais" (Penalva, 1967, p. 188).

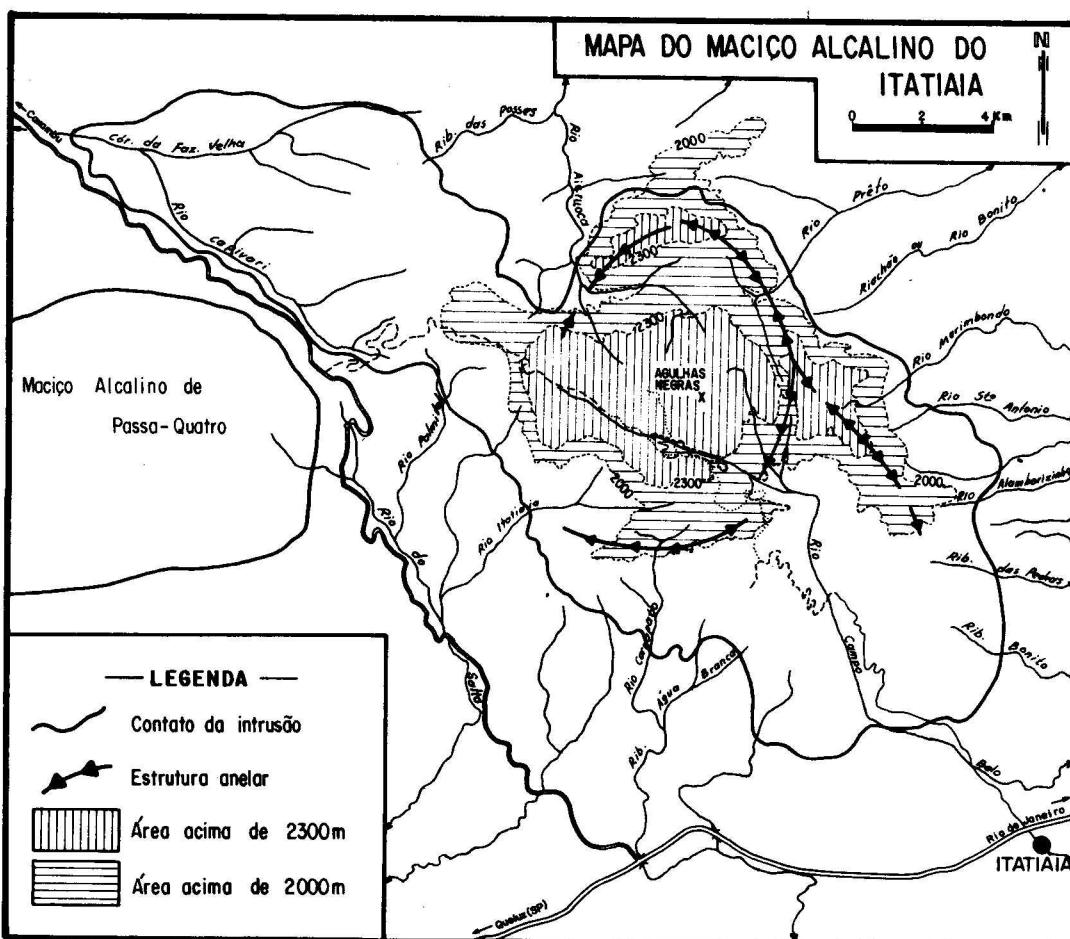


Fig. 1

#### APARECIMENTO E EVOLUÇÃO DAS IDÉIAS GLACIAIS

A idéia de invocar o trabalho do gelo para explicar certas feições topográficas nos altos do Itatiaia foi apresentada por Martonne em 1940. Esse pesquisador europeu, com toda a sua autoridade, sugeriu um abaixamento de 6° a 7°C na média anual das temperaturas no Pleistoceno, colocando a região nos limites da linha de neve perene. As chuvas abundantes causariam um abaixamento adicional, permitindo a nivação e a existência de uma pequena glaciação. A idéia foi, porém, externada com todo o cuidado, deixando claro que ela não representava uma afirmação categórica (De Martonne, 1943 - 44).

A novidade foi acolhida com entusiasmo pelos autores nacionais estudiosos da geomorfologia, que ampliaram o seu alcance e passaram a buscar as provas da sua realidade. Nota-se que a idéia básica de De Martonne foi deturpada, sendo usada por aqueles que já tinham idéia formada *a priori*. Com o espírito predisposto a aceitar os fatos em questão, foram facilmente impressionados pelos aspectos realmente sugestivos que apresenta o relevo do planalto (Fig. 2 e 3), aceitando as idéias glaciais sem antes levar em consideração os importantes elementos fornecidos pela geologia.

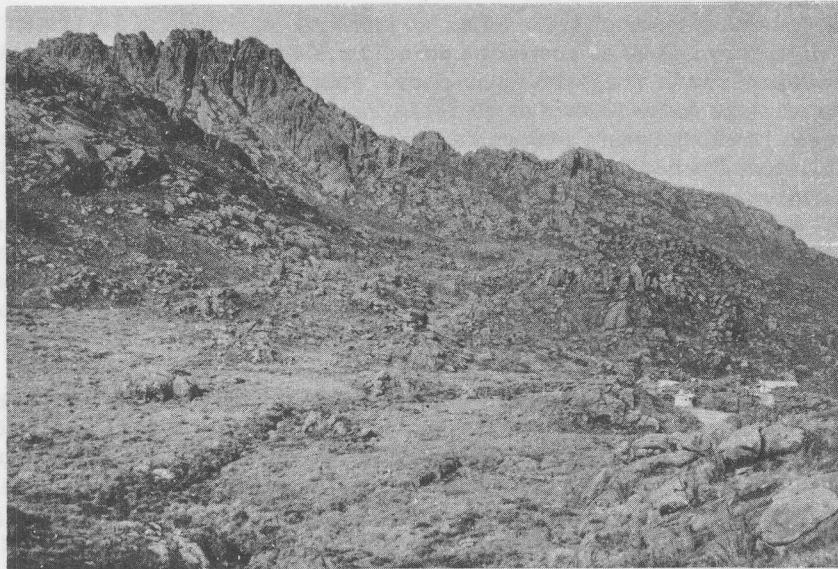


Fig. 2 – Soleira (atrás do Abrigo Rebouças) originando charco em espécie de anfiteatro. Destaque para as Agulhas Negras (no fundo, à esquerda), as diaclasas e os matacões.



Fig. 3 – Sistemas de diaclasamento (vertical e horizontal), originando matacões (arredondamento *in situ*). Ao fundo, as Prateleiras.

Hoje podemos perceber que a confusão se deveu, em grande parte, ao desconhecimento dos elementos da geologia, os quais só agora foram estudados com relativa profundidade.

Apesar disso, os geólogos e alguns geomorfólogos mantiveram certa reserva com respeito às idéias glaciais, achando-as improváveis.

Silveira (1942) e Ruellan (1943) seguem-se e de Martonne, apresentando a glaciação como fato indiscutível. O depósito de piemonte das imediações da cidade de Itatiaia é tomado por Silveira como sendo o tilito resultante das geleiras do planalto. Rich (1953) visita a região, em excursão de reconhecimento, e enumera várias provas do fenômeno, incluindo um vale em U, blocos erráticos e as caneluras. Afirma que, no seu conjunto, o planalto lembra uma região fortemente trabalhada pelo gelo.

Ab'Saber e Bernardes (1956) voltam ao problema, alinhando várias provas favoráveis à glaciação, sintetizando as idéias aparecidas até então. Mencionam rosário de lagoas, vales em U, drenagem desorganizada e depósito flúvio-glacial. Maack (1957) também publica suas observações, vindo em apoio dos defensores da glaciação.

Ebert (1960) estudou a zona nordeste do maciço, nas proximidades da vila de Mauá, percorrendo os vales dos rios Preto, Morro Cavado e Bonito (Riachão). Procura provar a forma em U dos talvegues (hoje assoreados) e interpreta os depósitos dos mesmos como sendo um *barro a bloco*, sedimentado pelas geleiras originadas no planalto. A linha de neve perene pleistocênica estaria a 2100 m de altitude. Barbosa (1962) visitou o planalto e julga ter reconhecido todos os indícios de glaciação anteriormente apontados. Em 1969 Christoflettianalisa o breve capítulo sobre a geomorfologia do planalto, pertencente a trabalho que publicamos sobre o Itatiaia (Penalva, pp. 182-90) e não aceita nossas ponderações, optando por um modelado glacial.

Domingues (1952) foi um dos primeiros autores a manifestar sua opinião contrária às idéias glaciais, chamando a atenção para a pequena altitude da região. Odman (1955) preferiu invocar o intemperismo, as abundantes chuvas e o diaclasamento para tentar interpretar a situação atual do planalto. Em 1957 um grupo de geomorfólogos publicou uma série de observações sobre o Itatiaia, após terem visitando a região em 1956 (excursão de 2 dias, guiada por Ab'Saber), durante o XVIII Congresso Internacional de Geografia (Cailleux, 1962). Na tradução feita por Christofletti verifica-se que a maioria dos congressistas não aceitou como condusivos os indícios e argumentos apresentados por Ab'Saber (p. ex. Raynal, Dresch, Birot, Macar, Mortensen e Lefevre). Teixeira (1961) procura valer-se de elementos tectônicos para explicar certas feições do planalto, deixando de lado as idéias glaciais.

Ao percorrer a literatura que trata do assunto, percebe-se que a maioria dos defensores da glaciação somente ve o fato realizado, tentando caracterizá-lo a todo custo. Poucos ensaiaram um estudo crítico de conjunto, analisando as possibilidades teóricas do fenômeno, considerando-se o clima, a altitude e a área da região, e comparando esses fatores com a amplitude da glaciação suposta.

## ARGUMENTOS CONTRÁRIOS A UMA GLACIAÇÃO PLEISTOCÉNICA

Durante a temporada de trabalho na região estivemos sempre atentos na coleta de informações para o mapeamento, a interpretação tectônica e a presumível glaciação. Na verdade, procuramos reconhecer as evidências apontadas pelos autores e confrontá-las com todos os demais aspectos do conjunto, tendo em vista que os resultados do trabalho do gelo sobre o substrato rochoso apresentam características bem definidas (Engein e Caster, 1952; Flint, 1953). Das observações por nós realizadas e dos dados gerais recolhidos na literatura, pudemos reformular os fatores básicos envolvidos na interpretação do problema.

### Altitude e Clima

Quando se fala em glaciação no Itatiaia, é lembrada a altitude de quase 2800 m das Agulhas Negras. Mas não devemos esquecer-nos que o ambiente real dos fenômenos glaciais estaria localizado abaixo dos 2500 m, pois são restritas as áreas que ultrapassam essa altitude (pouco mais que 10 km<sup>2</sup>). Por outro lado, não chega a 80 km<sup>2</sup> a área dentro e fora do planalto acima dos 2000 m, por demais pequena para sustentar uma glaciação como aquela imaginada por Ebert (1960), Silveira (1942) e outros. Não se comprehende como de uma área tão pequena

pudessem se deslocar geleiras a 20, ou mesmo 12 km de distância.

A posição da linha de neve perene pleistocênica no Itatiaia é assunto controvertido. Ebert (1960) imagina que ela tenha alcançado 2100 m, enquanto que Ödman (1955) a coloca a 4500 m no Pleistoceno e 4800 m atualmente (p. ex. nos Andes, em latitude idêntica).

Considerando que a temperatura média anual no planalto do Itatiaia é de 11°C, é difícil acreditar que o planalto tivesse sido atingido pela linha de neve perene em qualquer momento da idade glacial quaternária. O mês mais frio do ano é julho, e no planalto tem média de 8°C. É certo que a temperatura noturna cai abaixo de 0°C com certa freqüência, e a geada e a umidade congelada do solo, quando ao abrigo do sol, conseguem às vezes persistir durante todo o dia. Porém, fevereiro que é o mês mais quente, tem média de 14°C. A média das máximas nesse mesmo mês alcança 17°C. O abaixamento da temperatura média anual deveria ter sido suficiente para colocar as médias dos meses de verão não muito acima de 0°C, de modo a preservar boa parte da neve acumulada no inverno.

Muito importante é o fato de que atualmente o inverno na região é bastante seco, com precipitação quase nula. Esta se realiza essencialmente no verão, com dias quentes e chuvosos. Se não admitirmos uma mudança radical na distribuição anual da precipitação, não conseguiremos explicar a queda da neve alimentadora das geleiras.

Como sabemos, a existência de geleiras só é possível onde a queda de neve é relativamente abundante e onde a temperatura média é suficientemente baixa para permitir a conservação de boa parte da mesma. De maior importância são os valores das temperaturas médias nos meses de verão, pois se as mesmas forem altas, toda a neve caída no inverno se derreterá.

### **Intemperismo**

É um agente do trabalho geológico que não tem sido devidamente considerado nos estudos do planalto. Mesmo a formação das marmitas e caneluras, onde o intemperismo químico é responsável direto, não foi por todos aceita, sendo tomadas por alguns como resultado da atividade do gelo em movimento.

O intemperismo físico e químico completam-se mutuamente. Anotamos diferenças de temperatura significativas: 4°C no solo e 15°C no ar; 0°C em uma marmita, na rocha ao lado 20°C. De maior importância, porém, é o trabalho do congelamento da água embebida na rocha em decomposição ou infiltrada nas inúmeras diáclases. O trabalho mecânico executado pela água ao congelar-se, vai enfraquecendo a rocha nos blocos e afloramentos, e permite que o intemperismo químico avance profundamente para dentro das rochas. O grau de decomposição não é muito intenso, mas é com dificuldade que se consegue amostras realmente frescas. A rocha vai ficando friável, os blocos menores desmancham-se e as superfícies maiores descascam, originando um farelo grosso que pode ser visto no chão, nas trilhas e marmitas. São freqüentes também os pedaços de rochas na forma de lascas, espalhados pelas encostas das elevações do planalto, lembrando a atividade do intemperismo físico nas regiões periglaciais. Esse resultado do intemperismo permite a formação de aspectos menores da topografia e que foram tomados como nichos glaciais.

A vegetação, associada à grande umidade do verão chuvoso, representa um papel importante no intemperismo químico nas áreas mais baixas do planalto.

### **Topografia e drenagem**

Concordam os geólogos que certos aspectos, como vales em U, circos, vales suspensos, podem aparecer isolados em regiões não afetadas por erosão glacial. Somente se pode falar em trabalhos do gelo quando estão reunidos todos os aspectos erosivos, os sedimentos típicos resultantes e as condições topográficas e climáticas apropriadas (Flint, 1953).

Quando, em ambiente glacial, a rocha apresentar zonas de fraqueza ao longo do vale, o gelo escava bacias com a mesma forma do circo glacial (vide adiante), resultando daí os *rosários de lagos* em degraus dentro do vale em U, na fase pós-glacial (Engeln e Caster, 1952). Os rosários de depressões lacustres ao longo de riachos, e que representariam (Ab'Saber e Bernades, 1956) uma desorganizada drenagem pós-glacial, não são tão comuns e nem sempre favorecem esta idéia. O Rio Aiuruóca apresenta uma série delas quando atravessa zona de corredeiras, ao buscar o boqueirão de saída do planalto. O ribeirão das Flores apresenta dois pontos

onde atravessa zonas de charco (a montante do abrigo Rebouças), o mesmo acontecendo com o afluente do Rio Campo Belo, que nasce a leste das Agulhas Negras. Em ambos os casos, essas áreas planas são o fruto do trabalho de retenção de soleiras, em vales que em nada lembram erosão glacial.

Existem várias lagoas no planalto, isoladas ou ligadas à nascente de riachos. São sempre rasas, com 1 m de profundidade no máximo; a lagoa Bonita (Fig. 4), sul das Agulhas Negras, vai pouco além de 1 m. Esta, bem como a lagoa a norte do Leão e outras duas, 4 km a oeste da Pedra do Altar tem ligação clara com a drenagem. Porém, aquela a norte das Prateleiras e outras seis a sul da Pedra do Altar (Fig. 5) são totalmente isoladas, sem saída aparente. Em nenhum caso, no entanto, assemelham-se aos lagos que se formam dentro de vales ou círcos glaciais (vide logo adiante).



Fig. 4 – Em primeiro plano, lagoas e charcos relacionados com soleiras e intenso diaclasamento (sul das Agulhas Negras).

As várzeas localizadas nas nascentes dos rios Preto e Aiuruóca (Fig. 6), foram supostas como amplos círcos glaciais (De Martonne, 1943-44). Em região glacial, a erosão aumenta as dimensões do ninho inicial, dando ao círculo a forma típica de uma meia taça.

Na maioria dos casos, o círculo glacial apresenta, em perfil longitudinal, a forma de uma bacia assimétrica, com a parte mais profunda a montante (Engeln e Caster, 1952). Disso resulta que, após o degelo, o antigo círculo é ocupado por um lago. Com o progresso da erosão dentro dos círculos, os divisores entre círculos contíguos se estreitam e finalmente se apresentam como cristas agudas e denteadas.

Isto não acontece na região do planalto. Da mesma forma, não se observam os demais elementos indicadores da atividade do gelo, quais sejam, as formas de erosão logo abaixo das várzeas (vales em U), bem como os sedimentos resultantes do transporte.

Na realidade, nenhum círculo, vale em U, vale suspenso ou qualquer outra evidência de erosão glacial se apresenta de forma clara e indiscutível.

#### Depósitos glaciais

O tilito é a rocha típica de ambiente glacial, com ausência quase total de estratificação e seleção no tamanho dos fragmentos. Existe, porém, a possibilidade de outros tipos de sedimentos (tálus, cone de deposição) se confundirem com o tilito, principalmente quando afetados pelo intemperismo químico. No estudo de um tal depósito é necessário verificar se as demais



Fig. 5 — Conjunto de lagoas isoladas, a sul da Pedra do Altar. Veja-se o grande número de matacões e diaclases.

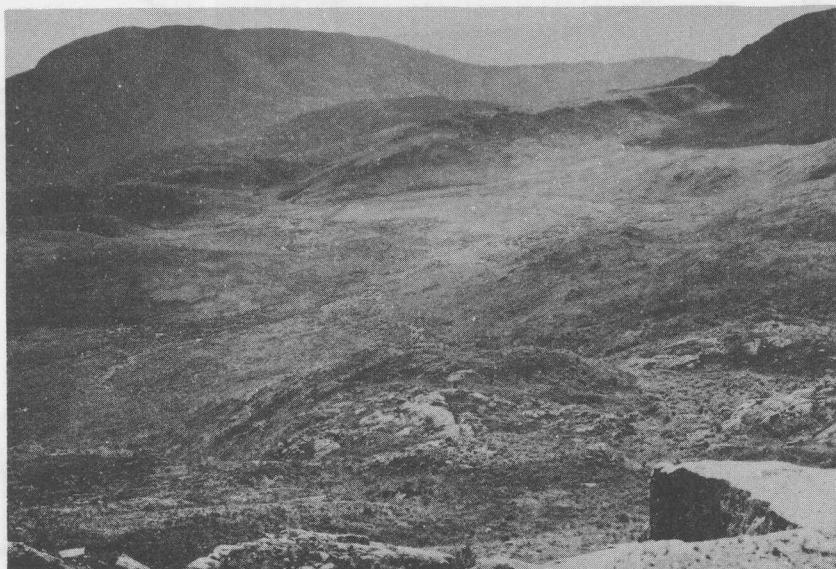


Fig. 6 — Do alto da Pedra do Altar, visão da várzea do Aiuruoca, retida por soleira (anel morfológico intermediário). Ao fundo a Serra Negra (porção norte da estrutura anelar externa).

características de um ambiente glacial se manifestam de modo seguro e se não estão presentes evidências de uma outra provável origem do sedimento.

O depósito de talude das imediações da cidade de Itatiaia foi apontado por Silveira (1942) como sendo o tilito que provaria a glaciação. Mas esse autor não apresentou outras provas que deveriam ser por demais evidentes, se considerarmos uma geleira que transportou material a quase 20 km das Agulhas Negras, até a cota de 500 m; o Rio Campo Belo e o ribeirão das Flores deveriam ter vales em U característicos, e ligação evidente com circos glaciais típicos. A distância alcançada pela frente da geleira depende da eficiência das fontes de alimentação e de um clima regional com temperaturas pouco elevadas. Nas zonas tropicais essas distâncias são

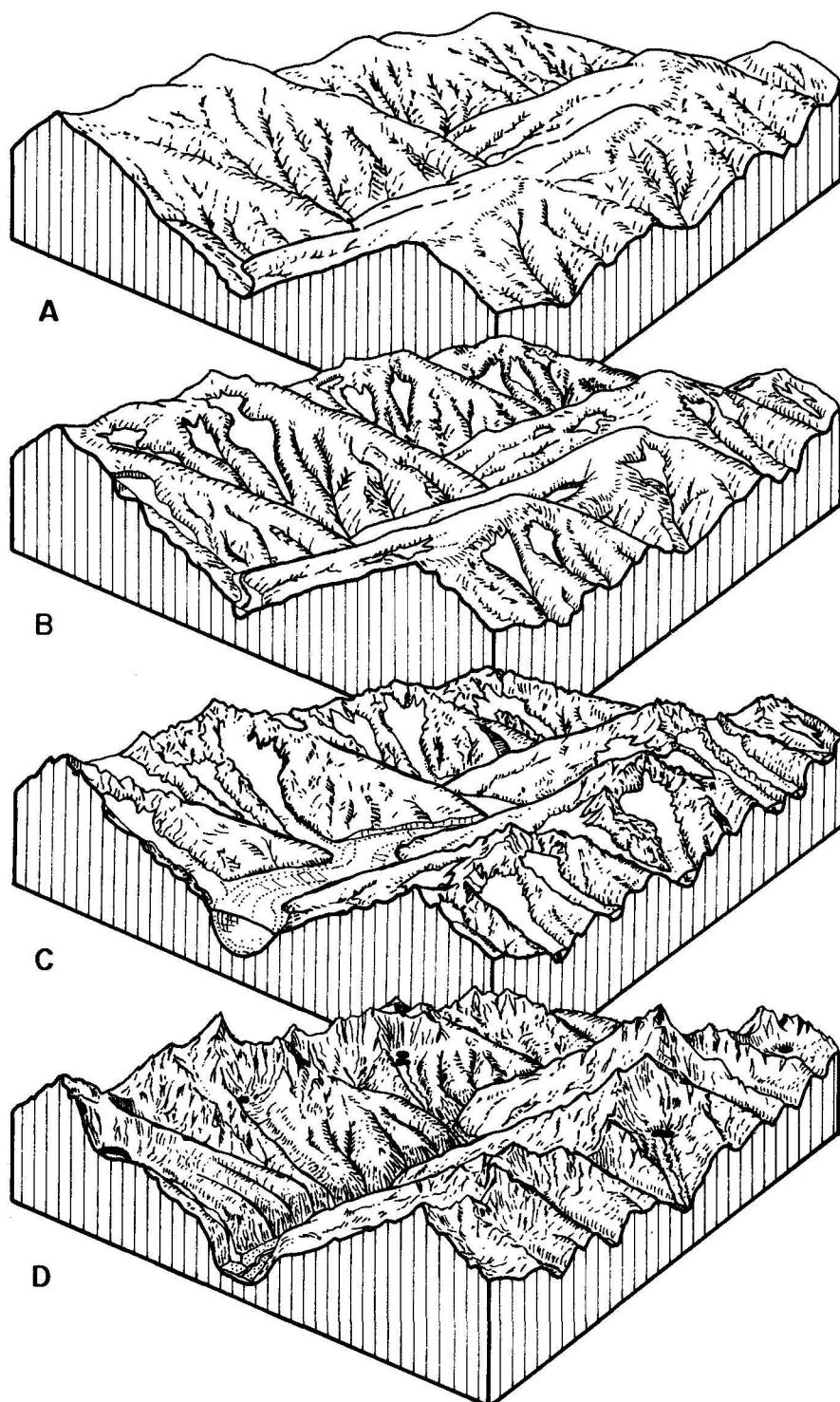


Fig. 7 – Seqüência de bloco-diagramas mostrando a evolução de uma paisagem em ambiente glacial, destacando os aspectos típicos resultantes da erosão (lagos, círcos, cristas, vales em U, etc.) *Apud Flint, 1953.*

em geral pequenas, devido à rápida elevação da temperatura ao diminuir a altitude.

Ab'Saber e Bernardes (1956), na tentativa de simplificarem o problema, parece que o complicaram ainda mais, pois acham que o mesmo depósito tem origem mista. O material trazido do planalto pelo gelo teria sido posteriormente retrabalhado pelas torrentes do degelo, que o trouxeram para o sopé da montanha.

Ebert (1960) estudou a região NE do maciço, e nas imediações da vila de Mauá encontrou supostos vales em U e sedimentos glaciais (*barro a bloco*) no leito dos rios Preto e Bonito (ou Riachão). Teriam assim as geleiras alcançado 12 km fora do planalto, na cota de 1.100 m. Ainda aqui o fenômeno seria de grande magnitude, deixando marcas evidentes as quais o autor deveria ter buscado pelo Rio Preto acima, até o interior do planalto. O Rio Bonito nasce fora do planalto, no flanco da estrutura anelar (Fig. 1), e dificilmente uma geleira poderia ser alimentada o suficiente para alcançar a distância e altitude mencionadas, a não ser que a linha de neve perene tivesse descido abaixo dos 1800 m (Ebert supõe que ela desceu até 2.100 m).

De nossa parte, acreditamos que os depósitos de talude são de caráter elúvio-coluvial e se formaram de uma mistura de fragmentos e blocos de dimensões variadas, com material de natureza argilosa derivado do intemperismo químico e que desceu as encostas do maciço pela ação da gravidade; as abundantes chuvas na escarpa da encosta da serra auxiliaram no rastejo do material. No caso especial do depósito das proximidades de Itatiaia, o regime torrencial do Rio Campo Belo imprimiu ao mesmo o caráter parcial de um cone de dejeção, daí resultando um depósito fanglomerático de características mistas.

Os depósitos descritos por Ebert, similares a outros mais vistos por nós, certamente contaram com a energia dos rios por ocasião das enchentes, quando o volume das águas se multiplica. Muitos dos blocos, que rastejaram com o manto de decomposição pela encosta, estabilizaram-se acima do nível alcançado por aqueles que ganharam o leito dos rios e foram levados a maiores distâncias.

Em todos os casos a tendência é a mesma observada por Ebert. O material que desce vai sendo transformado, pelo intemperismo químico, no *barro a bloco* (*boulder clay*), o que ainda facilita seu escorregamento e rolamento. Atualmente, após longo tempo sujeitos à decomposição, os blocos do *talus* estão arredondados; muitos deles foram totalmente decompostos, ou só resta o núcleo central envolvido por capas concêntricas esféricoidais. Nos países tropicais é de se esperar seja encontrado com certa freqüência esse *barro a bloco*, associado às zonas de relevo mais acentuado e rochas favoráveis. Foi a confusão com esse tipo de depósitos que levou Agassiz a encontrar, ainda em 1865, vários exemplos de *sedimentos glaciais* no nosso país, inclusive no Amazonas e no Rio de Janeiro.

Ab'Saber e Bernardes (1956) citam De Martonne para dizer que o *talus* do Itatiaia é um depósito anômalo de piemonte, pois nenhum outro se encontrou no sopé da Serra do Mar e Serra da Mantiqueira. Talvez não se deu a devida consideração à natureza da rocha, ao clima e ao porte do relevo. Os gnaisses e xistas são pouco diaclasados e muito mais facilmente intemperizados. No ambiente chuvoso da floresta atlântica será muito difícil descobrir os raros depósitos de *talus* porventura formados.

Do exposto se depreende que, quer no seu conjunto quer isoladamente, nenhuma das características de uma região glacial está representada no Itatiaia. As formas erosivas e os depósitos propostos, não suportam uma análise mais profunda; em geral, cada argumento tem um peso diferente, faltando harmonia à interpretação do conjunto. Os depósitos glaciais, por exemplo, estão muito baixos e muito distantes, sem apoio de circos e vales típicos de grandes dimensões que os sustentassem.

#### A TECTÔNICA COMO BASE DA INTERPRETAÇÃO

Não é nossa intenção negar dogmaticamente a presença de gelo do Itatiaia. Com o abaixamento de vários graus na temperatura média anual e com a mudança no regime estacional das precipitações, é possível que tenha ocorrido a formação de pequenos depósitos de neve e gelo, num ambiente periglacial. Tudo depende de as condições climáticas terem permitido a perenidade do gelo, apesar dos dias mais quentes de verão. No entanto, achamos pouco provável que tenham existido condições para formação de geleiras. É inegável, porém, que ainda hoje o

trabalho do gelo é um importante agente do intemperismo físico.

De nossa parte, coerentes com o que nos foi dado observar, colocamos os fenômenos tectônicos como base para a interpretação geomorfológica, relegando os problemas climáticos a um plano secundário. Os elementos estruturais comandaram os processos erosivos, contando com o auxílio do intemperismo físico e químico.

#### 1º ) A fase de colapso e o falhamento das intrusivas

O planalto do Itatiaia foi por nós interpretado (Penalva, 1967) como sendo consequência de uma fase de colapso do topo da intrusão alcalina, no final da sua consolidação. Desse falhamento circular resultou uma área interior deprimida e circundada por uma muralha circular de 9 km de diâmetro. Outras estruturas arqueadas de extensão limitada e de diâmetros menores estão presentes (Fig. 1); exercem um controle evidente sobre a drenagem nos setores N e NE (Fig. 6) e também no sul. Essas estruturas menores são as responsáveis pela existência das várzeas do Rio Aiuruóca e Rio Preto; agem como soleiras e exercem o efeito de um nível de base local.

Falhamentos retilíneos em grande número foram suspeitados, penecontemporâneos à intrusão ou de idade terciária e quaternária. São responsáveis pelas grandes linhas estruturais observadas no planalto, com destaque o vale dos Lírios. O rebaixamento da muralha externa no setor sul e a escarpa do vale do Paraíba são considerados também como resultado dos falhamentos que originaram a fossa tectônica hoje ocupada pelo vale do Rio Paraíba. O depósito de piemonte que Silveira (1942) menciona como sendo tilito, está ligado a essa escarpa e ao regime torrencial do Rio Campo Belo.



Fig. 8 – Lagoa com dreno subterrâneo a SSW da Pedra do Altar (Veja-se também o papel da vegetação no represamento).

#### 2º) A importância do diaclasamento

Podemos afirmar, sem sombra de dúvida, que o intenso diaclasamento das intrusivas alcalinas é o principal responsável pelo aspecto do planalto, e que a todos impressiona. Apresenta-se em sistemas variados, alguns deles bem definidos: vertical nas Agulhas Negras (Fig. 2), horizontal nas Prateleiras (Fig. 3), etc.

Uma quantidade imensa de blocos vai sendo afrouxada e liberada, desagregando a rocha e atulhando encostas e vales (Fig. 4). Vão desde alguns decímetros até vários metros de diâmetro e muitos deles já se acham relativamente arredondados ainda *in situ* (Fig. 3). Alguns

pequenos vales são claramente condicionados por direções de diaclases, enquanto muitas cunhuras também o são.

A desorganização relativa da drenagem, tida como fenômeno pós-glacial, é consequência da luta contra a geometria tridimensional imposta pela tectônica. Quando uma direção de diaclases bem pronunciada ou uma lombada intercepta um riacho, esse elemento morfológico age como uma soleira, determinando um nível de base local. O resultado é sempre uma área plana e alagadiça, ou pequena lagoa (Fig. 8).

As depressões planas, charcos e lagoas, tem a sua gênese ligada, também a uma intensa e eficiente drenagem subterrânea, através de juntas e falhas; vemos a todo momento a água minar das fraturas, em trânsito para níveis mais baixos. Algumas pequenas lagoas a S da Pedra do Altar (Fig. 8) estão praticamente isoladas em um núcleo rochoso muito fraturado. O material solubilizado pelo intemperismo deve ser levado através das fraturas, enquanto que os resíduos são evacuados em suspensão durante as grandes chuvas (Domingues, 1952). Finalmente, não devemos nos esquecer que a vegetação, principalmente os pseudotrópicos da gramínea *Cortaderia modesta*, os quais exercem uma ação de represamento, pois "cobrem as várzeas do solo úmido e de terra preta", "onde o solo ainda é, periodicamente, pantanoso" (Brade, 1956, p.29). No conjunto da lagoa Bonita (Fig. 4), bem como na lagoa das Prateleiras, o papel da *Cortaderia* e da *Xiris* é evidenciado claramente, retendo detritos, represando as águas e permitindo o entulhamento dos charcos.

## CONCLUSÕES

1. Se o clima e a altitude permitissem uma glaciação de montanha, o Itatiaia conservaria hoje as marcas indubitáveis do fenômeno, pois as suas características tectônicas (cúpula deprimida, falhamentos lineares e intenso diaclasamento) favoreceriam sobremaneira o trabalho do gelo.
2. O tempo geológico decorrido após o fim da presumível glaciação no Itatiaia é muito curto. Assim, as provas apresentadas por Silveira, Rich, Ebert e outros estariam ainda presentes de forma irrefutável, como em muitos lugares do hemisfério norte.
3. Se, por condições que nos escapam, houve a possibilidade de algum gelo permanente, foi coisa insignificante; e se deixou alguma evidência, já foi destruída.
4. Os argumentos apresentados pelos defensores da glaciação, em geral são fracos e sem conexão lógica entre si (alguns chegam mesmo a ser absurdos, como o tilito de Silveira, os circos de De Martonne e o vale em U de Rich).
5. As condições de clima e altitude para a formação de geleiras no Itatiaia são dificilmente aceitáveis. Os resultados da erosão e transporte no planalto em nada são comparáveis aos exemplos bem conhecidos das regiões glaciais; nenhum dos 3 vales que drenam as águas do planalto mostram erosão glacial, mesmo em sua cabeceiras.
6. Sentimos que houve um excesso de boa vontade em provar a idéia, a qual era uma novidade muito atraente. E aquele que a não aceitaram, pouco fizeram para negá-la em bases firmes.
7. Os elementos da geologia estrutural, até hoje em grande parte ignorados, explicam com muito mais propriedade a topografia, drenagem e outras feições do planalto.
8. Os falhamentos circulares e retilíneos e o impressionante diaclasamento comandaram o desenvolvimento dos vales, lagoas e um sem número de matocões espalhados pelo planalto.
9. O intemperismo, físico e químico, auxilia a modelagem do relevo, enquanto a vegetação contribui na formação de charcos e lagoas, obstruindo vales e retendo detritos.

## BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. N. & BERNARDES, N. - 1956 - Vale do Paraíba, serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. *Engenharia Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 24(143):284-92.
- BARBOSA, O. - 1962 - Considerações sobre alguns aspectos geomorfológicos do Itatiaia. *Notícias Geomorfológicas*, Campinas, 5(9/10):66-9.
- BRADE, A. C. - 1956 - A flora do Parque Nacional do Itatiaia. *Boletim do Serviço de Fomento do Ministério da Agricultura*, Rio de Janeiro 5.

- CAILLEUX, A. et alii. 1962 - Observações e estudos no Itatiaia (simposium). *Notícia geomorfológica*, Campinas, 5(9/10):41-61.
- CHRISTOFOLLETTI, A. - 1969 - O Maciço de Itatiaia. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, 9(19):77-80.
- DOMINGUES, A. J. P. - 1952 - Maciço do Itatiaia. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 14(4):463-71.
- EBERT, H. - 1960 - Novas observações sobre a glaciação pleistocênica na Serra do Itatiaia (Nota preliminar). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 32(1):51-73.
- ENGELN, O. D. von & CASTER, K. E. - 1952 - *Geology*. 1. ed. New York, McGraw-Hill.
- FLINT, R. F. - 1953 - *Glacial geology and the pleistocene epoch*. New York, John Wiley.
- MAACK, R. - 1957 - Ueber quartaere Vereisungsspuren am Itatiaia-Massiv. *Geologische Rundschau*, Stuttgart, 45(3):582-95.
- MARTONNE, E. de - 1943-4 - Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 5(4):523-50; 6(2):155-78.
- ODMAN, O. H. - 1955 - On the presumed glaciation in the Itatiaia Mountains, Brazil. *Engenharia, Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 21(123):107-8.
- PENALVA, F. - 1967 - Geologia e tectônica da região do Itatiaia (sudeste do Brasil). *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP: Geologia*, São Paulo, 302(22):95-196.
- RICH, J. L. - 1953 - Problems in Brazilian geology and geomorphology suggested by reconnaissance in summer of 1951. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP: Geologia*, São Paulo, 146(9):53-8.
- RUELLAN, F. - 1943 - Comunicação sobre a excursão a Campo Belo e Itatiaia. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, 1(7):76-80.
- SILVEIRA, J. D. da - 1942 - Itatiaia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA, 2<sup>a</sup>, Rio de Janeiro - *Anais*, p.706-19.
- TEIXEIRA, D. - 1961 - Relevo e padrões de drenagem na chaminé vulcânica do Itatiaia. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, 37:3-12.