

Considerações a Respeito da Erosão dos Solos

1 — INTRODUÇÃO

A erosão, quando considerada somente quanto a seu aspecto de fenômeno geológico, é decorrente do processamento normal da evolução da Terra. É, pois, consequência direta dos fatores naturais — ventos, chuvas, alterações climáticas, intemperismo, atividade biológica, movimentos sísmicos — portanto, chamada *erosão geológica ou natural*.

Sob esse aspecto, como resultado do trabalho de agentes internos e externos que alteram a natureza das rochas da superfície terrestre, ela reserva aos geólogos e geomorfólogos um campo de estudo bastante vasto, relacionado ao seu processamento, que se dá de modo lento.

Neusa Maria Costa Mafra **

Ao contrário, a erosão do solo propriamente dito é de ação mais rápida, principalmente se os fatores ambientais a favorecem. Ocorre pela influência da pluviosidade e dos ventos, fatores que, associados ao não uso de técnicas apropriadas, ao abuso de operações no campo da agricultura, engenharia e outros, pelo homem, intensificam o fenômeno. Dá-se o nome, portanto, a esse tipo de erosão, de *acelerada*, à qual os geógrafos, pedólogos e estudiosos do meio ambiente vêm dedicando grande atenção nos últimos anos.

Deve ser colocada aqui a importância da erosão pela ação da água (hídrica) como a de maior efeito sobre o solo, principalmente, embo-

* Revisão do trabalho intitulado *Erosão dos Solos no Brasil* apresentado pela autora para a cadeira de Estudo e Problemas Brasileiros, no curso de pós-graduação em Geografia da UFRJ.

** Geógrafa e mestranda em Geografia pela UFRJ. A autora agradece aos professores Waldemar Mendes e Orlando Valverde pela orientação obtida através de seus trabalhos e pela experiência adquirida através do contato, principalmente com a Pedologia.

ra não exclusivamente, sobre o solo agrícola.

Há uma diversidade grande de tipos de erosão ocasionados pela água, sendo os mais característicos: o da erosão em lençol (por lavagem superficial do solo), em voçorocas, em sulcos, por deslizamento e pelo impacto da gota da chuva.

Serão também colocados, de modo geral, alguns dados com respeito à erosão dos solos no Brasil, sendo necessário para tal que se faça previamente um inventário das condições sob as quais a erosão do tipo acelerada, precedida da natural, ocorre nos diversos ambientes.

Como sabemos, o solo é resultado da ação conjunta dos chamados fatores de formação, ou seja, do clima, material de origem, relevo, seres vivos e do próprio tempo. Segundo Jenny (3), ele é representado pela equação:

$$s = f(\text{cl, o, r, p, t} \dots), \text{ onde:}$$

cl = clima externo; o = todos os organismos, incluindo o homem; r = forma predominante de relevo (e não apenas a face de inclinação); p = rochas matrizes; t = o tempo, sendo nesse caso a duração total transcorrida desde o "tempo zero", entendido como início da nova superfície.

Desse modo, a natureza da rocha (maior ou menor grau de resistência), a intensidade da atuação dos climas, a energia do relevo e a ação do tempo são parâmetros a serem considerados no quadro **EROSÃO**, antes mesmo que se analise mais diretamente a ação do homem como etapa final do processo, ligada ao desequilíbrio do sistema.

2 — INFLUÊNCIA DO CLIMA, MATERIAL DE ORIGEM E RELEVO

O agente de destruição dos solos mais dinâmico e eficaz é constituído pelas chuvas, especialmente as violentas, que provocam quase sempre a ruptura dos agregados.

A erosão pluvial atua através de dois processos, principalmente: impacto da gota da chuva e escoamento superficial.

O primeiro impacto erosivo dos solos é propiciado pela ação mecânica das gotas da chuva, promovendo o deslocamento de partículas de solo, tanto a jusante como a montante, conforme a posição e inclinação frente ao impacto da gota que as atinge.

A erosão por água causa frequentemente maiores danos em regiões de precipitações concentradas do que naquelas de precipitações regulares, ou seja, sob climas tropicais úmidos, exceto quando há um índice considerado anormal, chegando a acarretar verdadeiras catástrofes (ex.: chuvas do período de 1966/67 ocorridas no Rio de Janeiro).

Nas regiões de baixa precipitação, embora concentradas (sob climas subúmidos), as chuvas, mesmo menos freqüentes, apresentam aspecto de fluxo torrencial. Desse modo, por mais permeável que seja o solo (textura arenosa), ele não tem capacidade de absorver toda a quantidade de água que, assim, escoa pela superfície, carreando consigo partículas representativas do mesmo. Das vertentes suaves às onduladas, a erosão que se fez através de camadas vai seccionando de modo uniforme a camada mais superficial rica em húmus (horizonte A), sem que o aspecto geral do relevo seja modificado.

A erosão de início quase imperceptível, por isso mesmo perigosa,

traduz-se por pequenas modificações iniciais na coloração do solo e pelo aparecimento de eventuais blocos que poderão permanecer no local, enquanto materiais mais finos (silte, argila) são carreados. Essas partículas finas que estabeleciam uma relação direta com constituintes do solo são retiradas, dando lugar ao empobrecimento dos solos em elementos nutritivos e à baixa capacidade de retenção de água, fazendo ainda com que a vegetação se torne escassa, agravando, portanto, os efeitos da erosão.

Sob chuvas moderadas, os terrenos arenosos, principalmente os de encosta, caso seja removida sua cobertura vegetal, tornam-se sujeitos a forte erosão superficial e lixiviação através das águas de infiltração, erosão que, muitas vezes, só é percebida após algum tempo, quando o rebaixamento da superfície começa a expor raízes e blocos, e até mesmo, em alguns casos, alicerces de construções. No caso, nada mais falta ao ambiente para que entre em desequilíbrio. A erosão em voçorocas atua profundamente no solo, atingindo muitas vezes até o horizonte C,

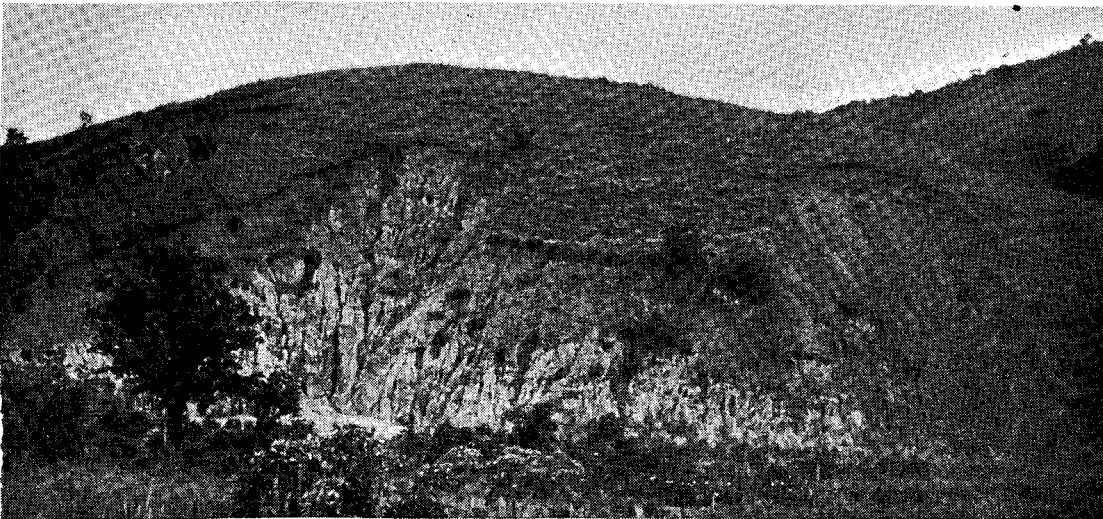
provocando deslizamentos de massa acompanhados geralmente por desmoronamentos, quando se verifica um arraste de solo completo (figura 1).

Voltando ao caso de chuvas torrenciais, todo o excesso de água poderá não penetrar no solo, já que a *rate* de penetração depende de outros fatores, como permeabilidade, cobertura vegetal, etc. . .

A intensidade das precipitações constitui o fator principal, sendo a taxa de infiltração inversamente proporcional a ela. De maneira mais ampla, quanto maior a intensidade das chuvas menor a infiltração e maiores as possibilidades de escoamento superficial.

Deve ser observado, no entanto, que a infiltração, como resultado de chuvas ciclônicas e de relevo, tende sempre a ser maior do que as originadas pelas chuvas de convecção. Afora esse aspecto, a taxa de infiltração é condicionada pela intensidade da cobertura vegetal, o grau de compactação dos horizontes superficiais e as propriedades físicas do solo (consistência, textura, etc. . .).

Nos climas quentes e úmidos dos trópicos a caracterização de um re-



*Voçoroca profunda em podzólico latossólico, sob declividade forte.
(Município de Saquarema, RJ)*

golito espesso é fruto de forte intemperismo químico. Esse regolito, sob condições de revestimento denso ou semidenso de uma floresta ou cobertura por gramíneas, sofre limitada ação da erosão.

Mesmo havendo absorção de grande parte das águas, a vegetação assume a função de fixar o solo e protegê-lo contra a ação das águas correntes (escoamento superficial) e do próprio vento, se for o caso. Porém, se esse manto espesso se encontrar fora da proteção da cobertura vegetal e sob solos de características que o tornem suscetíveis à erosão (como é o caso dos solos de horizonte B textural, por exemplo), haverá, principalmente no caso de uma encosta, uma ruptura do equilíbrio existente, dando origem a processos erosivos intensos, a partir da remoção do material de diversas formas (movimentos de massa e consequentes desbarrancamentos).

Quanto à atuação dos climas subúmidos, vale a pena lembrar que, sendo as formas de intemperismo predominantemente físicas, a produção de detritos é menor que a retirada. Portanto, com essa retirada representativa, os solos quase desnudos ficam expostos, encontrando, assim, a erosão uma superfície vasta de atuação.

Quanto ao fator de influência relevo, deve-se levar em conta o fato de as variáveis topográficas definirem áreas de alta e baixa energia, determinando, portanto — principalmente em se tratando daquelas que estejam sob relevo de forte ondulado a montanhoso — áreas de maior potencial erosivo.

Nas áreas de grande declividade, como sabemos, a *rate* de erosão é maior a montante do que a jusante; logo, a atuação de processos erosivos, dando origem a ravinaamentos e voçorocamentos, se torna visível numa escala de tempo relativamente pequena, principalmente se a isso for somado o fato do desmatamento da área.

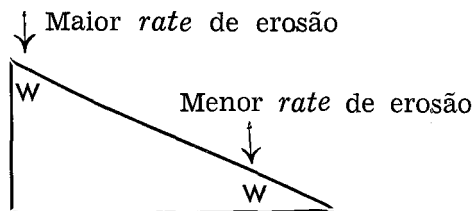


Fig. 1

No caso da pequena ilustração acima, a título de exemplo de declividade forte, uma *erosão severa ou muito severa* (segundo a classificação americana para conservação), a montante, poderia ocasionar, no primeiro tipo citado, a remoção de mais de 25% do horizonte A, já possivelmente aflorando o horizonte B; no segundo tipo citado, todo o solo superficial seria removido, encontrando-se o horizonte B bastante afetado, havendo ainda casos onde já teriam sido removidos entre 25% e 75% da profundidade original.

Seria interessante lembrar, no entanto, que esses fatores estão necessariamente ligados à natureza dos solos, podendo influenciar no maior ou menor grau de atuação de erosão (principalmente em se tratando de solos de horizonte B textural ou solos que transitem para esse tipo).

No Brasil verifica-se a existência de “serras” que, embora não muito altas, apresentam forte declividade, o que facilita a erosão, principalmente onde há desmatamento progressivo. É o que se observa especialmente em alguns maciços (na Serra do Mar) e na maior parte das áreas de relevo montanhoso do Estado de Minas Gerais.

Quanto ao fator de influência *material de origem*, ele é responsável principalmente pela textura do solo (o que mais nos interessa, já que estamos tratando de erosão), que tanto poderá ser argilosa, como média ou arenosa, de con-

formidade com os teores de argila, que se apresentarão, respectivamente, maiores que 35%, entre 35% e 15% e menores que 15%.

Dependendo da atuação dos processos de intemperismo químico e físico sobre os diversos tipos de rocha, poderemos ter como resultado solos arenosos ou não. A desintegração do granito, por exemplo, pode dar origem a um material arenoso (permeável). Já a decomposição química posterior produziria material mais fino, em forma de resíduo argiloso. Daí muitas vezes a complexidade da análise do material de origem num estudo sobre erosão dos solos.

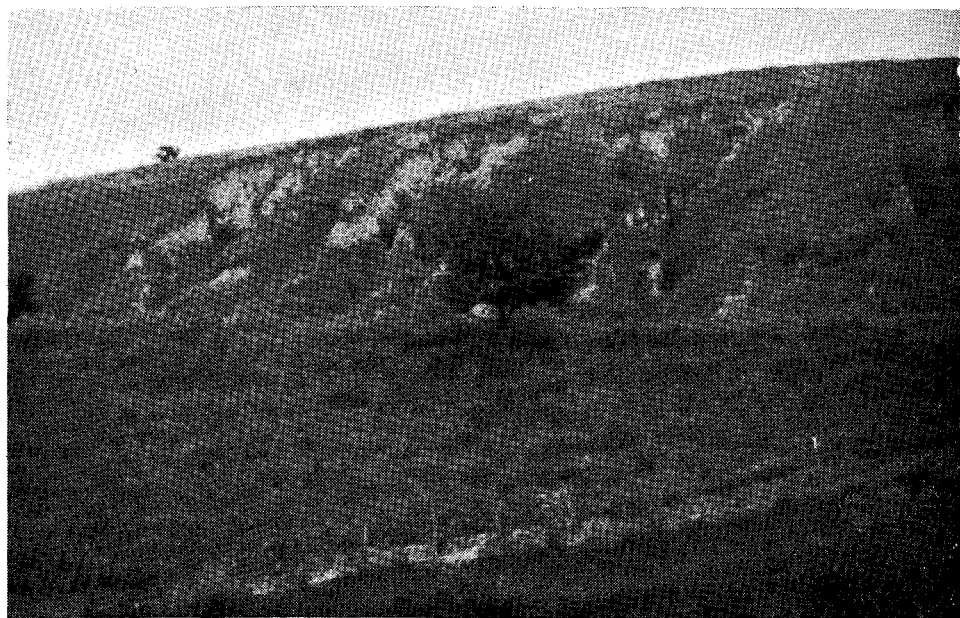
No caso das regiões tropicais úmidas, onde a decomposição química da rocha se processa com muita rapidez, principalmente quando os teores de sílica são baixos (caso das rochas básicas e intermediárias), ocorrem solos muito desenvolvidos e lixiviados — latossolos — que, quando são de textura argilosa, oferecem mais resistência à erosão, de vez que essa argila se encontra floclada.

O mesmo já não acontece, sob as mesmas condições de clima, aos solos que transitam do latossolo para o cambissolo ou simplesmente cambissolos ou ainda os latossolos de textura arenosa, os quais apresentam elevado grau de erosão.

Como exemplo de áreas muito suscetíveis à erosão no Brasil podemos relacionar as do oeste do Paraná, sob solos originados dos arenitos de Bauru e Botucatu (de origem sedimentar). Esses arenitos dão origem a solos de textura arenosa, constituídos de muito pouca argila de ligação, portanto, facilmente marcados pela erosão hídrica.

Em Minas Gerais (serra do Espinhaço e Diamantina) há solos arenosos e argilosos, tendo como rochas matrizes os quartzitos e os filitos, estando, portanto, os arenosos sob influência dessas rochas, com risco de forte erosão, principalmente por se encontrarem essas áreas em progressivo desmatamento.

A maior parte dos solos do Brasil tiveram como material de origem



*Seqüência de voçorocas em solo podzólico sob relevo ondulado.
(Município de Itaguaí, RJ)*

Foto Neusa Mafra

as rochas do complexo cristalino, sendo formados por granitos, gnaisses, micaxistos e migmatitos.

“Nada menos do que 30% da área do País pertence a esse *substratum*, ocorrendo, portanto: na porção norte do equador, no centro e sul do Paraná, centro e norte de Minas Gerais, leste do Ceará e Santa Catarina, Goiás e ainda porções menores distribuídas em quase todos os estados. Nos terrenos e solos surgidos aí se firmou a agricultura nacional, que se ligava, a princípio, no assentamento e no desenvolvimento, a fertilidade aparente, que tinha como índice macroscópico falho a riqueza do revestimento vegetal. A maior parte desses solos é sujeita em grau elevado à erosão” (Wanderbilt D. Barros (1)).

É importante observar, no entanto, que todos os fatores colocados acima — clima, relevo e material de origem (logicamente incluído implicitamente o fator tempo em todos eles) — não podem ser considerados isoladamente.

É preciso que se verifique, num estudo quase “individualizado”, a capacidade de cada um deles, de modo a interferir no processo de erosão, para compreensão posterior com respeito à interação dos mesmos.

3 — EROSÃO ACELERADA

Como foi colocado anteriormente, a erosão natural é resultado da ação de diferentes agentes considerados não antrópicos, embora a *erosão do solo* propriamente dita esteja mais relacionada à chamada acelerada, ou àquela que surge quando o homem altera todo o sistema, provocando, portanto, uma aceleração do processo erosivo natural. Ou seja, a partir do momento em que o homem passa a usar o solo indiscriminadamente, como meio de obtenção de alimentos, meio de proteção (para fixar a

própria habitação) e meios outros ligados à ampliação do seu conforto, exploração econômica, etc., passa a constatar-se o uso abusivo dessa riqueza.

A chamada erosão natural leva aproximadamente 120 a 400 anos para formar 1 cm de solo. Portanto, há que se considerar o solo como um verdadeiro patrimônio, o que não vem acontecendo ao longo dos séculos.

“Quando se perde 20 cm de solo, na verdade se perdeu o resultado da ação de 2.400 a 8.000 anos de forças construtivas” (6).

Os próprios geógrafos reconhecem, na sua maioria, a incensatez do homem ao trabalhar e retrabalhar os solos férteis ou não, ocasionando a degradação dos mesmos, o que se dá em curto espaço de tempo, principalmente quando não são usados métodos conservacionistas.

Portanto, o homem tem sido reconhecido como o mais ativo agente ligado à destruição do solo. O ciclo destruidor está intimamente ligado às práticas de desmatamento e queimada das matas e campos, elaboração de lavouras empíricas, o pisoteio excessivo do gado em áreas indevidamente usadas para pastagens, a construção de rodovias, represas e demais obras de engenharia, sem que haja um planejamento nas áreas a serem ocupadas. As áreas críticas de erosão do solo no Brasil são assoladas por esses tipos de práticas.

A erosão acelerada tem afetado diretamente a produtividade agrícola, exigindo altas somas em dinheiro no seu controle e na garantia de manutenção da fertilidade do solo.

Com a perda da fertilidade natural e a progressiva erosão, os solos são desprezados pelo homem e, desse modo, outros vão sendo utilizados nos moldes dos primeiros, sem a mínima racionalização de seu uso.

Ao ser considerado o fato dos danos acarretados pela erosão, devemos observar que a grande maioria dessas perdas se efetua notadamente na parte mais superficial do solo, ou seja, a arável, que tem a percentagem mais alta de elementos minerais e orgânicos, indispensável aos vegetais.

No Brasil, a má utilização do solo é observada por toda parte, chegando a irracionalidade a extremos.

Estudos feitos no Estado de São Paulo (final da década de 60), concluíram a perda de mais de 500.000.000 de toneladas de solo por ano, chegando a agricultura tradicional do algodão, café e pastagens a índices alarmantes:

PERDAS DE SOLO POR ANO (t/ha)

ALGODOAIS	26
CAFEZAIS	0,9
PASTAGENS	0,4

Fonte: *Solos, Sudeste do Brasil e Conservação da Natureza* — Alceo Magnanini

A lavoura do algodão é considerada como uma das mais esgotantes, juntando-se a isso o fato de ser cultivada justamente em solos de horizonte B textural — portanto os mais suscetíveis à erosão quando não são tomadas precauções quanto a seu uso.

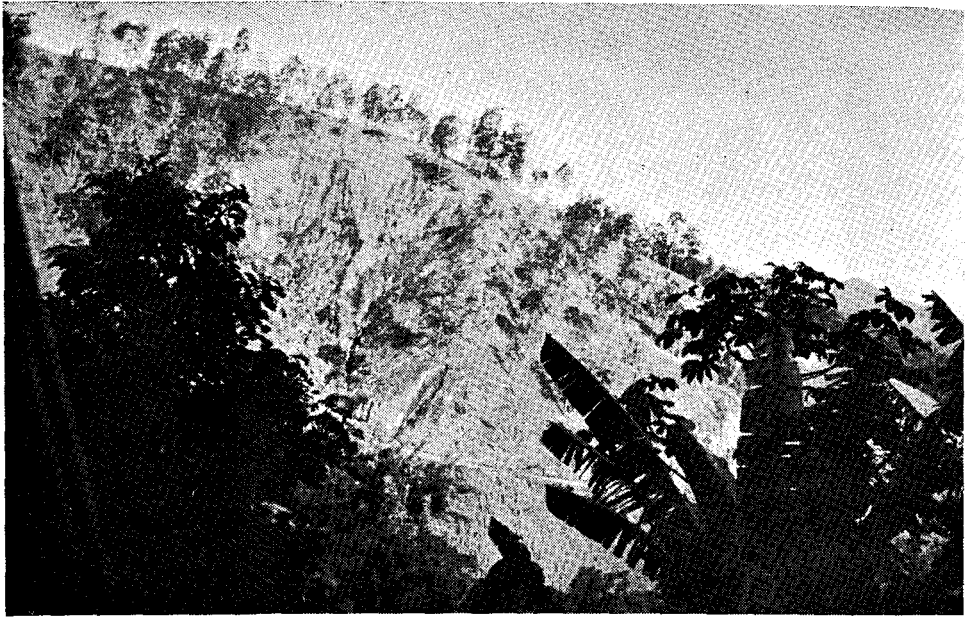
Setzer afirma que “examinando o aspecto e o uso atual dos solos paulistas, é difícil sua existência



Grau avançado de erosão em encostas com forte declividade, desmatadas e utilizadas para pasto.

(Município de Pirai, RJ)

Foto Waldemar Mendes



Cultura de citrus não alinhada em curvas de nível, o que demonstra o uso não racional do solo. (Município de Saquarema, RJ)

Foto Daury

dentro de um século, sendo certo, no entanto, que alguns deles serão desertos”.

4 — SOLOS MAIS SUSCETÍVEIS À EROSÃO

Como foi colocado anteriormente, as características do solo, como textura e estrutura, são importantes na medida em que estão ligadas, de forma significativa, ao fator resistência à erosão.

Quando foi mencionado o fator material de origem, viu-se que uma das condições que mais implicava suscetibilidade à erosão era a textura — de média a arenosa.

Qualquer grupo de solos poderá ter textura argilosa, arenosa ou média, dependendo da composição mineralógica da rocha de origem.

O grupo de solos chamado B textural, embora de textura argilosa, é pouco resistente à erosão, já que esse fato está relacionado ao

fenômeno da “movimentação de argilas” e também à presença de uma estrutura do horizonte B, em blocos angulares e subangulares.

Enquadram-se nesse grupo o podzólico vermelho amarelo, o podzólico bruno, o rubrozem, o bruno não cálcico, a terra roxa estruturada, entre outros. Os podzólicos representam um caso particular dentre os citados, apenas pelo fato de possuírem um horizonte A arenoso. Logo, o fator “movimentação de argilas”, junto à lixiviação intensa desse horizonte A, proporciona condições de grande suscetibilidade à erosão.

Já os latossolos, mesmo sob condições de relevo forte ondulado, apresentam menores riscos de erosão (cujo grau de limitação por suscetibilidade não vai além do ligeiro), por possuírem boa permeabilidade, mesmo aqueles em que a percentagem de argila é elevada (devido ao fato de a mesma se encontrar floculada), ao contrário dos solos de horizonte B textural,

acima mencionados, nos quais a argila se movimenta dentro do perfil.

A exceção é feita apenas aos latossolos cuja textura varia de média a arenosa sob relevo de ondulado a suave ondulado, onde encontramos limitações que podem variar de ligeira a moderada. Também os cambissolos apresentam fortes limitações ao seu uso por suscetibilidade à erosão.

5 — EROSÃO DOS SOLOS NO BRASIL

Em todo o território nacional há exemplos de erosão acelerada pelo uso contínuo do solo — atividades agropecuárias principalmente — onde seus efeitos têm-se manifestado de maneira alarmante.

O estado de Minas Gerais, por exemplo, tem perdido suas áreas de mata em detrimento dos campos de pastagens, sem que se tenha a menor diretriz racional, desencadeando, ao longo de anos, um processo de desgaste e aniquilamento parcial e, algumas vezes, total dos solos da área.

Efeitos catastróficos são também observados, por não serem efetuadas obras de defesa contra a erosão, durante a construção de hidrelétricas. O caso mais patente é o da represa de Três Marias, onde a erosão das vertentes do lago artificial deixou-a parcialmente sedimentada, como pode ser observado nas figuras 2 e 3.

Quando se mencionou o fator material de origem, foram feitas

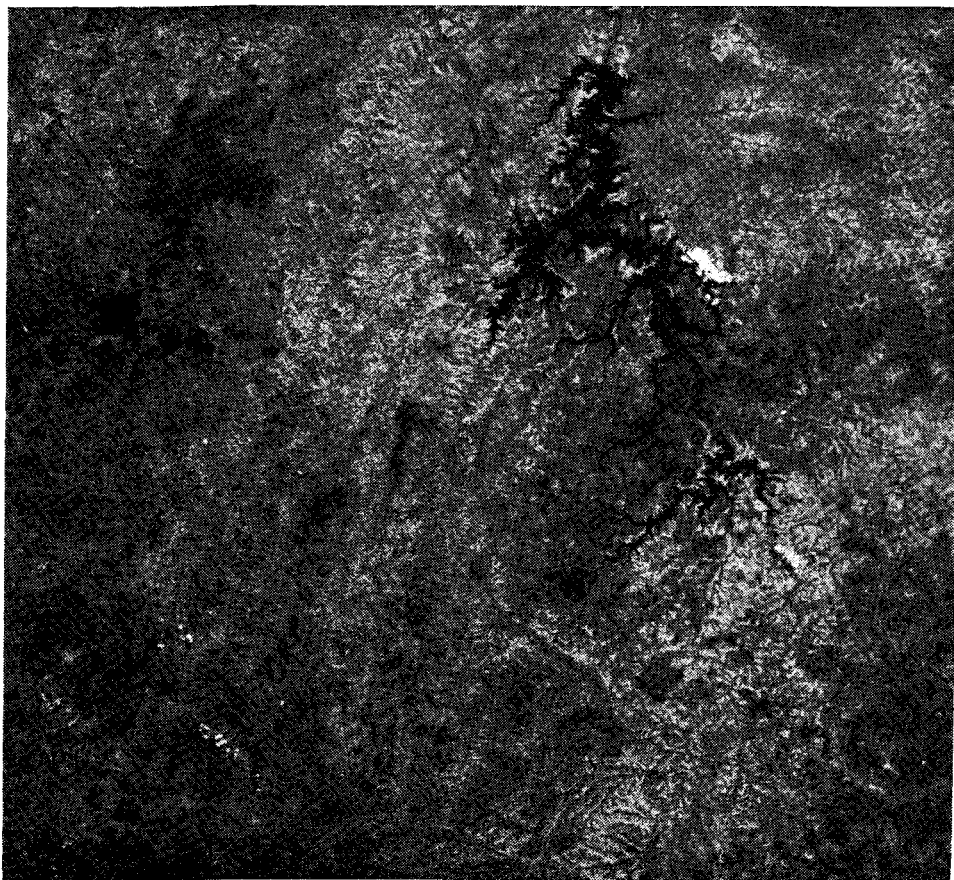


Fig. 2 — Imagem do satélite ERTS (Landsat) mostrando o assoreamento da represa de Três Marias.

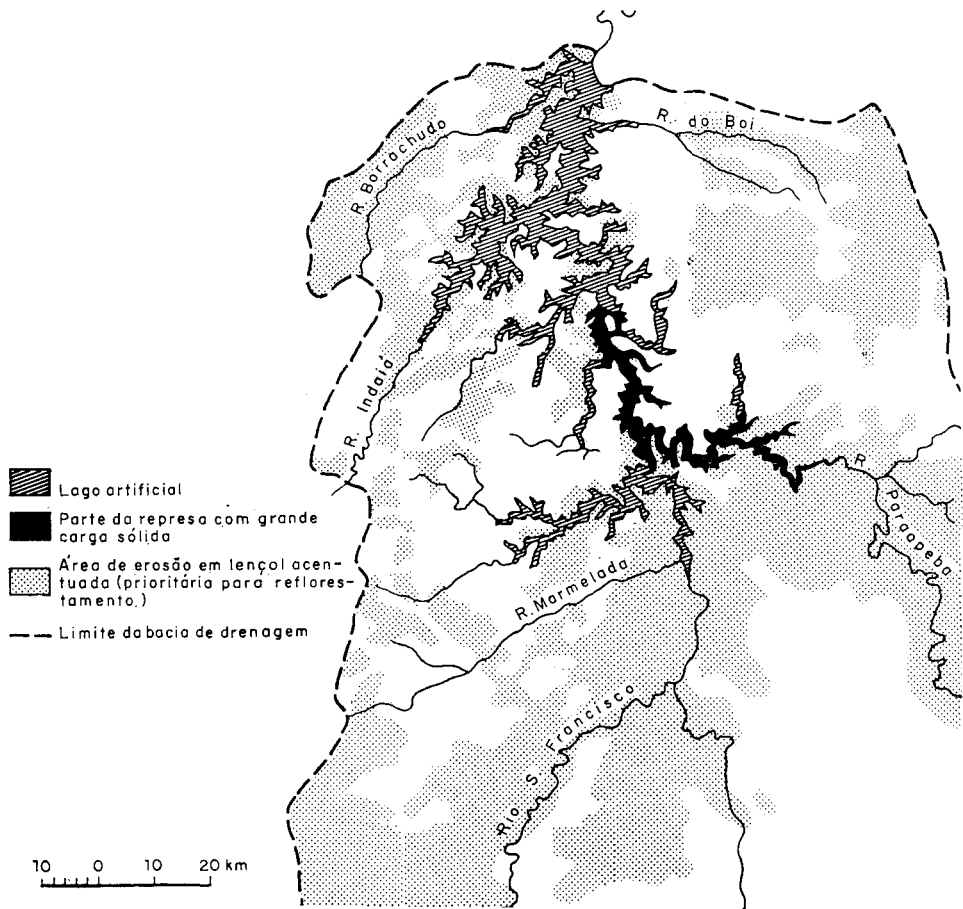


Fig. 3 — Interpretação da imagem da figura 2.

Fonte: Orlando Valverde.

Recursos Naturais e o Equilíbrio das Estruturas Regionais. SUPREN. IBGE. RJ., 1977. (Série Paulo de Assis Ribeiro, n.º 7).

algumas citações de solos de textura arenosa no Brasil, cabendo aqui referências ainda aos solos arenosos e argilo-arenosos do Centro-Oeste (grandes chapadas, os arenosos das terras firmes da região Norte (AM), os argilo-arenosos da série Barreiras (que se estendem do NE a SE do País).

Todos, por serem, na sua maioria, solos de horizonte B textural ou intermediários para esse tipo, são altamente suscetíveis à erosão, suscetibilidade que vem sendo acentuada devido à aceleração do processo pela ação do homem em grandes áreas, principalmente as destinadas às pastagens e cultu-

ras de alto valor econômico. Acentuando mais uma vez o caso de Minas Gerais, notamos que se apresenta como um dos estados mais arrasados pela erosão acelerada, tanto em suas áreas destinadas às pastagens como nas destinadas à exploração de madeiras e ainda naquelas destinadas a obras de engenharia (estradas de rodagem e represas).

O professor Wanderbilt de Barros coloca a situação: "Dos mais rudes aspectos da ação do homem como modificador do meio é o que se faz em Minas Gerais. Esse estado se desertifica, se despoeva, enquanto que, até há pouco, a indústria

siderúrgica, com um parque incentivado pela caloria vegetal, oferecia a ilusória impressão de riqueza estável, beneficiando e enriquecendo o País.”

Ainda dentro do Sudeste poderíamos acrescentar os terrenos do Terciário, do vale do Paraíba. Mesmo os constituídos pelos solos de massapê (que sabemos mais resistentes à erosão) se encontram na sua maioria arrasados. Visíveis pontos de erosão acelerada também são encontrados no Estado de São Paulo, embora seu controle já esteja em fase de processamento, já que práticas de conservação vêm sendo adotadas.

Há em toda parte — já que todas as áreas do globo têm sido atingidas pela erosão (umas mais do que outras) — uma preocupação de cunho sério, promovendo-se práticas mecânicas e principalmente de reflorestamento, num esfor-

ço de conservação do uso do solo, esforço esse que infelizmente se encontra limitado a apenas algumas áreas.

O ideal seria que todo tipo de ação fosse precedido de um planejamento zeloso e acompanhado por práticas de conservação.

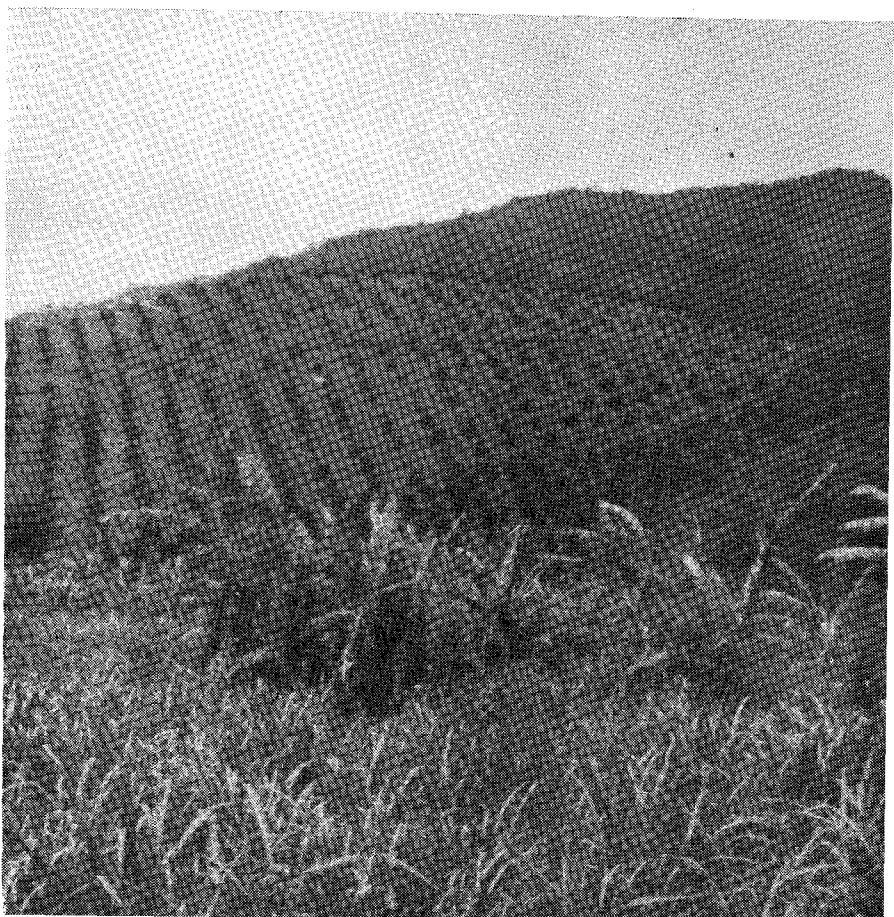
Os homens se encontram voltados, cada vez mais, para o bem-estar imediato. O futuro, nessa visão, ficaria sob responsabilidade de outras gerações. Não se deve esquecer, no entanto, que a necessidade atual de uma conservação em moldes rígidos é consequência imediata da falta de uma consciência conservacionista para com o solo em épocas passadas.

Os exemplos de lavouras arrasadas, desbarrancamento de encostas, promoção de sulcos nas áreas de barragens, em meio a outros que se multiplicam a cada dia, bem caracterizam a não racionalização do uso do solo.

Exemplo de voçorocas resultantes do processo de desmatamento em encostas de forte declividade e da própria abertura da rodovia.

(Serra das Araras, RJ)

Foto Alzira Casemiro



Algumas das soluções de conservação poderiam ser apontadas, como:

a) as terras dedicadas à agricultura deveriam ser trabalhadas em rotação, para que as potencialidades não se esgotassem em pouco tempo, e segundo curvas-de-nível (método vegetativo), o que de grande modo se constituiria numa maneira de preservação da área. Também as práticas mecânicas deveriam ser utilizadas, como a construção de "terraços" (de drenagem e absorção) de acordo com necessidades locais;

b) a atenuação da declividade dos flancos de voçorocas seria feita, por exemplo, mantendo-se permanentemente uma vegetação de gramineas de pequeno a médio porte, ou ainda por pequenas barragens que produziriam o efeito de reter o solo. A primeira seria a mais indicada, pois, de certo modo, independia da textura do mesmo;

c) também as áreas de declives acentuados, quando desnudas de vegetação, necessitariam de um reflorestamento como uma das melhores formas de conservação do solo, principalmente onde já tivessem sido realizadas obras de engenharia (abertura de rodovias), seccionando as mesmas.

Essas seriam apenas algumas das inúmeras formas de se conser-

var o solo. Todas elas procuram, na medida do possível, retardar, no tempo, o processo erosivo. Portanto, é importante a manutenção desses "artifícios" para que o sistema se coloque em relativo equilíbrio.

Em última análise, estudos exaustivos sobre o atual estado dos solos, o beneficiamento dos mesmos através de métodos os mais adequados e perspectivas para o futuro, devem ser detectadas o quanto antes, a fim de que os mesmos possam, através de técnicas conservacionistas, voltar ao seu aspecto anterior ou, na pior das hipóteses, não progredirem em seu estado atual de erosão.

Hoje começamos a contar com métodos dos mais sofisticados para controlar a erosão, através, inclusive, da interpretação sistemática de imagens de satélites ERTS (Landsat).

Precisamos, no entanto, junto a esse esforço técnico, desenvolver uma consciência conservacionista em todo o País.

O solo, como um organismo vivo, terá sua vida prolongada sempre que o homem se conscientizar de que deve usá-lo racionalmente.

"Conservar um solo, afinal, não significa deixá-lo intocável, mas sim utilizá-lo de maneira racional" (Antonio Teixeira Guerra).

BIBLIOGRAFIA

1. BARROS, Wanderbilt Duarte. *Problemas de Erosão dos Solos no Brasil*; Edições S.I.A. — Ministério da Agricultura, 1961.
2. ———. *A erosão no Brasil* — Coleção Mauá, Ministério da Viação e Obras Públicas, 1956.
3. BUNTING, Brian T. *Geografia do Solo* — Tradução T. S. Newlandas, Zahar Editores, RJ, 1971
4. GRAHAN, H. Edward. *Uso Racional del Suelo* — Editorial Nascimento; Santiago, Chile, 1947.
5. MAGNANINI, Alceo. *Solos, Sudeste do Brasil e Conservação da Natureza*. Curso de Professores de Geografia n.º 17, IBGE, 1971.
6. MENDES, Waldemar; BENNEMA, Jakob. As mais importantes limitações do uso agrícola dos solos brasileiros, sob o ponto de vista das condições ecológicas; *Revista de Agronomia do Ministério da Agricultura*, volume 23, ns. 1 e 2, 1965.
7. STERNBERG, O. H. *Manual de Conservação do Solo*. Traduzida e publicada pela Repartição de Línguas Estrangeiras da Secretaria de Estado dos E.U.A., 1951.
8. VALVERDE, Orlando. *Recursos Naturais e Equilíbrio das Estruturas Regionais* — SUPREN — IBGE — Série Paulo de Assis Ribeiro, 1978.
9. YOUNG, Anthony. *Tropical Soils and Soil Survey* — Cambridge University-Press. London, 1976.