CRIAÇÃO E LAVOURA, N.º 18

A. B. PRIMAVESI

EROSÃO



EDIÇÕES MELHORAMENTOS

CRIAÇÃO E LAVOURA, N.º 18

A. B. PRIMAVESI

EROSÃO

Prefácio de
Adhemar de Barros

EDIÇÕES MELHORAMENTOS

Todos os direitos reservados pela
Comp. Melhoramentos de São Paulo, Indústrias de Papel
Caixa Postal 8120 — São Paulo

5/V-3

Nos pedidos telegráficos basta citar o n.º 2538



PREFÁCIO

Tôda a prosperidade e riqueza de São Paulo se assentam no cultivo do solo; da produtividade dêste resulta todo o bem estar do seu povo; e na solução dos seus problemas agrícolas deve estar a constante preocupação da sua economia política.

Sem o aproveitamento agrícola das nossas terras e sem a variada e abundante massa de produtos que elas nos dão, não teríamos aí o cortejo impressionante de fatôres de notável surto urbano, de dinamismo comercial e de encenação industrial, que são índice do nosso progresso e da nossa civilização.

Pois bem. Caracterizam a agricultura moderna o estudo e a aplicação de todos os conhecimentos científicos, que é a fase mais largamente remuneradora e mais amplamente útil à Humanidade.

Disse-se alhures, e acertadamente, que a conservação do solo é a responsabilidade maior de todos os homens, sem uma única exceção, em todo o globo terrestre.

A experiência adquirida pelo Homem, através da História, ensina que os povos que conservam e cuidam o seu solo têm prolongado por muitos anos a prosperidade e a existência dos mesmos; ao contrário, outros têm desaparecido ràpidamente, ou emigrado para melhores regiões em busca de solos férteis onde possam viver.

Que de mais vivo pode nos impressionar que a avalanche da água arrasando as encostas e as renchãs, inundando as baixadas, depredando propriedades, arrastando pontes e carregando a matéria fértil do solo para o desconhecido? É a erosão. De multifária forma pode se apresentar êsse fenômeno, que uma minoria compreende mas que outros já estão sentindo pela indiscrição como surge.

Tece o autor, com muita propriedade, considerações acêrca do problema da erosão e expõe um estudo completo, diferente e que, por certo, se constituirá numa importante fonte de consulta para os estudiosos do assunto, sobretudo considerando-se a nossa literatura pobre nesse particular.

O tema é fascinante, mas faltam-nos elementos para dominá-lo como desejávamos. Podemos afirmar, contudo, que feriu bem o alvo, voltando-se, atento e perscrutador, para o seio da nossa torturada e incompreendida Natureza.

Sem dúvida, projeta o presente trabalho grande luz na obscura e recente ciência do solo, que tem a si o encargo de equacionar o problema que tanto nos incomoda.

"Naturae non imperatur nisi parendo".

Está no tempo de formarmos ao lado do exército de combate à erosão. E uma das armas é, precisamente, a ilustração do nosso agricultor, que encontrará no trabalho do Sr. Primavesi a oportunidade de travar conhecimento com o problema, que trata de maneira singular, porque emoldurado de considerações imprescindíveis.

Se já tive oportunidade, à frente do Govêrno de S. Paulo, de emprestar minha colaboração no combate ao danoso mal, prometo continuar lutando para a sua debelação final.

Nenhum problema mais sério que o da erosão se pode agitar no Brasil; nenhuma coisa mais santa do que a terra pode existir, cuja fertilidade dá vida às Nações, porém, cujo desgaste só o atraso justifica e a inconsciência dos homens pode permitir.

São Paulo, 22 de outubro de 1952.

ADHEMAR DE BARROS

PREÂMBULO

Um dos problemas de maior importância em nosso século é o da erosão. Sempre se verificou êsse fenômeno nas terras de cultura, quando maltratadas, e a história nos fala de muitos povos desaparecidos cujo perecimento foi devido aos estragos da erosão, como, por exemplo, os egípcios antigos, os mesopotâmios, os árabes antigos, os astecas, etc. Mas agora, em nossa era, os estragos causados pelo terrível mal estão atingindo tamanho vulto no globo que o perigo da fome num mundo ressequido está hoje muito próximo.

Grandes homens de tôdas as profissões se preocuparam com êsse problema vital durante a sua vida inteira, como Sir Albert Howard, Johannes Goerbing, Louis Bromfield. E muitos outros atualmente se preocupam com êle por ordem dos respectivos governos, como atestam os ótimos livros de E. H. Graham, M. Woronin, Sir E. J. Russel, etc., apontando o deserto de Saará e as tempestades de pó como última conseqüência da erosão.

Mas, tôdas essas obras excelentes são complexas demais para os leigos. Os milhões de lavradores e fazendeiros que devem combater a erosão não podem ler dúzias de livros em diferentes línguas e acrescentar-lhes depois as suas próprias experiências para tornar completo seu conhecimento sôbre êsse fenômeno. Mas, uma vez que conheçam suas causas, torna-se fácil para todos os interessados o combate ao mal.

A erosão precisa ser impedida no Brasil, pois determina a queda catastrófica das safras até em Estados e zonas favorecidas por uma boa rêde de transportes. E o que é mais grave é a manifesta apatia do povo. Vastas e antigas regiões de cultura, cheias de prosperidade, são prejudicadas por falta de certos sais minerais em seus solos, causada pela erosão, que, assim, abate o vigor e a atividade de sua população.

Em nosso clima tropical a erosão estraga as terras em prazo mais curto do que nos climas moderados. Em compensação o nosso clima facilita a recuperação mais rápida dos solos do que o de outras regiões.

Valendo-me do ensejo deixo aqui expressos os meus mais sinceros agradecimentos ao homem que facilitava em todos os sentidos as minhas pesquisas e experiências na refertilização e recuperação dos solos

brasileiros, acompanhando com o maior interêsse o progresso dos meus trabalhos, sendo assim o precursor de tôdas as realizações neste setor de atividades no Brasil, o Sr. Ademar de Barros.

Como Governador de São Paulo, demonstrou êle séria preocupação pelo desenvolvimento agrícola dêste Estado, fato a que dedicou grande atenção. Chamou-me para o Brasil ciente dos meus trabalhos e extensas experiências na Europa, Ásia, África do Norte e América do Norte, para resolver aqui, com métodos biotécnicos, o magno problema da nossa agricultura moderna: a erosão.

Reconhecendo os imensos danos causados à economia e à saúde, êle estava convencido de que o desaparecimento de várias culturas de São Paulo é devido a êsse mal.

Os resultados que alcancei e cuja exposição poderia encher grandes volumes, foram resumidos em extrato de fácil compreensão para todos, apesar de científico. Assim sendo, posso entregar à publicidade a primeira parte dêsse extrato, em que apresento a explicação do fenômeno da erosão, como introdução básica para completa revolução dos métodos reinantes em nossa agricultura. Na segunda parte tratarei da recuperação das terras velhas de cultura.

O AUTOR.

ÍNDICE

Introdução 9

A erosão na história 13

Conseqüências da erosão acelerada 41

Quadro fenomenológico da erosão 55

Considerações finais 75

Apêndice 81

INTRODUÇÃO

Quando em agricultura falamos de erosão, referimo-nos exclusivamente à «erosão acelerada» isto é, à erosão provocada pelo homem e nunca à erosão natural, também chamada «erosão geológica», e que é invariàvelmente compensada pela desintegração geológica. A erosão geológica condiciona uma lenta transformação do globo terrestre com tendência à nivelação dêste, mas não prejudica de modo algum o homem, por não perturbar o equilíbrio da natureza.

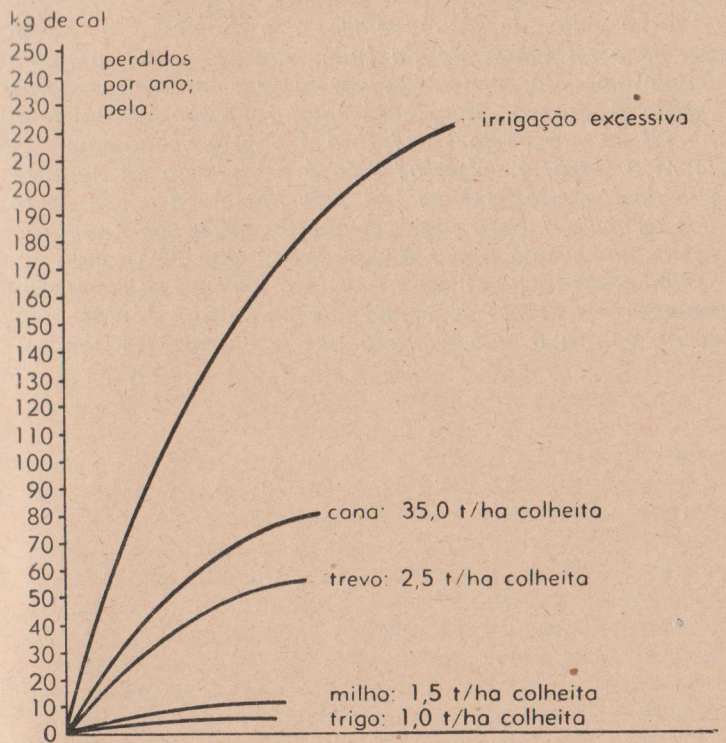
No tocante ao tema em foco, revestem-se de palpitante atualidade as palavras que E. H. Graham, chefe da seção de biologia do Ministério da Agricultura em Washington e encarregado da conservação dos solos, escreveu em seu célebre livro «Natural Principles of Land Use» («Princípios Naturais da Agricultura»): «Há muito tempo já se reconheceu a existência de implicações biológicas estreitamente vinculadas com a agricultura prática. A manutenção da fauna de microrganismos no solo não só ajuda a conservar êste num estado favorável à agricultura, como também auxilia o homem na obtenção de safras abundantes». Estas breves e judiciosas palavras focalizam de maneira lapidar o problema núcleo da moderna agricultura.

A agricultura prática exige imperiosamente o pleno respeito às leis da natureza, mas, muitíssimas vêzes, essa circunstância não é levada na menor consideração. Notadamente no hemisfério ocidental, onde o homem teve oportunidade de descobrir incalculável riqueza de solos fertilíssimos, a agricultura é considerada mera-

mente como indústria de alimentos. E, com essa finalidade, o homem passa a inventar engenhosas máquinas que permitam extrair do solo, o mais ràpidamente possível, colheitas enormes. A agricultura foi mecanizada de maneira verdadeiramente assombrosa. O homem sente-se inebriado ao contemplar essas máquinas gigantescas que obrigam a terra a produzir incessantemente, até que esteja esgotada e pràticamente transformada num estado desértico. Fascinado pela grande fertilidade dos solos das Américas, o homem se esqueceu das eternas e sábias leis da natureza, às quais está subordinada tôda a vida no orbe terrestre. Só pensa em dinheiro, em fortunas fantásticas. E na realidade enriqueceu dentro de pouco tempo, muito embora a decadência do solo se processasse com a mesma rapidez. A certa altura, porém, o industrial-agrário (não é possível aplicar a êle a denominação de agricultor ou fazendeiro) vê-se na contingência de abandonar o seu solo outrora tão fértil e, agora, completamente estéril. Seus sucessores, menos afortunados, são obrigados — principalmente devido aos problemas técnicos dos meios de comunicação — a continuar a lavrar êsses solos decaídos e esgotados, procurando arrancar, com esfôrço máximo, à terra maltratada, colheitas permanentemente em declínio. Mas chega por fim um momento em que, com enorme surprêsa, se certificam de que as suas terras já não proporcionam colheitas econômicas. Alarmada pela gravidade da situação, a ciência agrícola começou a preocupar-se sèriamente com o problema da decadência do solo. E não ficou por muito tempo oculto que a estrutura da terra cultivada era sensìvelmente diferente da apresentada pela terra virgem e que naquela se desenrolava um processo de constante e progressiva devastação: a erosão!

Viam-se as enormes quantidades de terra anualmente carregadas pelas águas pluviais, bem como os incalculáveis prejuízos causados pelas tempestades de pó e pelas

enchentes dos rios que arrastavam milhões de toneladas de terras férteis para os mares. E não tardou que a erosão passasse a ser considerada o inimigo número 1 da agricultura e da humanidade. O que não se percebia era



que, em última análise, a erosão é conseqüência de uma metodologia agrícola unilateralmente conduzida e não uma doença que destrói de maneira despótica a fertilidade dos solos. Responsabilizou-se a erosão por tôda a miséria reinante nos países americanos de solos outrora

tão ubérrimos, como se fôsse verdadeira praga enviada pelo céu, tal como a dos gafanhotos no Egito ou do fogo devastador que destruiu Sodoma e Gomorra, com a diferença apenas de ser muito maior, muito mais ampla, açoitando a humanidade em pêso.

A respeito dessas revelações, o homem do campo permaneceu ignorante de tudo. Êle se sente completamente inocente, atribuindo sua miséria única e exclusivamente à erosão. Mas, será que a erosão é realmente o mal de nossos tempos? Não é o próprio homem, que lavra a terra, o culpado? Não é a violação da natureza e o desrespeito às suas leis pelo homem a causa de todos os males? Será possível que a massa dos lavradores ainda não esteja a par da verdade? Que êles ainda não reconheçam a sua culpa e, por isso mesmo, se conservem impassíveis diante do crime que perpetram contra a sua terra, contra o solo sagrado que a Pátria lhes confiou?

A EROSÃO NA HISTÓRIA

Um breve relancear de olhos pela história da Antiguidade dar-nos-á a resposta quanto ao verdadeiro culpado.

Não foram poucos os povos que desapareceram porque a erosão lhes destruíra as terras. Há um axioma que diz: Solos sadios, lavradores prósperos, povos ricos! Os antigos egípcios, um dos povos de civilização mais avançada da Antiguidade, haviam alicerçado sua riqueza e poderio nas terras férteis do Nilo e das áreas que atualmente constituem o deserto de Saará. A Líbia, a Argélia e a Tunísia, hoje na maior parte constituídas de desertos e dispondo de agricultura muito pobre, eram terras das mais férteis na época do Império Romano, No tempo do Imperador Augusto, foram consideradas como «os celeiros de Roma». A riqueza do Egito se resumia no seu trigo e comércio com os países arábicos e mediterrâneos. Mas, inebriado pela riqueza, o povo não queria mais lavrar os campos, entregando êsse mister aos escravos, para poder levar uma vida ociosa nos palácios das cidades, ocupando-se exclusivamente de intrigas políticas, contendas pessoais, festas e divertimentos. A história egípcia só registra uma única epidemia de fome ocorrida por época do cativeiro dos judeus (referência bíblica à interpretação do sonho faraônico por José), quando o rei Menelique I da Etiópia mandou represar o escoadouro do lago Tana no Nilo Azul, interrompendo, assim, as inundações anuais do vale do Nilo. Mas a extraordinária fertilidade que as inundações produzidas pelo lago Tana proporcionavam ao solo da Etiópia fêz com que os príncipes etíopes, os chamados «Ras», se enchessem de arrogância e, em conseqüência, promovessem uma rebelião

contra o rei. Daí por que êste mandou destruir os diques do lago, voltando então a estabelecer-se a antiga fertilidade no vale do Nilo. Contudo, o povo egípcio, nadando em ouro, há muito se esquecera da verdadeira origem de sua riqueza. Com efeito, tornaram-se famosos e lendários os excessos e as intermináveis festas promovidas pela rainha Cleópatra, amante do general romano Marco Antônio. O povo desaprendera a lavrar a terra tão cuidadosamente como outrora e, como conseqüência inelutável as colheitas entraram em declínio.

O desaparecimento da riqueza alarmou o Egito, mas já era tarde. Não foram as guerras, e sim, a erosão que lançou o povo egípcio na mais terrível pobreza, em meio da qual está vegetando há muitos séculos. Ao invés dos ricos agricultores, são paupérrimos felás que procuram arrancar penosamente o seu parco sustento do solo esgotado.

A Mesopotâmia, a Pérsia, a Grécia e o Império Romano, que haviam baseado sua riqueza e poderio na agricultura, desenvolvendo-a com o comércio, caíram na decadência a partir do momento em que empregaram escravos para lavrar as terras. A erosão lhes havia devastado os solos férteis.

Os impérios fabulosamente ricos dos Incas, dos Astecas e de outros povos indígenas desapareceram não porque chegasse um Cortez ou Lopez com um punhado de homens para destronar os seus soberanos, e sim, porque a monocultura do milho tinha esgotado os seus solos. Embora ainda houvesse abundância de ouro e preciosidades nas cidades, a pobreza dos campos já se insinuava nos palácios. A pujança do povo decaíra com o desaparecimento da fertilidade dos solos, e mesmo sem a interferência dos conquistadores espanhóis todos êsses impérios, mais cedo ou mais tarde, teriam desmoronado, porque os seus solos estavam exauridos; a erosão havia levado a camada arável dos campos aos vales e ao mar.

Que é a erosão?

Conforme já vimos, distinguem-se duas espécies de erosão:

1. a erosão geológica;
2. a erosão acelerada.

A erosão geológica é um processo perfeitamente natural e nada tem de comum com a erosão pròpriamente agrícola. E' condicionada pela rotação da terra e tem por objetivo o nivelamento da superfície terrestre. Onde ela se processa, não se originam falhas de terra porque ela é constantemente compensada pela desintegração física, pela decomposição química da rocha-mater, e bem assim pela decomposição biológica, ou seja a humificação do material orgânico (plantas e animais). Daí resulta o solo com os seus diversos horizontes, variáveis conforme o clima sob o qual os referidos processos se realizam.

O único grande movimento terráqueo que se conhece na história moderna da nossa Terra é a formação do loess no território eurásio. Êste loess se originou em conseqüência da segmentação dos componentes argilosos dos solos pré-glaciais pelo vento do período glacial. Fenômeno oposto foi a sedimentação pelo gêlo das areias glaciais, provàvelmente constituídas por componentes esqueléticos dessas terras. Mas tratava-se de solos ainda estéreis, isentos de vegetação.

A forma arredondada das montanhas de rocha primordial (rochas arcaicas e algonquianas), a forma anfractuosa das montanhas de rocha calcária, a formação dos aluviões marinhos, o nivelamento dos vales pelos rios, tudo isso pertence ao quadro da erosão natural, que se processa em eterna continuidade.

A erosão acelerada, que é a erosão *condicionada pelo homem*, resulta da morte dos microrganismos do solo e

conseqüente destruição da estrutura natural dêste último. Ela ocorre em todos os solos cultivados, nas pastagens e florestas mal cuidadas, porém nunca é observada nas matas e estepes virgens.

Cumpre distinguir entre erosão externa e erosão interna.

Erosão externa

E' a erosão visível a ôlho nu, porém só se apresentando com um grau muito avançado de erosão interna. Na Europa, as montanhas do Carst, depois que os seus matos haviam sido derrubados, ficaram tão desnudadas de terra que se transformaram em rochedos nus, completamente isentos de vegetação. Êste exemplo é tão sugestivo na história moderna da erosão, que hoje o desaparecimento da cobertura de terra das montanhas é universalmente conhecido pelo têrmo de descarstamento. Nos Estados Unidos da América do Norte, onde os solos outrora tão férteis das pradarias decaíram completamente em conseqüência das culturas exaustivas, milhões e milhões de toneladas de terra são carregadas anualmente pelo vento ao mar. As estatísticas norte-americanas revelaram mesmo que, diàriamente, uma área equivalente a duas fazendas de 300 hectares é destruída pela ação erosiva do vento. Imensos desertos arenosos surgiram em regiões onde os pioneiros dos colonizadores — ainda não faz 300 anos — haviam encontrado solos ubérrimos. Já 50 anos após a tomada de posse, essas terras tiveram de ser abandonadas, porque os solos estavam esgotados, os matos derrubados, e secos os mananciais de água. Aqui e acolá, ainda continuam de pé míseras cabanas naquela solidão, mas os seus habitantes nada sabem do regato cristalino a cujas margens haviam sido construídas, pois são obrigados a buscar a água de uma distância de várias léguas.

No Brasil, a erosão externa causada pelas águas pluviais, que carregam a terra — sem levar em conta a ação erosiva do vento — dá um prejuízo anual de Cr$ 700,00 por hectare de solo de cultura, prejudicando, por conseguinte, a economia do povo, anualmente, em bilhões de cruzeiros.

Erosão interna

Muito mais perigosa, não só porque deixa de ser reconhecida pelo leigo, mas porque conduz à completa esterilidade dos nossos solos, é *a erosão interna*.

Seu mais eloqüente exemplo é representado pela formação do cinturão desértico norte-africano. Processa-se ela, por processo físico sob a influência da água pluvial e da evaporação, tendo por conseqüência o carregamento, por lavagem, da fração argilosa para o subsolo; por processo químico, condicionando o esgotamento das terras e sua acidificação; e por processo biológico, condicionando uma completa transformação do solo, de sua vida interna e de sua cobertura vegetal. A erosão interna em clima úmido é conhecida como «podsolização».

E' a erosão interna a responsável pelos extraordinários decréscimos das safras de nossas culturas. Todo fazendeiro de café sabe, por exemplo, que no mesmo solo onde hoje só colhe 20 a 30 sacas por mil pés de café, seu pai, em tempos passados, colhia 100 a 200 e mais sacas. O plantador de algodão colhe atualmente, com grande esfôrço, sem falar da interferência de pragas e moléstias, que a cada ano se apresentam com maior intensidade, apenas um têrço das arrôbas de algodão que a malvácea produzia ao tempo de seus antepassados na mesma área de terra. O plantador de cana-de-açúcar sabe que costumava colhêr 150-200 e mais toneladas de cana por hectare quando a terra ainda era virgem e que, apesar

de cuidadoso trato, as suas terras atualmente só produzem uma fração dessa quantidade, baixando a produção, em épocas desfavoráveis, até mesmo a 8-10 toneladas por hectare, conforme o atestam muitos exemplos. E' do conhecimento de todo criador de gado que nas pastagens



PLANTAÇÃO DE CANA

À direita, em solo sadio, tratado biològicamente; à esquerda, em solo erodido. Plantações com um ano de idade.

atualmente escassas, empobrecidas e quase não chegando a alimentar mais do que 20 cabeças de gado, seus antepassados, mesmo sem mexer um dedo, haviam engordado 80 a 100 ou mais reses. Que destino levou tôda essa fabulosa fertilidade? Ela foi destruída pela erosão

interna, provocada inconscientemente pelo próprio homem. Enxurradas sulcam hoje campos, estradas e os terrenos marginais. Os rios que outrora conduziam águas cristalinas estão turvos e vermelhos de terra erodida.

Não há contrôle para a erosão externa, sem impedir-se, em primeiro lugar, a erosão interna. O terraceamento poderá retardá-la, sem contudo evitá-la. Tôdas as medidas preventivas puramente mecânicas nada mais fazem que retardar por curto prazo o carregamento das terras pelas águas. Uma determinada porção de terra, hoje carregada para o primeiro terraço, será arrastada amanhã para o segundo e o terceiro, e já depois de amanhã estará sendo arrastada pelas águas fluviais. Também o plantio em contôrno é simples medida de retardamento, pois tampouco quanto as demais medidas mecânicas não combate a erosão. O plantio em ruas puladas já é meio mais eficaz, porque atua preponderantemente em sentido biológico e, assim, ajuda a retardar verdadeiramente a erosão, embora não a impeça definitivamente.

Exporemos, a seguir, as causas da erosão, para tornar compreensíveis seus efeitos e seu combate.

Antes de mais nada, devemos familiarizar-nos com o conceito de solo.

Que é o solo?

O solo é o espaço vital da raiz vegetal e, portanto, a fonte de alimentação da planta. O que para nós homens significa a habitação, o solo representa para a planta. Mas o solo não é algo destituído de vida, representando, ao contrário, *êle próprio, um organismo vivo*. A substância mineral é o corpo, os microrganismos constituem-lhe o sangue, pulmões, coração e aparelho digestivo. O solo envelhece como qualquer outro ser vivo, e tanto é que sua fôrça produtiva se esgota de

maneira análoga, desde que não seja renovada por meio de descanso, cuidados e alimentação conveniente. Cumpre não considerar o solo como massa inerte e morta, e sim, como companheiro vivo que nos ajuda, a nós homens, a ganhar o nosso pão. Certa vez, perguntamos ao diretor da usina que produz o melhor aço do mundo: «Como o Sr. explica a qualidade insuperável do seu aço, e que ninguém seja capaz de imitá-lo?» Ao que êle respondeu: «Muito simples, eu e os meus auxiliares

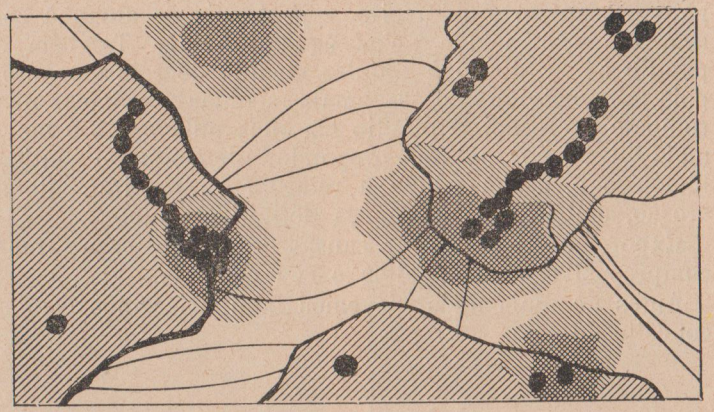


Figura esquemática dum solo vivo. Os grânulos do solo estão ligados pelos filamentos das algas e o muco de bactérias.

não consideramos o aço como algo inerte, mas como um ser vivo, tal como o são o senhor e eu. O aço vive para nós e, por isso, o conhecemos tão bem e chegamos a fazer dêle mais do que os outros» — Não sabemos se o aço vive ou não, mas, para homens como êsse diretor, tem vida e opera milagres. Quanto ao solo, porém, é fato inconteste que êle tem vida real.

Em que consiste o solo?

1. Na substância mineral, originada pela desintegração da rocha mater e diferindo conforme o clima e a cobertura vegetal. Assim, os «brown forest soils», as lateritas (desde as caulinitas até as ferralitas) e as terras roxas desenvolveram-se da mesma rocha mater, com a diferença apenas de o haverem feito sob um clima diverso, moderado até tropical. Os «chernozems» russos e os «chestnut soils» americanos são idênticos, porém se originaram, respectivamente, sob o clima semi-árido e o árido, sob terra de pastagem e estepe, etc. Isto significa que os fenômenos químicos processados na decomposição e neoformação de outros compostos eram diferentes, em conseqüência da diversidade das condições dominantes.

2. Na substância orgânica, o humo, que com os seus numerosos produtos acessórios e subprodutos, como são o humin, o ácido húmico, e seus sais: os humatos, a lignina, etc., desempenham no solo o papel de nutrientes microbianos, de cimento dos grânulos do solo, de transportadores, e de mobilizadores dos diversos compostos minerais.

3. Nos microrganismos, que, a seu turno, se dividem em três grupos:

a) A *microflora*, à qual pertencem as

bactérias aeróbias, tais como o azotobacter, o thiobacilo denitrificans, etc.;

bactérias tolerantes, que prosperam tanto em meio aeróbio como anaeróbio;

bactérias anaeróbias, que ocorrem nos pântanos e aí produzem o metânio, bem como o gás carbônico por decomposição da substância açucarada das plantas:

$C_6H_{12}O_6 = 3\,CO_2$ (gás carbônico) $+ 3\,CH_4$ (metânio)

Actinomicetes,

Fungos, tais como o Aspergillus niger, também conhecido como «bactéria da terra», o Aspergillus flavipes, penicilina, trichoderma, etc.

Algas, como a verde-azulada, a verde-amarelada e a verde. Nos solos tropicais ocorrem principalmente as algas mixofíceas ou verde-azuladas.

Esta microflora, que em parte tem vida *autotrófica,* em parte *heterotrófica,* — isto é, em parte utiliza a energia solar e o gás carbônico diretamente como elementos de construção do seu corpo (como o fazem também as plantas), e em outra parte está na dependência do gás carbônico e açúcar dos vegetais, — é absolutamente indispensável à conservação e manutenção da estrutura e fertilidade do solo.

b) *Os protistas,* que ocupam uma posição intermediária entre a microflora e a microfauna, abrangendo os *euglenos, micomicetes, acrasiáceas,* etc.

c) A *microfauna,* à qual pertencem os

protozoários, que, em sua maioria, ocorrem como rizópodes e flagelados. São êstes pequenos sêres unicelulares que vivem na água do solo, controlando a vida bacteriana e ajudando a manter o equilíbrio biológico.

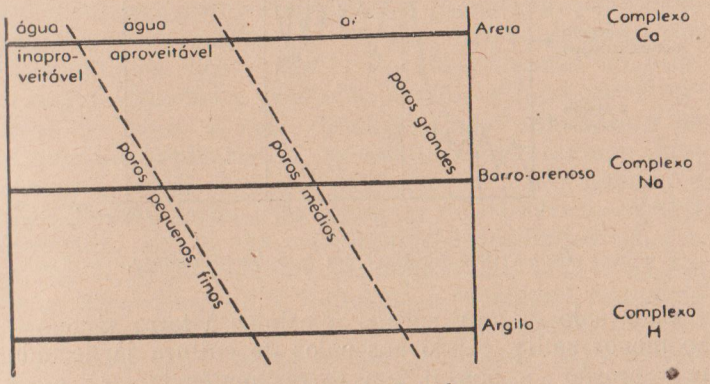
Artrópodes, que vivem nos poros arejados do sôlo e *que participam* principalmente da formação da estruturação do solo.

Invertebrados, vermes minúsculos que exercem papel considerável na movimentação e mistura do solo.

O tamanho dêstes microrganismos oscila entre 0,5μ e 40μ, podendo chegar em certas algas e invertebrados mesmo a 0,5 mm.

Os vermes maiores (como p. ex. a minhoca), insetos e mamíferos pequenos também exercem, em parte, influência muito favorável sôbre a fofice do solo.

Considerando-se que 1 bilhão de bactérias (10^9) pesam apenas 1 miligrama e que o nosso solo vegetável contém por hectare 400 quilos de bactérias (avaliando-se a camada arável do solo por hectare em 3 000 toneladas) ou com outras palavras, cada grama de terra contém, portanto, normalmente, 100 milhões de bactérias, chega-se a apreciar melhor o seu imenso trabalho e o seu incalculável valor agrícola, muito embora não perfaçam mais do que um volume porcento (1 vol. %) do solo.

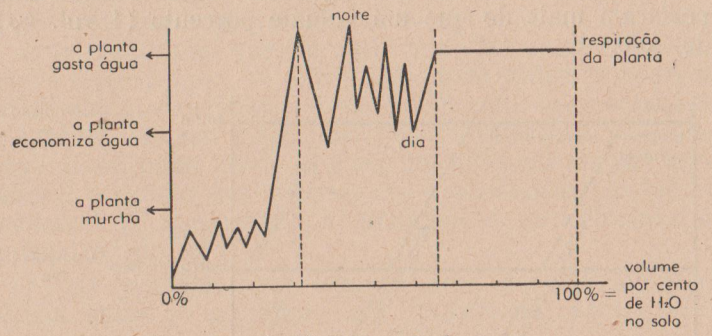


Sistema poroso do solo.

A êste número incalculável de bactérias, que no solo agrícola sadio podem atingir até 4 bilhões por grama de terra (e até 9 bilhões de bactérias no solo de hortaliça) se acrescentam as algas, protozoários e invertebrados, dos quais a seu turno vivem 50 000 e até 98 000 no metro quadrado e que, em cifra redonda, pertencem a 450 diferentes espécies.

Os adubos mais caros e o mais elevado teor em sais nutritivos serão inúteis se no solo não houver bactérias que o tornem utilizável às plantas, isto é, o transformem

em substâncias fàcilmente assimiláveis. Não há desenvolvimento normal e sadio de plantas no solo sem coexistência de inumeráveis microrganismos protídicos, peptônicos e amídicos. O papel que êstes microrganismos desempenham no solo é de importância magna para a nossa agricultura, dada a sua interferência na fertilidade dos solos e rendimentos das safras.



Teor crítico de H_2O em solo barro-arenoso.

Cada solo — aqui só nos referimos à terra virgem ou ao menos sadia, e não aos solos de cultura já decaídos pela erosão — possui, em correspondência com o seu maior ou menor teor de argila, uma estrutura própria constituída pelos grânulos do solo. Por entre as isoladas partículas de solo, constituídas de areia, argila e substância orgânica, aglutinadas entre si pelo ácido húmico, encontram-se os chamados espaços cavitários ou poros do solo, nos quais circulam o ar e a água. Êstes poros são de variável tamanho, conforme a contextura do solo.

Assim, nos solos argilosos há predomínio dos poros pequenos, enquanto que nos arenosos predominam os poros grandes. E' dentro dos poros pequenos que se encontra a água de difícil mobilização e que não pode ser mais absorvida pelas plantas. Os poros de tamanho médio contêm a água de mobilização fácil e que, estando em constante circulação, é aproveitada pelas plantas. A chamada capacidade volumétrica da umidade do solo refere-se exclusivamente à água de fácil mobilização. Nos poros grandes encontra-se o ar indispensável à raiz vegetal e aos microrganismos do solo sadio. Em conformidade com o exposto, o solo argiloso possui elevado teor de água e menos ar que o solo arenoso, que apresenta pequeno teor hídrico e muito ar. Por isso, processa-se no solo arenoso uma «combustão» muito rápida, isto é, uma decomposição muito rápida da substância orgânica, visto conter grande abundância de oxigênio. A precipitação dos grânulos do solo a partir do estado original amorfo e poeirento do solo é feita por intermédio do cálcio e ácido húmico. Como substâncias de aglutinação (substâncias coloidais) dos grânulos funcionam a fração argilosa (Al_2SiO_3), o ácido húmico e hidróxidos de ferro e de alumínio que possuem caráter eletrolítico, isto é, são constituídos de cationtes (H, Ca, Na, Mg, K, ácido húmico) e aniontes (OH, CH_3COOH, todos os hidróxidos, etc.), formando o chamado «complexo de troca e adsorção». No solo arenoso, o referido complexo é muito lábil ou falta completamente. Mas da estabilidade do complexo de troca e adsorção não só depende em alto grau a riqueza do solo em sais nutritivos ou chamados elementos nobres, como em grau ainda mais elevado o teor em elementos raros, sem os quais não pode haver planta sadia, nem colheitas normais. Não são apenas as plantas que sofrem essencialmente com a falta dos elementos raros, pois também o homem e os animais, — por cobrirem suas necessidades nestes elementos à custa dos metais fàcilmente assimiláveis das plantas, — são muitas vêzes acometidos de doenças inexplicáveis quando êsses elementos faltam. Assim, por exemplo, a falta de cobre condiciona mortalidade enigmática do gado.

O solo assim estruturado é designado de «fôfo», isto é, bem granulado, e oferece à raiz da planta o meio ideal para o seu desenvolvimento. Mas tal estrutura não é constante, pois sob a atuação das águas pluviais transforma-se de novo em massa amorfa. Entram, porém, em atividade os microrganismos do solo, revestindo e impregnando os grânulos de maneira que cada um dêles se assemelhe a uma montanha completamente coberta de vegetação. Os filamentos das algas e as raízes dos actinomicetes formam, por assim dizer, uma trama viva dos grânulos que assegura a constância da estrutura do

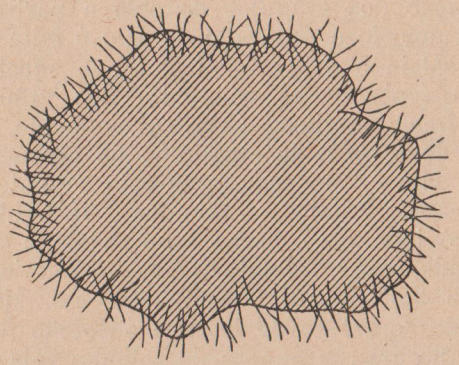


Figura esquemática dum grânulo do solo com actinomicetes.

solo, não deixando desagregar esta nem mesmo sob a influência das mais fortes chuvas. A fofice do solo fica conservada e a vida dêle tem assegurada a sua marcha normal. Mas essa trama viva só se desenvolve nos 22 a 24 cm superiores do solo, visto serem aeróbios todos os microrganismos que dela participam. Em profundidade maior, o solo é isento de vida, existindo ali o extrato sombreado, cuja fofice resulta do sombreamento produzido pelos grânulos superjacentes. Também ali, o solo se

conserva fôfo e não se opõe à penetração das raízes das plantas na sua procura de alimento e água. As bactérias participam ativamente na transformação dos sais metálicos em substâncias assimiláveis, bem como da substância orgânica em humo, pondo ao mesmo tempo em liberdade o gás carbônico, de tão extraordinária importância para os primeiros estágios do crescimento da planta. Os humatos mantêm em solução os elementos nutritivos transformados pelas bactérias e são responsáveis pela estabilidade do complexo de troca-adsorção no solo, assim impedindo o deslocamento dos sais nutritivos pelos hidróxidos tóxicos que sobem do subsolo, bem como pelos hidrogeniontes, responsáveis pela acidificação e simultâneo empobrecimento do solo.

Na mesma medida em que aumenta a acidificação, decresce a «capacidade-tampão» (buffer-capacity) do solo, isto é, sua estrutura e capacidade de troca passam para um estado lábil.

A multiplicidade e o equilíbrio da flora de microrganismos do solo dependem da adequação das condições de vida que êles encontram no solo. Existem estreitas relações recíprocas entre microrganismos, elementos nutritivos e elementos raros, e as plantas. A fertilidade do solo, por conseguinte, não depende apenas dos sais metálicos, aos chamados fertilizantes, mas sobretudo de uma estrutura sadia do solo, dum balanço aero-hídrico bem regulado, de sua capacidade-tampão, do gás carbônico e da solubilidade hídrica dos sais nutritivos. Em síntese: *A fertilidade depende da microvida do solo.*

Com esta exposição prévia, A EROSÃO *torna-se perfeitamente compreensível: Ela* É A CONSEQÜÊNCIA DA MORTE DOS MICRORGANISMOS DO SOLO.

Causas da erosão

De que modo se verifica a destruição da microvida do solo?

1. **Pelo desflorestamento,** isto é, pela derrubada dos matos e florestas em grandes áreas fechadas. A eliminação completa dos matos — mesmo sem a intervenção do fogo — determina profundas alterações em tôda a vida da superfície da terra. O mato ou a floresta não têm apenas a função de armazenar a água pluvial e, assim, alimentar de maneira indireta as fontes e os rios, pois também influencia amplamente a espécie da chuva. A composição particular do ar e a temperatura mais baixa sôbre as florestas e matas cerradas atrai a chuva e é fato conhecido que, nas regiões uniformemente florestadas ou mesmo só acusando florestamento parcial, não ocorrem, em nossas latitudes, trombas d'água, nem chuvas de granizo, nem geadas. Com o desflorestamento, a terra é exposta a um vento constante que arrasta o gás carbônico antes que possa ser aproveitado pelas plantas. As plantas mais sensíveis morrem e desaparecem para sempre. A vegetação passa a tornar-se unilateral. As chuvas tornam-se cada vez mais violentas, as estiagens prolongam-se de ano para ano. A superfície do solo é socada pela chuva, visto que, agora, esta cai, com inusitada violência, diretamente sôbre o solo desprotegido. A água já não consegue penetrá-lo, provocando enchentes nos córregos e rios, carregando as camadas fôfas da terra. Os mananciais das fontes e das cabeceiras dos rios não mais se enchem, de maneira que nas épocas de sêca os cursos d'água tornam-se cada vez mais escassos, quando não se extinguem por completo. A carência d'água no globo terrestre acentua-se cada vez mais e por tôda parte já se fala de um «*ressecamento*

da Terra». Ao mesmo tempo, a vida microbiana do solo torna-se mais unilateral, muitos microrganismos já não encontram, debaixo da cobertura vegetal agora diferenciada, as adequadas condições de vida e morrem. A estrutura do solo torna-se lábil, mesmo sem ter havido cultivo, e instala-se um gradativo processo de envelhecimento do solo.

2. **Pelas queimadas** — Especialmente quando estas são feitas de maneira descontrolada e permanente. A êsse respeito, o chefe do serviço de conservação do solo dos EE.UU. externa-se da seguinte maneira: «Um dos fatôres de efeito devastador mais acentuado é o fogo. Não só destrói, segundo ainda veremos, como também extermina, pelo prazo de décadas e mesmo por séculos, o tipo particular de vegetação da região e também os animais que lhe são associados».

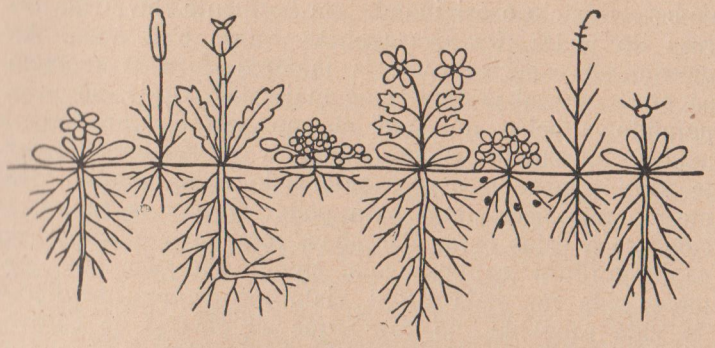
As condições agro-ecológicas, isto é, a associação de animal-planta-microrganismos do solo, são destruídas radicalmente pelo fogo e com elas o equilíbrio existente na natureza. O solo fica calcinado, acarretando a morte dos microrganismos. Como o solo passou a ficar sob cultivo, já não encontram êles a possibilidade de se recolonizarem em quantidade suficiente. O calor das queimadas determina, ao mesmo tempo, uma rápida e violenta evaporação da umidade do solo, produzindo-se nêle um sistema capilar através do qual começam a subir, para as camadas superiores, principalmente hidróxidos de ferro e de alumínio, que acidificam o solo e parcialmente atuam até mesmo como tóxicos vegetais.

As queimadas já iniciam a erosão, porque fazem desaparecer a trama viva das partículas do solo. A estrutura ainda continua a existir, mas o solo está morto e se tornou extremamente suscetível à atuação das águas.

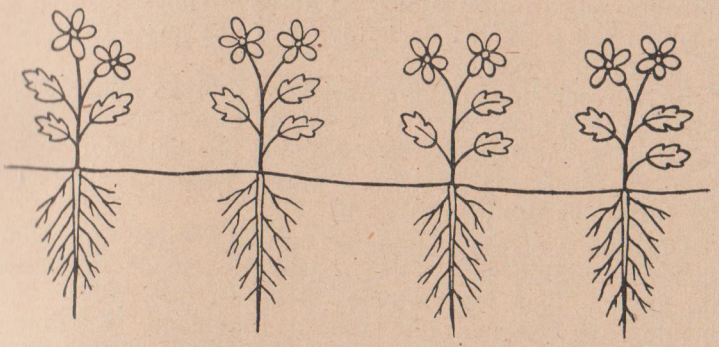
O sol e a água são dois grandes fatôres do crescimento, mas também figuram entre os mais poderosos

aniquiladores. Os cultivos errôneos podem transformar, dentro de pouco tempo, vastíssimas áreas de solo fértil em desertos (p. ex., o Saará, outrora savana fecunda; as pradarias norte-americanas, hoje desertos). Um solo de mata virgem levianamente derrubada acaba sendo lavado de tal maneira pelas águas da chuva, a ponto de perder ràpidamente o seu valor. A queimada dos matos já devastou enormes áreas do solo da África (1 200 000 quilômetros quadrados, o que corresponde a mais de quatro vêzes a superfície do Estado de São Paulo).

3. **A monocultura** — A monocultura costuma ser feita na terra «assim» desbravada. O solo, sendo rico em sais nutritivos e substâncias húmicas e ainda dispondo de sua estrutura fôfa e natural, revela uma fertilidade surpreendente. As safras são enormes e ninguém suspeita a essa altura que no solo tão fértil já se instalou o germe mortífero da erosão. A monocultura, devido à secreção unilateral das raízes, impede qualquer renovação do polimorfismo da vida microbiana no solo, pois só oferece meio propício a alguns poucos microrganismos. As ervas daninhas que, por um certo espaço de tempo, ainda promovem determinado incremento da vida do solo, são cuidadosamente eliminadas pela carpa. A insolação calcina e esteriliza o solo, cuja estrutura desmorona tão logo haja desaparecido o último resto de humo e de bactérias. O solo passa novamente a um estado amorfo, finamente disperso. E a chuva carrega, agora, lentamente, a fração argilosa para o subsolo. O complexo de troca-adsorção desaparece e com êle os elementos nobres e raros, pois também êles são levados da camada lavrável para o subsolo. O empobrecimento do solo processa-se muito mais ràpidamente do que o pudesse fazer a exaustão pelas plantas: através do sistema capilar criado pelas queimadas, sobem à superfície os hidróxidos metálicos, que passam a



Representação esquemática duma poliflora.



Representação esquemática duma monocultura.

As figuras acima tornam fàcilmente compreensível o motivo por que em uma monocultura a vida microbiana é diferente daquela desenvolvida sob uma poliflora.

ocupar o lugar dos sais nutritivos e que entre outras coisas aceleram a acidificação do solo. O pH baixa e quanto maior fôr a sua queda, tanto mais ràpidamente se processa o carregamento das substâncias nutritivas pela água, tanto mais ràpidamente o solo se esgota, tornan-

do-se compacto e originando um horizonte iluvial da dureza de pedra, impermeável às raízes e à água. Até mesmo as espécies animais maiores do solo morrem, as ervas daninhas tornam-se mais unilaterais, só prosperando aquelas que, ao mesmo tempo, apreciem a acidez e possuam sistema radicular suficientemente forte para vencer o espessamento do solo, quando dêle mesmo não necessitam para poder firmar as raízes. O combate a estas ervas daninhas, como, por exemplo, do capim-gordura, capim-angola, cipó-de-são-joão, etc., torna-se cada vez mais difícil, visto encontrarem condições de vida propícias, ao passo que as plantas de cultivo, dada a crescente precariedade do substrato, só conseguem desenvolver-se fraca e escassamente. A conseqüência lógica e obrigatória do desenvolvimento difícil e medíocre das plantas de cultivo é a sua suscetibilidade às pragas e moléstias.

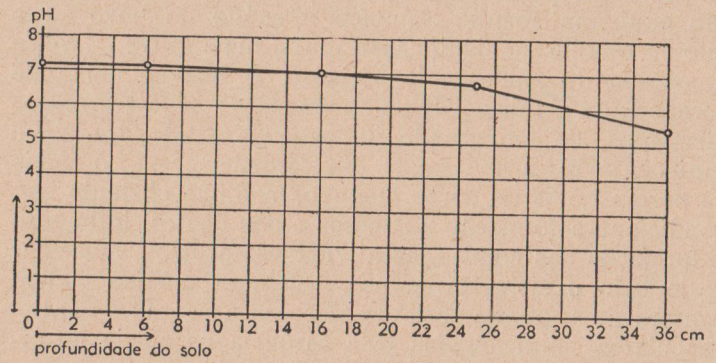
Se um ser humano fôr obrigado a viver numa casa sombria e úmida, sem ar e sol, e recebe alimentação insuficiente, acabará sendo acometido por qualquer doença e da forma mais severa e grave, visto a resistência do corpo ser pràticamente nula.

Obrigamos nossas plantas de cultivo a viver num solo quase anaeróbio que já não possui capacidade retentora de água e, por isso mesmo, está sofrendo, alternadamente, de excesso ou falta de umidade. Exigimos dessas plantas que elas se desenvolvam quase sem alimento e muitas vêzes gravemente comprometidas por tóxicos metálicos, e nos admiramos quando então são atacadas por pragas e moléstias de tôda sorte. Nenhuma cultura feita em solo sadio, — e cremos que agora todos terão compreendido o que se deve entender por tal solo — nunca será prejudicada substancialmente por qualquer praga ou doença. O que no homem nos parece perfeitamente natural e lógico, achamo-lo estranho na planta. Por quê? A planta, o animal e o homem vivem na mesma natureza e sob *as mesmas leis naturais*. Embora a natureza produza uma infinidade de sêres vivos, as leis biológicas a que êstes são sujeitos são as mesmas e podem ser subordinados a um denominador comum. Se o homem, ao invés de querer colocar-se acima da natureza e de suas leis eternas, considerasse a si mesmo como parte integrante dela, o que na realidade é, deixaria de cometer inumeráveis erros e aplicaria aos outros sêres vivos, entre os quais também figura a planta, o que aplica a si próprio.

Mas não são apenas as plantas de cultivo as atingidas, e da forma mais grave, pelo esgotamento dos solos; não só decaem as colheitas e os fazendeiros e lavradores empobrecem nos solos exaustos que outrora produziam tão exuberantemente. Também a saúde do povo — e isto se reveste de significação muito mais grave — vê-se ameaçada do modo mais perigoso. O homem deixa de receber através das plantas os traços de metais e outros elementos, de tão grande importância vital para êle e indispensáveis à sua saúde. Na verdade, p. ex., o cálcio só perfaz 1,5 % do corpo humano, mas não obstante isso condiciona a formação dos ossos e dos dentes, influencia a formação das células, as atividades cardíaca, muscular e de todo o sistema nervoso. Qualquer médico poderá comprovar a grande série de afecções nervosas e cardiovasculares condicionadas pela carência de cálcio no organismo. A falta de manganês determina, entre outras alterações, o precoce enrugamento da pele, etc.

Até hoje ainda não se avaliaram devidamente as proporções dos prejuízos causados pela erosão à saúde e economia do povo. Em última análise, todo lavrador que não dispensa o devido trato às suas terras não só pratica um crime contra os seus semelhantes, como é um traidor de sua pátria, cuja fôrça e pujança está minando com a sua condenável atitude.

O pastoreio permanente pode, também, ser considerado como monocultura, porque destrói o poliformismo da vegetação das pastagens, aniquilando sobretudo as plantas «superiores» e só deixando persistir as inferiores, não atingidas ou prejudicadas pela mordedura dos animais. Dêsse modo, favorece uma flora inferior, unilateral, que não só nutre muito escassa e insuficientemente o gado, como é sede da proliferação de inúmeros insetos nocivos às plantas de cultivo, para as quais acabam por se transferir na época do seu desenvolvimento. Na realidade, verificou-se, por ex., que as pastagens excessivamente pastoreadas, tornam-se focos de proliferação dos gafanhotos, que tanto devastam a Argentina, o Sul do Brasil e dos Estados Unidos.

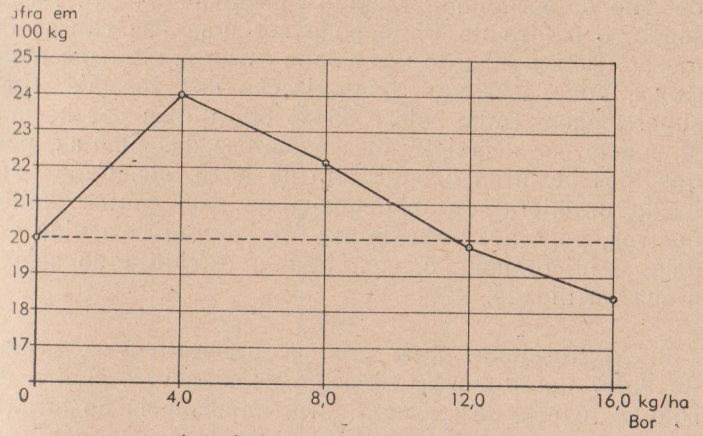


CURVA DE pH

Essa curva demonstra a queda do pH, relativo à profundidade do solo.

4. **Os métodos agrícolas erradamente aplicados.** Êles figuram entre os fatôres que aceleram a erosão. Neste particular, cumpre citar principalmente as arações demasiado profundas, isto é, aquelas que revolvam o solo numa profundidade superior a 24 cm, pois po-

dem conduzir à mortificação e conseqüente erosão de solos mesmo vivos e sadios, visto o subsolo estéril e ácido ser levado à superfície. Os grânulos do subsolo, não revestidos por microrganismos, desfazem-se com a seguinte chuva, para se transformarem em pó que acaba incrustando a superfície do solo acidificado. As camadas vivas subjacentes são asfixiadas pela falta de ar, o pH baixa ràpidamente, o solo torna-se completamente morto e estéril, e a erosão, isto é, a decadência interna, processa-se com rapidez ainda maior. Não menos prejudicial é o uso de rôlo compressor em campos semeados, sem haver gradeação ulterior, pois acarreta a transformação da superfície em crosta e origina um sistema capilar que favorece a ascensão d'água. De conseqüências igualmente desastrosas é o trabalho do cultivador em solos demasiadamente úmidos.

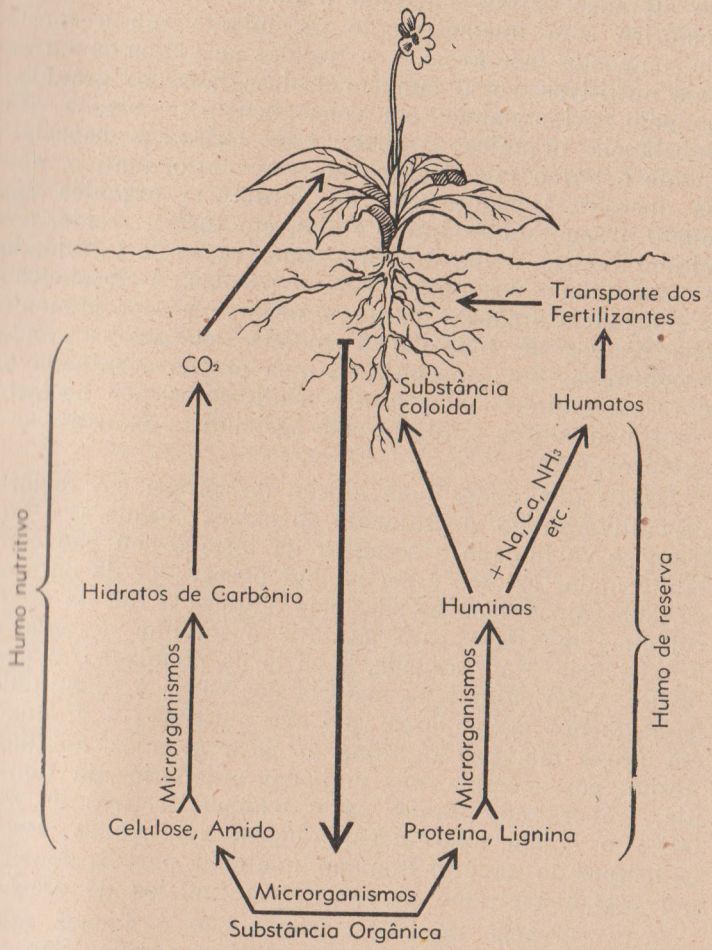


Ação isolada do boro e as safras.
Cultura: cevada — solo: areia argilosa.

5. **Aplicação errônea dos fertilizantes.** A aplicação errônea dos fertilizantes pode, muitas vêzes, pro-

vocar mais prejuízos do que benefícios. Sobretudo o emprêgo excessivo de adubo, — o que acontece com grande facilidade nos solos arenosos, — é sob todos os aspectos nocivo à vida do solo e dos vegetais. Os adubos só deverão ser empregados sob a mais rigorosa observância das condições climatológicas e do solo. Assim, por exemplo, o salitre do Chile, quando empregado com uma adequada calagem e aplicação simultânea de adubos orgânicos (naturalmente a calagem e o adubo azotado deverão ser aplicados em épocas diferentes), exerce ação extraordinàriamente benéfica sôbre o desenvolvimento dos vegetais. Especialmente o seu teor em boro deixa-o, na maioria dos casos, superar todos os outros adubos azotados. Mas, quando aplicado isoladamente, atua de modo devastador sôbre o solo, visto o sódio possuir ação dispersora, tendendo a desagregar os grânulos do solo e, portanto, ter efeito oposto ao da cal. Assim sendo, o salitre do Chile pode ser uma das causas da erosão. Uma adubação demasiado forte, p. ex., com manganês, pode acarretar a intoxicação dos vegetais. Uma supercalagem (num solo arenoso 500 quilos por hectare já podem ser demais) causa a clorose das plantas, porque lhes perturba o equilíbrio de ferro, etc. Cada adubação unilateral ou inadequada ao solo exerce efeitos nocivos, pois, ao invés de ser útil, prejudica a vida vegetal e microbiana, e, com isso, a estrutura do solo e a sua fertilidade.

6. **Negligência para com a substância orgânica do solo.** Conforme já vimos, a substância orgânica do solo se reveste de extraordinária importância no tocante ao rendimento das safras (pela produção de gás carbônico), com relação às bactérias do solo (nutrição da flora microbiana), à estrutura do solo (como cimento dos grânulos) e à mobilização e transporte dos sais nutritivos. Tanto direta como indiretamente, o humo é, por



Ciclo da substância orgânica do solo.

conseguinte, um dos mais decisivos fatôres na produção de elevadas safras. Faltando o humo, não só o ácido fosfórico será imediatamente precipitado sob a forma de compostos insolúveis, e carregados pela água os outros sais nutritivos, como também desintegrados os grânulos so solo, principiando, em conseqüência, a erosão. Na substância orgânica do solo vivo (frisamos especialmente o têrmo *vivo*, porque no solo morto, inativo, não se opera a transformação da substância orgânica em humo e seus subprodutos, e sim, em turfa), reside, em última análise, a chave para a conservação da fertilidade e estabilidade dos nossos solos agrícolas. A desatenção à substância orgânica do solo é observada especialmente nas regiões de reduzida densidade demográfica, onde encontramos em conseqüência uma erosão acentuada e, por conseguinte, os menores rendimentos por hectare. Aqui, uns poucos praticam uma agricultura exaustiva em extensas áreas.

Jamais deparamos uma erosão desastrosa em regiões de cultivo antigo, densamente povoadas, porque aí o homem se vê forçado a arrancar da terra o seu pão com muito maior esfôrço e ser melhor observador da natureza, subordinando-se às suas leis eternas, a fim de obter colheitas máximas para garantir o mínimo necessário à existência. Na realidade, a parte da população que se dedica à agricultura na maioria dos casos é constituída de pequenos agricultores, que são obrigados a produzir em áreas mínimas o alimento para grandes famílias. Assim, por exemplo, nos vinhedos milenários da Renânia, embora em grande parte tenham declives de até 60 % e hajam sido incessantemente cultivados desde os tempos do Império Romano, nenhuma parcela de solo, por estranhável que pareça, acusa indícios de erosão.

A conservação do solo agrícola não é apenas uma necessidade, como mesmo um dever sagrado. São as seguintes as palavras que o presidente norte-americano

Roosevelt proferiu a êsse respeito: «E' o nosso dever conservar o maior e mais importante patrimônio nacional, porque a nação que destrói o seu solo destrói-se a si mesma!»

Vinte milhões de dólares despendem os Estados Unidos anualmente no combate à erosão, e essa respeitável soma está para ser aumentada ainda mais. A erosão não é princípio, mas etapa final de um desenvolvimento agrícola errôneo; não é doença que por si destrua os nossos solos, e sim, apenas exteriorização de uma doença há muito tempo preexistente no solo. Há 200 anos, costumava-se combater a tosse dos tuberculosos, porque era considerada como um mal perigosíssimo que destruía os pulmões. Hoje em dia, combatem-se os bacilos da tuberculose porque se sabe que a tosse é simplesmente a conseqüência da ação bacilar destruidora sôbre o parênquima pulmonar. Há 300 anos, combatiam-se as dores abdominais provocadas pela apendicite, ao passo que hoje se extirpa o apêndice, já que se sabe ser a inflamação apendicular a causa das dores, e estas, apenas, manifestação secundária.

Com esta minuciosa explicação das causas da erosão ficou perfeitamente compreensível por todos, de que se trata, e que a verdadeira causa das alterações estruturais e fundamentais do solo reside em setor completamente diferente do geralmente admitido. Se os ratos roem as raízes de uma árvore, haverá por acaso alguma utilidade em regá-la para protegê-la contra o perecimento?

CONSEQÜÊNCIAS DA EROSÃO ACELERADA

Em geral são conhecidas sòmente as conseqüências externas da erosão, evidenciadas pelos carregamentos de terra por parte da chuva e do vento. Menos conhecidas, se não completamente ignoradas, são as devastadoras destruições internas com suas ruinosas repercussões sôbre as nossas lavouras.

1. — Conseqüências externas da erosão acelerada

Eliminação da camada de terra às vêzes até a rocha mater pelo vento e pela chuva.

À erosão pelo vento, do solo morto, realiza-se independente da topografia dêste último. Em solos de declive forte, principalmente em regiões montanhosas, é a impetuosidade e veemência da água pluvial que arrasta a terra para os vales. O carregamento do solo não apenas produz incalculáveis prejuízos, pois pode chegar a ponto de desnudar por completo a rocha — como no caso das montanhas do Carst — constituindo ameaçadora advertência contra a ganância e o desvario humanos. Enxurradas sulcam e corroem os nossos campos, cobrem de areia as nossas estradas. A erosão solapa leitos ferroviários, provocando seu desmoronamento; inundações arrastam o solo desprotegido das margens dos rios e alargam de ano para ano os leitos fluviais, inutilizando sempre novas terras agrícolas.

Efeitos não menos devastadores possui o vento, embora entre nós sejam observados em menor escala do que os da chuva. Nas grandes planícies dos Estados Unidos, a causa principal dos carregamentos do solo não reside na chuva, — porque são relativamente poucos os declíves, — e sim, no vento. O sol lança os seus raios abrasadores sôbre imensas planícies áridas, derrubadas as suas árvores e moitas, aquecendo sempre mais o ar sobrejacente. As camadas de ar aquecido elevam-se com crescente rapidez, para atingir uma velocidade ascensional de 30 até 35 quilômetros por hora. De repente, sem que tivesse havido a menor brisa, êsse ar arrebata consigo nuvens de solo agrícola poeirento e morto. O redemoinho de ar aumenta até transformar-se num ciclone de terríveis proporções. Êste não só arrasta a terra, como, também, as sementes plantadas; arranca telhados, derruba edifícios, prosseguindo adiante, com alucinante impetuosidade, podendo levar as nuvens de pó até uma distância de 2 000 km. São as chamadas «tempestades de pó». Trata-se de um cataclismo? *Não! Trata-se de obra do homem!* O homem destruiu as matas, destruiu a vida do solo, desfez o equilíbrio da natureza, criou as bases para a tragédia que ora se desenrola e debaixo da qual terá de sofrer e talvez mesmo perecer, porque continua impotente para debelá-la. E êle exclamará, parodiando um dos maiores poetas da civilização ocidental: «Ajuda-me, Mestre, a mim, que invoquei os espíritos, já que não consigo livrar-me dêles!»

Na realidade, não consegue dominar a destruição por êle próprio provocada, porque não sabe onde procurar a verdadeira causa.

Tempestades de pó levam as colheitas de trigo da América do Norte para o Oceano, tempestades de pó rugem sôbre as terras empobrecidas da Ásia Oriental. E a estas tempestades de pó, geradas espontâneamente, acrescenta-se o vento, que varre permanentemente as

imensas planícies áridas, não deixando mais crescer vegetação superior, prejudicando até mesmo as relvas escassas e as culturas rústicas, carregando tôda umidade e, em seguida, as partículas sôltas de terra, de maneira invisível, porém constante, até nada mais restar senão areia grosseira, o *deserto*. E tudo isto por obra do homem. O homem não sabia o que estava fazendo quando derrubava as matas e queimava as moitas, para transformar a terra em lavouras; êle não suspeitava que com isto iria lançar seus descendentes na maior miséria, tampouco como James Watt, ao inventar a máquina a vapor, suspeitava que, com a sua invenção, lançaria o germe de violentas comoções sociais que 200 anos mais tarde fariam estremecer todo o mundo. Os colonizadores americanos que organizaram as primeiras grandes plantações de algodão e trigo, nem de longe sonhavam que com a derrubada das matas fôssem provocar as mais terríveis inundações, conforme agora se verificam, ano por ano, no vale do Mississípi e também começaram a manifestar-se, com efeitos calamitosos, no Canadá e outros países das Américas. Não suspeitavam que haveriam de provocar futuramente a falta d'água em Nova York e contribuíssem para o que hoje se chama de «*Ressecamento do Globo Terrestre*». Mas o homem não está acreditando que êle jamais poderá vencer a erosão usando os chamados métodos «modernos» de lavoura, pois são métodos ùnicamente exploratórios, acelerando a erosão, e cavando, assim, a sua própria sepultura e a da humanidade. A natureza não pode ser vencida pela técnica. Enquanto esta se associar àquela, produz milagres, mas desde que a técnica pensa poder vencer a natureza, aniquila-a, porque na luta natureza versus técnica a primeira sempre acabará se revelando a mais forte. Daí a necessidade imprescindível de estudar bem as eternas leis da grande mestra que é a natureza, procurar aprender-lhe os ensinamentos e adap-

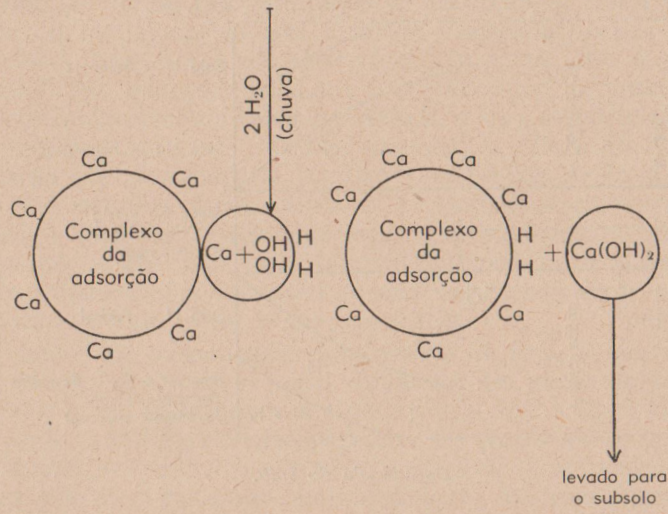
tar-lhe o desenvolvimento da técnica. A Inglaterra nunca se preocupava quando perdia uma batalha, porque sabia, desde séculos, que mesmo perdendo tôdas as batalhas, jamais deixou de ganhar a última. «We always win the last battle» (nós sempre ganhamos a última batalha) diz o inglês, sabendo que o fará, porque o seu Império é imensamente grande e ainda continua forte e pujante quando o adversário já se exauriu.

De modo semelhante passam-se os fatos com a natureza e a técnica. A última batalha será invariàvelmente ganha pela natureza, que obrigará a segunda a capitular. A natureza não vence na agressão, e sim, na defesa. A Rússia não venceu Napoleão Bonaparte atacando-o, mas porque destruiu na defesa a sua própria capital, Moscou; não venceu Hitler porque o atacasse, e sim porque o esgotou com as suas sucessivas retiradas para o interior de seu imenso território. A natureza vence a técnica destruindo a si própria (desertos, solos estéreis, etc.) para, em seguida, assaltar implacàvelmente o homem enfraquecido (tempestades de pó, inundações em escala enorme, estiagens, etc.)

A formiga, desejosa de sorver a secreção açucarada do pulgão, cuida dêste com grande carinho, transportando-o da maneira mais cuidadosa para novas «pastagens» e tratando-o com grande desvêlo para que esta fonte alimentar não se extinga. O fazendeiro que se dedica à criação de gado leiteiro de alta classe, costuma dar às vacas a melhor forragem e as mais luxuriantes pastagens, para que lhe forneçam a maior quantidade de leite possível. Tão-sòmente o agricultor explora o seu solo com uma inescrupulosidade brutal, não lhe dispensando os menores cuidados. Lavrar não é trato da terra, e sim simples método de exploração. Assim sendo, não poderá causar admiração que, um belo dia, o solo depauperado se exaura, e, morto e estéril, deixe de produzir.

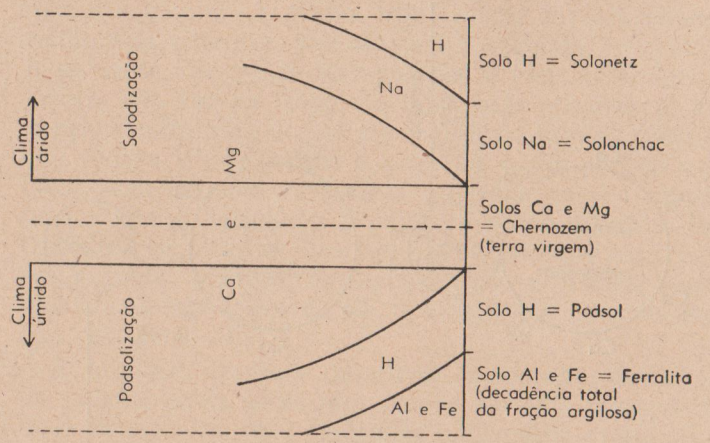
2. — A erosão interna

A erosão interna é de conseqüências bem mais perigosas que a erosão externa, destruindo a fertilidade do solo muito mais ràpidamente. Ela se inicia a partir do momento em que, devido ao perecimento dos microrganismos, desmorona a estrutura do solo. A fração argilosa que, conforme já vimos, participa fundamentalmente



da conservação dos sais minerais, funcionando como um dos principais fatôres do complexo de troca-adsorção, é levada pela água para o subsolo, criando o que se denomina de «podsol arenoso tropical» (tropical sand podsol). No mesmo momento em que se inicia o carregamento da fração argilosa, os hidróxidos de ferro e de alumínio sobem do subsolo para a superfície, acidificando a camada superior mercê da concentração nega-

tiva de iontes H, mobilizando assim os elementos raros em tal proporção, que êstes atuam como tóxicos vegetais, embora sejam ràpidamente levados pela água (como, por exemplo, o boro e o manganês) e promovam diretamente a ligação do ácido fosfórico, hidrossolúvel e móvel, sob a forma de compostos insolúveis. A primeira manifestação da erosão é, por conseguinte, uma pronunciada fome de fósforo por parte das plantas de cultivo,

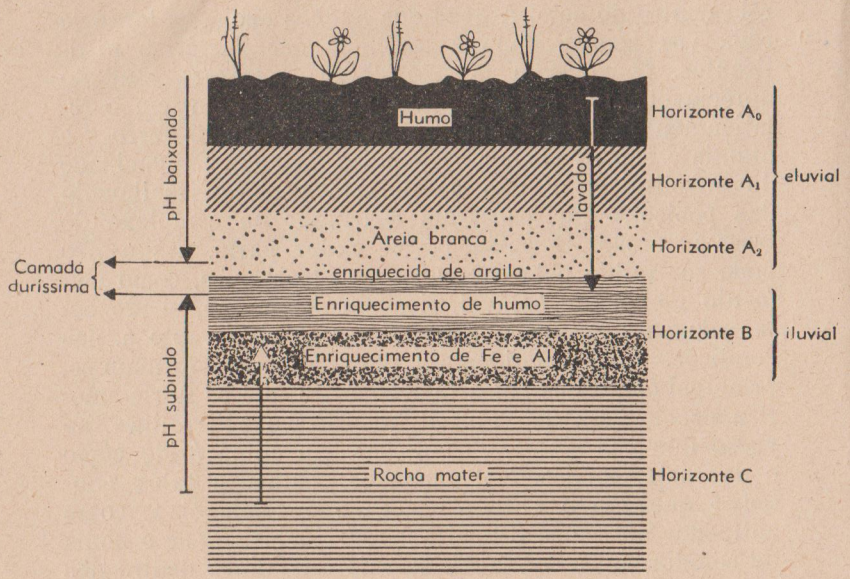


Decadência do solo.

bem como a proliferação de ervas daninhas acidófilas. Dentro do solo já tem início a podsolização, que é nada mais senão a supressão das bases do solo. O ferro e o alumínio entram, agora, como cationtes de substituição, no complexo de troca-adsorção, o solo perde a sua textura e a fração argilosa se desintegra por completo, sendo levada para o subsolo tanto mais ràpidamente e mesmo aumentando em proporção geométrica —, quanto mais prolongado o processo de desintegração se desen-

rola dentro do solo. A ação dos adubos azotados torna-se cada vez menor, dada a ausência das bactérias nitrificantes. O potássio já não chega a trazer resultado apreciável, visto ser arrastado pelas águas em tempo relativamente curto, depois de sua aplicação. O ferro e o alumínio são os elementos dotados da menor capacidade de substituição e não se deixam deslocar fàcilmente das posições que passaram a ocupar no complexo de troca-adsorção. O potássio, na maior parte, assim não pode ser retido pelo complexo de adsorção, e, como elemento fàcilmente solúvel, fica em suspensão, sendo arrastado para o subsolo. Nos climas tropicais, isto é, nas condições quente-úmidas ali predominantes, formam-se, principalmente nos solos quártzicos, o que os norte-americanos chamam de «Podsol arenoso» e «Ferralita», ao passo que nas mesmas condições, em clima árido como o das estepes, desenvolvem-se os chamados solos «Solody» que são o «Solontschak» e o «Solonetz», como antípodas dos solos primeiramente citados. Dá-se o nome de solodização à formação de sais cristalinos dentro dos poros do solo como à sua superfície.

Mercê da podsolização progressiva do solo, a sua textura se torna sempre mais compacta. Os poros do solo, pelos quais anteriormente circulavam o ar e a água fàcilmente mobilizáveis, desaparecem. Os poros de tamanho mínimo aumentam em número considerável, a ventilação do solo fica cada vez mais deficiente, e mesmo que a análise física ainda acuse umidade no solo, as plantas murcham porque não conseguem absorver esta água. Os solos apresentam uma extrema predisposição à sêca e à excessiva umidade (pântanos), visto estar perturbado o equilíbrio do balanço aero-hídrico. O desenvolvimento das plantas torna-se desigual, fraco e insuficiente. O sistema radicular já não consegue expandir-se e o desenvolvimento das radículas pilosas, que têm a função de abastecer a planta de água e principalmente



CARACTERÍSTICAS DO "PODSOL"

O horizonte A_0 só ocorre nos solos recém-derrubados. É de 2 a 6 cm de espessura e constituído exclusivamente de matéria orgânica. Geralmente está faltando.

O horizonte A_1 é a terra lavrável.

O horizonte A_2 é a terra embranquecida pela erosão. Fica sòmente areia grossa e branca, de um pH muito baixo.

O horizonte B ou iluvial compõe-se de três camadas bem diferenciadas A de cima é duríssima, enriquecida pela fração argilosa das camadas superficiais.

Segue-se depois a camada em negro, enriquecida pelo humo do horizonte A_0. Por baixo há uma camada avermelhada pelo ferro, que sobe do subsolo.

Horizonte C: é constituído pelo subsolo e chama-se muitas vêzes C_1; corresponde êsse horizonte à rocha-mater.

de substâncias nutrientes, cessa quase por completo, porque a textura compacta do solo a isso se opõe. As plantas sofrem com a alternância entre excessiva umidade e sêca, porque o solo perdeu a capacidade retentora de água. Esta a razão pela qual, após qualquer chuva, o solo se transforma, pràticamente, num pântano, desde que tenha conteúdo argiloso, mas, por outro lado, também seca com a mesma rapidez, fazendo as plantas sofrer com a aridez.

Não é só o declínio das safras que constitui uma das mais graves conseqüências da erosão, gravidade pelo menos equivalente tem a crescente suscetibilidade das culturas agrícolas às pragas e moléstias. Num solo sadio, as plantas crescem rápida e uniformemente, tornando-se robustas. O período de acometimento por parasitos animais é relativamente curto, porque cada parasito animal só ataca a planta numa época bem determinada, no ciclo vegetativo desta. Em solos sadios, a planta domina ràpidamente o acometimento, que, por permanecer restrito e quase inaparente, não produz maiores estragos. Mas os fatos se passam de maneira bem diferente nos solos «doentes». Já as sementes nascem de maneira desigual, mesmo com os maiores cuidados dispensados ao preparo do campo para o plantio, pois os estratos e espaços cavitários sob ou entre os torrões oferecem as mais diversas condições de germinação.

Árvores cultivadas em viveiros, tais como por exemplo as frutíferas e o café, desenvolver-se-ão desigualmente após o replantio, já que a textura compacta do solo oferece a cada planta diferentes condições de vida. O desenvolvimento das plantas em geral processa-se com grande lentidão, de modo entrecortado e desigual. A época de florescimento e maturação torna-se cada vez mais irregular. E os parasitos animais, que tinham o seu habitat natural nas pastagens contíguas hiperpastoreadas

ou no matinho das terras abandonadas, agora passam a atacar em massa as fracas plantas de cultivo. O agricultor gasta anualmente somas enormes no combate às pragas e sabe perfeitamente que depois de 8 a 10 anos de intensa pulverização dos seus cafèzais ou algodoais, a terra está envenenada de tal maneira, que mesmo sem pioramento da textura do solo, não haverá mais bom desenvolvimento de café nem de algodão (conforme já se verificou nos Estados Unidos).

Em determinadas regiões, não só os parasitos animais, como também certos fungos e vírus ou as assim chamadas moléstias das plantas fizeram desaparecer muitas lavouras. Assim, por exemplo, o trigo desapareceu por completo em São Paulo e hoje resiste obstinadamente ao cultivo nas fazendas que o pretendam cultivar nas mesmas condições e nos mesmos solos donde desapareceu. E' fato bem conhecido que, na época do Império, São Paulo produzia trigo em tal abundância que não só supria inteiramente o consumo interno, como ainda o exportava em larga escala. Por que o trigo não medra mais? «A ferrugem comeu o trigo!» responde o povo e contenta-se com essa explicação. Mas, por que então a ferrugem não comprometeu o trigo em São Paulo naquela época e fôra possível produzi-lo em qualidade tão maravilhosa? Porque naquela época o trigo era plantado em terras recém-derrubadas e sadias, e ainda subsistia a fertilidade do solo. O trigo é uma planta de cultivo exigente que, além de determinados sais minerais e elementos raros, requer um solo bom, fresco, sadio e fôfo, para se poder desenvolver de modo rápido e uniforme. A partir do momento em que o crescimento se torna desigual e entrecortado, e as plantas lutam para sobreviver, acabam sendo acometidas pela ferrugem, porque esta lhes vence a resis-

tência diminuída e as aniquila. Existe uma resistência à ferrugem da parte de certas variedades de trigo, mas essa resistência só perdura até que se tenha adaptado a elas. Pessoalmente, realizamos interessantes experiências de cultivo de trigo em São Paulo, como, por exemplo, no distrito de Itaporanga, em solo arenoso, morto, que por todos os técnicos era considerado inadequado. Êste solo, após um rápido período de tratamento biológico e adubação química com apenas 3 elementos raros, proporcionou resultados bastante promissores, produzindo trigo em condições muito econômicas. O resultado mais interessante dessas experiências é o de havermos encontrado, dentre uma coleção de mais de 270 variedades de trigo oriundo dos mais diversos países do mundo, duas variedades que, mesmo em solos pobres como o da prova, propiciam um rendimento de 3,4 toneladas por hectare, o que equivale a um bom rendimento médio de trigo de inverno nos países da Europa central e ocidental. Por conseguinte, ainda hoje São Paulo está em condições de produzir trigo econômicamente, desde que se disponha ao esfôrço de tratar e cuidar convenientemente os seus solos empobrecidos.

A eliminação das ervas daninhas, especialmente nos cafèzais, algodoais e canaviais, torna-se cada vez mais difícil, visto essas ervas proliferarem exatamente nas condições de solo que lhes são mais propícias. Não é raro ouvirem-se exclamações como esta: «O capim-gordura matou o meu cafèzal!» etc.

Um dos fenômenos talvez mais conhecidos da erosão, conforme já frisamos, é o constante declínio das safras, a completa irrendabilidade das culturas, segundo o atestam sobejamente as inúmeras fazendas e sítios abandonados. Por isso mesmo, determinadas lavouras passaram a ser quase um cultivo de experiência. Assim, por

exemplo, a cultura de trigo no Estado de São Paulo só tem, presentemente, uma produção média inferior a 700 quilos por hectare, (o rendimento da «fazenda do trigo» ou fazenda «Atlântida», no distrito de Capão Bonito, foi de 300 a 750 quilos por hectare, apesar da aplicação de enormes quantidades de adubos químicos; e muitas outras fazendas nem sequer conseguiram êsses resultados). Já hoje, a cultura cafeeira, em determinadas regiões do território paulista, só é exeqüível graças à extraordinária elevação dos preços, e terá de ser abandonada tão logo que cesse a presente alta dos preços no mercado do café. O mesmo se aplica a muitas fazendas algodoeiras que antes da elevação dos preços do algodão quase não conseguiram cobrir as suas custas de produção. O fato de que estas fazendas, em parte, ainda não foram abandonadas, por certo não constitui o mérito de seus proprietários, explicando-se, ao contrário, por uma contabilidade agrícola insuficiente que não deixa aparecer o deficit em todo o seu conjunto, bem como pela esperança injustificada dos proprietários de que em anos vindouros as safras talvez voltem a aumentar novamente. Mas não levam êles em conta que os solos, uma vez decaídos, não se renovam espontâneamente. Foi a queda catastrófica das safras que, pela primeira vez, chamou a atenção do homem para a circunstância de que a causa dêsse fenômeno não podia residir exclusivamente no cansaço do solo em relação a determinadas lavouras, nem tampouco no esgotamento do solo que, apesar das adubações químicas, não produzia numa forma adequada. Forçosamente devia estar interferindo uma causa completamente diferente. E com a verificação de que tais solos eram simultâneamente sulcados por enxurradas e que a água pluvial arrastava a camada arável da terra, o homem chegou à conclusão enfática: A EROSÃO É O CÂNCER DOS NOSSOS SO-

LOS. Ela os ataca e implacàvelmente os aniquila! Porém, que êle próprio provoca êsse câncer e continua a impedir a sua erradicação, é uma verdade de que, infelizmente, até hoje ainda não se compenetrou suficientemente!

Entrementes, reconheceu-se que é a erosão a responsável pelo ressecamento de nossas fontes, poços e rios; que as terras erodidas e abandonadas têm a culpa dos prejuízos causados pelo granizo e geadas que aparecem, sùbitamente, em pontos onde antes nunca haviam sido observados; são a causa das mais terríveis inundações que, ano após ano, com violência cada vez maior, assolam os campos e as cidades; provocam os ciclones e as terríveis epidemias de fome na China, na Índia e em muitos outros países. E, com êste reconhecimento, um *grito de angústia da humanidade em pêso está bradando aos céus: Detenham a erosão, porque do contrário ela aniquilará a todos nós!* Na Antiguidade e Idade Média, ela «só» aniquilava povos, tais como os egípcios, árabes, mesopotâmios, incas e asteques, mas hoje está a ponto de aniquilar tôda a espécie humana. A Terra está se ressecando, os povos começam a sentir fome, e a erosão continua a sua faina destruidora, em todos os continentes, onde se tenha alguma vez lavrado o solo. Como se fôsse um bacilo mortífero, a mão do homem semeia a destruição no seu mais precioso bem: o SOLO, que deve alimentá-lo. Como o bacilo da gripe, importado nos últimos anos na Groenlândia e acarretando o progressivo desaparecimento dos esquimós, a erosão poderá destruir a humanidade inteira, se não fôr detida a tempo e eficazmente combatida. Exatamente nos solos outrora mais férteis, ela atua com efeitos mais devastadores. E por quê? Porque nas regiões onde o solo produzia frutos escassos e medíocres, o homem lhe dispensava todos os cuidados e tratos, para obter dêle o seu

magro pão; mas ali onde produzia com fartura e exuberância, exauriu-o, implacàvelmente, sem pensar no futuro. Aliás, nem mesmo é tão difícil combater o mal pela raiz, fazer voltar a fertilidade aos solos e a segurança contra as catástrofes da natureza. Não há necessidade de gigantescas obras técnicas, máquinas e instalações, e sim, a compreensão das eternas leis da natureza. Como, e com que resultado os solos poderão ser recuperados e já o foram em várias partes do mundo, é assunto que será abordado minuciosamente em nosso livro «Recuperação e Conservação das Terras Velhas de Cultura».

QUADRO FENOMENOLÓGICO DA EROSÃO

Erosão externa

O quadro fenomenológico da erosão externa é de todos bem conhecido, ainda mais porque foi exatamente êle que despertou a atenção dos agricultores para o fato de que o decréscimo das colheitas deveria estar relacionado a um processo qualquer dentro do solo que lhe fizesse perder a estrutura estável. Foram as «tempestades de pó» que alarmaram os Estados Unidos da América do Norte, e foram as enxurradas que induziram os cientistas brasileiros a se preocuparem mais de perto com o problema do declínio da fertilidade do solo. Mas a erosão externa fêz surgir, a princípio, no Brasil, a lenda de que nas planícies não existisse erosão. Nos Estados Unidos da América do Norte, na Europa e Ásia, a prática ensinou, todavia, que ocorre nos solos planos uma erosão exatamente idêntica àquela que se processa nas pendentes, nas montanhas. E, na realidade, os temidos «ciclones de pó» devastam, nos chamados «Dust-Bowls», nos Estados Unidos da América do Norte, em primeira linha, terras perfeitamente planas, acarretando um prejuízo diário superior a 250.000 dólares. No Brasil, felizmente, não se registram ciclones de pó, mas isso não autoriza, em absoluto, a conclusão de que a erosão só seja possível em terrenos declivosos. Entretanto, como explicar, então, o declínio das safras nos terrenos planos? Porque o fato é que a erosão interna se processa em qualquer terreno, não importa se inclinado ou plano, desde que cultivado com desrespeito às inexoráveis e sábias leis da natureza.

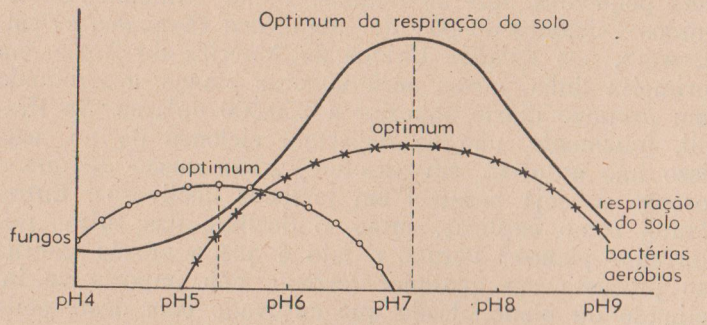
Pode a erosão interna também ser reconhecida pelo leigo ou é apenas o geo-biologista que está em condições de poder identificá-la e combatê-la?

Sem a menor dúvida, a erosão interna é perfeitamente reconhecível pelo agricultor inteligente e observador, porém quanto ao seu combate eficaz, êste está sob a exclusiva alçada do geo-biologista experimentado e treinado, se bem que o agricultor convenientemente instruído possa, igualmente, realizar trabalho de valor nesse sentido, conforme o leitor verá em nosso livro: «Recuperação e Conservação das Terras Velhas de Cultura».

Quadro fenomenológico da erosão interna

1. **No solo.** Para dar a todo agricultor a possibilidade de poder reconhecer a erosão de suas terras, passaremos resumidamente em revista uma das mais importantes lavouras.

Se o solo já se tornou completamente estéril e teve de ser abandonado, até mesmo o fazendeiro e o lavrador da planície não hesitarão em dizer que a erosão



Relação do solo e sua vida.

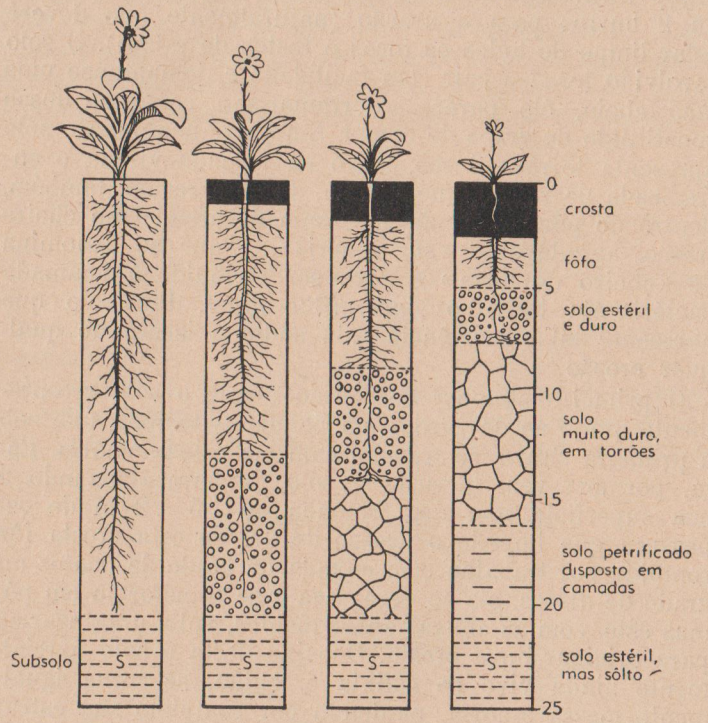
lhes arrebatou os bens e a fortuna. O que é preciso, é reconhecer a erosão a tempo para poder combatê-la e tratá-la eficazmente, curando o solo antes que seja tarde.

Todo agricultor que tenha lavrado um campo recentemente derrubado e destocado sabe que o arado consegue atravessar fàcilmente o solo e que basta 1 boi ou 2 burros para a aração (naturalmente que deverá estar limpo de todos os tocos e restos de raízes). O solo revolvido torna a cair com facilidade e, tomando-se uma mão cheia, êle parece «derramar-se» como se fôsse constituído de grãos de cereal. Em parte nenhuma o solo apresenta torrões duros, salvo na camada virada e entremeada de raízes, que, porém, se desagregam, também, dentro de poucas semanas. O solo desprende um cheiro fresco, agradável e «sui generis», a que se denomina de «cheiro de terra» e deve ser atribuído à chamada bactéria da terra, o *Aspergillus niger*. Um solo que apresente tal consistência está sadio e isento de qualquer erosão.

O primeiro sintoma de erosão é que o solo recentemente arado se desagrega em pequenos torrões que, sob a primeira chuva, se transformam em massa amorfa. Esta, por sua vez, incrusta o solo, impermeabilizando a sua superfície com uma camada de 1,5 — 2 cm de espessura que impede o acesso de ar. Se esta crosta fôr rompida por trabalho com enxada ou grade de dentes ou grade de discos, ela se desagrega e se transforma em pó, mas êste, com as chuvas subseqüentes, volta a agregar-se para originar nova crosta. Debaixo desta o solo parcialmente ainda vivo se asfixia e, então, se torna igualmente massa amorfa, perdendo por completo sua estrutura fôfa de grânulos.

A aração subseqüente traz à superfície torrões maiores e mesmo grandes, que já são bem mais difíceis de esmigalhar. Há, no mínimo, necessidade de duplo trabalho com a grade de discos, uma repassagem em cruz,

para partir tais torrões. E nas lavouras demasiadamente modestas e pequenas para poderem adquirir a grade de discos, é mister haver penoso trabalho manual de esmigalhamento com a enxada, já que os torrões terão de ser partidos de qualquer modo, se se quiser cultivar o campo.



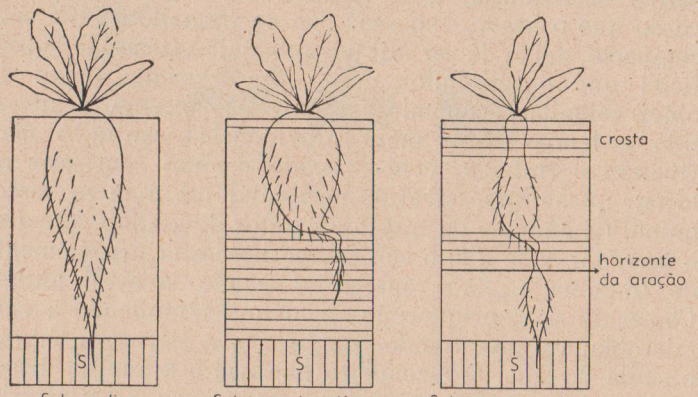
Razão do declínio das safras.

Para resolver o problema dos torrões e da estrutura compacta do solo, foi desenvolvido o arado de disco, que não apenas consegue revirar os solos mais duros,

como ao mesmo tempo esmigalha os torrões. Aparentemente, êsse arado constitui uma solução ideal para vencer o solo duro. Entrementes, porém, verificou-se, nos Estados Unidos da América do Norte e em outros países, que ao emprêgo dêsse arado se sucede o deserto. Por quê? O arado de discos, obra-prima da moderna técnica agrícola, pode arar indefinidamente qualquer solo mecanizável, até o solo não sòmente deixar de produzir safras econômicas, mas também se tornar estéril, ao passo que o arado com asas, em se tratando de um solo compacto, deixa de ser útil por produzir aração tão superficial que o agricultor muito precocemente deixa de obter colheitas econômicas e, por isso mesmo, é advertido a tempo para tomar providências contra o mal. Quando o trabalho com o arado comum com asas se tornar quase impossível ou necessitar um número descomunal de animais de tração ou trator de grande potência, o lavrador sabe que o seu campo necessita urgentemente de tratamento para repô-lo no estado lavrável antigo. Começará por enriquecê-lo de humo, estimulando a vida microbiana e procurando restabelecer a estrutura natural e sadia do solo. O fazendeiro que use o arado de discos não recebe esta advertência oportuna, mas, ao contrário, se vê sùbitamente diante de um solo completamente estéril, que só depois de prolongado trato biológico readquire a fertilidade.

Na Europa há regiões que, apesar de praticarem a agricultura há 2 000 anos, ainda possuem solo bastante fértil; na Ásia, com a utilização intensiva do solo durante 6 000 anos, as colheitas nos solos muito prejudicados pela erosão, mesmo quando ficam modestas, são ainda suficientes para alimentar 400 — 500 homens por quilômetro quadrado. O encarregado norte-americano da agricultura no Extremo Oriente consigna no seu relatório final que, em todo o território asiático, a terra é lavrada com recursos de tal modo primitivos e obsoletos,

que bastaria um simples arado puxado a boi para duplicar ou mesmo triplicar o volume das colheitas. Isto significa que a fertilidade dos solos, apesar dos 6 000 anos de continuada agricultura, ainda não estão esgotados, em oposição ao que se verifica em várias regiões «das Américas», onde com apenas 50 anos de agricultura exaustiva sobreveio o completo esgotamento do solo.



Razão do declínio das safras.

2. **Nas plantas.** a) *No matinho (ervas daninhas).* Os solos ainda virgens e sadios apresentam uma flora extraordinàriamente rica de ervas daninhas que, após alguns anos de lavoura, tornam-se cada vez mais unilaterais, para, finalmente, se reduzirem a capim-gordura, capim-angola, capim-elefante, capim-marmelada, sapé, etc., conforme a natureza do solo e as condições especiais vigentes. Notadamente o capim-gordura e o capim-angola passaram a ser, em muitos solos agrícolas brasileiros, uma praga inextinguível. A par disso, surgem algumas

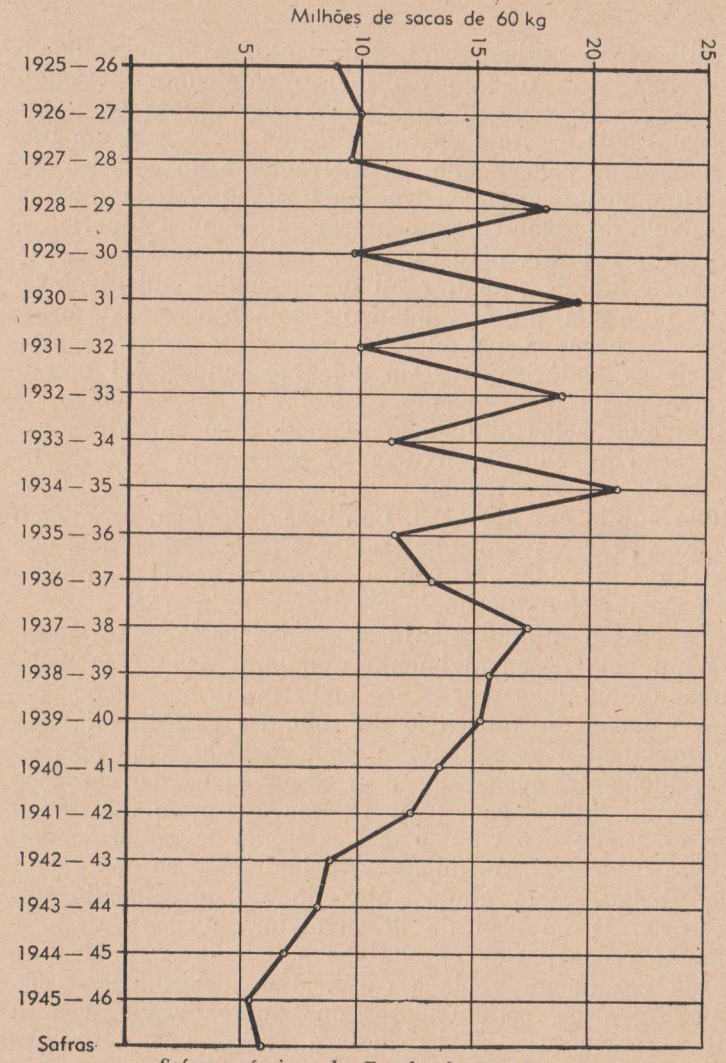
outras ervas daninhas que fixam seus estolões radiculares nas camadas compactas mais profundas do solo e que desaparecem prontamente quando tais camadas são eliminadas. Também o capim-gordura está condicionado a um pH baixo, e figura entre os vegetais hostis ao cálcio. A unilaterização progressiva das hervas daninhas dos solos agrícolas e das pastagens constitui um claro indício de progressão da erosão interna. A eliminação dessas ervas torna-se cada vez mais difícil, porque o solo lhes oferece, agora, condições propícias ao desenvolvimento e, por isso mesmo, elas deslocam tôdas as outras plantas mais exigentes, já que estas encontram, com o avanço da erosão, condições de vida cada vez mais desfavoráveis.

b) *No algodão.* O algodão normal e bem desenvolvido, não importando de que variedade, é uma planta de crescimento rápido e que, no mais tardar dentro de 8 a 10 semanas, respeitada a distância normal do plantio, atinge a «cobertura do solo». Num solo sadio não existe, portanto, o problema do sombreamento. Uma vez sombreado o solo, não só diminuem sensìvelmente as custas do trato ulterior do algodão (carpas, etc.), como também se origina o que se costuma denominar de «fofice de sombra».

Como a monocultura, depois de ter sido praticada alguns anos, condiciona, pela expoliação unilateral das substâncias nutritivas do solo, em tôdas as terras, o declínio das colheitas; êste declínio, por si só, ainda não pode ser considerado como um indício absolutamente seguro de erosão interna. O primeiro sinal iniludível é a extraordinária lentidão que a planta acusa no seu desenvolvimento inicial, processando-se êste desenvolvimento sùbitamente por ocasião da época principal das chuvas. Simultâneamente, começa por observar-se um «stand» irregular: em solos agrícolas de per si normais aparecem — por motivos aparentemente inexplicáveis — áreas

com algodoeiros pequenos, deficientemente desenvolvidos. E essas áreas com plantas mal desenvolvidas aumentam de ano para ano, tornando-se cada vez mais extensas, até que se generalizem e as plantas de desenvolvimento normal passem a constituir a exceção. Com o desenvolvimento progressivo da erosão interna, também as sementes nascem irregularmente, e a época do florescimento torna-se cada vez mais irregular e prolongada. As cápsulas, embora ainda abundantes, deixam de abrir-se, em parte, e há casos em que, a despeito das favoráveis condições do tempo, tal se observa em 2/3 do total, como decorrência da falta de determinados elementos raros, os quais, com o aumento da acidificação do solo que a erosão interna inexoràvelmente acarreta, foram levados pelas águas. As fôlhas inferiores, isto é, cronològicamente as mais antigas, murcham e secam precocemente. A suscetibilidade às pragas se intensifica na mesma proporção em que aumenta a erosão e baixa a fôrça do desenvolvimento dos algodoeiros. E um fato que se reveste da maior significação para a cultura algodoeira é que as sementes produzidas em solos erodidos são de qualidade inferior, com baixa fôrça germinativa. O germe, se a semente chega mesmo a germinar, não consegue romper para a superfície, morrendo muitas vêzes asfixiado dentro do solo. A causa dêste fenômeno é a má nutrição da semente que já por ocasião da germinação não dispõe mais da fôrça suficiente para poder penetrar o germe nas camadas de terra sobrejacente. Por isso, o nascimento do algodão, mesmo nas terras relativamente ainda pouco erodidas, é muito defeituoso.

c) *No café.* No tocante ao cultivo do café, há uma velha regra segundo a qual o período de vida do cafeeiro só dura até o momento em que as suas raízes esbarram na rocha. Por conseguinte, quanto mais profunda a camada do solo, tanto mais valiosa a terra ca-



Safras cafeeiras do Estado de São Paulo

feeira. Esta antiga regra, entretanto, só tem validade absoluta para o caso em que o cafeicultor pretenda colhêr exclusivamente, sem pensar em adubar ou tratar o solo, pois o «trato do cafèzal» não representa um tratamento do solo, e sim, exclusivamente do cafeeiro. E' perfeitamente compreensível que o cafeeiro, quando tenha acabado de esgotar e empobrecer as camadas superiores, envie a sua raiz piau cada vez mais profundamente no solo, a fim de procurar ali os elementos nutritivos de que necessita, e morre quando esgotado o solo até o nível da rocha. Mas o fato de que o café deixe de produzir satisfatòriamente em solos profundos, ali desenvolva mal o seu sistema radicular e mesmo deixe de aproveitar solos ainda não esgotados, só encontrou explicação quando as enxurradas começaram a sulcar os cafèzais e os agrônomos verificaram que a causa de tudo aquilo era a erosão. Continuava, porém, obscuro o que se processava nos cafèzais das planícies, se bem que a causa seja idêntica, com a diferença, apenas, de ser a erosão invisível, porque exclusivamente interna.

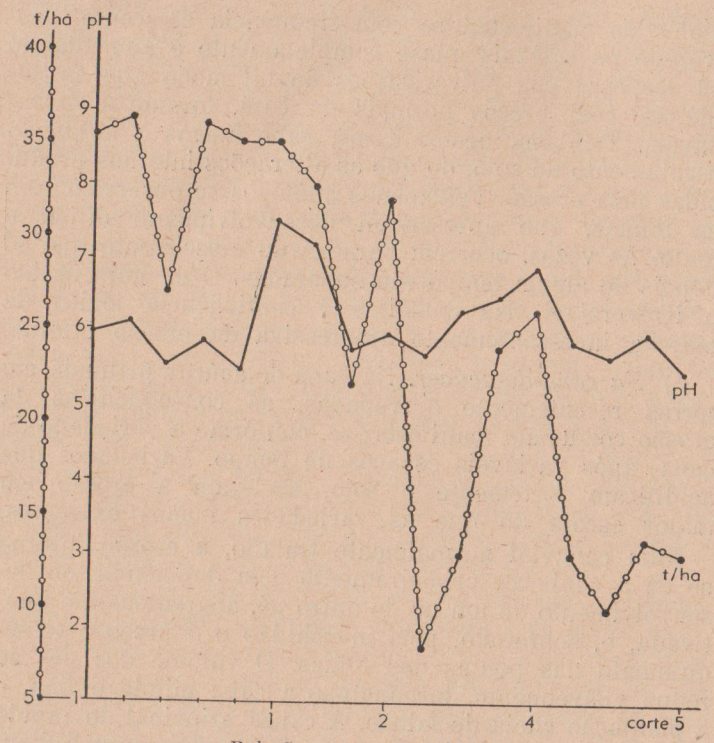
A erosão interna manifesta-se nos cafèzais primeiramente pelo desenvolvimento unilateral das ervas daninhas de eliminação cada vez mais difícil, bem como pela incrustação da superfície do solo. Os cafeeiros já não apresentam o aspecto uniforme e fechado como no solo recentemente destocado, e a abundância da coroação diminui. Galhos com pontas sêcas aparecem em número crescente e o volume dos cafeeiros se reduz de maneira ostensível. As fôlhas, principalmente as dos galhos em baixo, caem ainda antes do amadurecimento das cerejas. O impulso de desenvolvimento das raízes, e também das partes vegetativas acima do solo, torna-se cada vez menor, dada a carência de determinados elementos raros, estimuladores dos pontos vegetativos. A florescência torna-se irregular e prolonga-se, observando-se outro tanto com o tempo da maturação. Pragas e

moléstias manifestam-se com freqüência crescente, destruindo os cafèzais quase completamente e aumentando as despesas das pulverizações de tal modo que as colheitas, com preços normais do café, tornam-se irrendáveis. Também, nestes casos, cabe menos a culpa ao esgotamento do solo, do que às alterações internas produzidas pela erosão. Fenômenos análogos se observam com as mudas, que apresentam desenvolvimento difícil e lento. Às vêzes, ocorrem paradas do crescimento que só depois de algum tempo são superadas. O declínio rápido e irreversível das colheitas é contingência lógica da marcha incessantemente progressiva da erosão interna.

d) *Na cana-de-açúcar.* Na cana-de-açúcar plantada em terras recentemente derrubadas, as conseqüências da erosão costumam manifestar-se, conforme a variedade da cana, após variáveis espaços de tempo. Variedades que acidificam fortemente o solo, aceleram a erosão em maior escala do que as variedades menos exigentes.

Num canavial normalmente tratado, a erosão interna se dá a conhecer primeiramente pela deficiência do desenvolvimento de um ou de outro pé, aparentemente imotivada, e, sobretudo, pela murchidão e o precoce ressequimento das pontas das fôlhas. O volume dos pés se reduz visìvelmente, tornando-se a cana miúda e fina, e a plantação cheia de falhas. A causa principal do rápido declínio das safras é o escasso desenvolvimento radicular, visto a cana ser planta sensível aos solos estéreis e insuficientemente ventilados.

Os novos plantios em solo assim acometido de erosão, acusam desenvolvimento cheio de falhas, nascendo os roletes desigualmente. A cana nova cresce lentamente, como que hesitante e irregular, e mesmo com adubação química acusa acentuada carência de azôto e potássio. Também aqui é a falta de elementos raros e o baixo pH do solo que impede o normal crescimento da planta nova. As fôlhas das canas novas se enrolam pelos fins do pe-

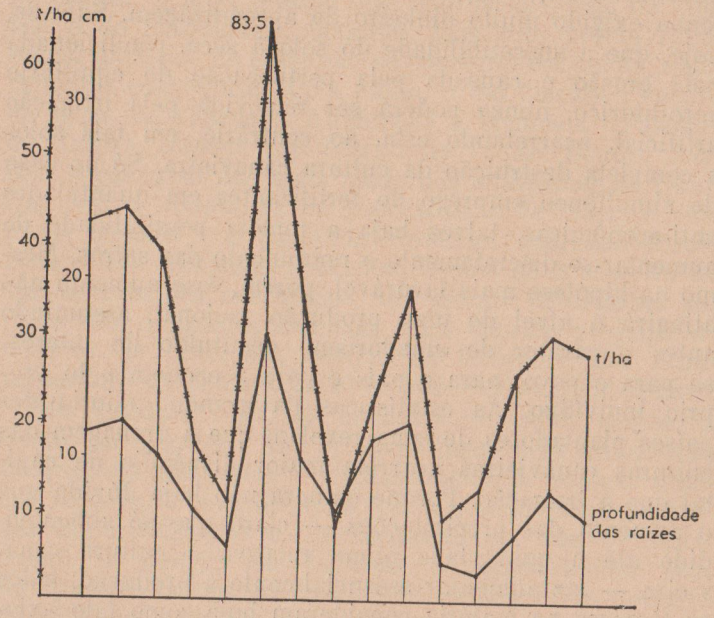


Relação entre pH: t/ha

Cultura: cana — solo: areia.

ríodo da sêca, fato que não se observa num solo igualmente sêco, porém não carente dos referidos elementos. A precoce murchidão e a queda das fôlhas inferiores atingem, às vêzes, tal intensidade que só ficam conservados os feixes apicais. O aspecto das plantas é doente e clorótico, embora a análise do solo ainda possa acusar suficiente teor em sais minerais. A falta de azôto, por exemplo, poderá ser verificada na planta quando a

análise ainda revelar 0,001 55 % de NO_3. Mas a explicação é simples: em primeiro lugar, as amostras foram colhidas uniformemente até uma profundidade de 30 cm do solo, embora seja sabido que em tais solos a cana só consiga levar suas raízes a uma profundidade de 9 a 10 cm. Em segundo lugar, a transformação de NO_3 em NH_4 é ausente ou completamente insuficiente, visto o solo ser estéril, destituído de vida microbiana, e a cana assimilar essencialmente o azôto na forma de amônio (NH_4). Por conseguinte, novamente causa e efeito da erosão.



Relação entre o desenvolvimento das raízes e o rendimento.

Cultura: cana — solo: areia.

Nem a adubação química, nem a irrigação de solos que demonstram tal grau de erosão interna — a qual não pode ser eliminada mediante a melhor aração e gradeação — serão capazes de melhorar as safras essencialmente, ou elevar seu rendimento a valores médios. Os fertilizantes já não são transformados, mas fixados em compostos inaproveitáveis para as plantas, e a água de irrigação, ao invés de ser benéfica, exerce ação destruidora. Na maioria dos países produtores de cana-de-açúcar, chegou-se hoje à convicção de que uma irrigação eficaz e econômica só é possível em solos perfeitamente sadios, embora o reconhecimento dessa verdade tenha exigido muito dinheiro de aprendizagem. Sabe-se, hoje, que a suscetibilidade do solo à sêca, condicionada pela erosão e causada pela perturbação do equilíbrio aero-hídrico, nunca poderá ser removida pela irrigação artificial, acarretando esta, ao contrário, em tais solos a completa destruição da cultura canavieira. Só no caso de simultâneo emprêgo de fertilizantes em quantidades anti-econômicas, talvez haja a remota possibilidade de aumentar-se discretamente o rendimento das safras. Mesmo na hipótese mais favorável, porém, êsse aumento não atingirá o nível de uma produção racional, assumindo antes o caráter de amadorismo destituído de interêsse para o povo, para o país e para a economia do próprio indivíduo. As estatísticas da grande maioria dos países plantadores de cana revelam que a drenagem das culturas canavieiras acarreta maior dispêndio de capital que a irrigação. Porque embora não haja dúvida que o aumento das precipitações — claro que só subentendido até a quantidade ótima relativa à cultura canavieira — faz aumentar essencialmente a produção, todos os técnicos na matéria consideram hoje como fato axiomático que a cana-de-açúcar requer um solo com satisfatório arejamento interno, e que ela morre ou fica

fraquíssima quando a irrigação é executada em proporções desarrazoadas. A raiz da cana não consegue desenvolver-se normalmente, nem tampouco conservar-se sadia quando o rêgo artificial do solo ultrapassa certas medidas. Mas isto só diria respeito aos prejuízos produzidos na própria cana, porque aquêles provocados simultâneamente pela lavagem do solo e o conseqüente aumento da erosão são muito maiores, embora só se manifestem tardiamente em tôda a sua amplitude.

e) *No trigo.* A triticultura tem sido abandonada no Estado de São Paulo devido aos crescentes progressos da erosão. E hoje, mesmo com enorme emprêgo de adubos e de maquinário moderno, mas sem prévio tratamento biológico do solo, não se consegue em média, obter colheitas econômicas. Com efeito, o tão discutido cultivo de trigo na «Fazenda Atlântida» a chamada «Fazenda do Trigo», situada no distrito de Capão Bonito, feito com o concurso dos mais modernos equipamentos técnicos, sob a orientação de especialistas de trigo, e com pleno amparo por parte do Govêrno, querendo forçar boas safras tritícolas, redundou, depois de 3 anos de intensos trabalhos executados com grande entusiasmo por parte dos dirigentes técnicos, num enorme prejuízo de milhões de cruzeiros, porque as colheitas não ultrapassaram, em média, o nível de 300 — 500 kg por hectare.

Nas culturas de trigo iniciadas em solos sadios, a erosão se manifesta em primeiro lugar pelo afinamento progressivo das hastes e o aparecimento de espigas brancas estéreis. Posteriormente, observam-se súbitas paradas do crescimento e, no momento em que o crescimento se detém, há, também, o acometimento pela ferrugem. Esta aparece muitas vêzes depois de noites e manhãs com neblina, porém ocorre mais freqüentemente na época da sêca, porque o solo erodido perdeu a capacidade retentora de água e pelas suas camadas com-

pactas impede a penetração profunda das raízes do trigo, expondo êste, sùbitamente, à sêca. Assim enfraquecendo, fica mais suscetível às doenças. Em conseqüência, há um amadurecimento precoce, os grãos não se desenvolvem completamente, mas se ressecam e atrofiam antes de haverem atingido a maturação pròpriamente dita. As espigas mostram-se mal granadas, isto é, não há mais desenvolvimento uniforme de tôda a espiga, notando-se, ao contrário, de trecho em trecho, a ausência de grãos. Um tratamento biológico mesmo rudimentar determina imediato aumento das colheitas e, além de tudo, assegura um «stand» uniforme e um rendimento econômico e constante. Assim, graças a medidas simples, mas adequadas, os monges cistercienses da fazenda São João, em Itaporanga, conseguiram obter uma lavoura de trigo que poderia servir de modêlo a todo o país. A referida cultura é baseada num tratamento biológico simples e barato do solo, proporcionando, em 12 anos de produção, colheitas médias de 1,8 toneladas por hectare, sem ter havido emprêgo de qualquer adubo químico ou de calagem. E isto em solo paupérrimo que estava completamente abandonado na época de ocupação pelos atuais proprietários. Em virtude da aplicação de substância orgânica e de aração adequada, o solo já foi melhorado, e como o trigo é plantado em cultura rotativa, também o acometimento pela ferrugem é mínimo e destituído de significação.

Experiências revelaram que, além do aniquilamento da estrutura do solo pela erosão, também a carência de elementos raros repercute sôbre a cultura do trigo. Um simples tratamento biológico seguido da aplicação dos mais importantes elementos raros exigidos pelo trigo proporcionam um rendimento 4 a 5 vêzes maior do que uma adubação química completa, nestes solos erodidos e decaídos, sem prévio tratamento biológico.

As considerações ora feitas permitem avaliar em seus justos têrmos a extensão dos prejuízos causados pela erosão à triticultura nacional. Na verdade, a erosão impede o Brasil de cobrir suas necessidades pela produção própria e o obriga a despender anualmente milhões de cruzeiros na importação do precioso cereal.

f) *Na batata.* Na cultura da batata existe uma fórmula muito racional para avaliar, de maneira clara e exata, o grau da erosão: Quanto menor a quantidade de tubérculos grandes e quanto maior a de tubérculos pequenos produzidos pela batata, tanto mais acentuada a erosão e tanto mais decadente o solo. Isto diz tudo, dispensando a referência às falhas do plantio, ao fato de não haver sido atingido o sombreamento do solo. A batata prefere um solo leve e sêco e não prospera num solo pesado, porém sendo indispensável que o primeiro seja sadio.

g) *Nas pastagens.* E' opinião muito vulgarizada de que as pastagens sirvam para melhorar o solo. Esta opinião é errônea, pelo menos quanto à maioria das pastagens presentemente existentes no nosso país. Na realidade, vem se firmando cada vez mais a convição de que só a policultura é capaz de alcançar êsse resultado, exceto umas poucas plantas melhoradoras do solo. As pastagens permanentes, conforme já assinalamos, nada mais representam senão monoculturas.

A incessante mordida baixa do gado determina o desaparecimento de todos os vegetais superiores das pastagens, visto êstes não resistirem aos constantes ferimentos dos pontos vegetativos. Daí por que acaba se desenvolvendo uma flora inferior e unilateral, cuja degradação se acentua paralelamente com a idade do pastoreio. Com o decorrer do tempo, desaparecem todos os tipos vegetais indígenas, começando a colonizar-se

tipos novos de vegetais, capazes de medrar no solo esgotado. Mesmo em solos permanentemente cobertos de vegetação, como o são as pastagens, a flora unilateral condiciona uma gradativa erosão interna. Tanto a produção leiteira, como o número de reses alimentadas por hectare declinam ràpidamente. Por isso mesmo os Estados brasileiros providos de satisfatória rêde de transportes hoje não produzem suficiente quantidade de leite e carne para o abastecimento dos grandes centros consumidores. Mas o progresso da erosão não só esgota completamente os solos de maneira alarmante, baixa a produção de leite e de carne por área, como também aumenta a suscetibilidade do gado às doenças.

O PREJUÍZO que a erosão vem provocando anualmente à ECONOMIA BRASILERIA, só agora começa a ser avaliado. Não está apenas em jôgo o solo arrastado pelas águas pluviais, pois é sobretudo a erosão interna a responsável pelo grande declínio da produção agrícola, além de impossibilitar inúmeras lavouras. Assim, o Brasil se vê na contingência de importar produtos alimentícios que êle próprio está perfeitamente em condições de produzir com abundância. Técnicos com muita experiência estimam que os prejuízos causados anualmente à economia nacional pela erosão, superam tôda a receita do país. Sòmente nas culturas algodoeiras do Estado de São Paulo, por exemplo, se perdem, anualmente, para mais de 300 milhões de cruzeiros em substâncias nutritivas levadas pelas águas pluviais, sem incluir os prejuízos decorrentes do declínio das colheitas nos solos erodidos os quais são calculados, aproximadamente, em 8 a 10 bilhões de cruzeiros, anualmente, só na cultura de algodão no Estado de São Paulo. Isto significa, em outros têrmos, que o Brasil poderia ser duas vêzes mais rico do que é atualmente, e que com o dinheiro perdido pela erosão estaria em condições de organizar uma indústria nacional de capacidade tal que não só cobriria tôdas

as necessidades do mercado interno, como ainda permitiria uma exportação em vasta escala. O Brasil poderia explorar as suas imensas jazidas minerais e os seus campos petrolíferos, etc. O Brasil poderia, sòmente com o dinheiro perdido anualmente pela erosão, prover todo o país de excelentes e modernas estradas asfaltadas, ter a moeda mais estável e mais procurada do mundo, ser o país mais rico e ainda muito mais feliz do que é hoje se combatesse eficazmente a erosão. E êle está perfeitamente em condições de poder controlá-la e combatê-la se o quiser.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil, que é considerado o país de mais promissor futuro no mundo, acha-se hoje diante do dilema de escolher entre imensa prosperidade — na realidade a natureza o aquinhoou de uma riqueza verdadeiramente fabulosa — e a mais amarga miséria e desolação.

Possui o Brasil as maiores e mais ricas jazidas de minérios do mundo. Sòmente, por exemplo, as jazidas de ferro de Itabira do Mato, nas proximidades de Belo Horizonte, são avaliadas em 23 % da ocorrência mundial de ferro, tendo uma pureza metálica de 60 % e podendo ser exploradas na maior parte em mineração aflorada. Possui o Brasil uma das maiores fontes de energia atômica do continente nas areias monazíticas da Bahia, Espírito Santo e Goiás, que fornecem o tão cobiçado tório; dispõe do precioso zircônio nas grandes jazidas de badeleíte em Poços de Caldas, como elemento indispensável no preparo do aço; é produtor mundial de preciosos quartzos e carbonatos, os diamantes industriais, indispensáveis às perfurações de poços petrolíferos; possui crômio, titânio, berílio, grafita, magnesita, manganês, ouro, prata, chumbo, e uma série considerável de outros valiosos minerais; e também dispõe de suficientes reservas de energia hidráulica para poder instalar uma gigantesca indústria movida a eletricidade.

O café, o cacau, o algodão, o açúcar, a borracha, as madeiras do Brasil gozam de fama mundial, mas os solos agrícolas brasileiros estão em parte esgotados, em outra parte se esgotando de maneira alarmante. Assim, por exemplo, entre fevereiro de 1931

e dezembro de 1943 foram queimadas 77 800 000 sacas de café, ou sejam 6,5 milhões de sacas anuais, para controlar a superprodução, ao passo que em 1948 as safras só atingiram 8,1 milhões de sacas, muito embora a área de cultivo de café tenha novamente aumentado a partir de 1946. A produção de algodão por hectare diminuiu de 1912 a 1944 em 2/3, e não tardará que o Brasil não possa mais atender as necessidades do seu mercado interno. A produção de trigo nacional só cobre 10 a 12 % do consumo nacional, muito embora há 80 anos passados o Brasil fôsse exportador de trigo e em certas regiões o colhesse em tal quantidade que por um ou outro ano tivesse de restringir a sua cultura. — Ainda hoje, tem o Brasil 45 % de sua superfície cobertos de mata virgem, mas só colhe por hectare 1/26 da quantidade de madeira colhida, por exemplo, na Europa. Eis aí o resultado da devastação irresponsável das matas nacionais pelas queimadas que, além disso, provocam incalculáveis prejuízos ao solo pela conseqüente e inevitável erosão. De acôrdo com o conhecido etnólogo Prof. Penckê, possui o Brasil a capacidade absoluta de recolher uma população de 1 200 000 000 de almas, ou seja mais da metade da população atual do globo — o que equivaleria a uma densidade de 140 habitantes por quilômetro quadrado, muito embora o Brasil só possua, presentemente, uma população de 50 000 000 de habitantes distribuídos pela sua gigantesca superfície de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, ou sejam menos de 6 habitantes por quilômetro quadrado, em comparação com a população de 320 por quilômetro quadrado na Bélgica, de 234 no Japão, de 356 e, em certas regiões de mais de 900, na ilha de Java, e 18 nos Estados Unidos da América do Norte. Por conseguinte, ainda não existe o menor perigo de que a humanidade venha a morrer de fome por falta de espaço vital, quando o Brasil, sem falar da África, Austrália, Canadá, Estados Unidos da América

do Norte e os países latino-americanos, está em condições de acolher e manter em seus territórios tanta gente. Naturalmente é preciso que êsses solos, que podem alimentar a humanidade ainda por dezenas de séculos, não sejam devastados pela erosão.

Em setembro de 1948, os delegados de todos os países americanos se reuniram no congresso de Denver (Colorado, Estados Unidos da América do Norte) para discutir o problema da alimentação dos povos. O relatório final dos delegados que compareceram ao conclave, refere, entre outros fatos, o seguinte:

«No mundo inteiro, os recursos naturais renováveis estão se esgotando, como resultado de uma exploração brutal e temerária, sem consideração alguma para com as leis inexoráveis da natureza que os mantêm. E a última guerra mundial acelerou êste esgotamento de uma maneira desastrosa. O aumento natural da população do globo tem extremado cada dia mais a destruição dos minguados recursos. Estas fôrças, que se somam, têm arrastado a humanidade a um ponto quase crítico. O dilema de nossos dias é detê-las ou aceitar que a própria existência da civilização se veja em perigo».

Considerando o fato de que, nesses últimos 70 anos, 15 cm da camada agrícola útil dos solos cultivados nos países americanos se perderam exclusivamente em conseqüência do arrastamento pelas chuvas, não haverá nenhuma dificuldade em chegar-se à conclusão de que, por exemplo, o Estado de São Paulo, dentro de 250 a 270 anos e talvez muito mais cedo, — desde que continuada a atual prática referente aos solos — será transformado num vasto deserto, ùnicamente devido à erosão externa. Mas cumpre acrescentar ainda os efeitos da erosão interna, que faz desaparecer a fertilidade dos solos com rapidez ainda muito maior, razão por que dentro de 70 a 100 anos não será mais possível alcançar em São Paulo colheitas econômicas, salvo que sejam

tomadas imediatas e das mais enérgicas medidas no combate da erosão. As medidas até agora executadas para controlar a erosão externa falam uma linguagem bastante eloqüente. De acôrdo com as verificações feitas pelo engenheiro agrônomo João Abramides Neto, perdem-se anualmente, por exemplo no Estado de Missouri, Estados Unidos da América do Norte, 102 toneladas de solo arável por alqueire, devido às lavagens produzidas pelas águas pluviais. Nos terrenos terraceados, entretanto, a perda é de apenas 15 toneladas por alqueire e ano, o que significa que o terraceamento reduz a $^1/_7$ a erosão externa provocada pela chuva e que o período de vida de um campo terraceado é sete vêzes mais longo do que o de um terreno não terraceado. Mas é preciso que o terraceamento seja constantemente renovado, o que evidentemente acarreta uma elevação demasiada das custas da produção. Aliás, em última análise, também os terrenos terraceados acabarão perdendo a fertilidade, só que num prazo mais dilatado. O terraceamento, portanto, proporciona ao homem um certo prazo para meditar sôbre a maneira de combater a erosão em suas verdadeiras origens ou sucumbir fatalmente.

Para finalizar, reproduzimos aqui as palavras textuais proferidas sôbre a erosão pelo engenheiro agrônomo J. Quintiliano A. Marques, Chefe da Seção de Conservação do Solo, do Instituto Agronômico do Estado, em Campinas:

«Como resultado de critérios exclusivamente imediatistas de exploração do solo, em flagrante descaso pela estabilidade e segurança econômica do Estado, temos assistido a uma agricultura caracteristicamente nômade. Numa mesma e determinada seqüência, vemos sucederem-se as derrubadas, as impiedosas queimadas, as lavouras de café, de algodão, cereais, cana, mandioca, etc., e, finalmente, as pastagens. Agora, quando a onda

de desbravamentos já vai atingindo os últimos remanescentes de terras virgens, capazes de suportar nossas principais lavouras, e, quando os limites possíveis de nossa migração agrícola vão ultrapassando as divisas territoriais do Estado, se amplia cada vez mais a extensão das terras cansadas e depauperadas, que, em último e desesperado recurso, são cobertas de pastagens. Hoje, dentro do próprio Estado, há zonas velhas e decadentes a relembrar com saudade a antiga época de fastígio e prosperidade, repetindo diante de nossos olhos, com a eloqüência de sua proximidade, aquela lei histórica que invocamos inicialmente, da decadência das civilizações que descuram a preservação do seu solo».

APÊNDICE

Dedicamos estas últimas páginas como despretensiosa, porém sincera homenagem à obra e às admiráveis realizações da Seção de Combate à Erosão, Irrigação e Drenagem, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, focalizando vários aspectos dos efeitos destruidores da erosão, bem como dos trabalhos efetuados no combate e contrôle biológico dêsse mal, que acarreta a perda de 177 toneladas de terra arável por hectare e ano (a camada arável é avaliada em 3 000 toneladas por hectare).

Segundo verificações experimentais de Campinas, rigorosamente executadas, as perdas anuais em elementos fertilizantes por hectare e ano são:

237 quilos de potássio, como elemento de grande solubilidade,

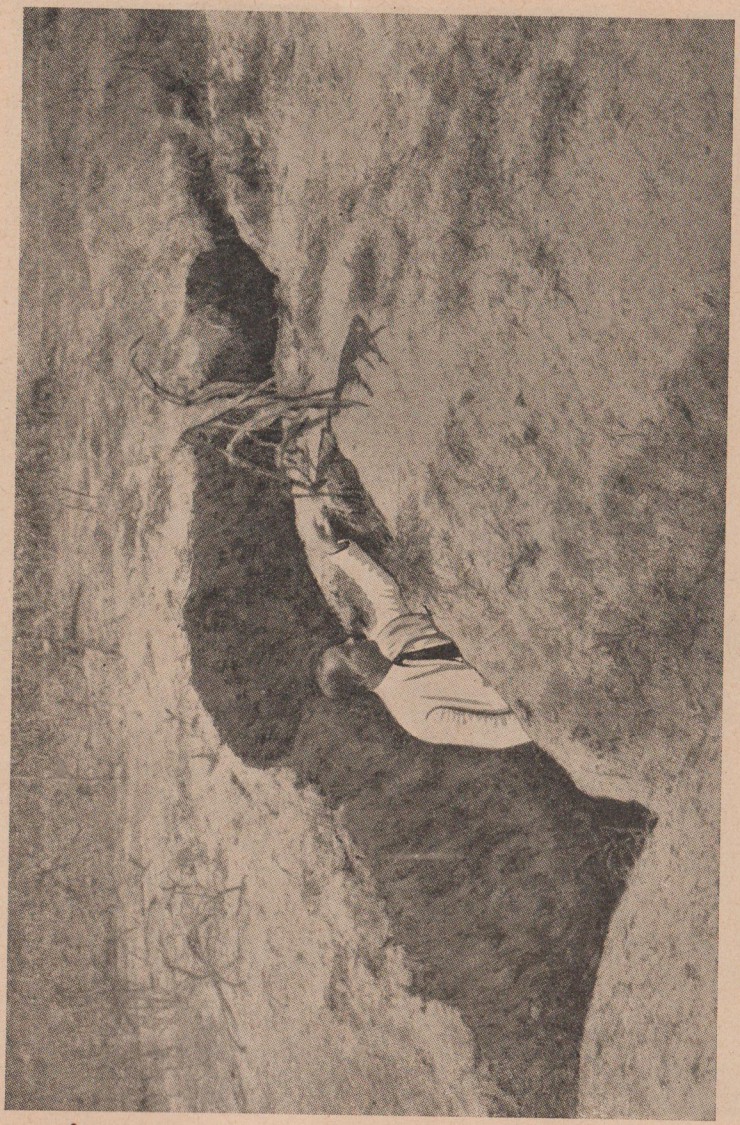
144 quilos de cálcio,

89 quilos de nitrogênio,

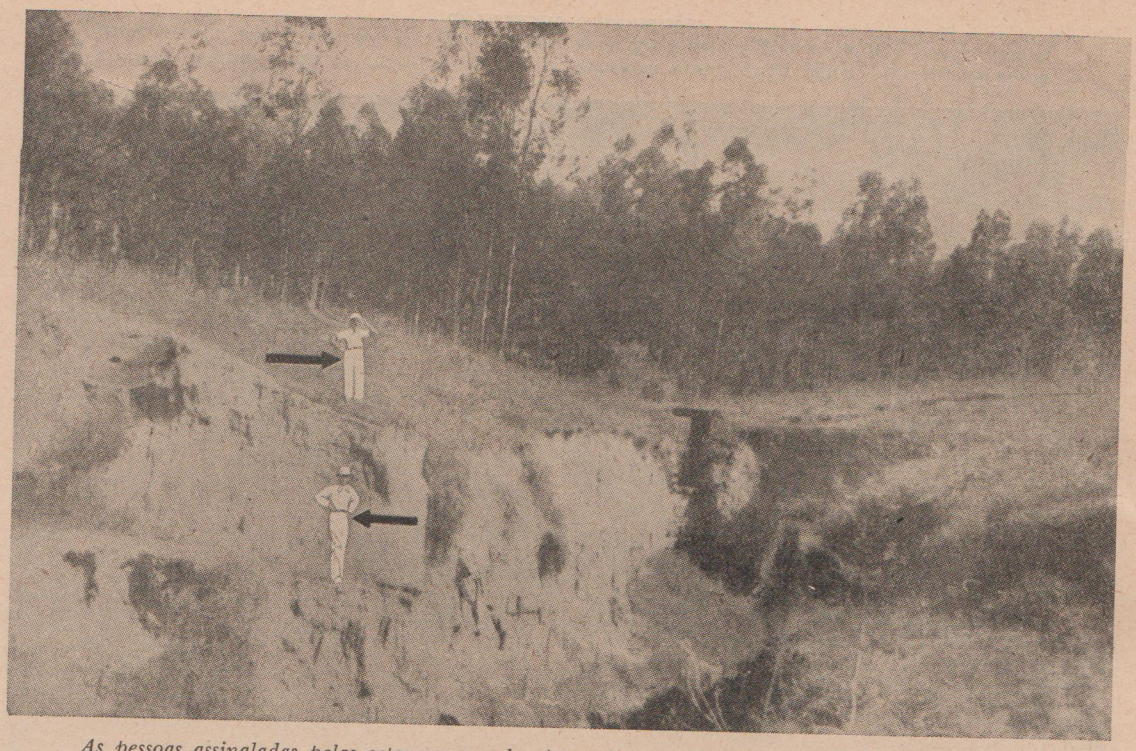
50 quilos de fósforo, que, como elemento de pouca movimentação, só em pequena parte é levado; a parte maior fica no solo, fixada em compostos inaproveitáveis para as plantas.

A proporção de terra carregada pelas águas pluviais é enorme, sendo ela acumulada nas baixadas férteis, estragando, assim, também a gleba. — As medidas de contrôle da erosão, tais como o terraceamento, plantio em contôrno, etc. são muito apropriadas para sustentar O VERDADEIRO COMBATE À EROSÃO, isto é, o seu combate biológico. As medidas preventivas, representa-

das pelo plantio em ruas puladas, revestimento vegetal, cultivo em faixas, culturas intercaladas, etc., já constituem o início do combate biológico à erosão. E é do combate biológico que precisamos. Precisamos da técnica para controlar a veemência do vento e das águas, mas precisamos também da natureza para remediar a própria erosão. A ação conjunta da técnica e da biologia representa a associação feliz que irá vencer o problema da erosão, ou falando em têrmos mais explícitos: o problema principal da economia nacional.



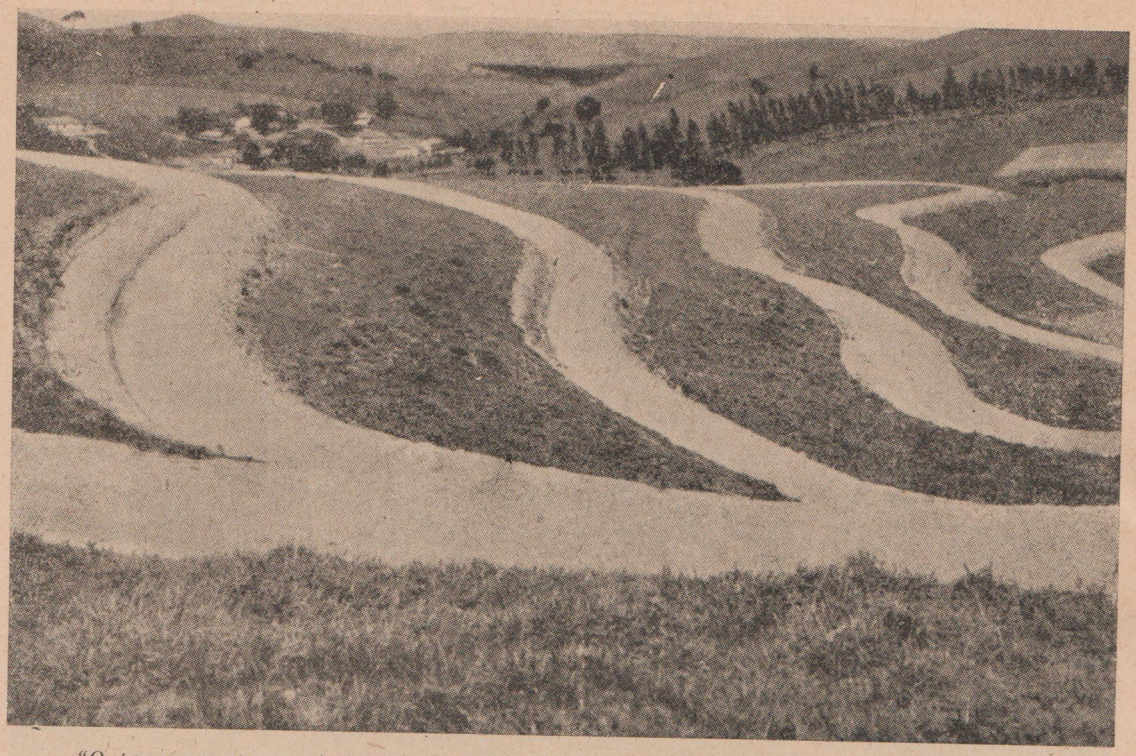
Os solos desnudos são os mais propícios a se deixarem erodir pelas águas pluviais. Além de levar os fertilizantes, a erosão carrega o próprio solo. Eis uma fotografia que fala por si mesma, dispensando comentários.



As pessoas assinaladas pelas setas servem de têrmo de referência para se aquilatar os enormes estragos sofridos por êste solo, solapado pela erosão. Boas terras de ontem transformaram-se nos ermos rincões de hoje e clamam pelos benefícios de reflorestamento imediato.



Esta fotografia permite avaliar o resultado do trabalho demolidor das enxurradas. Muitas toneladas de solo já foram perdidas e jamais serão recuperadas. Sabe-se, hoje positivamente, que a tonelagem de solo levada pela erosão "em um dia" nos Estados Unidos é maior que a tonelagem de carga que passa pelos portos dêsse país "durante um ano inteiro".



"O terraceamento constitui uma construção permanente, requerendo apenas alguns cuidados periódicos para a sua conservação". (Secr. da Agr.) Eis aqui um campo terraceado. O terreceamento controla a erosão, mas não a combate (o autor).



Todos os canais e declives fortes devem ser revestidos por vegetação.



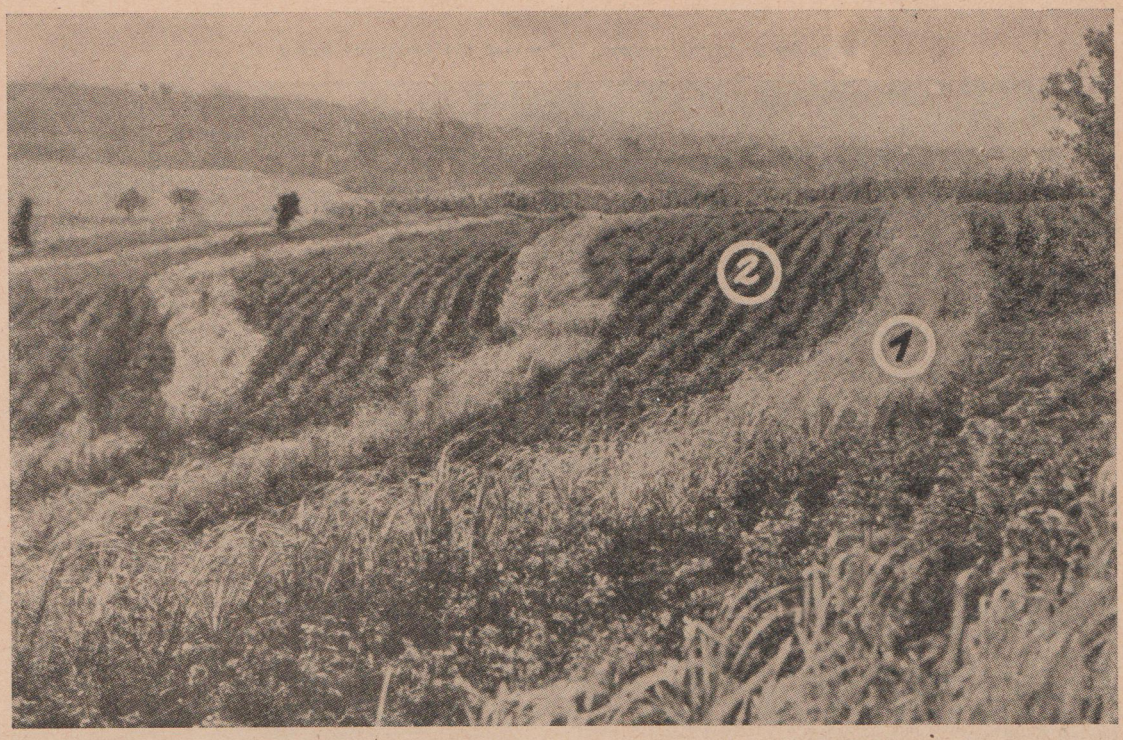
As florestas representam um grande empecilho ao trabalho da erosão, mesmo quando são florestas constituídas sòmente de eucaliptos. Verificou-se que, nos solos florestados, seriam necessários Cr$ 2,50 por hectare para restituir as suas perdas anuais em fertilizantes, e Cr$ 2 880,00, por hectare, para o solo desnudado.



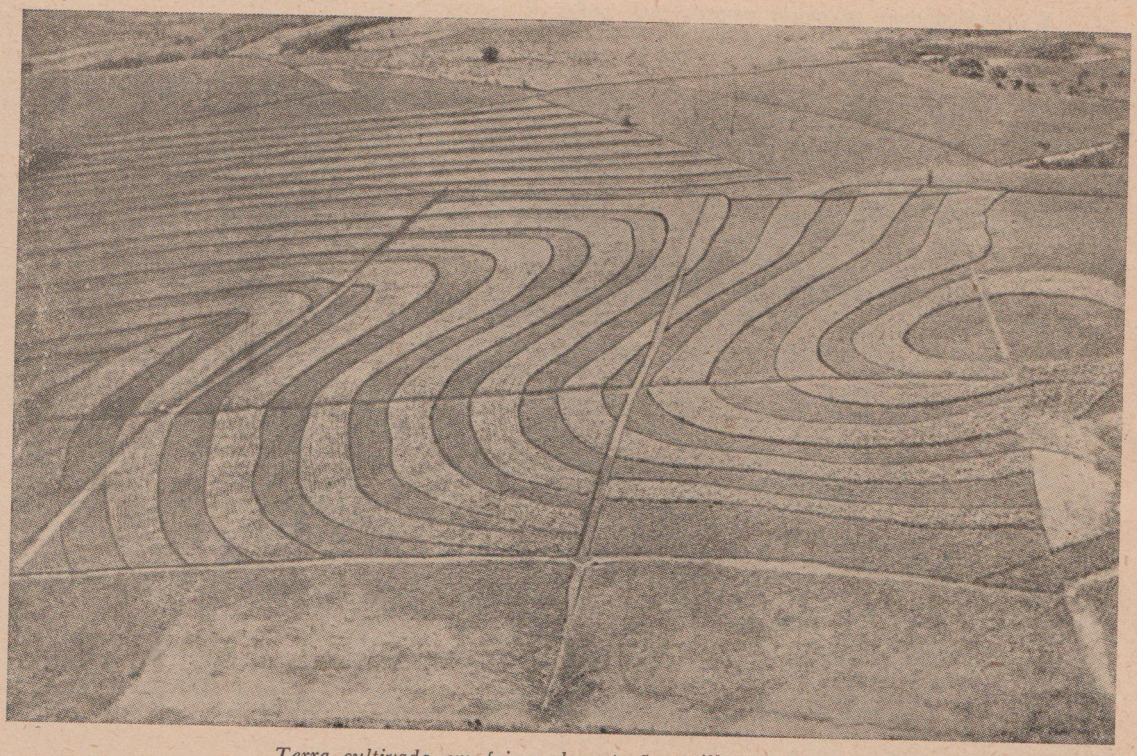
Eis aqui uma cultura nova de videira intercalada com soja, em área terraceada. Estas terras, outrora arruinadas e castigadas pela erosão, hoje apresentam melhores condições físicas, e as culturas, antes falhas e antieconômicas, agora apresentam êste lindo aspecto. O competente técnico desta Estação Experimental sabe que o solo erodido é solo perdido e que a falta de humo torna o solo mineralizado, inerte, estéril e, portanto, improdutivo.



Plantio "em contôrno" ou plantio em nível. Os sulcos formados na terra funcionam como inúmeras barreiras e forçam a absorção de água pelo solo. Eis aí um canavial novo plantado em nível.



O cultivo em faixas é bem vantajoso. As plantas de vegetação densa funcionam como verdadeiras barreiras, diminuindo a velocidade das águas e retendo o solo. A fotografia reproduz uma área cultivada com algodão (2), protegida por cerradas linhas de cana-de-açúcar (1).



Terra cultivada em faixas de rotação: milho e algodão.

"CRIAÇÃO E LAVOURA"

Livros com todos os ensinamentos necessários à vida rural. Volumes de inestimável valor, assinados cada um dêles pelos melhores técnicos no assunto de que tratam.

1 — OS PERUS
Adapt. de José Reis

2 — INCUBAÇÃO
José Reis

3 — MARRECOS E PATOS
Adapt. de José Reis

4 — REFLORESTAMENTO
Mansueto E. Koscinski

5 — CRIAÇÃO DE GALINHAS
José Reis

6 — MANUAL PRÁTICO DO ENXERTADOR
Heitor Pinto César

7 — HORTICULTURA
João S. Decker

8 — FLORICULTURA
João S. Decker

9 — CULTURA DOS CITRUS
Laranjas — Limões — Tangerinas — Limas — etc.
Sylvio Moreira e *A. J. Rodrigues*

10 — MANUAL PRÁTICO DO SERICICULTOR
Victor Caruso

11 — AS PLANTAS DA BORRACHA E SUA CULTURA
Amando Mendes

12 — FLORES NO LAR
João S. Decker

13 — ALIMENTAÇÃO DAS AVES
A. Di Paravicini Tôrres

14 — CRIAÇÃO RACIONAL DE ABELHAS
Pedro Luís van Tol Filho

15 — CRIAÇÃO PRÁTICA DE PEIXES
Cirilo E. de Mafra Machado

16 — ADUBOS E ADUBAÇÕES
Pimentel Gomes

17 — A PRÁTICA DA CIRURGIA NO CAMPO
Heitor Fábregas

18 — EROSÃO
A. B. Primavesi

EDIÇÕES MELHORAMENTOS

N.º 2538