

m.º de Ordem

916

916

**COLEÇÃO RUSTICA  
FOLHETOS DO AGRICULTOR**



**DIRIGIDA POR**

**A. URBANO DE CASTRO, ENGENHEIRO AGRÓNOMO  
JOAQUIM PRATAS, MÉDICO VETERINÁRIO**



**5**

**SOLO FÍSICO E OS SERES VIVOS  
SOLO AGRÍCOLA**

**A. Perez Durão  
e  
A. Urbano de Castro**

# COLEÇÃO RUSTICA

## SECÇÃO I.<sup>a</sup> — O MEIO FISICO E OS SERES VIVOS

1. Solo.
2. Clima.
3. A planta.
4. O animal.

## SECÇÃO II.<sup>a</sup> — OPERAÇÕES GERAIS DE CULTURA

1. Afolhamentos.
2. Reprodução e multiplicação das plantas.
3. Amanhos ou grangeios.
4. Forçagens.
5. Colheita.

## SECÇÃO III.<sup>a</sup> — ARVENSICULTURA

1. Cereais.
2. Leguminosas.

## SECÇÃO IV.<sup>a</sup> — HORTICULTURA

1. Noções gerais de horticultura.
2. Hortaliças, tuberculos e raizes.
3. Cultura de primores.

## SECÇÃO V.<sup>a</sup> — PRATICULTURA

1. Noções gerais de praticultura.
2. Prados artificiais.
3. Prados naturais.
4. Prados de montanha.

## SECÇÃO VI.<sup>a</sup> — JARDINAGEM

1. Noções gerais de jardinagem.
2. Floricultura.
3. Plantas ornamentais.

## SECÇÃO VII.<sup>a</sup> — VITICULTURA

1. Ampelografia.  
Viticultura.

## SECÇÃO VIII.<sup>a</sup> — ARBORICULTURA

1. Plantação e grangeio dos pomares.
2. Pomares de espinhos.
3. Pomares de pevide.
4. Pomares de caroço.
5. Olivicultura.

## SECÇÃO IX.<sup>a</sup> — SILVICULTURA

1. Cultura florestal.
2. Exploração florestal.
3. Plantas resinosas.
4. Plantas folhosas.

## SECÇÃO X.<sup>a</sup> — PLANTAS INDUSTRIAIS

1. Plantas texteis.
2. Plantas oleaginosas.
3. Plantas tinturiais
4. Plantas medicinais.
5. Plantas sacarinas e amilaceas.
6. Plantas aromaticas.
7. Tabaco.

## SECÇÃO XI.<sup>a</sup> — PLANTAS COLONIAIS

1. Café.
2. Cacau.
3. Borracha.
4. Oleaginosas.
5. Outras culturas coloniais.

## SECÇÃO XII.<sup>a</sup> — ACIDENTES E DOENÇAS DAS PLANTAS

1. Acidentes das plantas.
2. Doenças e seus tratamentos.
3. Vegetais e animais destruidores dos parasitas das plantas.

## SECÇÃO XIII.<sup>a</sup> — ZOOTECNIA

1. Gado cavalari e mular.
2. Gado bovino.
3. Gado ovino e caprino.
4. Gado suino.
5. Cão.
6. Gato.
7. Avicultura.
8. Cunilicultura.

## SECÇÃO XIV.<sup>a</sup> — AQUICULTURA

1. Peixes das aguas interiores.
2. Criação dos peixes da agua doce.

## SECÇÃO XV.<sup>a</sup> — SERICICULTURA E APICULTURA

1. Sericicultura.
  2. Apicultura.
- ## SECÇÃO XVI.<sup>a</sup> — MEDICINA VETERINARIA

1. Medicina dos solípedes.
2. Medicina dos bovinos.
3. Medicina dos ovideos e porcídeos.
4. Medicina do cão e do gato.
5. Medicina das aves.
6. Medicina dos coelhos.

## SECÇÃO XVII.<sup>a</sup> — CIRURGIA VETERINARIA

1. Pequenas operações cirurgicas e pensos.
2. Obstetricia.
3. Siderotecnia.

## SECÇÃO XVIII.<sup>a</sup> — TECNOLOGIA RURAL

1. Microbiologia agricola.
2. Moagem e panificação.
3. Bebidas fermentadas.
4. Oleificação.
5. Açúcar.
6. Tecnologia florestal.
7. Lacticinics.

COLECCÃO RUSTICA  
FOLHETOS DO AGRICULTOR

---

O MEIO FISICO E OS SERES VIVOS

# O SOLO AGRICOLA

POR

ANTONIO PEREZ DURÃO

E

ARTUR URBANO DE CASTRO

ENGENHEIROS AGRÓNOMOS



RC  
MNCT  

---

63  

---

DUR

EDIÇÃO  
DA  
EMPRESA NACIONAL DE PUBLICIDADE  
LISBOA-1031

COLEÇÃO RUSTICA  
FOLHETOS DO AGRICULTOR

DIRIGIDA POR

ARTUR URBANO DE CASTRO, engenheiro agronomo  
JOAQUIM PRATAS, medico veterinario

COM A COLABORAÇÃO DE

engenheiros agronomos, engenheiros silvicultores,  
medicos veterinarios, regentes agricolas e florestais,  
economistas e publicistas agricolas

RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE  
PROPRIEDADE, PERTENCENTE À EM-  
PRÊSA NACIONAL DE PUBLICIDADE

«A base da agricultura é o conhecimento dos territórios que devemos cultivar».

*Oliver de Serres*

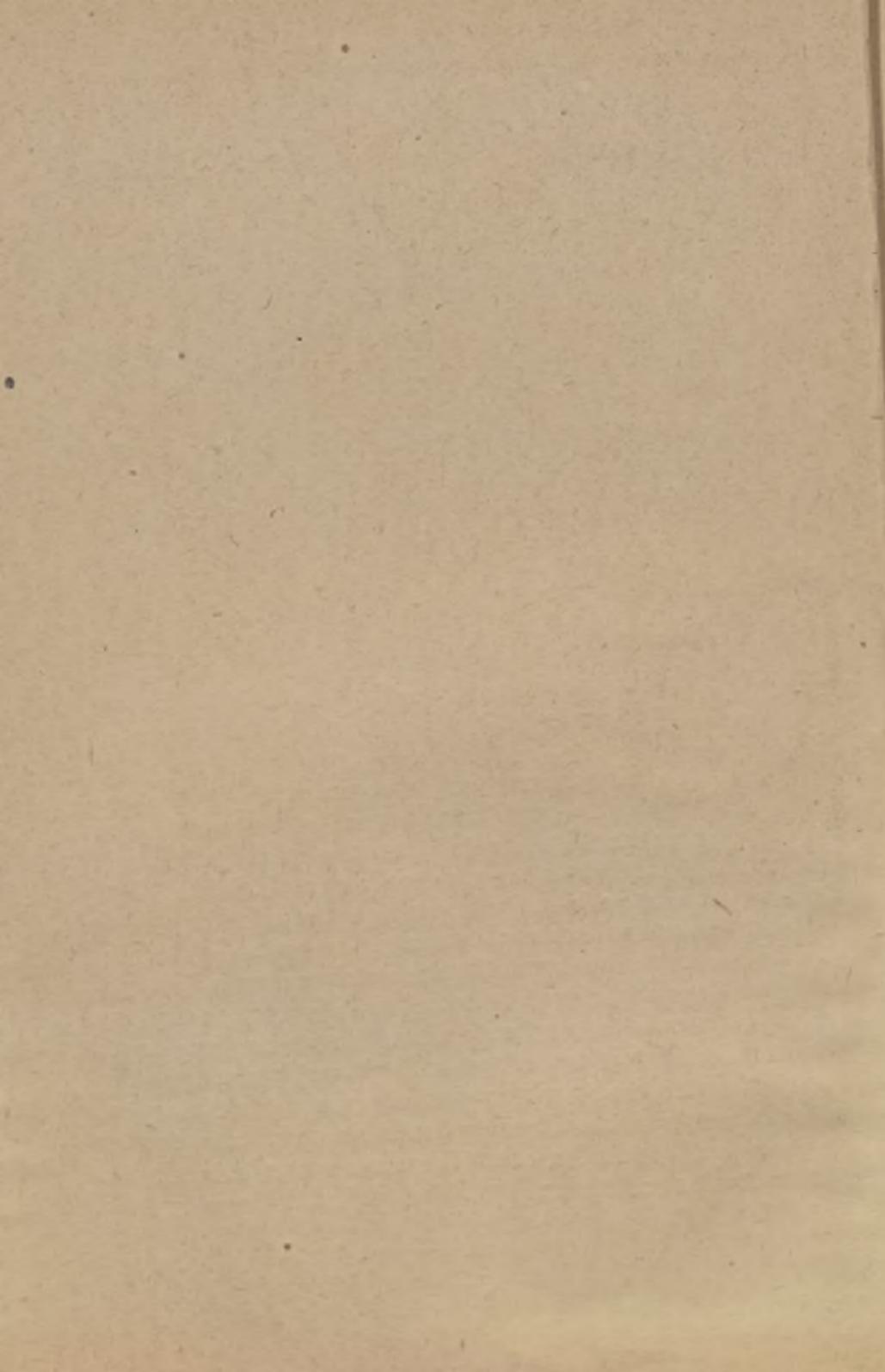
*O assunto tratado neste folheto constitue a matéria de uma ciência nova — a Pedologia ou Ciência do Solo — por ora pouco ou nada vulgarizada, conservando ainda a forma puramente didática. Por isso, a sua linguagem nem sempre é acessível e corrente, como se deve observar em escritos de simples divulgação — como são os da Colecção Rústica.*

*Apesar de moderna, é já ciência vasta, e, constantemente, vai alargando-se com novos e valiosos subsídios e persistentes estudos de autores nacionais e estrangeiros.*

*Ainda que dispuséssemos de mais espaço, seria estulta pretensão querer condensar o que de mais importante se contém em tão extensa matéria.*

*Apenas procuraremos resumir as suas ideias fundamentais, expondo-as pela forma que julgámos mais prática, e tendo, particularmente, em vista que hoje são já bastantes os agricultores inteligentes e laboriosos que desejam abandonar a feição empírica do seu trabalho para o tornar em prática instruída, enquanto não entram resolutamente na ciência aplicada.*

*Este folheto é o primeiro de um volume da Colecção, especialmente dedicado ao estudo do solo, sua preparação e fertilização, e constitue como que a iniciação dos assuntos versados nos dois folhetos que se lhe seguirão.*





## CAPÍTULO I

# PROPRIEDADES DO SOLO



OLO E SUB-SOLO — a) *Solo agrícola ou terra arável* — É a parte superficial, solta e móvel, dos terrenos, resultante da desagregação e degradação das rochas que os formam, efectuada pelos agentes naturais, e da *preparação* que lhes é dada.

A origem, natureza e composição química dos materiais que constituem os solos agrícolas são a dos terrenos de que fazem parte, e, conseqüentemente, das rochas de que êstes provêm. Com êsses materiais misturam-se os detritos e despojos orgânicos, vegetais e animais, e, por entre as suas partículas, circulam o ar, carregado de anidrido carbónico, e a água, quási sempre contendo dissolvidas pequenas quantidades de alguns dos elementos constituintes dos mesmos materiais.

Serve o solo agrícola de *apoio* das plantas, que nêle se conservam na posição habitual, sem lhes difficul-

tar a penetração das raízes, de *meio* necessário ao desenvolvimento destas, e de *alimento*, fornecendo ás plantas as *reservas alimentares* ou elementos nutritivos indispensáveis para germinar, crescer e produzir, a não ser que germes ou substâncias nocivas lhe impeçam esta função de nutrição.

Distinguem-se no solo duas camadas: a *activa*, mais superficial, onde trabalham os instrumentos vulgares da lavoura; a *inerte*, mais profunda, onde êsses instrumentos não costumam penetrar.

Em relação á origem geológica dos terrenos a que pertencem, classificam-se as terras ou solos agrícolas em: *eruptivos* e *sedimentares*, de *formação local* e de *transporte*. Os *sedimentares*, por sua vez, distinguem-se em: *primários*, *secundários*, *terciários* e *quaternários*; os de formação local designam-se pelos nomes das rochas de que provém os terrenos (graníticos, porfíricos, sieníticos, etc.); e os de transporte denominam-se, consoante as causas (água, vento, gelo, marés) (1) que motivaram o arrastamento ou a deposição dos terrenos (Figs. 1 e 2).



Fig. 1. Terrenos de formação local



Fig. 2. Terrenos de transporte

Existem ainda os *solos orgânicos*, cujos terrenos são formados, quasi exclusivamente, por detritos vegetais (turfeiras) ou animais (bancos madreporicos, terrenos lacustres, etc.).

Quanto á sua espessura os solos são: *superficiais* ou *delgados*, *médios* e *profundos*; segundo a sua posição em relação ao horizonte: *planos*, *quasi planos* e *in-*

---

(1) Respectivamente: *aluviões*, *dunas*, *moreias* e *polders*.

*clinados*; e, finalmente, conforme a situação, expostos ao norte, ao sul, a nascente, a poente, e situações intermédias.

b) *Sub-solo* — É a parte mais profunda dos terrenos, subjacente ao solo, dêle distinta pela consistência e côr e ainda pela natureza, sobretudo nos terrenos vulcânicos e orgânicos, que, às vezes, assentam em rochas de diferentes constituições. Nos terrenos de formação local, a distinção entre o solo e o sub-solo é difícil, por não existir esta diferenciação na natureza dos respectivos constituintes, podendo até dizer-se que nêles não existe sub-solo, sendo insensível a passagem dos materiais finos da superfície para os que se conservam junto das rochas originárias.

O papel que o sub-solo desempenha é importante: se é profundo, pouco compacto e permeável permite uma maior expansão das raízes, e, por conseguinte, um apoio mais forte das plantas, e uma mais livre circulação do ar e da humidade; se é rochoso, duro e impermeável ou, pelo contrário, sôlto e demasiadamente permeável, dificulta, quando não impede de todo, a vegetação. No primeiro caso exerce ainda uma função regularizadora da humidade do solo, armazenando as águas pluviais que depois são utilizadas na quadra da estiagem; no segundo caso as chuvas ou se estagnam á superfície do solo, tornando-o excessivamente húmido, ou se escoam por completo, tornando-o árido.

Porque está ao abrigo das oscilações de temperatura exterior, o sub-solo é um meio mais igual e regular de calor do que o solo; e, tanto pela sua natureza, como pela compressão que sofre com o piso dos animais e a passagem dos instrumentos aratórios é, também, mais impermeável do que êle.

Em relação ás reservas alimentares, pode considerar-se como *terra morta*, porque a falta de arejamento e micróbios faz com que os princípios fertilizadores

ou não existam, como o azote, ou, embora existindo em abundância, não estejam em condições de absorção e assimilação, isto é, no estado de serem aproveitados na alimentação das plantas.

2. ESTRUTURA E TEXTURA DO SOLO — a) *Estrutura* — Pelo seu estado de divisão, isto é, pelo volume e pela forma das partículas que o constituem, distinguem-se os solos em: *pedregosos* ou *cascalhentos*, *sai-brentos* ou *leves*, *pesados* ou *fortes*, *compactos* e *francos*.

Nos primeiros predominam os elementos volumosos (pedras), de forma esquinada ou arredondada; nos segundos os elementos sólidos de tamanhos quasi iguais, mas de formas mais ou menos irregulares e rugosas (saibros, areias grossas, etc.); os pesados ou fortes são constituídos por pequeniníssimas partículas impalpáveis e de formas regulares (argila); os compactos são os anteriores aos quais as chuvas arrastaram a areia fina tapando-lhes os poros e canais, tornando-os impermeáveis; finalmente, nos francos existe o equilíbrio entre todos os elementos que os constituem.

As dimensões, em milímetros, dos diversos elementos sólidos são: calhaus ou cascalhos, de 10 e mais; saibros grosseiros, de 5 a 10; saibro fino, de 2 a 5; areia grossa, de 0,25 a 2; areia fina, 0,1 a 0,25; material argiliforme (*argiloides*) 0,005 a 0,1; parte coloidal menos de 0,005.

A apreciação da estrutura é dada pela *análise mecânica*, segundo a qual se determina a percentagem em que entram os elementos sólidos, que é a seguinte nos diferentes solos:

Solos	Areia grossa	Areia fina	Argila
Leves .....	70 a 100	20 a 0	7 a 0
Pesados .....	60 a 0	30 a 90	10 a 40
Compactos .....	20 a 0	50 a 100	60
Francos .....	60 a 70	20 a 30	6 a 10

b) *Textura do solo* — Vem a ser a disposição ou distribuição que nêle tem os elementos sólidos, a qual depende da quantidade de elementos grossos e da maneira como se agregam ou aglutinam as partículas finas. Os interstícios existentes entre êles chamam-se *espaços lacunares*; os quais, num mesmo volume, serão em maior ou menor percentagem conforme a sua disposição: assim, se as partículas se dispozerem sob a forma cúbica, a percentagem é máxima (47,64 %), se a disposição fôr piramidal a percentagem é mínima (25,95 %). Mas, como as partículas nunca são iguais, succede que os espaços lacunares formados pelas maiores ou são preenchidos pelas menores, ou então as partículas aglutinam-se formando *grânulos*, que deixam entre si maiores lacunas. Denomina-se *compacta* a textura das partículas no primeiro caso, e *granulosa* no segundo; aquella é extremamente desfavorável á

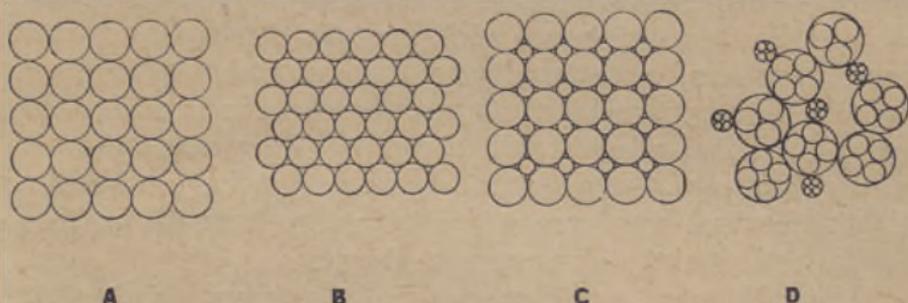


Fig. 3. Textura do solo : A. Cubica. B. Piramidal. C. Compacta. D. Granulosa

vegetação, ao passo que a segunda lhe é muito favorável (Fig. 3).

3. SUPEFÍCIE INTERNA DO SOLO — É dada pela soma das superfícies de cada partícula terrosa, e será tanto maior quanto menores forem as suas dimensões, como

se verifica no seguinte resultado das experiências de King:

Natureza dos terrenos	Percentagem das capacidades dos espaços lacunares	Superfície, em hectares, dos elementos, por m <sup>3</sup>
Argila muito fina.....	52,9	64,27
Terra argilosa .....	48	40,89
Terra forte formada por elementos finos .....	49,2	26,08
Terra franca .....	44,1	17,20
Terra argilo-siliciosa .....	38,8	13,65
Terra arenosa .....	32,5	4,07

Num dado volume de terra, quanto maior fôr a superfície interna do solo melhor se dissolvem os seus elementos minerais, maior a capacidade de embebição e ainda o seu poder absorvente de princípios fertilizadores.

4. PROFUNDIDADE — A profundidade do solo tem grande influência na sua fertilidade. Quanto maior fôr o cubo de terra posto á disposição das raízes maior será, também, a quantidade das reservas nutritivas de que podem usufruir. É, por êste motivo, que, conforme Garola, *a espessura da camada arável, onde as raízes podem estender-se, tem directa influência sôbre as produções*. Os terrenos profundos sofrem menos com a estiagem e o excesso de água.

Em princípio, é recomendável o aumento crescente da camada arável ou parte activa do solo pela ruptura da camada inerte ou do próprio sub-solo; todavia, nem sempre convirá misturá-la, porquanto êste e mesmo aquella podem não ser meios ricos e susceptíveis de se tornarem activos, devendo, pois, nessa prática, usar-se de toda a cautela.

5. PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO — São as que o solo, considerado massa inerte, possui, independentemente das reacções químicas e dos fenómenos bioló-

gicos que nêle se dão. Manifestam-se umas sem influência das acções exteriores, são as *intrinsecas*; outras só quando actua no solo a água, o ar ou o calor, são as *extrinsecas*.

A) *Propriedades intrinsecas*.— São: a *densidade*, a *tenacidade*, a *coesão* e a *aderência*.

a) *Densidade* — É o peso por unidade volume: que é *real* se representa apenas o peso dos elementos constitutivos, e *aparente* se é o peso da terra incluindo os espaços lacunares. A densidade do solo varia com a sua constituição elementar; assim um metro cúbico de terra húmifera pesa  $1.126^{kg,6}$ ; de terra arenosa,  $1.374^{kg,6}$ ; de terra argilosa,  $1.683^{kg,2}$ ; e de terra calcárea,  $1.720^{kg}$ .

b) *Tenacidade* — Vem a ser a resistência que os solos opõem á penetração dos instrumentos de lavoura. Depende da composição elementar e da textura.

c) *Coesão* — Consiste na fôrça que une entre si as partículas terrosas, quer pelo próprio peso, quer pela acção aglutinante das *substâncias coloidais* (2). (Fig. 4). Depende da composição elementar, da textura, da compressão e do estado de coagulação dos coloides.

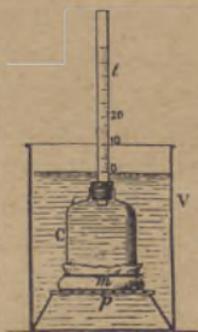


Fig. 4. Dialisador

d) *Aderência* — É a fôrça, em virtude da qual os solos aderem aos instrumentos de lavoura. Depende da superfície de contacto e da pressão que os mesmos exercem durante o trabalho,

---

(2) *Coloides*, são as substâncias que, ainda mesmo no estado de máxima divisão dos seus elementos, não se dissolvem nos meios líquidos nem atravessam as membranas porosas dos *dialisadores*.

do estado de humidade, da textura e da composição elementar. As terras argilosas e fortes são muito aderentes, o contrário do que sucede com as arenosas ou ligeiras. A argila adere mais á madeira do que ao ferro, inversamente do que se dá com a areia. No trabalho da terra é necessário ter em linha de conta, além da aderência, o *atrito de fricção*, que é representado, no cálculo do *esfôrço de tracção*, por um coeficiente variável entre 0,32 e 0,83. Este atrito eleva-se com o enferrujamento do ferro ou com a rugosidade da madeira de que são constituídos os instrumentos de lavoura, com o estado de humidade, etc.

B) *Propriedades extrinsecas que se manifestam pela acção da água* — Este elemento é um dos mais importantes factores da produção agrícola, que se depende da *fertilidade* do solo, é elle quem regula a *produtividade* (3).

Como só os princípios nutritivos solúveis são absorvidos directamente pelas plantas, e a solubilização dêstes é muito pequena, resulta que os vegetais carecem de absorver e evaporar grandes porções de água para os fixarem na quantidade necessária á formação da matéria sêca das colheitas (4). Quer dizer, o rendimento depende, além da fertilidade do solo, mais do regime de águas do que dos outros factores da produtividade, tais como os adubos, o calor, a luz, etc.

As propriedades físicas que se manifestam pela acção da água são: *humidade*, *poder de embebição*,

---

(3) A *fertilidade* depende da aptidão natural da terra para produzir; a *produtividade* deriva do conveniente aproveitamento da fertilidade. *A questão das adubações*, Prof. Rebejo da Silva.

(4) Está calculado que as plantas cultivadas necessitam absorver e evaporar, respectivamente, 300 a 800 quilogramas de água, conforme os solos são férteis ou pobres, para produzirem 1 quilograma de matéria sêca. Assim, se num hectare se produzir, em média, 2.000 litros de trigo, de peso específico 800 gramas, a produção total em grão pesará 1.600 quilogra-

*permeabilidade, higroscopicidade, capilaridade, tensão superficial e evaporação.*

a) *Humidade* — A maior parte provém das precipitações ou condensações atmosféricas sob a forma de chuva ou de geada.

A água das chuvas segue no solo três caminhos diferentes: uma parte escorre pela superfície sem penetrar na terra, outra mantém-se sôbre ela e volta, por evaporação, á atmosfera, e, finalmente, uma terceira penetra no solo, mais ou menos profundamente, e, depois, ou volta á superfície por capilaridade, ou perde-se nas profundidades, constituindo as *águas subterrâneas*.

A quantidade de água que escorre pela superfície é calculada num têrço do total da água recebida; variando, sensivelmente, com a inclinação e permeabilidade do solo, e com a intensidade e violência das chuvas.

Segundo Déherain, as percentagens das águas evaporadas e infiltradas, nos dois tipos extremos de terras, são as seguintes:

	Água evaporada	Água infiltrada
Terras ligeiras sôltas.....	12,7	87,3
Terras ligeiras comprimidas .....	35	65
Terras fortes sôltas.....	13,6	86,14
Terras fortes comprimidas .....	80,1	19,9

Observa-se, pois, que as terras sôltas absorvem cêrca de  $\frac{5}{100}$  da chuva caída, não chegando a haver o escor-

---

mas. Contando a palha pelo dôbro dêste peso, obter-se-á uma colheita total, isto é, a parte área da cultura ceifada, igual a 4.800 quilogramas, correspondendo 14 % dêste peso á *água de vegetação*, e 86 % á matéria sêca, ou seja 4.128 quilogramas por hectare, os quais exigem, respectivamente, 1.238.000 ou 3.302.000 quilogramas de água, nos solos férteis ou pobres.

rimento superficial ; a compressão triplica a evaporação nas terras ligeiras e sextuplica nas fortes ; a infiltração é favorecida pela permeabilidade, pela constituição física ou elementar e pelo estado dos coloides do solo.

b) *Poder de embebição* — É a propriedade em virtude da qual o solo retém, até um *limite*, chamado de *saturação*, a água que nêle se infiltra. Em cada partícula terrosa, êste limite é atingido quando a água infiltrada forma em redor dela um véu que impede de reter mais líquido ; quando êsse véu excede determinada espessura rompe-se e a água, pela fôrça da gravidade, é arrastada para as camadas inferiores, indo infiltrar-se em outras partículas e formar novos véus. Portanto, o poder de embebição do solo vai até que todas as partículas atinjam o seu limite de saturação e depende da textura, da superfície interna e dos seus constituintes coloidais.

O estado de saturação aquosa, impedindo a circulação de ar nos espaços lacunares, constitue um ambiente adverso ás plantas e aos micróbios úteis do solo, exceptuando-se as plantas dos solos pantanosos, e, entre as cultivadas, o arroz.

O grau de humidade mais favorável á vida das plantas deve oscilar entre 40 % e 50 % do seu conteúdo de água, no estado de saturação.

Segundo Zeuger, a percentagem do poder de embebição dos diferentes solos é a seguinte :

Terras	Pó grosseiro	Pó fino
Areia quartzífera .....	26,0	53,5
Argila .....	66,2	57,5
Terra de turfa.....	104,5	101,0
Pó de turfa.....	377,0	268,5
Margas .....	30,2	54,5

Êstes números provam, nítidamente, a influência do estado de divisão das partículas terrosas e do conteúdo coloidal (argila e humus) do solo.

c) *Permeabilidade* — É a propriedade dos solos de se deixarem infiltrar pela água. Chamam-se *permeáveis* os solos que possuem essa qualidade, e *impermeáveis* os que dificilmente são atravessados pela água, escorrendo esta pela sua superfície.

A permeabilidade depende da textura e da constituição elementar. Sob este ponto de vista, os elementos sólidos do solo distinguem-se em: *ordinários* e *impalpáveis*. Uma percentagem de 30 % destes últimos produz a impermeabilidade (Boittel).

Assim as argilas, constituídas por elementos finíssimos, retêm muito a água, mas não a deixam circular, sucedendo o contrário com os solos pedregosos e saibrosos.

É a permeabilidade que preside á regularização da humidade dos solos, os quais podem classificar-se em: *frescos*, *sêcos*, *húmidos* e *pantanosos*. Praticamente, pode apreciar-se observando o caminho que as águas levam depois das fortes chuvas, isto é, se escorrem em abundância pela superfície ou se infiltram, com maior ou menor dificuldade. Neste caso, examinando um corte vertical do solo, pode determinar-se o tempo que a água leva a penetrar e a profundidade que atinge.

d) *Higroscopicidade* — Assim se denomina a propriedade que o solo possui de condensar ou fixar a humidade atmosférica. Tem uma importância muito limitada, pois só se aprecia quando o ar está completamente saturado de vapor de água ou quando o solo tenha perdido quasi inteiramente a água que possuía. O solo só absorve da atmosfera o vapor aquoso quando contenha menos de 5 % de água (Mayer), mas, neste caso, as plantas morrem por *secura* antes que o solo possa começar a usufruir os benefícios desta sua propriedade física, pois que o mínimo de humidade que pode impedir ou paralisar a vegetação é, segundo Sestini, cerca de 9 % em peso, nas terras argilosas, e 6 %, nas arenosas. Além disso, nos períodos de estiagem,

em que mais se poderia fazer sentir a sua benéfica influência, a quantidade de vapor aquoso existente na atmosfera é tão pequena, devido á temperatura elevada, que se dá o fenómeno inverso, é o solo que cede á atmosfera a parte da água anteriormente fixada.

e) *Capilaridade* — Vem a ser a propriedade que tem os líquidos de subirem no interior dos tubos capilares, isto é, de diâmetro extremamente pequeno. No solo constituem-se ligações entre os espaços lacunares formando verdadeiros tubos capilares, mais ou menos sinuosos, por onde a água das camadas profundas sobe até á superfície. A mobilização do solo, aproximando entre si as partículas terrosas, diminue o diâmetro dos canalículos capilares e estimula uma ascensão mais activa da água das camadas profundas, motivo porque as perdas de água, por evaporação, são menores nos solos trabalhados. A compressão do solo exerce idêntica acção. Por motivo inverso, as sachas opõem-se á capilaridade, fazendo com que a água permaneça nas camadas intermédias ou zonas das raízes, não chegue á superfície do solo e se evapore, beneficiando assim as plantas no período da estia-gem.

A capilaridade depende do estado de divisão das partículas terrosas, da textura e da composição elemental do solo, cujo poder capilar se pode classificar em: *fraco*, nas areias grossas; *médio*, nas areias finas; *forte*, nas argilas, enquanto não incham e se tornam compactas; *máximo*, no humus.

Para os efeitos benéficos da capilaridade, o sub-solo exerce uma acção decisiva, porque é nêle que, por via de regra, se forma o reservatório da água para a manutenção da vida vegetativa sôbre o solo.

As causas que, mais directamente, determinam a capilaridade do solo são: a evaporação superficial sob a influência do calor, do vento e do estado higrométrico do ar; a vegetação; o estado de divisão das

partículas terrosas; e o estado de repouso ou assentamento do solo.

f) *Tensão superficial* — A propriedade que possuem os líquidos, no estado livre, de se dividirem em gôtas esféricas que se unem fortemente ás paredes dos corpos com que contactam, chama-se *tensão superficial*. No solo, esta fôrça é tanto maior quanto menor fôr o véu líquido que envolve as suas partículas.

É, em parte, devido a ela que se realiza o movimento da água através as camadas do solo; pelo contacto de dois véus líquidos, de diferentes espessuras, produz-se a passagem da água do mais espêsso para o menos espêsso até serem iguais, isto é, se fazer o equilíbrio; uma vez êste estabelecido, a evaporação ou qualquer outra causa poderá rompê-lo, e, então, repete-se o movimento, depois novo equilíbrio e assim sucessivamente.

Como se vê, é uma propriedade que se conjuga com a capillaridade para assegurar, o mais possível, a regularidade do estado húmido dos solos, porque a sua acção estende-se, em muitos casos, a grandes distâncias. Sempre que os canalículos capilares do solo se encontram cheios de água e nos espaços lacunares maiores circula o ar existe as melhores condições de vida das plantas. Pelo contrário, quando os capilares não contém agua e esta se encontra nos espaços lacunares cobrindo as partículas com um delgado véu, o solo diz-se *sêco*, estado êste o mais favorável para ser trabalhado.

g) *Evaporação* — É a propriedade que possui o solo de perder parte da água que contém. Depende de vários factores, sendo os mais importantes: o tamanho das partículas terrosas, a exposição, a inclinação, o vento, a temperatura, o estado higrométrico do ar, a vegetação, etc.

A evaporação é tanto mais activa quanto maior fôr

a superfície exposta ao ar. A rolagem do solo, regularizando a superfície, diminue a evaporação; a gradagem facilita-a. Nas terras ligeiras é intensa, nas fortes pouco activa. A vegetação que reveste o solo aumenta consideravelmente a evaporação. Os solos que mais facilmente enxugam são os menos propícios ás culturas.

C) *Propriedade extrinseca que se manifesta pela acção do ar.* — O solo deve ser arejado, isto é, permeável ao ar e aos gases que nêle se formam.

O arejamento varia de intensidade com a estrutura e textura do solo, a pressão atmosférica, o quantitativo de água e o grau de compressão. Pela mobilização do solo, o ar circulando livremente por entre as patriculas terrosas, impede que a sua atmosfera se vicie pelo anidrido carbónico produzido pela respiração das raízes, e se torne um meio redutor que a dificulta assim como as recções oxidantes provocadas pelos microorganismos aeróbios (5).

D) *Propriedades extrinsecas que se manifestam pela acção do calor* — Essas propriedades são: o aquecimento e a temperatura:

a) *Aquecimento* — As principais fontes caloríficas do solo são: as radiações solares, as chuvas quentes e as condensações do vapor aquoso da atmosfera, a propagação parcial do calor central do glôbo, as reacções químicas e as fermentações que nêle se efectuam. A mais importante é o calor solar: segundo Langley, o solo recebe, por hora e metro quadrado, cêrca de

---

(5) *Oxidação* é o fenómeno químico provocado pela acção do oxigénio do ar sôbre determinado composto. *Redução* é o fenómeno químico de que resulta a subtracção do oxigénio ou de qualquer outro metaloide a determinado composto. O agente que provoca a redução diz-se *reductor*. O hidrogénio é o reductor por excelência.

um milhão de calorías, quando o Sol se encontra na posição vertical e o céu está límpido.

Opõem-se ás causas de aquecimento: a irradiação, a condutibilidade do calor das camadas superficiais para com as mais próximas da atmosfera, e a evaporação da água. A resultante destas causas determina a temperatura do solo num dado momento.

A água, como má condutora do calor, é o elemento que mais dificulta o aquecimento do solo. O vento provocando a evaporação da sua humidade arrefece-o (Hall). Por esta razão é que, em horticultura, se usa cobrir os canteiros com palhas, cartões alfaldados, etc.

A vegetação evita o arrefecimento, em virtude do que os solos nus resfriam mais facilmente.

As terras arenosas são melhores condutoras do calor, propagando-se nelas a maiores profundidades que nos solos argilosos; as humíferas são as menos condutoras (Mellish).

Tem, também, grande influência nas condições térmicas do solo a *orientação*, a *inclinação* e a *côr* do mesmo.

A nascente a terra aquece mais cedo, e, por isso, os nevoeiros e as geadas desaparecem mais rapidamente, podendo as variações bruscas de temperatura, que ás vezes oscilam de 0 a 10 graus, ocasionar graves danos ás plantas, sobretudo á vinha. A norte e poente o aquecimento é tardio, porque os raios solares só da parte da tarde exercem a sua acção calorífica, originando uma humidade excessiva e variações de temperatura, algumas vezes prejudiciais. A sul, o aquecimento é gradual, devido a o solo receber, pouco a pouco, os raios solares, não havendo mudanças rápidas de temperatura.

Os solos inclinados aquecem mais facilmente que os de planície porque são menos permeáveis á água, e, geralmente, constituídos por elementos sólidos de maior volume e melhores condutores do calor.

A côr influe bastante no aquecimento dos solos, sobretudo se não fôrem excessivamente húmidos; os solos escuros absorvem mais intensamentê o calor que os esbranquiçados.

b) *Temperatura* — Tem uma influênciã enorme na vida vegetativa, directamente, no período de germinação, e, indirectamente, modificando as condições gerais de nutrição das plantas, activando a vida dos micróbios, etc.

Comparando a temperatura da camada arável com a do ar atmosférico verifica-se que no outono e inverno as diferenças são mínimas ou nulas; na primavera e verão a do solo é superior 3 a 4 graus. A partir de uma profundidade de 25 cm., a temperatura do solo sofre variações bastante sensíveis, tanto menores quanto mais se profunda, até um limite, porém, variável com o clima, na qual se mantém constante, e que se denomina *linha de iguais temperaturas*.

6. PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO — Consideram-se indispensáveis á vida das plantas os seguintes elementos químicos: oxigénio, carbono, azote, hidrogénio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre, ferro e manganés: os quatro primeiros são fornecidos pela atmosfera e pelo solo; os restantes exclusivamnete pelo solo. Além dêstes, fazem parte da composição mineral das plantas outros elementos químicos que o solo também fornece, tais como o silício, cloro, sódio, rubídio, bromo, iodo, fluor, cobre, boro, lítio, alumínio (6),

---

(6) Reconheceu-se, recentemente, que o alumínio aparece nas fôlhas de quási tódas as fanerogâmicas, em proporções que variam de 10 miligramas a alguns decigramas, e só, excepcionalmente, na fôlha do feijoeiro sobe a mais de 1 grama, por cada quilograma de matéria sêca. Afirma-se, também, que o alumínio intervem favoravelmente na nutrição das plantas, pois encontra-se sempre nas fôlhas verdes (ricas de clorofila) e falta nas estioladas (Georgette Levy e Gabriel Bertrand).

níquel, titânio, zinco, cobalto e o arsénio: os três primeiros, apesar de existirem constantemente nas cinzas das plantas, nem sempre se tornam necessários; os restantes consideram-se *acidentais* visto não serem ainda conhecidas as suas funções nutritivas.

Os constituintes minerais do solo só solubilizados na água são absorvidos e assimilados (7) pelas plantas. Essa solução e as múltiplas e complicadas reacções produzidas no seu seio, originam o que se chama *solução circulante do solo*, que constitue a fonte alimentar das plantas. Nem sempre a riqueza, em princípios nutritivos, dos materiais sólidos do solo serve de indicador da riqueza da solução circulante, que depende de variadíssimos fenómenos realizados intimamente no solo: razão porque a análise química não deve ser considerada como o único elemento de apreciação da fertilidade.

As propriedades químicas do solo são: o *poder absorvente*, a *reacção* e a *toxidade*:

a) *Poder absorvente* — É a propriedade pela qual o solo, em determinadas condições, fixa os princípios nutritivos que nele existem ou se encorporam.

Ao passo que uns são absorvidos nas suas diferentes combinações, como o fósforo, o potássio e a amónia, ou no estado gasoso, como o oxigénio, o anidrido carbónico e o amoníaco, outros não são absorvidos, como são os nitratos e a cianamida.

A acção do poder absorvente é *mecânica*, se depende da constituição elementar e textura do solo; *química*,

---

(7) A *absorção* é devida ao fenómeno físico-químico a *osmose*, em virtude do qual os princípios nutritivos penetram nas plantas através as paredes dos pêlos radiculares. *Assimilação* é a função interna que a planta exerce sobre os princípios nutritivos, principalmente pela acção da *clorofila* e da luz solar, e da qual resulta a sua transformação e fixação, constituindo a matéria sêca.

quando provém das reacções provocadas pelos constituintes do solo denominados *coloides* (8).

Quando os princípios nutritivos, em solução circulante, não são fixados pelo poder absorvente, e as plantas os utilizam directamente, dizem-se *móveis*; se os coloides os retêm, formando com êles os *compostos de absorpção* dizem-se *imóveis*, constituindo-se, dêste modo, as *reservas alimentares* do solo.

O poder absorvente é a propriedade química mais importante do solo; a ela se deve não serem dissolvidos e arrastados pelas águas das chuvas a potassa, os sais amoniacais e outros princípios nutritivos de importância, o que não sucede com os nitratos.

A propriedade absorvente é máxima nos solos argilosos e húmíferos e mínima nos arenosos, circunstância esta a considerar na prática das adubações. Nos primeiros o poder absorvente excluindo da nutrição

---

(8) Assim se denominam os constituintes do solo que, na observação microscópica, não revelam nenhuns vestígios de estrutura cristalina. São tipicamente coloidais os elementos que formam a matéria orgânica do solo e como coloidais se consideram também alguns dos seus constituintes elementares, tais como a argila, a sílica, a alumina e bem assim os hidratos férrico e manganésico.

As substâncias coloidais formam dois grupos: o dos *suspensoides*, representado pela argila, sílica, alumina, etc.; e o dos *emulsoides* representado pelos derivados do humus. Os coloides, em geral, não se apresentam no mesmo estado de *suspensão* ou *emulsão*, e assim dizem-se *sol* se formam com o próprio meio líquido falsas soluções, e *gel*, quando o abandonam coagulando. Se, em qualquer dos casos, o meio líquido é a água, aqueles estados tomam os nomes *hidro-sol* e *hidro-gel*.

Uma das propriedades mais características dos coloides é a que deriva dos fenómenos físico-químicos de *reversão* e *inversão*. Dizem-se *reversíveis* os coloides que podem coagular e descoagular segundo as circunstâncias do meio ambiente; *inreversíveis* os que uma vez coagulados já não voltam á forma de pseudo-solução. No solo, o agrupamento mineral é inreversível enquanto os emulsoides da matéria orgânica são reversíveis.

imediate das plantas muitos dos princípios nutritivos faz com que êles necessitem para se restaurar de grandes quantidades de adubos, enquanto nos últimos os adubos são imediatamente utilizados pelas plantas, necessitando-se de menores quantidades para lhes restaurar as faculdades produtivas. Este princípio não é, porém, absoluto: se, de facto, os solos arenosos necessitam de menos adubos, também a sua produtividade é menor, razão porque se lhes deve encorporar, sempre que fôr possível, quantidades sucessivamente maiores de matéria orgânica (estrume de curral e verdes) para lhes aumentar o poder absorvente e assim poderem consentir maiores adubações e darem maiores colheitas.

b) *Reacção do solo* — As reacções que, pela análise, podem verificar-se no solo e que constituem uma das mais importantes propriedades a considerar nas suas faculdades produtivas são: *ácidas, alcalinas e neutras*. Simbolizam-se pela expressão *Ph* e por um número indicativo do estado de reacção: 1 a 6 representa acidez, 7 neutralidade, 8 a 10 alcalinidade (9).

A reacção do solo tem uma enorme influência no desenvolvimento vegetativo das plantas, sendo a sua acção comparável á que exercem a água e a temperatura (O. Arrhenius).

Pode impedir que os princípios nutritivos sejam absorvidos e prejudicar ou anular os fenómenos bioquímicos úteis ou estimular os nocivos.

Está provado que, a estados anormais de acidez ou alcalinidades crescentes, correspondem também

---

(9) Determina-se, praticamente, deitando, em um extracto aquoso de terra (água pura sempre que fôr possível) uma gôta de solução de *azul bromotimol*: se o líquido cõra de verde a reacção é neutra, se se torna amarelo é ácida, se fica azul é alcalina (Wherry). O exame faz-se em um tubo de ensaio.

crescentes acções tóxicas sobre a vegetação, ás quais não resistem igualmente todas as plantas, como demonstram as experiências de Salter e Mac-Ilvaine, expressas no seguinte gráfico (Fig. 5) que põe bem em destaque a dependência que existe entre a reacção do solo e o desenvolvimento vegetativo :

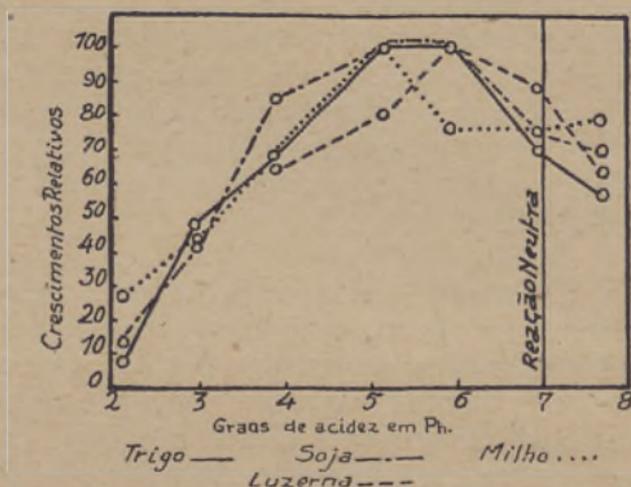


Fig. 5. Dependência entre a reacção do solo e o desenvolvimento vegetativo

Consideram-se como valores normais de reacção os compreendidos entre  $Ph=5$  e  $Ph=6$ ; os valores de reacção ácida mais elevada  $Ph=4$  e  $Ph=3$ , e alcalina mais alta,  $Ph=8$  e  $Ph=9$ , dão origem a desenvolvimentos sucessivamente decrescentes.

A acidez do solo pode ser devida: a escassês ou insuficiência de cal, e, por conseguinte, a chuvas abundantes que arrastem os sais solúveis, sobretudo o carbonato de cálcio, sob a forma de bicarbonato; a abundância de matéria orgânica, a sua transformação pela acção dos microorganismos anaeróbios, a adubações repetidas com adubos fisiologicamente ácidos (sulfato de amónio, sulfato e cloreto de potássio, gêsso, etc.), ao poisio prolongado, por falta de arejamento, etc.

Pelo contrário, a alcalinidade é originada pela abundância de carbonato de cálcio, escassês de chuva, etc.

Não se conhecem ainda, com precisão, as causas das influências prejudiciais exercidas pela acidez e alcalinidade do solo sôbre a vegetação: o que se verifica é que a absorpção da solução circulante do solo é tanto mais difícil quanto mais elevado fôr o estado de acidez ou alcalinidade da mesma solução. Em condições anormais de acidez o desenvolvimento vegetativo é impedido por uma forma especial de esterilidade, á qual Schimper deu o nome de *esterilidade fisiológica*; nos casos anormais de alcalinidade são contrariados os fenómenos de absorpção do fósforo e do ferro, resultando no primeiro caso o *nanismo* (fome de fósforo) e no segundo a *clorose* (fome de ferro) ou seja o amarelecimento, sem causa patológica directa, das partes verdes das plantas.

A reacção do solo varia com a profundidade: a ácida diminue, a alcalina aumenta ou diminue.

c) *Toxidade do solo* — A esterilidade do solo depende tanto da presença de certas substâncias tóxicas como da existência de germes prejudiciais, cujas actividades as produzem. Entre as primeiras temos: o cloreto de sódio ou sal comum, que origina as terras salgadas, o sulfureto, o sulfato e o protoxido de ferro, os sais de manganês e de potássio; entre os segundos há os microorganismos que, como veremos, provocam a desnitrificação e outras reacções bio-químicas que podem elevar o grau de acidez do solo; a imobilização de alguns dos seus elementos nutritivos, etc.

## CAPÍTULO II

# OS MICRÓBIOS DO SOLO

7. POPULAÇÃO MICROBIANA DO SOLO — É nas camadas superficiais em que vivem as plantas e os animais e onde, a pouco e pouco, se acumula o humus, que, principalmente, se exerce a actividade dos micróbios do solo.

Constituem êstes uma numerosíssima categoria de seres vivos com estrutura aparentemente muito simples, a maioria das vezes unicelular, de dimensões microscópicas, que se reproduzem com extraordinária rapidez, e que, não possuindo clorofila ou qualquer outro pigmento activo, salvo raras excepções, são incapazes de produzir, á custa dos elementos minerais, a sua matéria orgânica. É vaga e talvez insuficiente esta definição para conter todas as diferenciações que êles apresentam, não só sob o ponto de vista da forma e constituição do seu organismo como, também, pelas suas complicadas actividades biológicas e pelos lugares que ocupam na classificação geral dos seres organizados.

No entanto, serve para dar uma ideia da extrema variabilidade desses seres, embora a melhor forma de identificação seja a que depende da apreciação das suas *actividades funcionais*, ou, em resumo, da sua vida.

Os agrupamentos microbianos classificam-se, segundo a sua origem, em: *microflora*, os provenientes do reino vegetal, que são as *espécies bactericas*, as *algas* e os *fungos* (Fig. 6); *microfauna*, os do reino

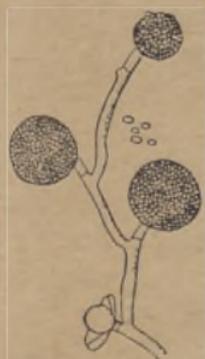


Fig. 6. Fungo

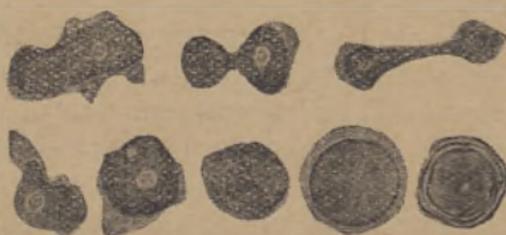


Fig. 7. Fases do desenvolvimento de uma ameba (protozoário)

animal, compreendendo uma variadíssima série de protozoários (10) (Fig. 7); e conforme vivem na presença ou ausência do ar atmosférico em *aeróbios* e *anaeróbios*.

(10) A afamada Estação Agronómica de Rothamsted avaliou a seguinte população microbiana dos solos agrícolas (número de germes em uma grama de terra):

	Solo	Sub-solo
<i>Microflora</i>		
Bactérias .....	45.000.000	22.500.000
Algas .....	100.000	—
Fungos (hifomicetas) .....	1.500.000	700.000
<i>Microfauna</i> (Protozoários)		
Ciliados .....	1.000	100
Amebas .....	280.000	150.000
Flagelados .....	770.000	350.000

As poeiras e as águas das chuvas são quem enriquece o solo das múltiplas formas microbianas que consigo arrastam, depositando-as á superfície, difundindo-se estas, depois, em extensão e profundidade, em virtude do escorrimento e da infiltração das águas, da penetração das raízes, da acção digestiva de alguns animais (11), e, em mínima parte, por movimento próprio, devendo juntar-se, ainda, a estas causas naturais os trabalhos agrícolas realizados pelo homem.

Dadas estas múltiplas causas, as suas variadíssimas exigências nutritivas, a sua prodigiosa capacidade de reprodução e a produção de formas de vida latente (*esporos*), que resistem e sobrevivem ás acções mais desfavoráveis do ambiente, não é de estranhar que os micróbios se encontrem sempre no solo, qualquer que seja a sua posição no glôbo. Mas também é natural que, em consequência da variabilidade dos meios de difusão e da enormíssima diversidade das condições físicas e químicas do vários solos, a população microbiana neles deva sofrer grandes oscilações, tanto em superfície como em profundidade (12).

A aridez do solo, causada pelo calor solar, faz com que os micróbios alastrados á sua superfície, não encontrando ali meios de vida, emigrem para as camadas mais internas, realizando-se dêste modo a sua difusão em profundidade. A população microbiana, que atinge

---

(11) Sobretudo a minhoca, cuja microflora intestinal quasi não difere da do solo.

(12) Número de germes por uma grama de terra:

Terreno detrítico inculto.....	2.800 a	10.600
Terreno vulcânico inculto.....	27.000 a	28.000
Solo de aluvião.....	45.000 a	128.000
Solo da floresta.....	135.000 a	145.000
Solo cultivado e adubado.....	1.000.000 a	11.000.000
Solo limo arenoso.....	6.000.000 a	10.000.000
Terra negra da Rússia.....	50.000.000 a	182.000.000

a sua máxima densidade entre 10 e 15 centímetros de profundidade, pode ir a dois metros, e até ultrapassar, conforme a permeabilidade do sub-solo. Nos solos virgens ou de há muito em repouso, a difusão em profundidade é dificultada não só pela pobreza da matéria orgânica das camadas inferiores, como pela impermeabilidade das mesmas ao ar e á água; nos solos cultivados, pelo contrário, os trabalhos agrícolas facilitam-na.

8. INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO — As propriedades físicas, particularmente a textura, o arejamento, a temperatura e o estado de humidade, bem como as condições químicas, em especial a composição química e o estado de reacção, podem facilitar ou contrariar as actividades microbianas do solo.

A textura compacta, dificultando, como se disse, a circulação do ar e da água e a regularização do aquecimento e da temperatura, e opondo-se, também, á distribuição uniforme da solução circulante, torna o meio ambiente pouco higiénico e nutritivo, e, consêquentemente, desfavorável á vida e actividade dos micróbios. Já não sucede o mesmo nos solos de textura granulosa onde as condições físicas e químicas se modificam favoravelmente.

O arejamento é vantajoso á vida da maioria dos micróbios úteis, e, bem assim, ás suas actividades bioquímicas, tais como, a oxidação do carbónio e amoníaco orgânicos, a nitrificação, a fixação do azote, e impede a desnitrificação.

As variações bruscas de temperatura do solo podem ser fatais a grande número de espécies microbianas ou, pelo menos, paralizar as suas actividades quando a temperatura baixa excessivamente.

Para cada espécie há, simultaneamente, graus *óptimos* de temperatura e humidade, a que correspondem toda a pujança da sua existência e activi-

dade e limites *máximos* e *mínimos* além dos quais não resiste. Existem ainda espécies cuja vida, ultrapassando aqueles limites, se torna latente, reanimando-se logo que as condições do meio voltem a ser-lhes favoráveis.

A fertilidade e a produtividade concorrem também para uma maior actividade dos micróbios do solo: nas terras férteis e bem cultivadas torna-se enérgica e benéfica, e tanto mais quanto maior fôr a quantidade de azote elementar que contenham, quer sob a forma inactiva de matéria orgânica, quer fixado pelas leguminosas (13).

Considera-se mais conveniente á vida microbiana o estado de reacção ligeiramente alcalino, conquanto existam espécies que suportam reacções ligeiramente ácidas.

9. CLASSIFICAÇÃO DAS ACTIVIDADES MICROBIANAS DO SOLO — Em relação ás principais actividades que os micróbios exercem no solo, estas distinguem-se em: *formadoras do solo, solubilizadoras dos elementos minerais, humificantes, nitrificantes, desnitrificantes e fixadoras do azote atmosférico.*

a) *Actividades formadoras do solo* — Como agentes formadores do solo algumas espécies (14) solubili-

(13) A quantidade de micróbios verificada por Stoklasa, em um grama de terra, diversamente cultivada, colhida no fim do verão a uma profundidade de 10 a 20 cm., foi a seguinte:

Campo de centeio.....	30 a 40 milhões
Campo de aveia.....	28 a 37 »
Campo de cevada.....	42 a 58 »
Campo de beterraba.....	70 a 90 »
Campo de batatas.....	42 a 45 »
Campo de trevo.....	72 a 86 »
Campo de luzerna.....	80 a 120 »
Num bom solo de jardim.....	130 »

(14) As espécies mais activas são: *Pseudomonas pyocyanea*, *bac. Hartlebi*, *bac. Stutzeri*, *bac. coli*, *bac. mycoides*, etc.

zam muitos dos elementos minerais das rochas, que os agentes naturais, por si, difficilmente atacam, e, porque nem todos isoladamente podem fixar o azote atmosférico, livre ou combinado, essencial á sua existência, vivem para êsse fim em comum, isto é, em *simbiose*, com outros vegetais superiores, algas e liquens.

b) *Actividades solubilizadoras dos elementos minerais* — Além dos micróbios referidos, auxiliares dos agentes naturais na solubilização das rochas e formação do terreno, outros há que realizam esta operação nos compostos minerais do solo, depois dêle constituído, ou pelo ataque dos sucos ácidos que elaboram, ou pela assimilação dêsses compostos, que solubilizam intimamente e em seguida eliminam. A esta actividade se deve a solubilização dos fosfatos naturais do solo e dos próprios fosfatos solúveis encorporados pelas adubações, em parte immobilizados pelo poder absorbente, coadjuvando, assim, a acção idrolizante da água e do anidrido carbónico, e dos ácidos orgânicos segregados pelas raízes das plantas (15).

É, também, evidente a mesma actividade microbiana exercida sôbre os carbonatos e os silicatos alcalinos e alcalinos terrosos do solo, levada a efeito pelos fermentos láctico e butírico, pelas sulfo-bactérias e pelos micróbios nitrificantes, concorrendo êstes, ainda, para a solubilização do potássio, cálcio, magnésio e manganês, sendo nula, porém, sôbre o alumínio.

(15) Miligramas de princípios solúveis em um quilograma de terra:

	Terra sem mistura	Terra com 8 $\frac{0}{00}$ de sangue sêco	Terra com 8 $\frac{0}{00}$ de sulfato de amônio
Potássio .....	31	44	72
Cálcio .....	245	668	1.297
Magnésio .....	41	97	183
Manganês .....	0	16	8
Alumínio .....	0	0	0
Azote nítrico....	153	491	250



Dão-se, igualmente, no solo, fenómenos de insolubilização do ferro e manganés devidos á actividade microbiana, com graves prejuízos para a vegetação; mas, ao mesmo tempo, existem formas de microorganismos produtoras de ácidos que solubilizam êsses compostos insolubilizados.

c) *Actividades humificantes* — A transformação da matéria orgânica em humus, por intervenção dos micróbios, ou se dá em presença do ar, produzindo-se a oxidação e a hidrólise, muito úteis para êsse efeito, ou na ausência do ar, originando-se a redução e a hidrólise, bastante desvantajosas (16). Quando no solo predominam as condições normais de reacção e temperatura, a transformação em humus realiza-se por influência de micróbios aeróbios; se faltam essas condições são os micróbios anaeróbios que intervêm. Daqui resulta a formação das *turfas* (17), nos terrenos excessivamente húmidos e em repouso prolongado.

d) *Actividades nitrificantes* — São aquelas que actuam sobre o humus para libertar as substâncias azotadas; actividades estas que os micróbios realizam fazendo, primeiro a *amonização* do azote, ou seja a produção do amoníaco, e, em seguida, a produção progressiva dos ácidos nitroso e nítrico, por oxidação do mesmo amoníaco, os quais combinando-se com as bases do solo (cálcio e sódio principalmente) formam os nitritos e os nitratos, sendo êstes últimos a única forma sob a qual as plantas absorvem e assimilam o azote.

---

(16) Os micróbios que intervêm no primeiro caso são as bactérias e as schizomicetas; no segundo são os fungos ou bolões das formas eumicetas e hifomicetas.

(17) São os solos originados pelos detritos vegetais acumulados em grandes massas em estado de permanente humidade que impede a sua transformação em humus.

A amonização varia com as condições físicas do solo, a natureza da matéria orgânica e a espécie das bactérias que a realizam; a nitrificação, caracterizadamente aeróbia, depende do arejamento e da temperatura, que tem decisiva influência no fenómeno, cessando a menos de 5° c., sendo apenas apreciável a 12° c. e atingindo o seu máximo a 37° (18).

Nos climas frios e húmidos a nitrificação cessa por completo durante o inverno, em resultado não só da baixa temperatura, mas, também, da excessiva humidade. Nos climas quentes e sêcos a nitrificação é quasi nula, atingindo o seu máximo quando os solos contêm 10 % a 20 % de humidade.

A nitrificação é favorecida nos solos de reacção ligeiramente alcalina (Ph=8,5), atenuada nos de reacção neutra (Ph=7) e sustada nos de reacção ácida (Ph=6 e Ph=6,5). As quantidades normais de matéria orgânica favorecem a nitrificação; as excessivas diminuem ou até mesmo paralizam esta actividade microbiana.

e) *Actividades desnitrificantes* — Atacam os nitratos fazendo com que o azote volte ao seu estado elementar, inaproveitável pelas plantas. Este fenómeno verifica-se quando o solo é compacto, húmido e de reacção ácida (19), e origina, muitas vezes, a esterilidade dos solos e o insucesso das adubações nítricas.

f) *Actividades fixadoras do azote atmosférico* — A fixação dêste elemento, no estado livre, é feita directamente por determinados micróbios ou em simbiose por

---

(18) A amonização é produzida pelos bacilos *mycoides* e *subtilis* e pela *Sarcina lutea*; a nitrificação pelas bactérias *Nitrosomonas* e *Nitrococcus* (ácido nitroso) e *Nitrobacter* (ácido nítrico).

(19) Gayon e Dupetit classificaram-nos em: *Bacillus desnitrificantes*  $\alpha$  e  $\beta$ .

outros (20) : no primeiro caso, os micróbios, isoladamente, subtraem do ar o azote que carecem para viver, e que após a sua morte se fixa no solo ; no segundo caso, trabalhando em comum com os outros seres vivos que lhes dão hospitalidade, fornecem-lhes o azote que subtraíram da atmosfera, o qual fica, depois, no solo

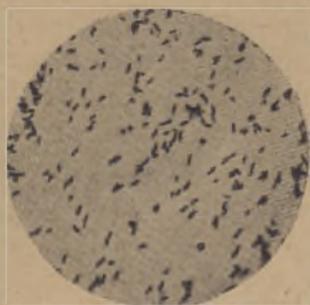


Fig. 8. *Bacillus radicum*



Fig. 9. Nodosidades das raízes das leguminosas (*Bac. radicum*)

com os despojos que nele deixam. Êste é o caso, bastante conhecido, das *nodosidades* das raízes das plantas leguminosas, constituídas pela acumulação de uma infinidade de bactérias (Figs. 8 e 9).

A quantidade de azote elementar fixada por estes micróbios varia entre 15 a 40 quilogramas por hectare.

---

(20) A fixação directa é feita pelo *Clostridium pasteurianum*, por diversos *amylolobacter* e *azotobacter*; e em simbiose pelo *Rhizobium leguminosorum* ou *Bacillus radicum*.

## CAPÍTULO III

# CARACTERES DOS SOLOS AGRÍCOLAS

10. ELEMENTOS DO SOLO AGRÍCOLA — O solo agrícola compõe-se, essencialmente, de *silica*, *argila*, *calcáreo* (*elementos minerais*) e *humus* (*elemento orgânico*). Além destes, cuja presença é constante, outros elementos existem, tais como: substâncias minerais, matérias fertilizadoras, micróbios, substâncias tóxicas, etc., que não se consideram como fazendo parte da composição elementar dos solos.

A argila é sempre constituída por partículas finíssimas, impalpáveis. A silica e o calcáreo podem encontrar-se em fragmentos de maiores ou menores dimensões (pedras, cascalhos, saibros grosseiros e finos e areia grossa), formando o que na análise mecânica se denomina *terra grossa*, e pulverizados (areia fina), compondo neste estado, conjuntamente com a argila e o humus, a *terra fina*.

a) *Silica* — Provém do quartzo cristalino, dando origem á *areia siliciosa*, ou da decomposição dos mi-

nerais silicatados, formando as *areias amorfas*, *feldspáticas* e *micáceas*.

Estas areias apresentam-se em grãos de tamanhos e formas variáveis (esquinada e arredondada), extremamente duros e ásperos ao tacto, e constituem a base mais pesada dos solos.

Pela sua composição química e insolubilidade na água, as areias siliciosas não oferecem ás plantas nenhum elemento nutritivo; o seu poder absorvente é quasi nulo.

Contudo a areia siliciosa não só faz parte dos tecidos vegetais, dando-lhes consistência, como também parece desempenhar um papel importante na organização e distribuição das substâncias nutritivas das sementes.

b) *Argila* — É um silicato hidratado de alumina, proveniente da degradação química das rochas feldspáticas, ao qual é devida a sua grande *plasticidade*, propriedade que consiste em se amoldar facilmente, quando humedecida, conservando a modelação depois de seca e endurecida. Muito ávida de humidade, retém 70 % da água que absorve e adere fortemente á língua, quando em contacto com ela.

Endurece e fende-se pela acção do calor, e se esta é muito intensa e rápida deixa de ser plástica, isto é, torna-se irreversível.

A argila pura é branca, tomando diversas colorações, que podem ir do vermelho ao cinzento esbranquiçado, se se encontra misturada aos óxidos de ferro e manganés.

Forma, em grande parte, a base mais impalpável do solo, e tem grande influência nas propriedades físicas e químicas dêste, devido á sua constituição coloidal (21).

---

(21) São duas as suas formas coloidais: em *suspensão* e *coagulada*. A primeira é desfavorável, porque seguindo, sem resistência, o caminho das águas de infiltração e depositando-se

Sob o ponto de vista químico, as argilas são ricas de princípios nutritivos, potássio, sódio, cálcio e magnésio, e possuem um forte poder absorvente. Uma das propriedades mais características da argila é a sua coagulação pelas soluções diluídas dos ácidos e bases: o calcáreo do solo é o elemento que mais directamente concorre para tal efeito, e d'este princípio provém a prática das *calagens*, tão útil na correcção dos solos argilosos compactos.

c) *Calcáreo* — Encontra-se nos solos sob as formas de carbonato, sulfato, fosfato, etc. Existe em quasi todas as terras, com excepção das *turfosas* e das areias siliciosas.

Reconhece-se a sua presença pela efervescência que produz quando atacado pelos ácidos diluídos; se é grande, tumultuosa e se infiltra pela massa do mineral, o calcáreo é poroso e facilmente assimilável; se é forte, mas superficial, o calcáreo é compacto e difficilmente assimilável. Pela côr se deduz, também, a qualidade dos calcáreos: são mais assimiláveis os esbranquiçados.

O calcáreo serve de alimento ás plantas, estimula a decomposição lenta das matérias orgânicas e é o regulador da reacção do solo, actuando sobre as suas propriedades físicas, principalmente como coagulador da argila.

d) *Humus* — Como já se disse, o humus provém da decomposição lenta das matérias orgânicas, sob a influencia da humidade, do calor, do oxigénio e de certos microorganismos. A êle se deve, principalmente, a côr negra dos solos.

---

nos espaços lacunares, vai, pouco a pouco, obturando os póros do solo; a segunda é vantajosa, porque formando grânulos, mais ou menos volumosos, não são arrastados pelas águas e mantém assim a porosidade.

Fornece ás plantas elementos nutritivos, e possui um forte poder absorvente. Modifica, favoravelmente, as propriedades físicas do solo, quer aglutinando as partículas terrosas, quer remediando muitos dos seus defeitos, sobretudo no que diz respeito á humidade e á compactidade, tornando mais ligeiras e permeáveis as terras compactas, e, inversamente, mais fortes e impermeáveis as sôltas.

e) *Terra grossa* — As pedras, os cascalhos, os saibros e a areia grossa têm uma função secundária: concorrem para aumentar a permeabilidade dos solos; mas, sendo em abundância, diminui-lhes o valor, pela dificuldade que oferecem aos trabalhos agrícolas e á vida das plantas.

f) *Substâncias minerais* — Apenas nos referiremos ao *óxido de ferro* por ser aquella que mais frequentemente se encontra no solo e que tem relativa influencia nas suas propriedades físicas e bio-químicas: regularizando a humidade e a temperatura, fixando o oxigénio atmosférico e cedendo-o aos compostos do solo, e, ainda, activando as reacções químicas (oxidações) que nele se realizam.

II. FUNÇÕES DOS ELEMENTOS ESSENCIAIS DO SOLO — A associação dos quatro elementos essenciais citados forma a *terra arável*, cujas qualidades físicas e químicas dependem das proporções em que se associam.

a) *Funções físicas* — As areias, corrigindo a tenacidade dos solos, torna-os mais ligeiros, permeáveis, arejados e quentes; a argila, aglutinando as partículas terrosas, faz com que, ao contrário, sejam mais tenazes, compactos, impermeáveis e frios; o calcáreo pulverulento, coagulando a argila, corrige a tenacidade, diminui a compactidade e aumenta a permeabilidade, o arejamento e o aquecimento; o humus, regulariza-

dor, por excelência, das propriedades físicas dos solos, diminui-lhes a tenacidade e a compacidade, aumenta-lhes a permeabilidade, o arejamento e o aquecimento e equilibra o conteúdo de água.

Em consequência das funções referidas, o solo pode considerar-se, teoricamente, como composto de pequenas partículas de areia e humus, ligadas pela argila, coagulada pelo calcáreo solúvel (Diffloth), dependendo as suas propriedades físicas, exclusivamente, das proporções e do estado em que se encontram os quatro elementos.

b) *Funções químicas* — O poder absorvente só se exerce com a presença da argila, do humus e do calcáreo, decompondo êste, previamente, alguns compostos que contêm os princípios nutritivos que os outros dois absorvem.

As areias siliciosas, feldspáticas e micáceas quasi não têm poder absorvente; o humus retém fortemente o oxigénio e o amoníaco; o calcáreo absorve o anidrido carbónico do ar; a argila parece ter uma afinidade especial para a fixação do azote (22).

Para a fertilidade do solo e, implicitamente, para a nutrição e organização das plantas os quatro elementos contribuem dêste modo: a argila fornece o potássio, o magnésio, o manganés, o alumínio e algum ferro; o calcáreo é o mais importante constituinte dos tecidos vegetais; o humus, pôr sua vez, é o principal factor da riqueza do solo; e, finalmente, a areia siliciosa, embora não contenha princípios nutritivos, não deixa de influir na fertilidade do solo.

---

(22) O azote elementar e o amoníaco provenientes da fermentação das matérias orgânicas e o óxido de potássio ou potassa cáustica são absorvidos directamente pelo solo; o anidrido fosfórico, o potássio e o azote dos composts minerais (adubos) são, antes de absorvidos, decompostos pelo calcáreo.

12. CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS — Funda-se na sua composição elementar e origem geológica.

Baseia-se a primeira na predominância de um dos elementos sôbre os outros; assim os solos são: *arenosos* ou *ligeiros*, *argilosos* ou *fortes*, *calcáreos* e *humíferos*, se os elementos que neles prevalece é, respectivamente, a areia, a argila, o calcáreo ou o humus. Quando os quatro elementos existem reunidos em proporções equilibradas, isto é, se nenhum dêles predomina, os solos agrícolas dizem-se *francos*. É difficil, porém, encontrar-se êsse justo equilíbrio entre os quatro elementos constitutivos, e, bem assim, predominar, em absoluto, um dêles: o frequente são os solos em que, além de um elemento dominante, se faz sentir também, a influência de qualquer outro. Nestas condições estão os solos *areno-argilosos*, *areno-calcáreos* e *areno-humíferos*, que se distinguem dos puramente arenosos pelas elevadas percentagens de argila, calcáreo e humus, respectivamente; os solos *argilo-arenosos*, *argilo-calcáreos* e *argilo-humíferos*, distintos dos essencialmente argilosos, pelas subidas percentagens de areia, calcáreo ou humus; e, finalmente, os *calcáreo-arenosos* e *calcáreo-argilosos*, diferentes dos calcáreos, pelas maiores percentagens de areia ou argila.

Os solos humíferos designam-se: *humíferos propriamente ditos*, *turfeiras* e *terras vegetais* conforme a proporção de humus que contém.

Quanto á origem geológica, os solos agrícolas recebem os nomes dos terrenos de que provêm. Interessamos conhecer principalmente os mais comuns entre nós, que são os: *graníticos*, *sieníticos*, *dioríticos*, *porfíricos*, *traquíticos* e *basálticos*, provenientes dos terrenos eruptivos; os *schistosos* e *gneisicos*, derivados dos terrenos metamórficos; e os *primários*, *secundários*, *terciários* e *quaternários* ou *aluviões modernas* de origem sedimentar.

13. CARACTERES DOS SOLOS SEGUNDO A SUA COMPOSIÇÃO ELEMENTAR — As proporções em que se reúnem os diferentes elementos, as propriedades físicas e químicas de cada um dêles, e, ainda, as qualidades culturais que lhes imprimem, dão aos solos as seguintes características:

a) *Solos ou terras francas* — São as terras típicas de cultura, em que todos os defeitos se encontram corrigidos e as boas qualidades existem bem equilibradas. As proporções em que entram os diversos elementos são: areia 50 % a 70 %, argila 20 % a 30 %, calcáreo e humus 5 % a 10 %. Em tais doses, êstes solos possuem todas as qualidades necessárias: suficiente permeabilidade, moderado aquecimento, fácil arejamento, fraca aderência, reduzida evaporação, mediana tenacidade, etc.; a sua preparação é fácil, e a vegetação encontra as melhores condições de vida e produção.

A fertilidade destas terras torna-as muito procuradas, porque nelas vão bem quasi todas as culturas, especialmente o trigo, dando abundantes colheitas.

b) *Solos arenosos* — São conhecidos, também, por *gandaras*, *arenatas* ou *terras de pinhal*. Contêm mais de 80 % de areia, quasi exclusivamente siliciosa, e menos de 10 % de argila. São terras sem tenacidade e compacidade, e, por isso, bastante permeáveis, absorvem muito calor solar, que as torna quentes e sêcas, muito pobres, exigindo abundantes adubações e regas para produzirem. A vinha e o pinheiro são, a bem dizer, as únicas culturas que nelas se dão.

c) *Solos areno-argilosos* — Conhecidos ainda por *terras ligeiras*. Têm 70 % de areia e 10 % a 20 % de argila. São pouco tenazes e compactas, suficientemente permeáveis e quentes; as mais argilosas asse-

melham-se um pouco ás terras francas. Prestam-se a um grande número de culturas e dão boas pastagens.

d) *Solos areno-calcáreos* — Também chamados *areias brancas*. Possuem mais de 70 % de areia, menos de 10 % de argila e 5 % a 10 % de calcáreo. Devido á forte percentagem de areia, são terras muito sôltas, permeáveis e sêcas; parecem-se bastante com as arenosas, mas mais ricas em cal. As culturas forraginosas (luzerna e sanfeno) e algumas essências florestais desenvolvem-se bem nestas terras.

e) *Solos areno-humíferos* — Denominados ainda *areias negras*, *terras de charneca* ou *assaloadas*. Contem mais de 70 % de areia, menos de 10 % de argila e mais de 10 % de humus. São terras pouco tenazes, compactas, muito permeáveis e quentes; secam facilmente, e têm uma coloração cinzenta ou quási negra. Quando húmidas, exalam um cheiro pútrido característico. Se são provenientes das aluviões dos rios (*areias negras*) podem ser muito férteis; se, porém, o humus que entra na sua composição resulta da acumulação de detritos das plantas que neles vegetam (*terras de charneca* ou *assaloadas*) a sua fertilidade é pequena, em virtude do excesso de acidez. O melhor aproveitamento cultural dêstes solos são os pinhais e os matos.

f) *Solos argilosos* — Também chamados *barros*. Contem 60 % a 80 % de argila; excedida esta proporção, a extrema tenacidade e compacidade resultante dificulta ou mesmo opõe-se á penetração e desenvolvimento das raízes, tornando-os incultiváveis. As suas qualidades assemelham-se ás da argila, base da sua composição: são terras muito impermeáveis, húmidas e frias; formam grandes leivas ao serem lavradas, que endurecem e difficilmente se desfazem; e, pela acção do calor, gretam e, ás vezes, abrem grandes fendas, com

grave dano das culturas. São pouco férteis e dão frutos de má qualidade. As colheitas são sempre serôdias, em consequência da sua frialdade. As culturas que mais convêm a êstes solos são: fava, pastagens e trigos de inverno, que são muito a miudo atacados pela *alfôrra* e outras doenças; as culturas arbustivas e arbóreas não se dão bem.

g) *Solos argilo-arenosos* — Ou *terras barrentas*. Contêm mais de 30 % de argila e 50 % a 70 % de areia, corrigindo esta os defeitos daquela. Tem menos tenacidade e compactidade que os argilosos, pelo que são mais permeáveis e quentes. Quási todas as culturas se dão bem neles, especialmente o trigo e o milho, e, por isso, se chamam *terras de pão*.

h) *Solos argilo-calcáreos* — Conhecidos por *terras de prado*. Contêm mais de 30 % de argila, 40 % a 70 % de areia e 10 % a 20 % de calcáreo. Se a argila se eleva de 50 % a 75 % e o calcáreo de 10 % a 50 %, sendo o resto areia, denominam-se *margas argilosas*. Se predomina o calcáreo pulverulento, são excessivamente tenazes e compactos, assemelham-se aos solos argilosos, denominando-se *barros brancos*; mas se a parte do calcáreo está no estado arenoso, aproximam-se dos argilo-arenosos, que, como vimos, são férteis e próprios, para cereais e leguminosas; e quando a areia se eleva á máxima percentagem comparam-se ás terras francas, próprias, portanto, para a maioria das culturas.

i) *Solos argilo-humíferos* — Chamados *terras negras ou turfosas e salões*. Contêm mais de 30 % de argila, menos de 50 % de areia e mais de 10 % de humus. As terras negras ou turfosas, pouco vulgares, provêm da acumulação da matéria orgânica nos lugares pantanosos, e assemelham-se ás argilosas, com todos os seus defeitos; os salões, quási sempre terras

de aluvião, podem, segundo o estado e a quantidade de humus, ser pouco tenazes, pouco compactos e muito permeáveis, e, portanto, ser bastante ácidos e improduttivos.

j) *Solos calcáreos* — Denominados *terras brancas*. Contêm menos de 10 % de argila e mais de 20 % de calcáreo, sendo a maior parte da areia também calcárea. O calcáreo é, geralmente, pulverulento se êstes solos provêm de terrenos cretáceos, é arenoso se procedem de tufos calcáreos. Estes solos e ainda os calcáreos-arenosos e os calcáreos-argilosos são, mais ou menos improduttivos, empregando-se como correctivos dos que são pobres de cal. São pouco tenazes, pouco compactos, permeáveis, húmidos e quentes. Enxarcam-se com as chuvas, mas secam e pulverizam-se facilmente. São difíceis de amanhoar. Consomem os estrumes e outros adubos orgânicos rapidamente. Apenas algumas espécies arbóreas se adaptam a êstes solos.

k) *Solos calcáreo-arenosos* — Provêm das margas arenosas. Contêm 25 % a 75 % de areia, 50 % de calcáreo e o restante de argila.

l) *Solos calcáreo-argilosos* — Ou *margas calcáreas*. Possuem entre 50 % e 90 % a 95 % de calcáreo, sendo o restante argila ou uma mistura de argila e areia quartzosa.

m) *Solos húmiferos* — Igualmente conhecidos por *terras turfosas*, por derivarem principalmente das turfeiras. O humus eleva-se a mais de 20 %, enquanto todos os outros elementos baixam. São pouco consistentes, bastante leves, fôfos e esponjosos, exalando mau cheiro. Assemelham-se muito aos areno-húmiferos pelo seu grau de acidez e excesso de matéria orgânica, que os fazem estéreos. Podem, no entanto, tornar-se cultiváveis á custa de muitos correctivos, en-

tre os quais as borralheiras, as calagens e as margagens.

Todos os solos que acabamos de descrever distinguem-se facilmente, verificando se reagem com os ácidos, se formam ou não pasta com a água, e ainda pelos seus caracteres organoléticos. Nesta conformidade, pode organizar-se o seguinte quadro:

*Efervescência forte com os ácidos:*

Amassa-se entre os dedos, formando facilmente pasta que se esfarela apertando-a *Terras francas*

Amassam-se sujando os dedos de branco; a pasta endurecida desfaz-se com a humidade ..... *Calcáreos*

Formam pasta bastante plástica que, quando sêca, se corta á faca e se parte facilmente entre os dedos..... *Argilo-calcáreos*

Não formam pasta ou difficilmente a formam a qual, depois de sêca, se esfarela sem difficuldade ..... *Areno-calcáreos*

*Efervescência fraca:*

Não formam pasta consistente ou que possa cortar-se á faca, esfarelando-se esta facilmente, mesmo húmida..... *Arenosos*

Amassam-se e formam pasta com facilidade, que se esfarela em sêca..... *Areno-argilosos*

Mal podem amassar-se, esfarelando-se logo, côr negra e cheiro pútrido..... *Areno-humíferos*

*Efervescência nula ou quási nula:*

Pasta muito plástica, amoldável, corta-se á faca, corte liso, e depois de sêca só se parte a maço..... *Argilosos*

Pasta bastante plástica e amoldável, corta-se á faca, mas esfarelando-se..... *Argilo-arenosos*

Pasta muito plástica, amoldável, corta-se

á faca, e depois de sêca só se parte a  
maço, côr negra, cheiro pútrido..... *Argilo-humíferos*

Não formam pasta, sem consistência, côr  
negra e cheiro pútrido..... *Humíferos*

14. CARACTERES DOS SOLOS SEGUNDO A SUA ORIGEM  
GEOLÓGICA — Os solos agrícolas são tanto melhores  
quanto mais recente fôrem as formações geológicas  
de que provêm.

a) *Solos graníticos* — As proporções em que o feldspato e o quartzo entram na composição dos granitos dá origem a uma grande variedade de solos: se predomina aquele são argilosos e de boa qualidade; se abunda êste são arenosos e grosseiros. No geral, são falhos de cal e ácido fosfórico indispensáveis á vegetação, não servindo para trigo, nem para leguminosas sem o emprêgo de adubos fosfatados e calcáreos. Desta pobreza se ressentem os próprios animais que vivem nas regiões graníticas, que, como a nossa raça bovina barrozá, são de pequena corpulência.

Entre nós, formam, em geral, extensas charnecas cobertas de mato ou de arvoredos (pinheiros, carvalhos, castanheiros), mas há grandes tratos graníticos muito férteis, como succede no norte, que é a região mais cultivada e produtiva do País. Deve-se isso, em parte, ás condições climáticas (frio e humidades maiores do que no sul), que muito influem sôbre a sua aptidão cultural.

b) *Solos sieníticos* — São, quasi sempre, mais férteis que os graníticos, se bem que um pouco análogos a alguns deles, menos arenosos, por falta de quartzo, e mais calcáreos do que êles, mas, muitas vezes, insufficientemente.

c) *Solos dioríticos* — Incluem-se, sob esta designação, os solos derivados das diorites, dos gabros e

das diabases, rochas agricolamente análogas, todas desprovidas de quartzo e ricas de cal. São mais férteis que os graníticos, porque têm mais cal e ácido fosfórico, havendo alguns muito ricos nestes elementos.

d) *Solos porfíricos* — São muito variados, como são as rochas originárias. Se neles predomina o quartzo, são saibrosos, cascalhentos, muito pouco fundáveis, os piores de todos os produzidos pelas rochas eruptivas; se predomina o feldspato são mais férteis. A dureza e resistência dos pórfiros são tais que é frequente, nas regiões porfíricas, encontrarem-se aflorações, no meio dos campos, difíceis, senão impossíveis, de lavar, obrigando a deixar a terra inculta, constituindo charneca, ou então aproveitá-la em pinhal.

e) *Solos basálticos* — São mais ou menos ligeiros e compactos, segundo as proporções de areia ou argila; de grande fertilidade e próprios para quasi todas as culturas; os cereais e, em geral, todas as gramíneas, e ainda as leguminosas dão-se neles perfeitamente.

f) *Solos traquíticos* — São, por via de regra, muito férteis, análogos aos basálticos, mas menos frequentes do que estes.

g) *Solos vulcânicos* — Derivam das lavas dos vulcões modernos; que, quanto á sua composição química, pouco diferem dos basaltos. São ricos em cal, ácido fosfórico e potassa, e, por conseguinte, muito férteis; são ligeiros, permeáveis e faceis de trabalhar. Dão trigo e outros cereais, pastagens e prestam-se muito bem para a vinha, horticultura e arboricultura.

h) *Areias, calhaus e conglomerados* — Como vimos, as areias, só por si, dão solos áridos apenas provei-

taveis para pinhal, podendo, contudo, transformar-se, desde que se disponha de agua e adubos. Os calhaus rolados e os conglomerados, ou não dão terra arável ou dão-na de má qualidade, siliciosa, difícil de lavar, pela abundancia de pedras, e com um sub-solo impermeavel á agua e ás raizes.

i) *Grés e grauwackes* — Os grés dão terras arenosas, pobres, só férteis quando corrigidas e apenas apropriadas para centeio ou pinhal; se contém grãos feldspáticos podem ser melhores, um tanto análogos aos graníticos. Os grauwackes dão um solo argiloso, muito cascalhento, terra fria e bastante tenaz, quando humida, e que se retrai excessivamente, quando sêca.

j) *Argilas* — Dão solos argilosos com todas as suas qualidades e defeitos.

k) *Solos schistosos* — São extremamente argilosos, compactos e tenazes, pouco permeaveis, humidos e frios. A cultura neles é trabalhosa e ingrata, sendo difícil conseguir-se melhorá-los. Atingem uma certa fertilidade se abundam os fragmentos de rochas que, quasi sempre, contém. São terras ricas em potassa, mas pobres em cal e ácido fosfórico.

l) *Solos margosos* — São muito argilosos e difíceis de trabalhar, ricos em cal e ácido fosfórico, e, por isso, bastante férteis. Muitas vezes misturam-se com os grés, dando solos de consistencia mediana que podem considerar-se entre os mais férteis.

m) *Solos calcáreos* — A qualidade dos solos derivados das rochas calcáreas depende da percentagem de argila que contém e da sua mistura com terras de outras proveniencias. Os solos puramente calcáreos, são, como sabemos, de má qualidade, ligeiros, magros, arenosos, saibrosos, cascalhentos, excessiva-

mente permeáveis e sêcos; se contêm argila, em maior ou menor percentagem, podem dar terras bastante tenazes e compactas. São, quasi sempre, solos pouco fundos, repousando sôbre rocha dura, que aflora a miudo, o que faz com que fiquem incultos ou sejam de cultura difficil e pouco produtiva.

n) *Solos aluviaes* — As aluviões antigas que se encontram nos lugares dantes occupados pelos mares, lagos e rios, são, pelo geral, terras pobres, formadas de areia, misturada de calhaus, cascalhos, etc. As aluviões modernas marinhas, quasi unicamente constituídas por areia siliciosa, são estéreis; podem, todavia, ser ricas em calcareo proveniente dos detritos das conchas. As aluviões modernas dos cursos de agua ou dos vales são estéreis quando formadas só de areia, ou de grande fertilidade quando, além da areia, as cheias transportaram tambem argila, calcáreo e matéria orgânica, formando o *nateiro*. É entre estas aluviões que se encontra o tipo de solo aravel, a chamada *terra franca*. As férteis lezírias do Tejo e do Sado são exemplos, entre nós, de aluviões modernas.

o) *Solos gneisicos* — São análogos aos graníticos, mas, devido á estrutura folheada dos grés de que derivam, são mais fundaveis e menos humidos porque a agua acha saída por entre os planos de separação dos folhetos. As árvores florestais, principalmente, dão-se muito melhor nos solos gneisicos do que nos graníticos.

p) *Solos micashistosos* — São argilosos e bastante produtivos, quando corrigidos com cal, se abunda a mica; ou saibrosos, cheios de fragmentos de rochas, áridos e sêcos, se predomina o quartzo. Por via de regra, os solos micashistosos são ligeiros, proprios, apenas, para centeio e batata, podendo aproveitar-se melhor com vinha, sobreiro e castanheiro.

q) *Solos quartzíticos* — São solos extremamente pobres, formando charnecas arenosas, incultas.

15. SOLOS AGRÍCOLAS PORTUGUESES — a) *Minho* — Em vista da sua origem granítica quasi todos os solos desta provincia são pobres de cal e ácido fosfórico. No entanto, pode dizer-se que ali todo o terreno arável é cultivado, sendo as deficiencias do solo supridas por fartas adubações e abundantes regas. Além disso, marginam os seus rios várzeas fertilissimas de solo muito fundável, devido á grande deposição de aluviões, cobertas por uma cultura exuberante e variada, que sobe pelas encostas. Os carvalhos formam maciços espessos, a videira enlaça-se nas árvores á borda dos campos de milho, e os incultos enchem-se de mato, utilizado não só na apascentação de gado miudo, como para estrume. A parte superior das montanhas encontra-se, contudo, nua de vegetação, principalmente onde formam um relevo mais aprumado e alpestre, para N.E. e E. da provincia.

b) *Trás-os-Montes* — Os solos desta provincia são, pelo geral, fracos e pouco produtivos; sómente nos sítios baixos se encontram terrenos de boa qualidade e, por vezes, férteis. A cultura concentra-se em manchas em redor das povoações, predominando a cultura arbórea e arbustiva e as pastagens. Sobretudo onde se estabelece o contacto entre os schistos e os granitos, produz-se uma terra argilo-ferruginosa muito funda e de grande fertilidade. Tem grande importancia na provincia a exploração dos *lameiros*, ordinariamente situados nos vales anateirados mais fundos e férteis, subindo mesmo pelas encostas das montanhas, proximo dos cursos de agua, e que dão lugar a importante criação de gado, principalmente nos concelhos de Boticas e Montalegre, solar da bela raça bovina de engorda *barroza*, e no de Miranda do Douro, solar da raça de trabalho, não menos afamada, a *miran-*

*desa*. As margens do rio Douro, mesmo as de mais aspero declive, estão vestidas de vinha, formando a celebre região vinícola do Douro. Nas encostas e planaltos das montanhas cultiva-se o centeio, cobrem-nas matas de castanheiros, carvalhais e pinhais, e, nalguns pontos, tem importancia a amendoeira. Apesar dêstes tratos cultivados, a parte inculta é muito grande.

c) *Beiras* — São muito mais cultivadas do que Trás-os-Montes, conquanto possuam, também, bastantes terrenos incultos nas cumiadas e nas encostas das suas montanhas. Na parte interior e montanhosa da provincia, o solo é granítico e schistoso, predominando o granito nas *Beiras trasmontana* e *central*, o schisto na *meridional*, encontrando-se dispersos, nas três, pequenos retalhos de terreno terciário. Em geral, as terras da Beira são pobres em cal e ácido fosfórico, encontrando-se, porém, maior número de solos bem constituídos do que no Minho e em Trás-os-Montes. A Beira trasmontana tem muita parecença com esta ultima provincia, principalmente os concelhos juntos do Douro, que fazem parte, também, da respectiva região vinícola; mas a sua feição agrícola predominante é a cultura do centeio e a apascentação dos rebanhos transhumantes no interior das suas montanhas. A Beira central, devido ao seu clima, possui uma cultura mais extensa: o centeio nos solos fracos e arenosos das encostas, o milho nas mais fortes e fundaveis das veigas irrigaveis, pomares nos vales do Douro e de Besteiros, olival, pinhal, soutos e carvalhais; é nela o solar da bela raça bovina *arouquesa*, que se estende pelos concelhos de Arouca, S. Pedro do Sul e Castro Daire. A Beira meridional, transição para o Alentejo, apresenta duas feições: a do N. bastante cultivada, devido á abundancia de aguas vindas das serras da Estrela e da Gardunha, a do S. inculta ou de extensas charnecas, por falta de agua;

o trato, onde a cultura atinge o maior desenvolvimento coincide com a mancha granítica que avança das Beiras trasmontana e central até Castelo Branco; o resto, ocupado pelas charnecas, pertence ás formações do precâmbrico superior. A Beira litoral é das regiões mais cultivadas do País, não inferior ao Minho ou talvez superior, em virtude, da sua menor acidentação; a variedade de terras que a constituem contribue para a sua fertilidade; enquanto as areias mais litorais formam solo estéril, as *gandaras* do interior têm sido transformadas em férteis campos; produz milho, arroz, azeite, frutas, linho, sal e madeiras, existindo nesta região, o centro vinícola da Bairrada, um dos mais importantes do País, abrangendo os concelhos de Oliveira do Bairro, Anadia, Mealhada e Cantanhede.

d) *Extremadura* — De todas as suas formações geológicas as que maior importancia agrícola adquirem são os calcáreos, os basaltos e as aluviões quaternárias. Onde os calcáreos são duros e compactos, como desde o macisso de Porto de Mós até á serra de Montejuento, as terras derivadas são pouco araveis, muito cascalhentas e de difícil cultura; mas onde são margosas formam terras de melhor qualidade e cultiváveis. O distrito de Santarem deve a sua fertilidade, em grande parte, ás formações lacustres, umas margosas, calcáreas (*bairros*) e outras arenosas (*arneiros*) muito apropriadas, as primeiras, ás culturas cerealífera, da vinha e da oliveira, as segundas, á vinha, sobreiro e pinhal. As terras basálticas, que se encontram principalmente nos arredores de Lisboa, Torres Vedras e Obidos, são, em geral, bastante fundas e férteis e aptas para todas as culturas; o manto basáltico nas proximidades de Lisboa constitue ainda um dos seus melhores reservatorios de agua. Em extensões muito restritas, existem algumas terras provenientes de outras rochas eruptivas (como a traquite)

sem calcáreo, negras e férteis, que são utilizadas nos jardins (v. g. a terra de Montemór, ao pé de Caneças). Os salões ou as aluviões quaternárias que acima aludimos, e que constituem as *lezírias* ou *campinas* do Tejo e Sado são de uma excepcional aptidão para as culturas do trigo e arroz; todavia, alguns desses terrenos, impregnados de sal marinho (*os salgados*) são sobretudo aproveitados para pastagens. Aos fertilíssimos solos areno-argilosos dos *campos* da Golegã, Chamusca e Tramagal, próprios para variadas culturas, contrapõe-se a *região do Sorraia*, que, por efeito da sua constituição geológica (arenatas do pliocénico e miocénico lacustre) e das condições do clima, forma um vasta charneca inculta, porém, sulcada de numerosas várzeas, bastante férteis e cultivadas. O trigo, o milho, o arroz, as pastagens naturais, as hortas, a vinha, a oliveira e os pomares são as culturas dominantes da provincia, e, mais restritamente, os montados de sôbro e azinho. Estão nele compreendidos os importantes centros vinícolas do Cartaxo, Torres Vedras, Alenqueir, Bucelas, Colares, Carcavelos e Setubal. Distinguem-se, ainda, as raças cavalariça e bovina brava do Ribatejo.

e) *Alentejo* — Os solos do Alto Alentejo provêm sobretudo de granitos pouco quartzíferos e, por isso, de mais fácil desagregação que o granito propriamente dito, mais fundáveis e argilosos; os calcáreos ferruginosos ou os schistos silúricos que aparecem, com vantagem, nalguns sítios, dão terras argilosas muito férteis; os schistos cristalinos que afloram noutros pontos originam terras fracas, pouco fundas. Duas espécies de terras aráveis dominam no Alto Alentejo, as fortes, compactas e vermelhas (*barros*) onde se cultiva o trigo e os montados, e as magras e sôltas (*areias*) cultivadas de centeio e carvalho. Os schistos argilosos, que ocupam a parte mais meridional do Baixo Alentejo, dão terras argilosas, areno-argilosas e ar-

gilo-calcáreas muito produtivas em cereais; os afloramentos de pórfiros e granitos originam terras fracas, ou, quando muito, medianas; e os de diorite formam ou os *barros* de Beja e Ferreira do Alentejo, notáveis pela sua fertilidade, ou as terras inferiores de má qualidade dos concelhos de Alvito, Cuba e Vidigueira. Nos concelhos citados e ainda nos de Reguengos e Serpa o miocénio lacustre produz terras variadas, algumas muito férteis. O Alentejo é, por assim dizer, o centro cerealífero do país, constituindo a cultura do trigo, juntamente com a dos montados de sôbro e azinho, a sua feição agrícola. Os olivais distribuem-se por todo êle, adquirindo importância, principalmente, em Elvas, Estremôs, Vila Viçosa, Serpa e Moura. Os concelhos de Borba, Cuba e Vidigueira são regiões vinhateiras de alguma importância. A criação de gados bovino e muar, e, sobretudo, a ceva, nos montados de azinho, do gado suino são as principais explorações zootécnicas desta província.

f) *Algarve* — As variadas formações geológicas (schistosas, sieníticas, etc.) que constituem a zona serrana, e bem assim os depósitos sedimentares (calcáreos, margas, grés, etc.) da zona litoral dão origem a diverssíssimos solos de condições agrícolas muito diferentes. A zona serrana é quasi inculta e coberta de matos; pelo contrário, a litoral é ocupada pelas culturas cerealífera, hortas, pomares, vinha, olival e arvoredo. Devido ao excepcional clima algarvio, as culturas hortícolas e pomícolas são muito temporãs, produzindo prémias que tem largo consumo nos mercados internos. São bastante apreciados os vinhos da Fuzeta e Moncarrapacho. As árvores dominantes do litoral são a figueira, a amendoeira e a alfarrobeira, sendo os frutos desta destinados á alimentação de gado e á destilaria e constituindo o figo e a amêndoa produtos de larga exportação. Em alguns concelhos encontram-se também montados, especialmente de sôbro.

# APÊNDICE

## CRUSTA TERRESTRE

### CAPITULO I

#### CONSTITUIÇÃO E ESTRUTURA

16. COMPOSIÇÃO DA CRUSTA (23) — Consideram-se *componentes essenciais* da crosta terrestre os seguintes metalóides e metais: oxigénio, silício, alumínio, ferro, magnésio, cálcio, potássio, hidrogénio, carbono, enxofre, fósforo, fluor, cloro, titânio, manganésio e bário; todos os demais são tidos como *acessórios*. O oxigénio, quer livre na atmosfera, quer em dissolução nas águas terrestres, quer ainda em combinação, constitui, só por si, cerca de metade da crosta; os restantes apenas existem combinados, entrando o oxigénio na maioria das combinações.

17. CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS — As massas minerais, de natureza ou composição mineralógica diversa, que entram como

---

(23) A *crosta* ou parte externa da Terra tem, quando muito, 1.000 km. de espessura; tudo quanto se estende até o centro chama-se *núcleo*, o qual, segundo a opinião geral, se encontra em fusão ígnea, se bem que alguns geólogos, pelo contrário, admitam estar o interior da Terra, todo ou quasi todo, solidificado.

elementos constituintes da crusta do globo denominam-se *rochas*. A sua classificação baseia-se, principalmente, na *constituição mineralógica, origem e textura*.

Quanto á sua constituição, as rochas dizem-se *simples* ou *compostas* conforme nelas entra um mineral essencial (calcáreo), ou mais de um (granito). Chamam-se *essenciais* os minerais cuja presença se observa em todas as rochas do mesmo tipo. As rochas compostas são, quási todas, misturas de espécies minerais silicatadas, com ou sem sílica livre.

Segundo a origem, as rochas classificam-se em: *eruptivas* ou *ígneas, sedimentares* ou *aquosas* e *metamórficas*. As primeiras são *endogéneas*, isto é, provieram das massas ígneas internas que irromperam para o exterior, através da crusta terrestre, e se solidificaram pelo resfriamento; as segundas são *exogéneas*, quer dizer, formaram-se externamente á custa dos materiais arrancados pelos agentes erosivos ás rochas eruptivas, transportados pelas águas e acumulados em seu seio, ou de restos que pertenceram a organismos; as terceiras resultaram de profundas modificações das rochas eruptivas e sedimentares, provocadas pelos referidos *agentes metamórficos*.

As rochas ígneas ou se solidificaram no estado vítreo, cristalizando-se depois lentamente (*desvitrificação*), ou se solidificaram logo no estado cristalino. As rochas, pela sua textura, são pois: *vítreas* ou *amorfas*, parcialmente *cristalinas* ou *hemicristalinas*, e perfeitamente *cristalinas* ou *holo-cristalinas*. No segundo tipo, a parte do *magma* que resta por cristalizar chama-se *base vítrea*. Cada um dêstes tipos admite variedades que se filiam sempre na maneira como se solidificaram as massas ígneas vindas do interior do globo.

18. ROCHAS ERUPTIVAS — Classificam-se sob o ponto de vista da *composição química, da idade* e das *condições de formação*.

a) *Composição química* — Segundo a sua composição química as rochas eruptivas são: *ácidas, alcalinas* ou *básicas* e *neutras*.

As *ácidas*, também designadas *leves*, contém sílica livre e silicatos aluminosos de baixo peso específico; as *básicas*, ainda denominadas *pesadas*, compõe-se de silicatos mais ricos de alumina e de maior densidade; as *neutras*, com caracteres intermédios, não possuem sílica livre e os elementos leves são associados em pequena percentagem aos pesados. Devido á côr dos seus elementos, as rochas *ácidas* são *claras* e as *básicas* *escuras*. Os elementos constitutivos das rochas *ácidas* e *básicas* são uns *essenciais*, isto é, predominam ou encontram-se sempre nessas rochas, outros *accessórios*, quer dizer, encontram-se nelas em fraca proporção ou podem mesmo faltar de todo. Os

elementos das rochas neutras são silicatos exclusivamente aluminosos ou não (calcáreos, magnesianos, ferruginosos).

São elementos essenciais das rochas ácidas: o *quartzo*, os *feldspatos*, os *feldspatoides* e os *minerais laminares*; e das rochas básicas: a *piroxene*, a *amfibole* e o *peridoto*.

*Quartzo* — Anidrido silícico. É o mineral mais abundante da crosta terrestre, constituindo, só por si, duas terças partes da massa mineral do globo; encontra-se em quási todos os solos agrícolas em quantidade maior ou menor. Principais variedades: *quartzo comum*, *fibroso* e *crystal de rocha*.

*Feldspatos* — Compreende dois grupos: *ortoclases*, silicatos de alumínio e potássio (*ortose*), e *plagioclases*, silicatos de alumínio, cálcio e sódio (*oligoclase*, *labradorite*), ou de alumínio e cálcio (*anortite*).

*Feldspatoides* — Diferem dos feldspatos pela forma de cristalização. São silicatos de alumínio, potássio, lítio e magnésio. Encontram-se mais frequentemente nas rochas eruptivas modernas onde desempenham papel semelhante ao dos feldspatos nas antigas. Principais espécies: *leucite*, *nefelite* e *sodalite*.

*Minerais laminares* — Caracterizam-se pela sua divisão em palhetas ou lâminas delgadas e flexíveis, as quais são nuns elásticas — *mica*, noutros não — *clorite*. A composição química destes minerais é muito complexa.

*Piroxene* — É um silicato de cálcio, magnésio e ferro, predominando a cal. Variedades: *dialage*, *augite*, etc.

*Amfibole* — É um silicato análogo á piroxene, mas predominando a magnésia. Variedades: *hornblenda*, *tremolite*.

*Peridoto* — É um silicato de magnésio e ferro (*olivina*) ou um silicato de magnésio, ferro e manganés (*faialite*).

Dos elementos das rochas neutras apenas citaremos a *argila* (silicato de alumínio), a *granada* (silicato de alumínio e cal ou ferro) e a *serpentina* (silicato de alumínio e magnésio).

Compõem também as rochas alguns elementos dos chamados *jazigos minerais*, tais como carbonatos (*calcite*, *dolomite*, etc.), sulfatos (*gesso*) e fosfatos (*apatite cristalina* e *fosforite amorfa*).

b) *Idade* — Conforme a idade ou a época da sua formação, as rochas eruptivas dividem-se em: *antigas* e *modernas*, embora

não exista entre os dois grupos uma nítida separação, mas sim uma transição gradual. Entre as antigas predominam as rochas ácidas e a textura cristalina; pelo contrário, entre as modernas predominam as rochas básicas e neutras e a textura vítrea ou amorfa.

c) *Condições de formação* — Na sua formação, as rochas eruptivas passaram por duas fases: *intratelorica*, durante o seu trajecto através a crosta sólida do globo e a *extratelorica* depois de atingirem a superfície.

Segundo as condições em que se formaram, as rochas eruptivas classificam-se em *intrusivas* ou *plutónicas* e *efusivas* ou *vulcánicas*. Formaram-se as primeiras no interior da Terra por solidificação assás lenta e sob a pressão das massas rochosas pre-existentes; as segundas pelo afloramento de lavas no estado ígneo, solidificadas rapidamente em contacto com a atmosfera ou a água. As intrusivas tem por tipo as seguintes rochas: *granito*, *pórfito* (ácidas), *sienito* (neutra), *diorito* (neutra ou básica), e *gabro* (básica) todas de textura holocristalina, excepto o porfito, que pode ser também hemicristalino. As efusivas compreendem os seguintes tipos: *traquite* (neutra), *diabase* e *basalto* (básicas), e a *obsidiana* (ácida), a segunda com textura holocristalina, a primeira e terceira hemicristalina e a última vítrea. A composição mineral e os principais caracteres destas rochas são:

*Granito* — Agregado de feldspato (principalmente ortose), quartzo e mica. O feldspato reconhece-se pela sua fractura plana, nacarada, pelos contornos irregulares e formas rectangulares alongadas; o quartzo encontra-se em fragmentos irregulares, angulosos, dum branco acinzentado, com lustre vítreo, gorduroso; a mica apresenta-se em pequenas lâminas brilhantes negras e fáceis de destacar. É uma rocha acinzentada ou avermelhada, bastante dura mas não de difícil desagregação sob a influência dos agentes naturais, dando origem a grande número de solos agrícolas. Emprega-se como material de construção. Ocupa no país o primeiro lugar entre as rochas eruptivas, sendo graníticas as nossas maiores cordilheiras.

*Pórfito* — É composto essencialmente de feldspato (ortose) e quartzo. A cor é acinzentada ou pardacenta. Os pórfiros (granófiros) no nosso país, localizam-se, principalmente, numa grande mancha no centro do Alentejo.

*Sienito* — Distinguem-se do granito por não ter quartzo: consta de feldspato (ortose) e de mica ou hornblenda; denominando-se *micáceo* ou *amfibólico*, conforme predomina esta

ou aquela. Entre nós, os sienitos encontram-se no centro da serra de Sintra e uma pequena mancha próximo de Elvas. Existem também nos Açores. Na serra de Monchique há a *foiaite*, variedade que deve o seu nome á Foia onde foram encontrados os primeiros exemplares estudados.

*Diorito* — Agregado de feldspato (plagioclase) e hornblenda; algumas variedades tem quartzo como elemento acessório, outras contém olivina. Tem côr verde negra, ás vezes mais clara se predomina o feldspato. Encontram-se em várias localidades do nosso país, especialmente numa extensa mancha do Alentejo; desde Beja até Serpa, e em várias manchas dispersas no Alto Alentejo.

*Gabro* — Associação de feldspato (labrador ou anortite) e dialage. Encontra-se próximo do Cabo Sines.

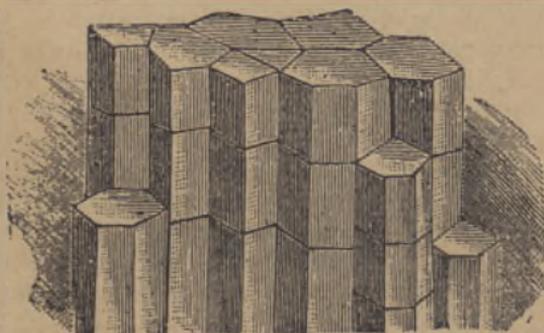


Fig. 10. Rocha basáltica. Fractura hexagonal

*Traquite* — Rocha de côr cinzenta, parda ou avermelhada, áspera ao tacto, composta de feldspato (principalmente sanidina) e hornblenda ou outro mineral ferro magnésico (biotite ou augite). Entre nós conhecem-se vários afloramentos de traquites nos concelhos próximos de Lisboa; também se encontram na Madeira e nos Açores.

*Diabase* — Agregado de feldspato (plagioclase) e augite, associando-se a êstes elementos, com frequência, o quartzo, a hornblenda, a olivina, etc. Encontra-se esta rocha no distrito de Beja, próximo a Barrancos, e nos Açores.

*Basalto* — Agregado, de côr preta ou muito escura, composto, essencialmente, de augite e plagioclase, com ou sem olivina; associando-se, frequentemente, a hornblenda, magnetite, etc. Torna-se notável pela regularidade das suas massas e pela tendência de dividir-se em prismas hexagonais (Fig. 10).

Encontra-se em afloramentos de grande extensão nos arredores de Lisboa, formando, em grande parte, os solos agrícolas desta região, no Algarve, e predomina na Madeira e nos Açores. A conglomeração de fragmentos desta rocha com outros produtos vulcânicos, pela acção da água, dá origem ao *tufos basálticos*.

*Obsidiana* — Tem o aspecto de um vidro preto, pardo escuro ou cinzento escuro, e uma composição entre o granito e o sienito, acusando uma elevada percentagem de sílica (60 % a 80 %). Entre os produtos vulcânicos das ilhas da Madeira e dos Açores encontram-se rochas deste tipo.

19. ROCHAS SEDIMENTARES — Os elementos mineralógicos que constituem as rochas sedimentares são: *nativos*, isto é, formaram-se no seio das próprias águas, por precipitação ou cristalização das substâncias dissolvidas ou suspensas nas águas que as transportaram, ou *emigrantes*, quer dizer mantém inalterável a composição química das rochas originárias, embora se encontrem isolados ou diversamente agregados.

Além dos sedimentos propriamente ditos, constituídos por materiais detríticos, arenosos e argilosos, das rochas eruptivas, há a considerar os depósitos formados por via química, quer pela deposição dos materiais dissolvidos na água, quer em virtude de reacções nêles produzidas, e os devidos á acção dos seres vivos ou que são restos de antigos organismos. Assim as rochas sedimentares classificam-se em: *detríticas*, *químicas* e *orgânicas*. As rochas sedimentares detríticas compreendem: as *areias*, *saibros*, *cascalhos*, *calhaus*, (sedimentos arenosos móveis), *conglomerados*, *grauwaches* e *grês* ou *arenitos* (sedimentos arenosos aglutinados), *argila*, *schistos argilosos* e *margas* (sedimentos argilosos). As mais importantes formações sedimentares de origem química são: *gêsso*, *tufos* e *travertinos*, *estalactites* e *estalagmites*. Os sedimentos de origem orgânica são: *calcáreos* e *carvões fósseis*.

*Sedimentos arenosos móveis* — Todos êles são constituídos por grãos de quartzo de diversos tamanhos, triturados, angulosos ou rolados pelo atrito resultante do transporte pelas águas. Conquanto seja o quartzo o elemento essencial, também se encontram nêstes depósitos fragmentos de calcáreo e outras rochas, palhetas de mica, etc. Formam as praias junto das costas do mar, que, em Portugal, abrangem uma extensão de cêrca de 7.000 hectares. Encontram-se, igualmente, no interior do país, depósitos de areia, calhaus rolados, cobrindo os schistos e os granitos, tais como ao sul de Idanha-a-Nova, próximo

do Fundão, da Louzã, Arganil, Vila Pouca de Aguiar, margens do Tejo, etc.

*Conglomerados* — São saibros, calhaus ou cascalhos imperfeitamente aglutinados. Os fragmentos reunidos não são só quartzosos, podem também ser calcáreos, graníticos, schistosos, conchas, restos de animais ou vegetais, etc. Quando os fragmentos são angulosos os conglomerados chamam-se *brechas*; quando rolados, *judins*. São frequentes nos vales, mas encontram-se também nas encostas e no alto das montanhas. Formam solos de má qualidade pela sua impermeabilidade e difícil divisão. Encontram-se em Portugal em diversas localidades.

*Grés ou arenito* — É formado de areias finas quartzosas, intimamente aglutinadas. São numerosas as variedades de grés, distintas pelo grão mais ou menos fino das areias que os compõem e pela substância que os aglutina, dizendo-se *quartzoso, argiloso e calcáreo* ou *margoso*, conforme êsse cimento é a sílica, a argila ou o calcáreo. Fende regularmente, como o granito, em blocos de grandes dimensões, servindo de material de construção, e usa-se também como mós de moinho e pedra de amolar e polir. Toda a bacia do Tejo, desde Tomar a Vila Franca e entre Alhandra e Lisboa, é formada de calcáreo e grés do terciário lacustre e marinho. Uma extensa faixa desde do vale do Vouga até Tomar é de grés vermelho. Encontra-se, igualmente, nas serras do Buçaco, Lousã e no Algarve.

*Grauwackes* — É uma variedade de grés argiloso ou argilo-silicioso, constituído por pequenos fragmentos de quartzo e schisto, frequentes nos terrenos primários.

*Argilas* — Provém da desagregação dos feldspatos pela acção das águas das chuvas. É branca quando não encerra compostos metálicos, especialmente óxidos de ferro e manganés que lhe dão colorações cinzentas, amarelas anegradas, etc. A rocha argilosa de maior importância agrícola é o *limo* ou *nateiro*, constituída por tenuíssimas partículas de argila, com óxidos de ferro, areia quartzosa ou calcárea impalpável, e outras substâncias minerais e orgânicas. Existe nas planícies e flancos dos vales para onde é levada pelas cheias.

*Schistos* — São considerados, fundamentalmente, por matéria argilosa contendo grãos de quartzo, compostos ferruginosos, substâncias carbonosas, mica, calcite, etc. Dá-se-lhes também o nome de *piçarras argilosas* para as distinguir dos *filitos* ou *piçarras propriamente ditos*, que adiante falaremos.

Encontram-se na maior parte do país, havendo um grande número de concelhos constituídos unicamente por estas rochas.

*Margas* — Constam, essencialmente, de argila e carbonato calcáreo, e, além disso, areia quartzosa, óxidos de ferro, carbonatos diversos, e outras substâncias minerais e orgânicas. São baças, macias e de variadas côres: brancas, cinzentas, castanhas, etc. As suas variedades mais importantes são *argilosas*, *calcáreas* e *arenosas*. Distinguem-se das argilas por fazerem efervescência com os ácidos, e dos calcáreos por deixarem resíduos quando atacados por aqueles. Caracterizam-se, ainda, por esbroarem depois de regadas pela água ou expostas á humidade, sobretudo se a percentagem de calcáreo fôr elevada.

*Gêsso* — É um sulfato de cálcio hidratado, proveniente da transformação dos calcáreos pelo sulfato de sódio ou magnésio, pelo ácido sulfúrico, ou ainda por emanações sulfurosas ou sulfídricas. As variedades puras e finas, denominadas *alabastros*, são empregadas na escultura; as grosseiras e impuras usam-se em agricultura como correctivos do solo e adubo de certas culturas sobretudo leguminosas. Abunda entre nós; encontra-se nas proximidades de Soure, próximo de Tomar, na serra de Monsanto, próximo de Lisboa, em Cantanhede, Óbidos, S. Martinho do Pôrto, Leiria, serra de El-Rei, etc. Entra também na composição das águas minerais chamadas *selitinosas*.

*Tufos e travertinos* — Os primeiros são incrustações calcáreas á superfície do solo resultantes da insolubilização e deposição dos calcáreos dissolvidos nas águas de infiltração, por desprendimento do anidrido carbónico em excesso. Os travertinos diferem destes por serem devidos á deposição dos calcáreos dissolvidos em águas correntes despenhando-se em cascata. O desprendimento do anidrido carbónico, ao mesmo tempo que se depõe o calcáreo, dá origem a que estas rochas sejam porosas e leves.

*Estalactites e estalagmites* — São deposições calcáreas devidas á evaporação das águas carregadas de carbonato de cálcio que se infiltram e caem no solo das grutas, forrando as suas paredes, pendendo das suas abóbadas — *estalactites*, e elevando-se do chão, á medida que estas descem, chegando muitas vezes a reunirem-se — *estalagmites* (Fig. 11).

*Calcáreos* — São essencialmente compostos de carbonato de cálcio, misturados com outras substâncias que os tornam impuros. Na formação destas rochas tem uma parte impor-

tante os fenómenos biológicos de certos organismos inferiores; resultando elas das precipitações nas águas do calcáreo dissolvido, por influência dêsses organismos vivos, ou por acumulação de vários animais, especialmente corais e foraminíferos,



Fig. 11. Estalactites e estalagmites

e, ainda, das grandes massas terrosas, formadas pelos esqueletos siliciosos de seres inferiores (algas calcáreas, esponjas, radiolários, etc.) (Fig. 12) (24). Podem classificar-se, segundo a

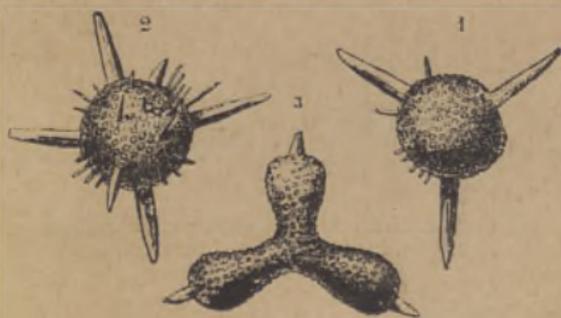


Fig. 12. Radiolários

coesão e volume dos seus elementos, em *finos*, *grosseiros*, *terrosos* e *compactos*; e, pelas substâncias que entram na sua

---

(24) Nem todos os calcáreos são orgânicos, como vimos; a origem de muitos dêles é puramente química.

composição , em: *argilosos, siliciosos, magnesianos, carboníferos, etc.* São abundantes no nosso país, encontrando-se, principalmente, na Beira litoral, na Extremadura e no Algarve; na península de Setúbal forma a serra da Arrábida.

*Carvões fósseis* — São a acumulação da matéria carbónica produzida pela mineralização de restos vegetais. Os carvões fósseis ou combustíveis minerais são: *antracite, hulha, linhite e turfa*, os dois primeiros conhecidos também por *carvão de pedra*, são os mais ricos em carbono, e, portanto, com maior poder calorífico. A não ser a turfa, que ainda se forma actualmente em terrenos baixos e pantanosos, os demais formaram-se em eras geológicas passadas, á custa de detritos dos vegetais que nessas eras povoaram a Terra. Portugal é um país pobre de combustíveis minerais; os seus principais jazigos reduzem-se á mina de antracite de S. Pedro da Cova, ás linhites do Cabo Mondego, Buarcos, Leiria, Alhandra, Cascais e arredores de Lisboa, e ás turfás nas margens do Sado.

20. ROCHAS METAMÓRFICAS — A êste agrupamento, que se poderá considerar intermédio, pertencem as rochas originariamente eruptivas ou sedimentares, mas que depois da sua formação, se alteraram ou modificaram, quer na sua composição química, quer na sua estrutura, pela acção dos agentes metamórficos (*metamorfismo*) de natureza térmica, mecânica ou química. Caracterizam-se pela sua estrutura foliácea ou schistosa e textura cristalina, pelo que se denominam também *schis-*



Fig. 13. Rochas metamórficas : *a, b*, gneis ; *c*, micashisto ; *d*, filito ; *e*, cambrico e silurico ; *f*, carbonico

*to-cristalinos*. As mais importantes são: os *gneis*, os *micaschistos*, as *quartzites* e os *filitos* (Fig. 13).

*Gneis* — Compõe-se, essencialmente, de feldspato, (ortose), quartzo e mica; distinguem-se dos granitos, dos quais foram considerados uma variedade, pela sua estrutura regular e estratificada, sendo os estratos constituídos uns por feldspato e quartzo e outros por mica negra, formando, alternadamente, zonas claras e negras. Encontra-se, entre nós, em grandes ex-

tensões no Minho, Trás-os-Montes e Beiras, etc. Sob o ponto de vista agrícola, é análogo ao granito.

*Micaschisto* — Agregado de mica e quartzo, sem feldspato, o que os diferencia dos gneis. É muito abundante no país, tanto no norte como no sul.

*Quartzite* — É composto, exclusivamente, de grãos de quartzo, podendo considerar-se um grés quartzoso, cujos grãos de quartzo são finíssimos e fortemente aderentes. Abunda na Beira, nos vales do Douro, Mondego e Tejo, forma a muralha que este rio atravessa nas portas de Rodão, existe nas serras do Lordelo e Caramulo, e no Algarve.

*Filitos* — São schistos argilosos de origem detrítica, e, como tais, constituídos principalmente por quartzo e minerais micáceos (mica, clorite, talco), muito endurecidos, acinzentados, esverdeados ou arroxeados, luzidios ou assetinados nas superfícies paralelas á foliação. As variedades mais finas e schistosas são as chamadas *ardósias*, caracterizadas pela sua homogeneidade, compacidade e finura do grão e que existem em abundância, em Valongo, próximo do Pôrto, onde são exploradas industrialmente.

21. ESTRUTURA E DISPOSIÇÃO — Distinguem-se as rochas eruptivas das sedimentares pela estrutura e disposição das suas massas minerais. As eruptivas apresentam-se em massas de grande irregularidade, interceptadas, em todos os sentidos, por *fracturas* ou *falhas* caprichosas, formando um agregado de minerais, sem a mais leve aparência de simetria; a disposição das suas camadas, é, a maioria das vezes, discordante das massas rochosas, a que se sobrepõem ou estão sobrepostas, ou, ainda, em que se intrometem. Pelo contrário, as sedimentares apresentam-se dispostas, com muita regularidade, em estratos paralelos, mas não uniforme, na espessura ou *possança*, em toda a extensão, e atravessadas por fendas geralmente horizontais e algumas vezes oblíquas; as suas *disposições estratigráficas* típicas são facilmente reconhecíveis, salvo em caso de deslocções rápidas que experimentaram nas eras geológicas anteriores.

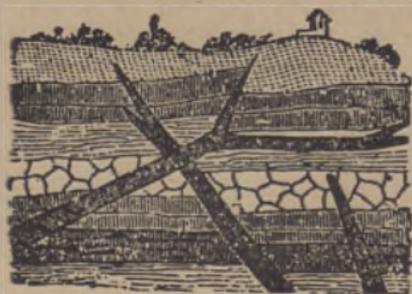


Fig. 14. Filões

Em razão da sua estrutura as rochas eruptivas e sedimentares denominam-se *massiças* e *estratificadas*.

As rochas eruptivas insinuam-se através dos depósitos sedimentares, ordinariamente pelas fracturas ou por entre as superfícies de separação dos estratos, tomando as designações seguintes: *betas*, *filões* ou *veios*, *diques*, *colos* e *cabeços*, *tifões*, *correntes*, *mantos* e *massas* (Fig. 14).

As massas rochosas, em resultado das fracturas que as interceptam, em vez de formarem um todo contínuo dividem-se em peças encostadas umas ás outras, chamando-se *juntas* ou *junturas* aos contactos ou ligações entre elas.

As rochas sedimentares estão situadas, geralmente, nas vertentes das montanhas e nas planícies, enquanto as eruptivas

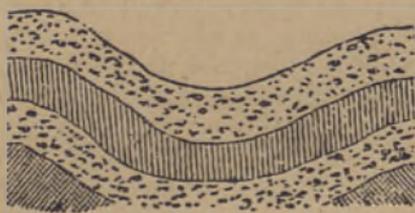


Fig. 15. Estratos concordantes



Fig. 16. Estratos discordantes

estão, por via de regra, no centro das montanhas cuja massa interna algumas vezes constituem, e, em muitos lugares parece que atravessaram e levantaram as sedimentares para formarem as montanhas e os rochedos. Assim se explica que os estratos sedimentares não estejam sempre horizontais, e, muitas vezes, apareçam oblíquos e até mesmo verticais. Chama-se *pendor* á inclinação das camadas, e, *directção* á linha perpendicular ao pendor.

Quando os estratos, apesar da obliquidade, se conservam paralelos uns aos outros a *estratificação*, chama-se *concordante*, se a disposição estratigráfica não é paralela diz-se *discordante* (Figs. 15 e 16).

## CAPITULO II

### FORMA E EVOLUÇÃO DOS TERRENOS

22. DESAGREGAÇÃO E DEGRADAÇÃO — As rochas, pela acção sucessiva dos agentes geológicos, experimentam modificações das quais resultam a sua *desagregação*, ou seja a fragmentação e o esfacelamento dos materiais que as constituem, e a *degradação*, isto é a desorganização íntima dos seus componentes mineralógicos, produzindo estas duas causas combinadas o *terreno*.

23. AGENTES MODIFICADORES — Os agentes modificadores são uns *internos*, outros *externos*, e a sua acção pode ser isolada ou combinada. Atuam externamente: o ar atmosférico, as águas correntes, terrestres e marítimas, o vento, a chuva, o géllo, os seres vivos que habitam a Terra, e, finalmente, o trabalho do homem; internamente: os fenómenos vulcânicos e pseudo-vulcânicos, os terremotos e pequenos abalos de terra. Só os agentes externos interessam ao estudo que vamos fazer.

A intervenção dos agentes externos no trabalho de desagregação das rochas é *mecânica e física*; no fenómeno da degradação é *química, biológica e químico-biológica*.

a) *Acções mecânicas* — Exercem acção mecânica o vento, a chuva, as águas correntes e o gelo, concorrendo êstes agentes não só para a desagregação e erosão das rochas, mas, principalmente, para o transporte e a deposição dos materiais desagregados pelos outros agentes.

A acção do vento manifesta-se, sobretudo, quando actua demoradamente, com velocidades excessivas e sobre rochas facilmente desagregáveis. A chuva contribue, quer pela violência do seu choque sobre as rochas, quer pela erosão que nelas produz, escorrendo pela superfície com maior ou menor volume e velocidade e arrastando os materiais soltos que se vão depositando em outros lugares, á medida que esta diminue. É idêntica á da chuva, a acção das águas correntes, terrestres e marítimas: produz a erosão no leito e nas margens dos terrenos por onde correm, arrastando, igualmente, os materiais desagregados e depositando-os por *colmatagem*, no caso de cheias e de inundação dos terrenos marginaes, e nos *cones de dejecção*, que se formam nas fozes ou desaguadouros das torrentes. A acção mecânica do gelo pode ser de simples desagregação, em virtude da pressão que, pelo aumento de volume, exerce nas paredes das cavidades das rochas em que se forma, provocando a fragmentação destas; ou, ainda de desagregação e arrastamento, quando se dá a congelação e descongelação das *geleiras* que se formam nos cumes montanhosos.

b) *Acções físicas* — Intervem fisicamente o calor solar e a água. Não sendo as rochas constituídas igualmente em toda a sua massa mineral, os fenómenos de dilatação e retracção, originados pela variação do calor solar, provocam fracturas mais ou menos profundas, conforme a resistência dos materiais que as constituem, e com a sua continuidade, a fragmentação que facilita a acção dos outros agentes na formação do terreno. Provocando a evaporação das águas, o calor faz desta maneira precipitar os materiais rochosos nelas dissolvidos, e, assim, formar o terreno.

O poder de embebição ou capacidade de absorpção aquosa dos elementos minerais denominados *coloides* produz nêles variações no volume, na consistência, na coesão e na plasticidade, e, consequentemente, a desagregação das rochas de que fazem parte.

c) *Acções químicas* — O ar atmosférico e a água são os dois agentes que actuam quimicamente na degradação das rochas. As oxidações ou modificações químicas, que o oxigénio do ar produz nos minerais compostos por sulfuretos, óxidos, hidratos, sais ferrosos e manganosos, tornam as rochas em que entram mais susceptíveis de solubilização ou do ataque pelos agentes externos da desagregação. Por seu lado, o anidrido carbónico, conjuntamente com a água, com a qual forma o ácido carbónico ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2\text{O}_3$ ), é um agente poderoso da decomposição química de grande número de rochas. A acção do oxigénio e do anidrido carbónico pode ser isolada ou com-

binada, segundo a natureza dos minerais que entram na constituição das rochas.

A água é um enérgico dissolvente de numerosos elementos e compostos químicos que formam as rochas, sobretudo quando, como dissemos, tem em dissolução o anidrido carbónico. Na água pura os minerais pouco ou nada se solubilizam; mas, á medida que aumenta a percentagem de anidrido carbónico, a solubilidade dos minerais torna-se, progressivamente, maior.

A decomposição química das rochas, por efeito das águas carregadas de anidrido carbónico, dá-se ainda em virtude da sua *acção idrolisante*, isto é, devido ao fenómeno físico-químico, a que se deu o nome de *idrolise*, pelo qual a água actuando como dissolvente de um composto químico se dissocia nos seus elementos constitutivos ou *iontes* — H e OH— e, por influencia destes sobre os iontes do composto dissolvido, êle sofre, igualmente, a dissolução idrolítica, originando novos compostos com poder de dissolução maior.

d) *Acções biológicas* — Os vegetais e os animais, durante a vida e após a morte, operam a desagregação e degradação das rochas, e o homem, pela sua acção biológica, também a realiza.

As raízes e os restos de vegetação, durante a vida das plantas, e os despojos que estas, após a sua morte, deixam na camada mais superficial do terreno em formação, influem bastante para a desagregação e degradação das rochas. A acção dos animais é parecida: em vida, grande número deles, desde simples vermes e lagartas de insectos, até pequenos repteis e mamíferos, originam a desagregação e degradação, fenómenos que, depois da morte, os seus despojos continuam. A acção conjunta dos vegetais e animais sobre o terreno em formação produz o *humus* ou *matéria orgânica*, cuja importância foi posta em evidência.

O homem, logo no comêço da sua existência, foi forçado a intervir na preparação do terreno com o fim de facilitar a vida das primitivas espécies vegetais, que alimentavam não só a êle mas ainda os animais que utilizou como meios de tracção e transporte, e como fornecedores de vestuário e alimento. Á proporção que as suas necessidades aumentaram e os recursos naturais decresceram, a sua acção foi-se intensificando, aperfeiçoando os trabalhos agrícolas e aumentando as zonas de exploração; e, deste modo, o homem tornou-se um constante e importante factor da desagregação das rochas e da formação do terreno agrícola.

e) *Acções químico-biológicas* — Consistem na complicada série de fenómenos químicos, obra de micro-organismos, que se realizam no seio das rochas, dos terrenos em formação e dos

já formados. A acção dêsses seres, infinitamente pequenos, na formação do terreno e depois na preparação do solo agrícola foi e é enorme e cheia de interesse para a agricultura, como se viu.

24. EROSÃO E DESNUDAÇÃO — O desgaste ou a destruição gradual que sôbre as rochas exercem as massas aéreas ou aquosas em movimento denomina-se *erosão*, que, conforme é produzida pelo vento, pela água da chuva, pelos cursos de água, pelo mar ou pelos glaciares, se chama *eólica*, *meteórica*, *fluvial*, *marinha* ou *glacial*. Ao desgaste natural de porções de terreno mais ou menos vastas e á consequente exposição ou descobrimento do terreno subjacente dá-se o nome de *desnudação* (Fig. 17).

25. FÓSSEIS — São os seres organizados que viveram em épocas antigas e deixaram nas camadas terrestres evidentes sinais da sua passagem. O seu exacto conhecimento, dado pela *paleontologia*, é pois, importante visto estar provado que cada formação ou terreno tem fósseis especiais e característicos porque se distinguem perfeitamente. Classificam-se, segundo o reino a que pertencem, em:



Fig. 17. Efeitos da erosão da água

*animais* e *vegetais*; conforme a analogia com as espécies actuais em: *idênticos*, *análogos* e *perdidos*; segundo o meio em que viveram em: *terrestres*, *fluviais*, *lacustres* e *marinhos*. Se o corpo orgânico se destruiu, deixando apenas a impressão ou imagem da sua forma, dá-se, a essa impressão, o nome de *molde*.

26. CLASSIFICAÇÃO DOS TERRENOS — Distinguem-se os terrenos pela *origem*, *natureza* e *formação* ou *idade*.

a) *Origem dos terrenos* — Quanto á origem dizem-se de *formação local* se se formaram sôbre as rochas de que derivam, reflectindo, portanto, mais ou menos, as características dessas rochas; de *transporte* se se formaram com os detritos rochosos, acarretados por fôrças diversas e depositados em lugares afastados das rochas que os originaram. Dividem-se êstes últimos, em terrenos de *aluvião*, *morénicos* ou *moreias*, *eólicos* e *marítimos*: os primeiros constituíram-se com os detritos transportados pela água; os segundos com os que foram arrastados pelos *glaciares* formados pela descongelação das geleiras; os terceiros com os levados pelo vento; e, finalmente, os últimos com os acarretados pelas marés.

b) *Natureza dos terrenos* — Pela sua natureza, distinguem-se em: *minerais* e *orgânicos*, tomando aqueles os nomes das rochas de que derivam, e sendo êstes constituídos, quasi exclusivamente, por matéria orgânica. Os terrenos minerais denomi-

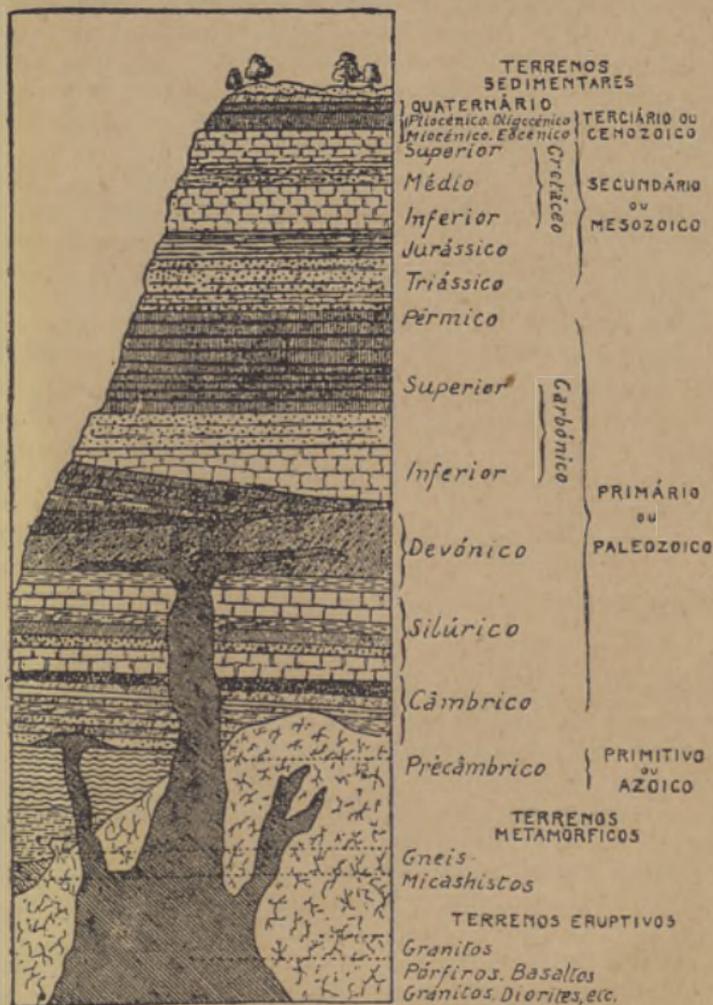


Fig. 18. Formação dos terrenos

nam-se: *graníticos*, *porfiricos*, *sieníticos*, *vulcânicos*, etc.; os orgânicos, conforme a proveniência da matéria orgânica: *vegetais* (turfeiras, etc.) e de *origem animal* (terras lacustres, etc.).

c) *Formação ou idade* — Distribuem-se os terrenos sedimentares da crusta terrestre por cinco grandes grupos, que se subdividem em outros menores, designados, por ordem decrescente, *sistemas, andares e assentadas*, e caracterizados pela natureza das rochas que os formam e pelos fósseis vegetais e animais que contém, constituindo, no seu conjunto, a *série estratigráfica* (Fig. 18). Cada um desses terrenos pertence a uma dada *época ou era geológica*, isto é, a um dos cinco grandes intervalos de tempo em que se divide a história dos fenómenos que têm modificado sucessivamente as condições físicas e biológicas da Terra, divisões essas que, igualmente, se repartem em outras menores, correspondentes ás sub-divisões da série referida, denominadas, pela mesma ordem decrescente, *periodos, idades e fases*, e que, no seu conjunto, constituem a *série cronológica*. A classificação dos terrenos sedimentares, baseada no modo e na época da sua formação, é a seguinte:

Grupos (Épocas)	Sistemas (Períodos)
I — <i>Primitivo ou azoico</i> .....	<i>Precâmbrico.</i>
II — <i>Primário ou paleozoico</i>	<i>Câmbrico. Silúrico. Devónico. Carbónico. Pérmico.</i>
III — <i>Secundário ou mesozoico</i> .....	<i>Triássico. Jurássico. Cretáceo.</i>
IV — <i>Terciário ou cenozoico</i>	<i>Eocénico. Oligocénico. Miocénico. Pliocénico.</i>
V — <i>Quaternário</i> .....	<i>Diluvial ou pleistocénico. Aluvial ou recente.</i>

27. CARACTERES GERAIS DOS GRUPOS E SISTEMAS GEOLÓGICOS — As rochas e os fósseis vegetais e animais mais importantes que caracterizam os diversos terrenos são:

a) *Terrenos primitivos ou azoicos* — Alguns consideram o precâmbrico como o mais antigo sistema dos terrenos primários. *Rochas*: gneis, micachistos e calcáreos. *Flora*: ausência de vegetação. *Fauna*: ausência de animais.

b) *Terrenos primários ou paleozoicos* — *Rochas*: o câmbrico deriva dos schistos, grés e calcáreos; o silúrico resulta dos grés, schistos argilosos, grauwackes, calcáreos dolomíticos, margas e quartzites; o devónico provém dos schistos argilosos, calcáreos fossilíferos, grés vermelho, encontrando-se nêle jazigos de *antracite*; o carbónico compõem-se de calcáreo carbonífero, schistos argilosos, grés, margas, etc., sendo assim chamado por causa dos imensos depósitos de *hulha* ou *carvão de pedra*, que se encontram no meio das camadas de schistos e grés; no pérmico predominam os grés vermelhos, schistos betumino-

sos, conglomerados e margas. O silúrico distribue-se por três andares: *inferior*, *médio* e *superior*; o carbónico por dois: *inferior* e *superior*. *Flora*: só no silúrico aparecem os primeiros vegetais, especialmente criptogâmicas vasculares (*licopodíneas* e *equisetíneas*); no devónico aparecem também as *filicíneas* (principalmente os fetos) (Fig. 19) e as primeiras gymnos-



Fig. 19. Fossil vegetal

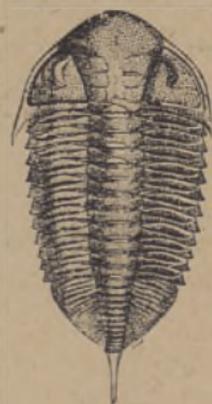


Fig. 20. Fossil animal. (trilobit.)

péricas (*cycádeas* e *coníferas*). *Fauna*: no câmbrico aparecem os primeiros animais, sendo notáveis os *trilobitas* (Fig. 20), que se desenvolvem no período seguinte, durante o qual aparecem os primeiros vertebrados (peixes); no devónico declinam os trilobitas e encontram-se vestígios de numerosos *peixes ganoides*; no carbónico e pérmico quasi desaparecem os trilobitas, diminuem de importância os peixes, tornando-se notáveis os *labyrinthodontes*, aparecendo no pérmico os primeiros reptéis.

c) *Terrenos secundários* — *Rochas*: o triássico é formado de grés, calcáreo conchífero, marnes, depósitos de gesso e sal gema; o jurássico é constituído por calcáreos (olíticos), grés, marnes, conglomerados, etc.; o cretáceo compõem-se de calcáreos, entre os quais figura a *cré*, donde deriva o nome, grés, saibros e cascalho, argila e marne, e divide-se em três andares: *infra-cretáceo*, *cretáceo médio* e *cretáceo superior*. *Flora*: no triássico começam a prevalecer as gymnospéricas sôbre as criptogâmicas vasculares e são muito abundantes as coníferas e cycádeas, atingindo estas últimas o seu apogeu no jurássico, durante o qual aparecem as primeiras *monocotiledóneas*, que se desenvolvem bastante no cretáceo, especialmente as palmeiras, aparecendo também bastantes *dicotiledóneas* (figueiras,

-castanheiros, plátanos, etc.). *Fauna*: no triássico ainda se encontram os labyrinthodontes, são frequentes os reptéis (*ichthyosáurios*) (Fig. 21), aparecem várias formas amonitas, que se desenvolvem no jurássico, em cujo período abundam os reptéis



Fig. 21. *Ichthyosaurus communis*

marinhos, terrestres e voadores, aparecem os primeiros mamíferos (*marsupiais*) e encontram-se vestígios de aves com caracteres reptilianos; no cretáceo declinam os amonitas, as aves reptilianas e os dinosáurios, e aparecem os pequenos mamíferos, rudistas, etc.

d) *Terrenos terciários* — *Rochas*: o eocénico compõe-se de depósitos, lacustres e marítimos, de areia e calcáreo, argila plástica, margas e gesso; o oligocénico é formado por calcáreos de água doce, marnes, grés, basaltos, etc; o miocénico oferece duas *facies*, uma *marítima*, constituída por argilas, molassos, calcáreos, grés e areias, e outra *lacustre*, formada por grés, calcáreos e argiloso conchífero, margas calcáreas, sal gema, gesso, etc.; o pliocénico compõe-se de areias vermelhas, grosseiras e argilosas, de mistura com calhaus rolados ou de areias finas e, nalgumas formações, de um grés pobre de feldspatos ou de argilas plásticas. No eocénico, oligocénico e pliocénico encontram-se, com as rochas, jazigos de *linhite*. *Flora*: as cicádeas declinam no eocénico, as palmeiras abundam neste período e no oligocénico, mas tornam-se mais raras no miocénico, as dicotiledóneas, principalmente as árvores de fôlhas caducas, desenvolvem-se em todos os períodos, encontrando-se reunidas no pliocénico árvores que hoje habitam em regiões distantes. *Fauna*: os mamíferos nos diversos períodos vão sucessivamente adquirindo maior importância, aparecendo no eocénico os paquidermes e lemurianos, no oligocénico os ruminantes sem cornos, no miocénico os proboscídeos (*mastodonte* e *dinothério*) e macacos antropóides, e no pliocénico o cavalo; desenvolvem-se também as aves, os *squalos* e os herbívoros.

e) *Terrenos quaternários* — *Rochas*: constituem os terrenos *diluviais* ou *aluviões antigas* as extensas sedimentações de materiais rochosos que as chuvas e os degelos do período do *dilúvio*, após a sua acção erosiva, transportaram e depositaram, e

que são da mais variada origem, abundando os calhaus angulosos e rolados, os nateiros argilosos, os saibros e areias grossas, os lodos argilosos, ricos de calcáreo, os depósitos das cavernas estalactíticas, os tufo calcáreos, etc.; os terrenos *aluviaes* ou *aluviões modernas* formam-se á superfície dos campos revestidos de vegetação (*depósitos humíferos*), nos lugares pantanosos (*depósitos de turfas*), nos litorais formando as praias (*depósitos arenosos*), nas fontes e nos lagos (*depósitos calcáreos*) e no leito e nas margens dos rios e nas embocaduras, formando os *deltas* (*aluviões propriamente ditas*). *Flora*: passadas as crises glaciárias do período diluvial que muito prejudicaram a vegetação, esta começou a prosperar, aproximando-se da flora actual, havendo, contudo, espécies que desapareceram completamente e outras que mudaram de clima. *Fauna*: extinguem-se os grandes proboscídeos, predomina o *mammuth* (Fig. 22) e mais tarde a *rena* e aparece o homem.

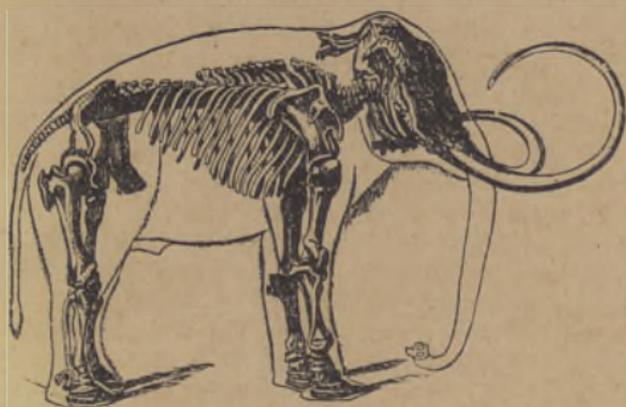


Fig. 22. Mammuth

28. TERRENOS PORTUGUESES — Uma têtça parte do solo português é constituido pelos terrenos primitivos, tais como o granito, o sienito, o porfiro, os basaltos, etc.; outra têtça parte é formada pelos terrenos sedimentares primários, como schistos e calcáreos cristalinos; o restante é composto de terrenos secundários, terciários e quaternários.

O Minho é quasi todo granítico, com excepção de umas faixas schistosas dirigidas de noroeste para sueste. A variedade de granitos mais abundante é o *porfiroide*, que vai desde o rio Minho até á serra do Marão, prolongando-se pela província de Tráz-os-Montes; os schistos pertencem aos terrenos silúrico superior e ao carbónico com depósitos de hulha.

Em Traz-os-Montes as rochas graníticas formam duas massas distintas, uma ao norte e outra ao sul da província, ocupando os schistos, que pertencem também ao silúrico, todo o espaço que não é preenchido pelos granitos (serra do Marão, margens do Douro até Barca de Alva, etc.).

O centro da Beira é ocupado, quasi todo, pelos granitos que se ligam aos do Minho, constituindo essa massa granítica parte da serra da Estrela, a serra da Gardunha e os campos de Castelo Branco; uma larga faixa schistosa forma todo o sul dessa província até ao Tejo, e a região que fica a nascente do massiço granítico de Castelo Branco.

Na Extremadura tem grande desenvolvimento os calcáreos jurássicos, cretáceos e terciários, tanto ao norte como ao sul do Tejo, verificando-se, também, erupções graníticas (serra de Sintra) e basálticas (a oeste e ao norte de Lisboa). Os magníficos mármore de Sintra e Pero Pinheiro são devidos á transformação dos referidos calcáreos pelas citadas erupções graníticas e basálticas. As bacias do Tejo e do Sado são cobertas por depósitos terciários (pliocénico) e alguns quaternários.

No norte e centro do Alentejo ainda há massas consideráveis de granitos; os schistos silúricos e devónicos constituem também parte do solo alentejano, distinguindo-se, porém, os schistos do centro dessa província por estarem muito alterados pelas erupções graníticas, dioríticas e porfíricas, e serem acompanhados de extensas bancadas de calcáreos cristalinos.

O Algarve compreende duas zonas bem distintas: a *serrana*, constituída por uma grande variedade de formações geológicas, entre as quais se distinguem os schistos argilosos que se prolongam do Alentejo, e o afloramento de *foiaite* (sienite amfibólica) no alto da Foia, da serra de Monchique; e a *litoral*, formada pelos calcáreos e grés triássicos, pelos calcáreos e margas cretáceas, e por vários retalhos de depósitos terciários e quaternários.

Resumindo: os granitos predominam ao norte e centro do país; as rochas porfíricas pertencem, quasi exclusivamente, ao centro do Alentejo; os basaltos existem ao noroeste e norte de Lisboa; os schistos câmbricos, silúricos e devónicos entram na constituição do norte, centro e quasi todo o sul; a zona entre Aveiro e Lisboa é formada de camadas secundárias; uma grande parte do país é formada, também, por depósitos terciários e aluviões quaternárias.

# ÍNDICE

## Capítulo I — PROPRIEDADES DO SOLO

1. Solo e sub-solo.....	5-8
2. Estrutura e textura do solo.....	8-9
3. Superfície interna do solo.....	9-10
4. Profundidade .....	10
5. Propriedades físicas do solo.....	10-20
6. Propriedades químicas do solo.....	20-25

## Capítulo II — OS MICRÓBIOS DO SOLO

7. População microbiana do solo.....	26-29
8. Influência das condições físico-químicas do solo	29-30
9. Classificação das actividades microbianas do solo .....	30-34

## Capítulo III — CARACTERES DOS SOLOS AGRÍCOLAS

10. Elementos do solo agrícola.....	35-38
11. Funções dos elementos essenciais do solo.....	38-39
12. Classificação dos solos.....	40
13. Caracteres dos solos segundo segundo a sua composição elementar .....	41-46
14. Caracteres dos solos segundo a sua origem geológica .....	46-50
15. Solos agrícolas portugueses.....	50-54

## APENDICE

### CRUSTA TERRESTRE

#### Capítulo I — CONSTITUIÇÃO E ESTRUTURA

16. Composição da crosta.....	55
17. Classificação das rochas.....	55-56
18. Rochas eruptivas .....	56-60

19. Rochas sedimentares .....	60-64
20. Rochas metamórficas .....	64-65
21. Estrutura e disposição.....	65-66

Capítulo II — FORMA E EVOLUÇÃO DOS TERRENOS

22. Desagregação e degradação.....	67
23. Agentes modificadores .....	67-70
24. Erosão e desnudação.....	70
25. Fósseis .....	70
26. Classificação dos terrenos.....	70-72
27. Caracteres gerais dos grupos e sistemas geológicos .....	72-75
28. Terrenos portugueses .....	75-76

## BIBLIOGRAFIA

- CURSO DE MINERALOGIA E GEOLOGIA — Prof. A. J. Gonçalves.  
Guimarães.
- A TERRA — Prof. Filipe de Almeida Figueiredo.
- A QUESTÃO DAS ADUBAÇÕES — Prof. Luiz Rebelo da Silva.
- A REACÇÃO DO TERRENO AGRÍCOLA — Do mesmo autor.
- AGRICULTURE GÉNÉRALE — Paul Diffloth.
- LE SOL ET LES ENGRAIS — Constant Schreiber.
- LA GEOLOGIE — H. Guéde.
- CHIMICA AGRICOLA — Celso Ulpiani e António Perez Durão.
- OPERA OMNIA — Celso Ulpiani.
- CHIMICA AGRÁRIA — U. Pratolongo.
- TRATATO DELLE COLTIVAZIONI — E. De Cillis.
- AGRONOMIA — Girolamo Caruso.
- CHIMICA INORGÂNICA — F. Swarts.
- CHIMICA VEGETALE E AGRÁRIA — Marco Soave.
- MICROBIOLOGIA AGRÁRIA E TÉCNICA — Prof. Gino De Rossi.
- IL TERRENO — Prof. C. F. Perona.
- IL TERRENO AGRÁRIO — Prof. Fausto Sestini.
- STUDI RICERCHE ULTERIORI SULLA REAZIONE DEL TERRENO — Prof.  
U. Pratolongo.
- STORIA DELLA TERRA — Dott. Melchiorre Neumayr.



BIBL. MUSEU NAC. C. I. C.

29 MAR. 1977

COIMBRA



RÓ  
MÚ  
LO



CENTRO CIÊNCIA VIVA  
UNIVERSIDADE COIMBRA

\*132970922X\*

SECÇÃO XIX.ª — CONSERVAÇÃO DE  
PRODUTOS AGRICOLAS

1. Fenação.
2. Ensilagem.
3. Conservas de legumes.
4. Conservas de frutos.
5. Conservas de carnes e leites.
6. Conservação de ovos.

SECÇÃO XX.ª — ENGENHARIA RURAL

1. Topografia
2. Construções rurais.
3. Material agricola.
4. Hidraulica agricola.
5. Electricidade agricola.

SECÇÃO XXI.ª — ECONOMIA AGRICOLA

1. Escrituração e contabilidade agricolas.
2. Associação e sindicalismo agricola.
3. Comercio agricola.

SECÇÃO XXII.ª — JURISPRUDENCIA  
LEGISLAÇÃO

1. Legislação agricola.
2. Legislação florestal.
3. Legislação pecuaria.
4. Fiscalização dos produtos agricolas.

FOLHETOS PUBLICADOS

*Medicina das aves: Doenças contagiosas microbianas* — Joaquim Pratas, medico veterinario.

*Viticultura: Videiras americanas* — André Navarro, engenheiro agronomo.

*Aquicultura: Peixes das aguas interiores* — J. G. Alfaro Cardoso, engenheiro silvicultor.

*Arboricultura: Plantação e grangeio dos pomares* — Joaquim Vieira Natividade, engenheiro silvicultor e agrónomo.

FOLHETOS A SEGUIR

*Noções de fisiologia animal* — Idalino Gondim, medico veterinario.

*Cultura do arroz* — Benjamim Franklin Benoliel, engenheiro agronomo.

*Noções gerais de horticultura* — José Joaquim dos Santos, engenheiro agrónomo.

*Prados temporarios* — Antonio Guerra Seabra, engenheiro agronomo.

*Noções gerais de silvicultura* — Horacio Eliseu, regente florestal.

*Cultura florestal: viveiros, plantações e cuidados culturais* — Tude Martins de Sousa, regente florestal.

*Exploração florestal: ordenamento* — Antonio Mendes de Almeida, engenheiro silvicultor.

*Pinhais* — Antonio Arala Pinto, engenheiro silvicultor.

*Eucaliptos e acacias* — Julio Mario Viana, engenheiro silvicultor.

*Carvalhais, souts e montados* — Joaquim Vieira Natividade, engenheiro agronomo e silvicultor.

*Plantas medicinais* — Godofredo da Silva Santos, medico veterinario.

*Doenças da vinha e seus tratamentos* — D. Martinho Pereira Coutinho, engenheiro agronomo.

*Cunilicultura: Criação de coelhos* — A. Leitão, agricultor.

*Apicultura* — Antonio Lopes Branquinho de Oliveira.

*Medicina do cão e do gato: doenças dos orgãos e da nutrição* — J. V. Paula Nogueira, medico veterinario.

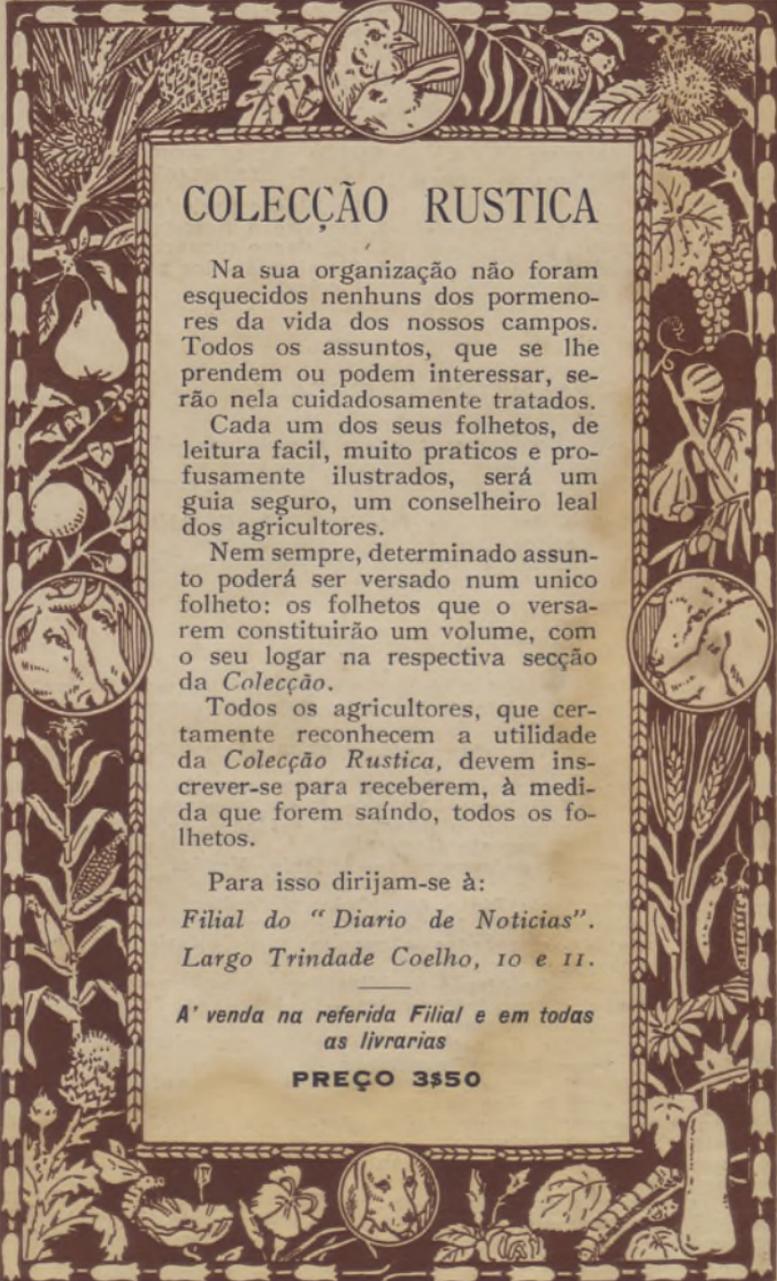
*Medicina das aves: doenças dos orgãos e da nutrição* — Joaquim Pratas, medico veterinario.

*Resinagem. Produtos resinosos* — Antonio Eduardo Freire Gameiro, engenheiro silvicultor.

*Estabulos* — Antonio Roque Pedreira, medico veterinario.

*Enxugo de pantanos e drenagens* — Alberto Rei, regente florestal.

*Escrituração e contabilidade agricolas* — Augusto Ruela, engenheiro agronomo.



## COLEÇÃO RUSTICA

Na sua organização não foram esquecidos nenhuns dos pormenores da vida dos nossos campos. Todos os assuntos, que se lhe prendem ou podem interessar, serão nela cuidadosamente tratados.

Cada um dos seus folhetos, de leitura facil, muito praticos e profusamente ilustrados, será um guia seguro, um conselheiro leal dos agricultores.

Nem sempre, determinado assunto poderá ser versado num unico folheto: os folhetos que o versarem constituirão um volume, com o seu logar na respectiva secção da *Colecção*.

Todos os agricultores, que certamente reconhecem a utilidade da *Colecção Rustica*, devem inscrever-se para receberem, à medida que forem saindo, todos os folhetos.

Para isso dirijam-se à:

*Filial do "Diario de Noticias".  
Largo Trindade Coelho, 10 e 11.*

*A' venda na referida Filial e em todas  
as livrarias*

**PREÇO 3\$50**