

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA
DIRECÇÃO-GERAL DOS SERVIÇOS AGRÍCOLAS

OS SOLOS DE PORTUGAL

SUA CLASSIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E GÉNESE

I—A SUL DO RIO TEJO

POR

JOSÉ V. J. DE CARVALHO CARDOSO

ENGENHEIRO AGRÓNOMO, PH D. (IOWA ST. UNIV., U. S. A.)
INVESTIGADOR DA ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

LISBOA

1965

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA
DIRECÇÃO-GERAL DOS SERVIÇOS AGRÍCOLAS

OS SOLOS DE PORTUGAL

SUA CLASSIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E GÉNESE

1—A SUL DO RIO TEJO

POR

JOSÉ V. J. DE CARVALHO CARDOSO
ENGENHEIRO AGRÓNOMO, PH D. (IOWA ST. UNIV., U. S. A.)
INVESTIGADOR DA ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

LISBOA

1965

ÍNDICE

	Pág.
1 — INTRODUÇÃO	1
2 — MATERIAL E MÉTODOS	5
3 — A SISTEMÁTICA DOS SOLOS — CONSIDERAÇÕES GERAIS	11
4 — ANTERIORES CLASSIFICAÇÕES DOS SOLOS DE PORTUGAL	17
4.1 — Classificação de Del Villar	18
4.2 — Classificação utilizada na Carta dos Solos de Portugal (Representação Preliminar) da Estação Agronómica Nacional	22
4.3 — Classificação geral (provisória) dos solos de Portugal, do Prof. Botelho da Costa	23
4.4 — Classificação usada no S. R. O. A. anteriormente a Julho de 1958	28
5 — NOVA CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DE PORTUGAL	39
5.1 — Categorias taxonómicas — Sua definição	39
5.2 — Classificação dos solos de Portugal a sul do rio Tejo	40
5.3 — Caracterização geral das categorias taxonómicas superiores	48
6 — CARACTERIZAÇÃO E GÉNESE DOS SOLOS DE PORTUGAL (A SUL DO RIO TEJO)	65
6.1 — Litossolos ou Solos Esqueléticos	65
6.1.1 — Descrição geral das Famílias	65
6.1.2 — Dados analíticos físicos e químicos	66
6.1.3 — Considerações sobre a génese	67
6.2 — Regossolos Psamíticos	67
6.2.1 — Descrição geral das Famílias	67
6.2.2 — Dados analíticos físicos e químicos	68
6.2.3 — Mineralogia das areias	68
6.2.4 — Considerações sobre a génese	70

	Pág.
6.3 — Aluviossolos e Solos de Baixas ...	70
6.3.1 — Descrição geral das Famílias ...	70
6.3.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	72
6.3.3 — Considerações sobre a gênese ...	72
6.4 — Solos Litólicos Húmicos ...	74
6.4.1 — Descrição geral das Famílias ...	74
6.4.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	75
6.4.3 — Mineralogia da areia fina ...	76
6.4.4 — Mineralogia da argila ...	76
6.4.5 — Micromorfologia ...	79
6.4.6 — Considerações sobre a gênese ...	80
6.5 — Solos Litólicos Não Húmicos ...	81
6.5.1 — Descrição geral das Famílias ...	81
6.5.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	87
6.5.3 — Mineralogia da areia fina ...	88
6.5.4 — Mineralogia da argila ...	90
6.5.5 — Micromorfologia ...	91
6.5.6 — Considerações sobre a gênese ...	92
6.6 — Solos Calcários Pardos ...	93
6.6.1 — Descrição geral das Famílias ...	93
6.6.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	99
6.6.3 — Mineralogia da areia fina ...	100
6.6.4 — Mineralogia da argila ...	100
6.6.5 — Micromorfologia ...	106
6.6.6 — Considerações sobre a gênese ...	109
6.7 — Solos Calcários Vermelhos ...	112
6.7.1 — Descrição geral das Famílias ...	112
6.7.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	116
6.7.3 — Mineralogia da areia fina ...	117
6.7.4 — Mineralogia da argila ...	119
6.7.5 — Micromorfologia ...	122
6.7.6 — Considerações sobre a gênese ...	125
6.8 — Barros Pretos ...	130
6.8.1 — Descrição geral das Famílias ...	131
6.8.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	136
6.8.3 — Mineralogia da areia fina ...	137
6.8.4 — Mineralogia da argila ...	139
6.8.5 — Micromorfologia ...	139
6.8.6 — Considerações sobre a gênese ...	144
6.9 — Barros Castanho-Avermelhados ...	147
6.9.1 — Descrição geral das Famílias ...	147

	Pág.
6.9.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	152
6.9.3 — Mineralogia da areia fina ...	153
6.9.4 — Mineralogia da argila ...	153
6.9.5 — Micromorfologia ...	157
6.9.6 — Considerações sobre a gênese ...	160
6.10 — Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários ...	161
6.10.1 — Descrição geral das Famílias ...	161
6.10.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	163
6.10.3 — Mineralogia da areia fina ...	164
6.10.4 — Mineralogia da argila ...	164
6.10.5 — Considerações sobre a gênese ...	166
6.11 — Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários ...	167
6.11.1 — Descrição geral das Famílias ...	167
6.11.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	175
6.11.3 — Mineralogia da areia fina ...	177
6.11.4 — Mineralogia da argila ...	179
6.11.5 — Micromorfologia ...	183
6.11.6 — Considerações sobre a gênese ...	185
6.12 — Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Calcários ...	189
6.12.1 — Descrição geral das Famílias ...	189
6.12.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	194
6.12.3 — Mineralogia da areia fina ...	195
6.12.4 — Mineralogia da argila ...	195
6.12.5 — Micromorfologia ...	199
6.12.6 — Considerações sobre a gênese ...	203
6.13 — Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Não Calcários ...	217
6.13.1 — Descrição geral das Famílias ...	217
6.13.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	222
6.13.3 — Mineralogia da areia fina ...	224
6.13.4 — Mineralogia da argila ...	224
6.13.5 — Micromorfologia ...	228
6.13.6 — Considerações sobre a gênese ...	234
6.14 — Podzóis ...	239
6.14.1 — Descrição geral das Famílias ...	239
6.14.2 — Dados analíticos físicos e químicos ...	245
6.14.3 — Mineralogia da areia fina ...	246
6.14.4 — Mineralogia da argila ...	248
6.14.5 — Micromorfologia ...	248
6.14.6 — Considerações sobre a gênese ...	250
6.15 — Solos Salinos ...	254
6.15.1 — Descrição geral das Famílias ...	254

	Pág.
6.15.2 — Dados analíticos físicos e químicos	256
6.15.3 — Considerações sobre a génese	257
6.16 — Solos Hidromórficos	262
6.16.1 — Descrição geral das Famílias	262
6.16.2 — Dados analíticos físicos e químicos	269
6.16.3 — Mineralogia da areia fina	270
6.16.4 — Mineralogia da argila	270
6.16.5 — Micromorfologia	274
6.16.6 — Considerações sobre a génese	276
6.17 — Solos Turfosos Com «Muck»	278
6.17.1 — Descrição geral das Famílias	278
6.17.2 — Dados analíticos físicos e químicos	280
6.17.3 — Mineralogia da areia fina	281
6.17.4 — Considerações sobre a génese	281
6.18 — Afloramentos rochosos	283
7 — AGRADECIMENTOS	285
8 — SUMMARY	289
9 — BIBLIOGRAFIA	301

1 — INTRODUÇÃO (*)

O presente trabalho, destinado a contribuir para o indispensável conhecimento científico dos solos portugueses, é fruto de inúmeras observações e de estudos efectuados no decurso de toda a vida profissional do autor, sempre dedicada à Pedologia.

Quis o destino que em 1958, pouco tempo depois do seu regresso duma demorada especialização nos Estados Unidos da América do Norte, lhe fosse entregue a orientação da Carta dos Solos de Portugal e da Carta de Capacidade de Uso do Solo, ambas em elaboração na escala 1:50 000 pelo Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário. Alargaram-se-lhe assim as possibilidades de conhecer mais profundamente os solos portugueses e de empreender a obra que lhe muito idealizara.

Imediatamente então, após o investimento nas funções referidas, se dedicou o autor à revisão da sistemática dos solos já cartografados e a cartografar, até porque em breve se iniciaria a publicação regular das folhas das duas Cartas abrangendo o território a sul do rio Tejo. Para isso foi vigorosamente atacado o problema da caracterização das unidades pedológicas, editando-se normas para a descrição de perfis, para a colheita de amostras e para a nomenclatura dos horizontes, levando-se todos os técnicos de cartografia a descrever e a amostrar perfis, melhorando-se a preparação científica destes através da organização de cursos especiais e do fornecimento de bibliografia adequada e intensificando-se o ritmo de trabalho nos laboratórios.

(*) Parte da matéria aqui apresentada fez parte da tese elaborada pelo autor para o concurso de ingresso na categoria de Investigador da Estação Agronómica Nacional.

Assim se foi acumulando uma série de conhecimentos sobre os solos de Portugal de que se dá aqui conta, nesta primeira fase, apenas em relação aos existentes a sul do rio Tejo. Não quer isto dizer que a restante parte do país esteja descurada, pois já se empreenderam os estudos em relação a ela, tanto mais que haverá em breve de se apresentar a contribuição portuguesa para a Carta dos Solos da Europa, na escala 1:1 000 000, que o Grupo de Trabalho Europeu de Cartografia e Classificação dos Solos da F. A. O., de que o autor faz parte, está a realizar.

Em todos os trabalhos deste género é quase obrigatório começar-se por tratar, de forma mais ou menos desenvolvida, os factores de formação dos solos da região estudada, nomeadamente o clima (cl), os organismos (o), a topografia ou relevo (r), o material originário (p) e o tempo (t), relacionados com qualquer propriedade (s) do solo pela conhecida equação fundamental de Jenny (100) (*):

$$s = f (cl, o, r, p, t \dots).$$

Não se fará aqui assim porque isso alongaria excessivamente esta dissertação, sem qualquer vantagem importante, uma vez que esses assuntos podem encontrar-se profundamente versados em inúmeras obras portuguesas do conhecimento de todos os especialistas da matéria. Não se deixará, todavia, no decorrer do texto e à medida que as circunstâncias o indiquem, de discutir as relações entre as propriedades dos vários solos e os seus respectivos factores de formação. Haverá portanto várias referências ao clima, actual ou pretérito, aos organismos, sobretudo à vegetação, ao relevo em que normalmente se desenvolvem as diferentes unidades pedológicas, ao material originário de todas elas, até porque este factor entra quase sempre na designação de uma das categorias taxonómicas, e ao tempo durante o qual têm evoluído, mas apresentadas sempre apenas quando a discussão em causa o exija e não em capítulos especiais dedicados a cada um desses factores.

Primeiramente, como é de boa norma, indicar-se-ão quais os materiais e os métodos utilizados em todo o estudo. Em seguida, após umas

(*) Os números entre parênteses referem-se à bibliografia.

considerações gerais, tão sucintas quanto possível, sobre a sistemática dos solos, far-se-á referência às anteriores classificações dos solos de Portugal, no respeitante aos que aparecem a sul do rio Tejo. Expor-se-á então a nova classificação proposta pelo autor, alicerçada nos conhecimentos actualmente ao seu alcance. Seguir-se-ão diversos capítulos em que os principais agrupamentos da classificação apresentada serão estudados em pormenor através da descrição morfológica geral das respectivas Famílias e dos dados analíticos físicos e químicos, da mineralogia da areia fina, da mineralogia da argila e da micromorfologia de perfis representativos. Cada um desses capítulos encerrar-se-á com algumas considerações sobre a génese dos solos do agrupamento considerado.

Muita coisa ficou aquém do que se desejara por dificuldades materiais, por falta de tempo (a famigerada e arreliadora carência de sempre) ou ainda por deficiente competência do autor. Este, porém, não fica na disposição de desistir. Com a ajuda de Deus, convictamente, espera prosseguir.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

Os perfis utilizados neste trabalho pertencem à colecção do Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário, cuja colheita foi imensamente intensificada nos últimos anos, precisamente com o objectivo de se conseguir um conhecimento tão profundo quanto possível dos solos portugueses.

A grande maioria dos perfis foi colhida posteriormente a 1958 pelo autor ou por outros técnicos do Serviço, mas sob a sua orientação. As descrições morfológicas e a colheita das amostras obedeceu às normas estabelecidas por Cardoso & Fernandes (41). A nomenclatura dos horizontes seguiu as regras definidas pelo autor (40) e adoptadas no mesmo Serviço. As descrições dos perfis amostrados anteriormente a 1958 foram adaptadas, tanto quanto possível, pelo autor, às novas normas descritivas.

Todos os perfis foram analisados sob o ponto de vista físico, químico e mineralógico nos laboratórios do Departamento de Solos da Estação Agronómica Nacional. O estudo por raios X dos colóides minerais de alguns solos foi gentilmente efectuado no Laboratório de Técnicas Físico-Químicas Aplicadas à Mineralogia e Petrologia da Junta de Investigações do Ultramar.

As análises, excepto em casos especiais que serão sempre indicados (tal como no caso do estudo das argilas), foram feitas na terra fina, isto é, na fracção de diâmetro inferior a 2 mm, tendo, nalguns perfis, sido determinada a percentagem do material que não passou o crivo daquela dimensão, ou seja, o teor de elementos grosseiros do solo.

A análise mecânica foi feita segundo o método usado no Departamento de Solos da Estação Agronómica Nacional e descrito por Albino (11), isto é, sem destruição da matéria orgânica e dos carbonatos, utilizando o hexametáfosfato de sódio como dispersante e determinando o limo e a argila pelo método da pipeta, a areia grossa por crivagem e a

areia fina por diferença. Porém, para aquelas amostras que dosearam mais de 2 % de matéria orgânica foi feita nova análise mecânica após destruição da mesma com água oxigenada e é essa a que se apresenta. Usaram-se os limites de Atterberg para as diferentes fracções texturais. A determinação das classes de textura fez-se pelo diagrama triangular do U. S. Dep. Agriculture (186).

A percentagem de carbono orgânico foi determinada pelo método de combustão por via seca usado no Departamento de Solos da Estação Agronómica Nacional e descrito por Motta Marques (123). Quando, porém, a amostra doseava carbonatos recorreu-se ao método do permanganato de potássio descrito por Rubio y Pacheco (169). Partindo da hipótese de que a matéria orgânica dos solos possui, em média, 58 % de carbono, a percentagem daquela calculou-se multiplicando a deste pelo factor 1,724.

O azoto total foi doseado pelo método de Kjeldahl, segundo a técnica descrita para solos por Fisher et al. (77).

A quantidade de carbonatos livres foi determinada pelo método de Passon modificado e descrito por Piper (151), isto é, por ataque do solo com ácido clorídrico, medindo-se volumetricamente o anidrido carbónico libertado e exprimindo-o em carbonato de cálcio.

A percentagem de ferro livre ou óxidos de ferro livres foi determinada, na terra fina, segundo o método de Mackenzie (114).

As determinações do pH foram feitas em suspensões de solo em água, na relação 1:2, após meia hora de contacto e agitando ocasionalmente, com um potenciómetro de Beckman de eléctrodos de vidro.

Quanto aos catiões permutáveis vários métodos foram usados. Nos solos sem carbonatos em que se determinaram catiões individuais (isto é, cálcio, magnésio, potássio, sódio e hidrogénio), os catiões metálicos foram extraídos com uma solução normal e neutra de acetato de amónio (151), sendo depois o cálcio, o potássio e o sódio determinados pelo fotómetro de chama Beckman modelo DU (208) e o magnésio doseado colorimetricamente com amarelo de titânio (130). O hidrogénio de troca foi determinado pelo método do acetato de bário (29). Nos solos com carbonatos os catiões de troca foram todos determinados pelo método de Mehlich (134). Nas amostras em que apenas se determinou a totalidade dos catiões metálicos permutáveis, isto é, o valor S de Hissink (97) ou soma das bases de troca, utilizou-se o método proposto por Mehlich (134), sendo o hidrogénio de troca determinado pelo método do mesmo autor.

Os valores S, T e V apresentados seguem as definições de Hissink (97) e são, respectivamente, a soma das bases de troca, a capacidade total de troca catiónica e o grau de saturação.

Nos solos salinos a condutividade específica foi determinada segundo o método descrito por Antunes da Silva (180, 182). Os catiões permutáveis do extracto de saturação foram doseados pelos mesmos métodos usados para os do solo.

As determinações da densidade aparente, da porosidade, da expansibilidade e da capacidade máxima para a água foram feitas segundo a técnica descrita por Antunes da Silva (179).

O índice de Alten e a razão de Middleton para avaliação da estabilidade da microestrutura foram determinados pelo método de Graçanin (87), descrito por Antunes da Silva (181), sendo o tempo de humedecimento 24 horas, como indicam Rost & Rowles (168).

A maioria das determinações de percentagem de água no solo a pF 2,0 e pF 2,7 foram obtidas com a placa de pressão e a pF 4,2 com a membrana de pressão, segundo a técnica de Richards (163). Para as amostras de numeração inferior a 6450, as percentagens de água a pF 2,7 foram determinadas pelo método de sucção com limo (47) e a pF 4,2 pelo método de tensão de humidade conhecida, descrito por Antunes da Silva (178); a partir destes valores foi a percentagem a pF 2,0 determinada graficamente (85). A água disponível foi calculada por diferença entre as percentagens a pF 2,0 e a pF 4,2.

A determinação da permeabilidade foi feita no material perturbado e crivado pela malha de 2 mm, usando água não tratada, segundo a técnica de Fireman, descrita por Balbino (12). A determinação do coeficiente de permeabilidade inicial foi efectuada a partir do volume drenado nas primeiras 6 horas e a do coeficiente de permeabilidade constante a partir do volume drenado na primeira de duas horas seguidas em que esse volume diferiu menos de 10 % do da segunda.

A separação dos colóides minerais de diâmetro inferior a 0,002 mm para análise química e para análise térmica diferencial e estudo pelos raios X efectou-se pelo método descrito por Mackenzie (115). Não se fez a saturação dos colóides com cálcio nem a destruição da matéria orgânica por as amostras seleccionadas, quase sempre dos horizontes B, terem elevado grau de saturação e baixo teor de matéria orgânica.

A análise química dos colóides minerais fez-se pelo método da fusão com carbonato de sódio. A perda por ignição (calcinação em cadinho de

platina), a sílica (insolubilização por desidratação), os sesquióxidos totais (precipitação pela amônia e por gravimetria), o óxido de titânio (com o peróxido de hidrogénio e por colorimetria) e a alumina (diferença entre os sesquióxidos totais e a soma dos sesquióxidos de ferro com o óxido de titânio) foram determinados de acordo com o indicado por Hillebrand & Lundell (69) e Mellor & Thompson (135); os sesquióxidos de ferro foram doseados com tiocianeto de potássio e por colorimetria segundo o método indicado por Piper (151). Todas as percentagens foram calculadas em relação à matéria seca na estufa a $105^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

A análise térmica diferencial dos colóides minerais fez-se no material separado como atrás se indicou, mas depois da sua humidade ter atingido o equilíbrio em atmosfera de 55 % a 60 % de humidade relativa. O aparelho e o métodos utilizados foram os descritos por Hendricks & Alexander (95). Os blocos porta-amostras são de níquel com termojunção de crómio e alumínio. O padrão foi a alumina calcinada. A temperatura foi medida por uma termojunção independente situada no centro do bloco entre a amostra e o padrão. A subida da temperatura fez-se à razão de 12°C por minuto. A destruição da matéria orgânica fez-se sempre que se tornou indispensável. A identificação das amostras efectuou-se recorrendo a diversa bibliografia da especialidade (7, 28, 32, 58, 76, 90, 113, 116 e 148).

Em face dos resultados da análise química e da análise térmica diferencial, seleccionaram-se algumas amostras de colóides minerais representativas de grupos de comportamento aparentemente semelhante, as quais foram sujeitas à difracção por raios X depois de preparadas sob a forma de agregado com cerca de 0,5 mm de espessura e coladas numa fibra de vidro. Foram utilizados uma câmara de Debye-Scherrer de construção Philips de 114,83 mm de diâmetro, colimadores especiais para argilas, e a radiação $K\alpha$ do cobre fornecida por uma ampola de raios X com anticátodo de cobre, trabalhando sob uma tensão de 40 KV. A intensidade da corrente filamento-placa foi de 24 mA e o tempo de exposição 2 horas, durante as quais a amostra se manteve em rotação. Os radiogramas obtiveram-se em película Ilford X-Ray Film tipo industrial G de emulsão dupla. Os valores de d (afastamento entre dois planos hkl dos cristais) foram determinados directamente sobre os radiogramas por meio de uma escala de plástico N. P. Nies. Os valores relativos das intensidades I das riscas foram avaliados visualmente e classificados de 1 a 10, atribuindo-se 10 à mais intensa e 1 à menos intensa. O diagnóstico das

amostras foi feito comparando os valores obtidos com os apresentados por Assunção & Garrido (8) e com os do ficheiro do A. S. T. M..

A análise mineralógica da areia fina (nalguns casos também da areia grossa) foi feita essencialmente com base nos métodos de Edelman, apresentados por Mateos (126), e nos de Truog et al. (197). A amostra de terra fina foi dispersada por agitação mecânica durante 5 minutos com hexametáfosfato de sódio. A separação seguiu a técnica de Truog et al. (197), sendo as partículas de diâmetro superior a 0,2 mm separadas por crivagem e as de diâmetro inferior a 0,02 mm eliminadas por decantação. Para a limpeza dos grãos minerais, sobretudo dos óxidos de ferro que tornariam impossível o seu exame microscópico, utilizou-se o ácido clorídrico, que acusa a desvantagem de destruir os carbonatos. A separação das fracções leve e pesada foi feita com bromofórmio, depois do que elas foram lavadas com álcool, secas e pesadas. Em seguida ambas foram montadas em bálsamo do Canadá e estudadas com o auxílio da lupa binocular e do microscópio petrográfico, tendo-se seguido na identificação dos minerais principalmente Duplaix (66) e Krumbéin & Pettijohn (105). As contagens foram feitas com a ajuda de uma platina móvel, não se considerando nunca, em cada preparação, menos de 100 grãos. Agruparam-se sob a designação de opacos todos os grãos da fracção pesada impossíveis de diagnosticar com luz transmitida. Com luz reflectida apurou-se que nesse conjunto é corrente a existência de magnetite, hematite, ilmenite e de concreções ferruginosas ou ferro-magnesianas. Admite-se que incluía também alguns grãos transparentes revestidos com películas que resistiram ao tratamento com ácido clorídrico.

As amostras para estudo micromorfológico foram colhidas em pequenas latas cilíndricas, do tipo comercialmente apresentado em pulverizadores manuais, a que foi retirado o fundo. Cravaram-se nos horizontes amostrados por meio de um aparelho idêntico ao adoptado por Grover para determinação da permeabilidade do solo (91). Julgou-se assim ter causado o mínimo de perturbação ao estado natural do solo. As amostras foram impregnadas no vácuo e no próprio recipiente em que foram colhidas com uma resina sintética comercialmente designada por Ceemar. Uma vez endurecidas foram submetidas às operações usuais na preparação de lâminas delgadas de rochas para observação microscópica. Houve o cuidado de indicar nas lâminas o topo da amostra, ficando esta assim orientada. A impregnação e a preparação das lâminas foi feita no Laboratório de Estudos Petrológicos e Paleontológicos da Junta de Investigações do

Ultramar. No estudo micromorfológico, efectuado com o microscópico petrográfico, seguiram-se fundamentalmente as definições e a nomenclatura de Kubiena (106) e de Brewer (34, 35) e técnicas já usadas pelo autor noutro trabalho (38).

3 — A SISTEMÁTICA DOS SOLOS — CONSIDERAÇÕES GERAIS

Desde que os conhecimentos ultrapassaram um certo quantitativo logo o homem começou a ordená-los e a sistematizá-los para ter possibilidades de avançar mais nas várias Ciências. Desta forma apareceram arrumações e classificações obedecendo a diferentes critérios mas sempre com o mesmo fim: ordenar o já conhecido, de modo a pôr em evidência as relações entre as matérias classificadas, para melhor poder penetrar no ignorado.

Já em 1891 J. Stuart Mill (138) escrevia: «Classification is a contrivance for the best possible ordering of the ideas in our minds; for causing the ideas to accompany or succeed one another in such a way as shall give us the greatest command over our knowledge already acquired, and lead directly to the acquisition of more.» E acrescentava depois: «The general problem of classification, in reference to these purposes, may be stated as follows: to provide that things shall be thought of in such groups, and those groups in such an order, as will best conduce to the remembrance and to the ascertainment of their laws.»

Não se furtou a Pedologia a tal meio de trabalho e inúmeras classificações de solos têm vindo a lume em várias partes do mundo.

Embora não desconhecendo que já antes de Cristo se descreviam solos e que Cato, Varro e Columella abordaram assuntos respeitantes à melhor utilização de vários tipos de terrenos, pode dizer-se que só no início do século XIX a curiosidade científica se virou para o estudo das características dos solos, sem todavia se concretizar o âmbito ou os objectivos do que viria a ser a Pedologia.

Em 1809 Thaer apareceu com o que se pode considerar a primeira classificação de solos, acentuando as suas características físicas, nomeadamente a textura e a presença ou ausência de matéria orgânica e carbonatos. Nessa classificação, que aperfeiçoou três anos depois, os solos,

considerados apenas como simples material terroso existente à superfície do globo, eram agrupados em 6 tipos que se subdividiam conforme a produtividade e a aptidão para certas culturas e tratamentos (192). Apesar da sua noção simplista de solo, não deixou Thaer de tomar já em consideração algumas das suas propriedades naturais.

Várias classificações de índole geo-litológica se seguiram, tais como a de Hausman, de 1830, a de Krause, de 1832, a de Fallou, de 1855, a de Knop e a de von Richtofen, de 1866. Dentre elas há que salientar a de Fallou (74), por este cientista ter sido o primeiro a examinar cortes verticais, a que hoje chamamos perfis, sem todavia ter chegado a considerar o solo um corpo natural. Como porém várias vezes se referiu a uma Ciência do Solo e desenvolveu diversos conceitos pedológicos, embora de maneira primária, mas considerados revolucionários para a época, é por muitos considerado o pai da Pedologia.

Em 1879 veio finalmente a lume a primeira classificação genética dos solos, apresentada por Dokutschaiev (61). Foi este o autor do designado primeiro axioma do solo ou tese fundamental (84), em que se estabeleceu que o solo era um corpo histórico natural, independente e distinto, cujas características se poderiam prever se se conhecessem os seus factores de formação. A classificação baseava-se agora nas características fundamentais do próprio solo e não nas características físicas, químicas ou petrográficas da rocha-mãe. Assim surgiu o primeiro sistema natural (ou científico ou filosófico, se se quiser) de classificação de solos em contraste com os sistemas técnicos ou artificiais aparecidos anteriormente. Dokutschaiev dividiu os solos em Normais e Anormais e, numa revisão apresentada em 1886, juntou-lhes os Solos de Transição. Estas três classes subdividiam-se depois noutras categorias, de acordo com a origem do solo, a região climática, o teor de húmus e a textura.

A esta classificação russa outras se seguiram, impregnadas todas das novas ideias, tais como as de Sibirceff, Glinka e Neustruev. O primeiro, em 1898, dividiu os solos em Zonais, Intrazonais e Azonais (176), conceitos que ainda hoje têm grande relevância, lançou a ideia da zonabilidade e foi o primeiro a pôr em relevo o carácter geral dos factores de formação do solo. Glinka, por sua vez, apresentou uma classificação em 1914 em que dividia os solos em Ectodinamomórficos e Endodinamomórficos, fundamentalmente com base no grau de desenvolvimento ou maturidade do perfil e na intensidade dos fenómenos de lavagem ou arrastamento pela água (84). Possivelmente é a Glinka que se ficou a dever,

mais do que a ninguém, a importância que ao estudo minucioso dos perfis do solo se passou a consagrar. Neustruev, em 1927, apresentou uma classificação baseada nos processos dominantes de formação dos solos (142).

Os sistemas russos de classificação dos solos podem considerar-se do tipo genético, em que se acentua sobretudo a influência do clima e da vegetação mas, porque tomavam em consideração vários aspectos morfológicos do perfil, nomeadamente a cor, são também taxonómicos.

Uma vez definidos quais os principais factores de formação do solo, tal como ainda hoje se consideram, surgiram várias classificações pondo em especial e até excessivo relevo um ou mais desses factores, em detrimento dos restantes, por virtude dos seus autores os julgarem decisivos na evolução dos solos. São classificações do tipo climático as de Lang, de 1920 (109), Meyer, de 1926 (137), Vilensky, de 1927 (199), Crowther, de 1930 (49), Thornthwaite, de 1931 (194) e 1948 (195) e Aubert & Henin, de 1945 (9), as quais consideraram o clima, expresso quase sempre por meio de fórmulas ou índices, o factor essencial na evolução dos solos, especialmente pela sua influência nos fenómenos de alteração e migração.

A classificação de solos apresentada por Shaw em 1958 é um exemplo dum sistema essencialmente baseado noutro factor, o tempo (174).

Representativas de classificação químicas, fundamentadas nas propriedades químicas dos horizontes do solo, são a de Wissotzki, de 1899, que se baseava na composição química dos horizontes inferiores (84), a de Gedroiz, de 1959, que atendia à natureza do complexo de absorção (80), a de Sigmond, de 1933, na qual tinham papel preponderante os processos químicos de humificação e mineralização e em que a relação $Si\ O_2/Al_2\ O_3$ e a natureza do ião adsorvido dominante ajudavam a definir os grupos e subgrupos (177), a de Reifenberg, de 1938, com base na composição do complexo aniónico, caracterizado através das relações $Si\ O_2/Al_2\ O_3$, $Si\ O_2/R_2\ O_3$ e $Si\ O_2/Fe_2\ O_3$ (159), e a de Pallman, de 1947, baseada na natureza química dos elementos do solo que serviam de filtro e dos materiais passados através desse filtro por processos de lavagem (147).

Classificações que se podem denominar mistas, com base na acção conjunta de dois ou mais factores, nomeadamente as propriedades químicas do solo, a sua evolução climática e a natureza do material originário, surgiram também em vários países. As classificações de Ramman,

de 1911, que todavia não julgava o solo um corpo natural (156), de Stebutt, de 1930, tomando em consideração o clima e o material originário e baseada no carácter ou tendência dos processos pedogénicos (189), de Robinson, de 1939, alicerçada no grau de lavagem do perfil e no clima (164), de Shaw, de 1937, acentuando, de novo e grandemente, a natureza do material originário (175) e de H. del Villar, de 1937, aquela que pela primeira vez surge sob a forma de chaves taxonómicas (200), são exemplos de classificações mistas.

Entretanto nos Estados Unidos, durante a evolução referida até aqui em relação à Europa, algo também se passou.

Whitney, em 1909, classificou os solos do seu país em Províncias, Séries e Tipos com base no clima, na geologia e em certas características dos solos (202). Mas o primeiro americano a considerar o solo um corpo natural e independente foi Coffey, em 1912, o qual adiantou que o critério da classificação deveria ser o conjunto das propriedades dos próprios solos observadas no campo e estudadas no laboratório e não o clima e a vegetação, mais ou menos desligados delas. Assim, dividiu os solos americanos em 5 vastos grupos, cujas designações, porém, sugeriam mais a influência dos referidos factores de formação do que as características intrínsecas do solo. Cada um dos grupos subdividia-se em Séries, com base no material originário, e estas em Tipos consoante a textura do solo (43).

Anteriormente, em 1893, Hilgard, vivendo nos Estados Unidos e comungando nas ideias de Dokutschaiev, chamara já a atenção para importantes diferenças nos solos atribuíveis ao clima e à vegetação e a sua divisão (que não uma classificação) dos solos americanos em húmidos e áridos introduziu no país o conceito da zonalidade.

O maior progresso na classificação dos solos americanos verificou-se, porém, com Marbut, que chefiou os Serviços Pedológicos de 1913 a 1936. Este cientista, um geólogo, fora anteriormente a 1914 um advogado do conceito geológico do solo. Entre essa data e 1927, altura em que apresentou o seu primeiro sistema de classificação, mudou radicalmente, adoptando inteiramente o conceito do solo como um corpo natural e independente, composto de horizontes, e afirmando que a classificação dos solos deveria basear-se nas suas próprias características (119). Estabeleceu então 7 categorias de solos que se distribuíam por dois grupos: Pedalfers e Pedocals. Mais tarde, em 1936 (120), apresentou um sistema mais desenvolvido e pormenorizado, tendo porém reduzido as categorias

iniciais a 6, continuando as últimas a ser as Séries e os Tipos. Marbut, ao pôr grande ênfase no que chamou «solo maduro», acabou por não considerar nas categorias superiores os solos incipientes ou pouco evoluídos pelo facto de não apresentarem horizontes genéticos desenvolvidos e por analogia com a sistemática dos seres vivos. Isso foi um erro, até porque tais solos são, muitas vezes, aqueles por que o homem mais se interessa. Tal circunstância tem sido ponderada em quase todas as classificações mais recentes.

Em 1938 Baldwin, Kellogg, and Thorp (13) melhoraram a classificação de Marbut, graças aos conhecimentos já adquiridos nessa época, estabelecendo as categorias de Ordens, Subordens, Grandes Grupos, Famílias, Séries e Tipos e regressando às designações de Solos Zonais, Azonais e Intrazonais. Embora se indicasse como uma classificação com base nas características dos solos, as suas categorias superiores eram, em grande parte, definidas em termos genéticos.

Esta classificação foi revista em 1949 por Thorp & Smith (196), continuando porém a usarem-se os termos relativos à zonalidade e a dar-se enorme peso ao critério genético, embora tal decrescesse em favor das próprias características dos solos à medida que se caminhava para as categorias mais baixas. Deu-se, de facto, mais um passo para uma classificação natural, mas o objectivo não fora ainda totalmente atingido.

A mais recente tentativa feita para estabelecer um sistema de classificação de solos fundamentalmente baseado em características mensuráveis do solo, embora escolhidas entre as que afectam ou resultam da pedogénese, mas pondo tanto quanto possível de lado as apreciações mais ou menos subjectivas dos factores genéticos, foi a apresentada em 1960 pelos responsáveis pelos Serviços de Cartografia de Solos dos Estados Unidos, a qual se veio processando por 7 sucessivas aproximações com a colaboração de vários cientistas de todo o mundo (187). As categorias nela definidas são a Ordem, a Subordem, o Grande Grupo, o Subgrupo, a Família e a Série. A presença de determinados horizontes, designados de diagnóstico, assume aí especial importância. Embora sejam desde já evidentes inúmeras deficiências, nomeadamente no sector dos solos tropicais, e se aceite com dificuldade grande parte da nomenclatura proposta que, especialmente para os especialistas latinos, oferece gritantes aberrações, parece estar-se, de facto, a caminho de uma classificação natural e universal dos solos do mundo. Por assim se julgar não houve

dúvidas em deixar esse sistema influir substancialmente na classificação dos solos portugueses que adiante será apresentada.

Não se pode concluir este capítulo sem se fazer referência à classificação de Kubiena, apresentada em 1953 (107), sob a forma de chaves sistemáticas, de acentuado carácter genético, e à de Aubert & Duchaufour, apresentada em 1956 (63), em que o grau e a natureza físico-química do processo evolutivo dos solos têm um papel preponderante. Ambas as classificações, especialmente a última, contribuíram também, através de certos conceitos e definições, para a classificação proposta neste trabalho para os solos metropolitanos.

Por fim, não se quer deixar de referir a única classificação de solos proposta por um português, o saudoso Prof. J. Botelho da Costa, publicada em 1952 (45), em que os solos são agrupados em Divisões, Ordens, Subordens e Grandes Grupos. As Divisões correspondem sensivelmente à distinção adoptada por Dokutschaiev e, mais tarde, por Aubert e Karim; as Ordens correspondem a separações consideradas por Neustruev e Robinson; as Subordens inspiram-se principalmente nas terminologias de Sigmond e Del Villar, e os Grandes Grupos são, em grande parte, os definidos pelos cientistas americanos. Aproveitando o que considerou de melhor nas várias classificações anteriores, o seu autor chega a um sistema bastante mais vantajoso, o qual foi também diversas vezes consultado para ajudar na classificação dos solos de Portugal que adiante se descreverá.

4 — ANTERIORES CLASSIFICAÇÕES DOS SOLOS DE PORTUGAL

Neste capítulo passar-se-ão em revista as classificações dos solos de Portugal (no referente à região a sul do rio Tejo) anteriormente aparecidas, na sua maior parte com o objectivo de figurarem em cartas de solos gerais do país ou, talvez antes, em esboços de cartas de solos.

Pondo de parte todas as cartas mundiais em que o nosso País tem uma representação diminuta e em que os grupos de solos que nelas figuram foram estabelecidos com base em considerações teóricas muito gerais, far-se-á aqui referência à classificação de Del Villar usada na Carta dos Solos da Península Ibérica (200), à da Estação Agronómica Nacional, utilizada na Carta dos Solos de Portugal (Representação Preliminar) (30), à do Prof. J. Botelho da Costa (44), usada pelo Eng.º Agr.º J. T. Teles Grilo na sua Carta-Esboço dos Solos de Portugal (89), e à do Eng.º Agr.º F. Sacramento Marques (124), adoptada até Julho de 1958 pelo Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário (ex-Plano de Fomento Agrário) na elaboração da Carta dos Solos de Portugal de escala 1:50 000.

Não se farão quaisquer críticas a essas classificações até porque seriam em grande parte descabidas. A sua rápida análise permitirá verificar facilmente o gradual aperfeiçoamento dos conhecimentos sobre os solos do País.

Também se não fará referência à classificação de Filipe de Figueiredo (75) porque ela é baseada apenas na textura e na geologia dos solos. Mas não se quer deixar de prestar homenagem ao formidável trabalho que para a época ela representou no que diz respeito ao conhecimento dos solos portugueses e que ainda hoje muito tem de útil.

4.1 — CLASSIFICAÇÃO DE DEL VILLAR

No seu esplêndido trabalho «Los suelos de la Península Iberica» indica o ilustre pedologista e fitossociologista espanhol Emilio Huguet del Villar a existência em Portugal, a sul do rio Tejo, das seguintes Divisões Tipológicas:

I — «Serie Turbosa u Oxihúmica»

1 — «Dominio general de la Serie Turbosa u Oxihúmica»

Estes solos ocupam apenas uma pequena mancha no alto da Serra de Monchique, incluída na unidade cartográfica de «áreas más abundantes em asomos rocoso-esqueléticos silíceos».

II — «Serie Sialítica»

1 — «Suelos sialíticos intermédios»

Tais solos aparecem: a) numa larga faixa de charneca de Abrantes a Setúbal em que estão demarcadas áreas de «suelos arenosos de substrato suelto o deleznable»; b) grande mancha no Alto-Alentejo, com centro em Portalegre, com «áreas más abundantes em asomos rocoso-esqueléticos silíceos» e outras de «suelos arenosos de substrato rocoso» ou de «suelos arenosos de substrato suelto ou deleznable»; c) nas encostas da Serra de Monchique, parcialmente com «áreas más abundantes em asomos rocoso-esqueléticos».

2 — «Dominio general de los suelos xero-sialíticos»

Estes solos cobrem quase todo o Alto e Baixo-Alentejo e parte da serra do Algarve. Nessa mancha existem largas áreas de «suelos arenosos de substrato rocoso», de «suelos arenosos de substrato suelto o deleznable» e pequenas «áreas más abundantes em asomos rocoso-esqueléticos silíceos».

III — «Serie Caliza»

1 — «Suelos calizos secos (y intermédios)»

Ocupam várias manchas nas zonas de Estremoz - Vila Viçosa, Reguengos, Moura, na Serra da Arrábida (aqui com «áreas más abundantes em asomos rocoso-esqueléticos calizos») e no Algarve (Barrocal).

2 — «Áreas semicalizas, subcalizas e calcificadas»

Ocupam uma grande mancha no Baixo-Alentejo, na área Beja - Ferreira do Alentejo, outra a norte do Torrão e outra na região Elvas - Campo Maior.

IV — «Serie Salina»

1 — «Suelos salinos»

Estes solos estão representados nas fozes dos rios Tejo, Sado e Guadiana e na ria de Faro.

V — «Serie Aluvial»

1 — «Suelos aluviales y suelos transformados por el riego»

Aparecem demarcados nos vales do Tejo e do Sado.

VI — «Suelos psamo — sialíticos del interior»

Duas relativamente grandes manchas destes solos estão assinaladas a nordeste de Setúbal e entre Alcácer e Grândola.

VII — «Suelos psamo — esqueléticos costeros»

Ocupam uma faixa litoral entre Comporta e Sines e várias outras na costa algarvia.

A «Serie Turbosa» é principalmente caracterizada por formação e acumulação maior ou menor de húmus ácido ou solúvel, muito insatu-

rado, pela ausência de carbonatos, por um lavado enérgico do húmus e dos sesquióxidos das camadas superiores que se acumulam no horizonte B, deixando um sub-horizonte A2 arenoso com alta percentagem de sílica, e por um pH entre 4,3 e 6,5. A sua fase opédica consta simplesmente de um horizonte A de húmus insaturado assente no substrato C.

Em relação à Serra de Monchique Del Villar diz que estes solos aparecem como enclaves de altitude favorecidos pelo substrato ácido presente, embora tenha o cuidado de referir que os assinalou por referências, sem os ter observado.

A «Série Sialítica» engloba os solos de perfil A B C com húmus doce insolúvel, sem carbonatos, sem sais solúveis em grande proporção e com acumulação de sesquióxidos (colóides minerais) nos horizontes subsuperficiais que se mostram mais argilosos e de consistência mais viscosa no estado húmido, fragmentando-se quando secos.

Os Solos Sialíticos são subdivididos por Del Villar em: Hígro-sialíticos, em que o horizonte B de acumulação de colóides minerais apresenta uma massa viscosa e desenvolvida, por vezes de grande espessura, e o húmus é menos saturado e com frequentes transições para húmus ácido; Xero-sialíticos, em que o horizonte B tem estrutura prismática provocada pela contracção dos colóides ao secarem, menor espessura e é melhor limitado; e Intermédios, de representação mais geográfica que sistemática, com características intermédias relativamente aos anteriores, em que a vegetação é submesofítica («Quercus Pyrenaica») ou mista ou de transição. A variante de Solos Psamo-sialíticos é ainda admitida.

Os Solos Xero-sialíticos e Sialíticos Intermédios, segundo o autor, são de um modo geral arenosos quando se formam a partir de rochas arenáceas, como é o caso de muitas formações quaternárias e pliocénicas de Portugal, ou quando as rochas originárias se desagregam facilmente em areia, como acontece em parte do Cretácico e do Miocénico portugueses.

A «Série Caliza» caracteriza-se pela presença de carbonatos de cálcio nos horizontes do solo, que tendem a acumular-se a maior ou menor profundidade, pela ausência de um horizonte B bem definido, pela existência de húmus doce, por valores de pH acima de 7 e por complexo de absorção altamente saturado em que predomina o ião cálcio.

Os solos desta «Série» são subdivididos em «Suelos calizos húmedos», «Suelos calizos semihúmedos» e «Suelos calizos secos», consoante os climas em que se desenvolvem, e ainda em «Suelos calizos alcalinos», que

fazem transição para a «Série Salina» e cujas características principais são a grande proporção relativa do ião sódio no complexo de absorção e a cor escura.

Os «Suelos calizos secos» apresentam valores de pH inferiores aos dos outros solos desta «Série», existem normalmente nas zonas de clima mediterrâneo mais ou menos secos e cobrem-se de vegetação xerofítica. A chamada «Terra Rossa» é considerada por Del Villar como um solo de perfil calcário, vermelho pelo menos no horizonte A, e a «Rendzina» como um solo calcário muito húmido, de cor escura e de aspecto uniforme, directamente assente em rocha-mãe calcária consolidada. Os solos «Chernozem» e «Chestnut», embora em parte pertencentes a esta «Série», não se encontram na Península, segundo o autor afirma, por aqui não existirem estepes, meio natural em que eles se desenvolvem.

Por «Áreas semicalizas, subcalizas e calcificadas» qualifica Del Villar certas regiões em que aparecem solos calcários e sialíticos e transições entre eles num mosaico muito complexo, o que é devido quer à heterogeneidade litológica, quer à transformação sofrida pelos solos sialíticos por influência de materiais calcários de origem posterior à sua formação que os impregnam ou se segregam em concreções, fenómeno a que dá o nome de calcificação. As áreas demarcadas no sul do nosso País correspondem, no dizer do autor, «mosaicos sialítico-calizos, de Alentejo, em parte Barros portugueses, também com fenómenos de calcificación en el substrato».

A «Série Salina» engloba os solos com grande percentagem de sais solúveis que aparecem dentro do território português apenas sob a forma de «marjal salino» ou «marisma», embora se admita a existência de perfis de «Solonchak».

A «Série Aluvial» é definida como constituída por solos com metabolismo aéreo perturbado por inundações intermitentes, sendo englobados nela, embora com carácter provisório, os solos em regadio, nomeadamente os arrozais, em virtude da paisagem vegetacional.

Os «Suelos psammo-esqueléticos costeros» pretendem representar as faixas de dunas do litoral, admitindo-se a hipótese de apresentarem por vezes carbonato de cálcio zoógeno.

4.2 — CLASSIFICAÇÃO UTILIZADA NA CARTA DOS SOLOS DE PORTUGAL (REPRESENTAÇÃO PRELIMINAR) DA ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

Na Carta dos Solos de Portugal (Representação Preliminar) da autoria do Eng.º Agr.º D. Luís Bramão, com a colaboração dos Eng.ºs Agr.ºs Sacadura Garcia, Sacramento Marques e António Teixeira (Ph. D.), do Departamento de Solos da E. A. N., encontram-se representados os seguintes Grandes Grupos de Solos:

- Podzóis fósseis
- Delgados de montanha
- Pardos florestais podzolizados
- Pardos florestais (calcário)
- Pardos do Alentejo (xistos argilosos)
- Pardos do Alentejo (diorites quartzosas e granitos)
- Pardo-esbranquiçados do Alentejo
- Castanhos
- Barros pretos de Beja
- Vermelhos mediterrânicos (xistos argilosos)
- Vermelhos mediterrânicos (pórfiro)
- Vermelhos mediterrânicos (arenito)
- Vermelhos mediterrânicos (areia)
- Vermelhos mediterrânicos (calcário)
- Aluviões
- Regosolos (arenito)
- Dunas

Os seus autores, em comunicação apresentada ao IV Congresso Internacional de Ciência do Solo (31), referem que os Podzóis, os Solos Pardos Podzolizados e os Solos de Montanha são o resultante típico da acção da vegetação e do clima, usualmente atribuídos às zonas dos Podzóis, sobre um material originário pobre em bases. Os Solos Pardos Florestais (calcário) indicam-se como solos intrazonais geralmente formados a partir de calcários, consolidados ou não, e de margas. Os Solos Pardos do Alentejo julga-se serem uma transição entre os Solos Castanho-Avermelhados da Península Ibérica e os Solos Podzolizados do litoral, constituindo talvez um grande grupo zonal com representação noutros continentes. Os Solos Castanhos («Chestnut») diz-se serem os únicos

membros do Grupo «Chernozem» existentes em Portugal. Quanto aos Barros Pretos de Beja os autores dizem ser um acidente no sul de Portugal e estarem intimamente relacionados com um tipo de rocha, os dioritos, e por isso serem intrazonais, devendo a sua fertilidade à elevada percentagem de matéria orgânica e à riqueza em cálcio e magnésio do material originário, com consequente formação de argilas montmoriloníticas. Os Solos Vermelhos Mediterrânicos afirma-se serem derivados de rochas muito diferentes, tais como calcários duros e brandos, xistos, pórfiros, arenitos e areias, parecendo, logicamente, constituir um grande grupo zonal e sendo os derivados de formações calcárias e de xistos considerados os melhores solos agrícolas do Sul.

4.3 — CLASSIFICAÇÃO GERAL (PROVISÓRIA) DOS SOLOS DE PORTUGAL, DO PROF. BOTELHO DA COSTA

Pela Carta-Esboço dos Solos de Portugal do Eng.º Agr.º Teles Grilo (89) vê-se que no sul do País aparecem os seguintes grupos de solos:

- Areias Podzolizadas
- Areias Podzolizadas sobre arenitos
- Solos Litosólicos Ácidos de regiões super-húmidas ou húmidas (de sienitos nefelínicos)
- Solos Litosólicos Ácidos de regiões predominantemente húmidas a sub-húmidas chuvosas (de granitos e de xistos argilosos)
- Solos Litosólicos Ácidos de regiões sub-húmidas (de rochas microfaneríticas claras)
- Solos Pardos sem Calcário (de granitos, de quartzodioritos, de rochas cristalofílicas, de xistos argilosos e de formações detríticas não calcárias não especificadas)
- Solos Pardos sem Calcário Litosólicos (de granitos, de rochas cristalofílicas e de xistos argilosos)
- Solos Pardos (Rosados) sem Calcário (de rochas microfaneríticas claras)
- Solos Pardos (Rosados) sem Calcário Litosólicos (de rochas microfaneríticas claras)
- Solos Vermelhos (Mediterrânicos) (de xistos argilosos, de rochas cristalofílicas e de calcários)

- Solos Vermelhos (Mediterrânicos) Litosólicos (de xistos argilosos, de rochas cristalofílicas e de calcários)
- Solos Calcários de Cor Parda (de calcários)
- Solos Calcários de Cor Parda Litosólicos (de calcários)
- Barros Castanho-avermelhados (de doleritos)
- Barros Castanho-avermelhados a Pardo-acastanhados (de dioritos e/ou gabros)
- Barros Vermelho (de dioritos e/ou gabros)
- Barros «Pretos» (de dioritos e/ou gabros)
- Solos Castanhos
- Solos Castanho-avermelhados
- Aluviosolos Salgados
- Aluviosolos
- Regosolos
- Arenitosolos
- Arenitosolos Vermelhos
- Litosolos Ácidos de regiões super-húmidas ou húmidas (de sienitos nefelínicos)
- Litosolos Ácidos de regiões predominantemente húmidas e sub-húmidas chuvosas (de granitos e de xistos argilosos)
- Litosolos Ácidos de regiões sub-húmidas (de rochas microfaneríticas claras)
- Litosolos Ácidos de regiões sub-húmidas a semiáridas (de granitos, de rochas microfaneríticas claras, de rochas cristalofílicas e de xistos argilosos)
- Litosolos (de calcários).

As descrições gerais dos grupos de solos referidos a que a seguir se apresentam são as indicadas pelo Prof. Botelho da Costa (46) excepto quando explicitamente se refere outra origem. As Areias Podzolizadas têm: horizonte A1 de espessura em regra inferior a 20 cm, com 1 a 2 % de matéria orgânica, pH entre 4,5 e 6,0 (geralmente entre 5,1 e 5,5); horizonte A2 de 10 a 30 cm de espessura, esbranquiçado, arenoso e praticamente sem matéria orgânica; horizonte B pardo ou pardo-escuro, arenoso ou franco-arenoso, frequentemente com blocos de surraipa amarelada, parda, parda-escuro, castanha-escuro ou mesmo anegrada, branda ou mais ou menos compacta (às vezes em parte visivelmente ferruginosa), ou, então, massa contínua de surraipa; sobre materiais arenosos pardos, pardo-

-claros, pardo-amarelados ou esbranquiçados. O autor refere que em parte da extensão demarcada na Carta-Esboço dos Solos de Portugal como de Areias Podzolizadas existem Podzóis em areias que diferem daquelas por apresentarem folhada e camadas F e H, terem um horizonte A1 de espessura por vezes superior (até 30 cm) e superior teor orgânico (pode atingir 3 %) e de pH, nalguns casos, inferior a 4,5.

As Areias Podzolizadas sobre arenitos diferem das Areias Podzolizadas principalmente pela existência de arenitos a menos de um metro de profundidade, os quais podem situar-se imediatamente sob o horizonte A2.

Os Solos Litosólicos (ou Litólicos) Ácidos das regiões super-húmidas a húmidas são solos delgados, com horizonte superficial vulgarmente com 6 % a mais de 15 % de matéria orgânica, com pH menor que 4,5, de 4,5 a 5,0 ou, no máximo, 5,1 a 5,5, sobre rocha pouco meteorizada ou inalterada; por vezes pedregosos e com afloramentos rochosos.

Os Solos Litosólicos (ou Litólicos) das regiões sub-húmidas secas têm, em igualdade de rocha-mãe e de condições topográficas, características intermédias entre as dos Litólicos Ácidos de regiões super-húmidas a húmidas e as dos Pardos Sem Calcários Litólicos.

Os Solos Pardos Sem Calcário, a que o autor também chama Pardos Não Cálculos do Alentejo e Alto-Douro, quando derivados de granitos e quartzodioritos, têm: solo superficial com 15 a 20 cm de espessura, pardo-acizentado, arenoso a franco-arenoso com elementos grosseiros, em geral com menos de 2 % de matéria orgânica, sem estrutura, com pH em regra de 5,1 a 5,5 ou 4,5 a 5,0 (raramente menor que 4,5); solo subsuperficial pardo, pardo-claro, pardo-amarelado (raramente pardo-avermelhado), franco-arenoso a franco com elementos grosseiros e com pH ligeiramente mais elevado do que o do solo superficial, fazendo transição para a rocha mais ou menos meteorizada. Porém, alguns derivados de granitos muito quartzosos são essencialmente arenosos, enquanto que nalguns derivados de quartzodioritos o solo subsuperficial é franco-argiloso e argiloso, em transição para material pardo a cinzento, argiloso e com elementos grosseiros. Os solos deste grupo, quando derivados de rochas cristalofílicas, assemelham-se ou confundem-se, nuns casos, com os anteriores e, noutros, com os derivados de xistos argilosos. Os derivados de xistos argilosos têm: solo superficial com cerca de 15 cm de espessura, pardo-claro ou pardo (por vezes levemente avermelhado), franco a franco-argiloso, em geral com menos de 2,5 % de matéria orgânica, por vezes com estrutura anisoforme ou quase granulosa pouco desenvolvida, em

regra pH 5,1 a 5,5; solo subsuperficial pardo-claro, pardo-amarelado (por vezes avermelhado), franco, franco-argiloso ou argiloso, fazendo transição para a rocha-mãe. Os solos deste grupo derivados de formações detriticas não calcárias não especificadas têm, segundo Teles Grilo (89), solo superficial franco-arenoso, delgado, assente sobre materiais argilosos.

Os Solos Pardos Sem Calcário Litosólicos (ou Litólicos), que o autor também designa por Pardos Não Cálculos Litólicos do Alentejo e Alto-Douro, distinguem-se dos anteriores principalmente por serem delgados e por vezes pedregosos, associados a afloramentos rochosos.

Os Solos Pardos (Rosados) Sem Calcário de rochas microfaneríticas claras caracterizam-se, segundo Teles Grilo (89), por um solo superficial franco-arenoso, pardo a pardo-rosado ou pardo-amarelado, sobre solo subsuperficial de textura variável, por vezes argilosa, mais ou menos compacto. Quando delgados têm a designação de Litosólicos (ou Litólicos).

Os Solos Vermelhos (Mediterrânicos) de xistos argilosos, que o autor também denomina Pardo-Avermelhados Não Cálculos do Alentejo, são semelhantes em vários aspectos aos de textura mais fina dos Pardos Sem Calcário das mesmas rochas, mas com cor sempre vermelha a pardo-avermelhada. Quando delgados, por vezes pedregosos e com afloramentos rochosos, designam-se por Litosólicos (ou Litólicos).

Os Solos Vermelhos (Mediterrânicos) de calcários são subdivididos pelo Prof. Botelho da Costa em Calcários e Não Calcários. Os primeiros apresentam: solo superficial pardo-avermelhado a vermelho, franco-argiloso a argiloso e mais ou menos calcário, frequentemente com fragmentos calcários e, em geral, relativamente friável e com estrutura granulosa e grumosa, com pH superior a 7,5 ou, pelo menos, a 6,5; solo subsuperficial vermelho ou vermelho-amarelado, em geral argiloso e mais ou menos calcário, frequentemente com fragmentos calcários, ou imediatamente sobre calcário brando ou compacto. Os segundos têm: solo superficial pardo-avermelhado a vermelho, franco-argiloso a argiloso, por vezes com estrutura granulosa, com pH em geral de 6,1 a 6,5; solo subsuperficial vermelho, em geral argiloso, compacto, por vezes com fragmentos de rocha calcária, ou imediatamente sobre calcário compacto (amorfo ou cristalino) ou, menos frequentemente, calcário brando.

Os Solos Vermelho (Mediterrâneos) Litosólicos (ou Litólicos) de calcários são mais ou menos delgados, vermelhos ou pardo-avermelhados, franco-argilosos ou argilosos, frequentemente com fragmentos calcários, sobre rocha calcária e, em geral, associados a afloramentos rochosos.

Os Solos Calcários de Cor Parda de calcários, a que o autor chama Solos Calcários Pardos, possuem: solo superficial pardo ou pardo-amarelado, franco-argiloso e argiloso, normalmente mais ou menos calcário, por vezes com fragmentos calcários, em geral com estrutura grumosa a granulosa, com pH superior a 7,5 ou, pelo menos, a 6,5; solo subsuperficial pardacento, por vezes manchado de branco, franco-argiloso ou argiloso, mais ou menos calcário e, por vezes, com fragmentos calcários, em geral com pH superior a 7,5, fazendo transição para marga ou calcário brando ou, menos frequentemente, sobre calcário compacto.

Os Solos Calcários de Cor Parda Litosólicos (ou Solos Calcários Pardos Litólicos) de calcários são solos mais ou menos delgados, pardos ou pardo-amarelados, franco-argilosos a argilosos, mais ou menos calcários, frequentemente com fragmentos calcários, sobre rocha calcária e, por vezes, com afloramentos rochosos.

Dos Barros Castanho-Avermelhados de dioritos, dos Barros Castanho-Avermelhados a Pardo-Avermelhados de dioritos e/ou gabros e dos Barros Vermelhos de dioritos e/ou gabros não dão, quer o Prof. Botelho da Costa quer o Eng.º Agr.º Teles Grilo, quaisquer descrições gerais. O mesmo acontece quanto aos Solos Castanhos e Castanho-Avermelhados.

Os Barros Pretos, de dioritos e/ou gabros apresentam as seguintes características: solo superficial de espessura variável, anegrado, argiloso, contendo entre 2 a 3 % de matéria orgânica, compacto, com estrutura anisotrófica grosseira (por vezes composta prismática anisotrófica), com pH de 6 a 6,5 ou mesmo superior; sobre camada castanho-amarelada, parda ou pardo-amarelada, argilosa, por vezes também com estrutura anisotrófica; sobre camada pardo-amarelada, por vezes com laivos acinzentados e/ou esbranquiçados em transição para a rocha-mãe. No Verão estes solos abrem fendas de 10 cm ou mais de espessura até 50 cm ou mais de profundidade. Como variante pode encontrar-se subsuperficialmente material calcário misturado com fragmentos de rocha em estado avançado de meteorização. Nalgumas áreas os Barros Pretos são muito delgados e com afloramentos rochosos.

Os Aluviosolos Salgados são solos de aluviões, de características assaz variadas, mas sempre com proporção apreciável de sais de sódio devido à influência da água do mar.

Os Aluviosolos são solos de aluviões, de características muito variadas, incluindo solos profundos, de textura fina; o seu pH é predominantemente entre 6,5 e 7,5.

Os Regossolos correspondem a dunas de areia pardacenta.

Os Arenossolos têm solo superficial delgado ou muito delgado, em regra pardo-acinzentado ou pardo-claro, arenoso, com pH de 4,5 a 6,5 sobre arenito em geral de cor alaranjada mais ou menos desagregado em espessura variável; ou então logo à superfície material de arenito ou mesmo arenito.

Os Arenossolos Vermelhos são solos muito delgados ou delgados, arenosos a franco-arenosos, pH 4,5 a 6,5, derivados de arenitos vermelhos.

Os Litosolos Ácidos de regiões super-húmidas a húmidas são solos muito delgados (por vezes com horizontes superficial rico em matéria orgânica), com pH menos que 4,5, entre 4,5 e 5,0 ou, no máximo, de 5,1 a 5,5, sobre rocha compacta inalterada ou pouco meteorizada; são frequentemente pedregosos e associados a afloramentos rochosos.

Os Litosolos Ácidos de regiões sub-húmidas a semiáridas são solos muito delgados, com pH em geral de 4,5 a 5,5 (excepcionalmente cerca de 6), sobre rocha compacta inalterada ou pouco meteorizada. Frequentemente apresentam-se pedregosos e com afloramentos rochosos.

4.4 — CLASSIFICAÇÃO USADA NO S. R. O. A. ANTERIORMENTE A JULHO DE 1958.

Na «Legenda provisória dos solos e afloramentos rochosos cartografados a sul do Tejo», datada de Junho de 1958 (124), o Eng.º Agr.º F. Sacramento Marques apresenta a seguinte classificação dos solos do Sul do País:

I — Solos Evoluídos

A — Não hidromórficos

1 — Solos Vermelho Calcários

- sobre calcários friáveis (Vc) (*)
- sobre margas calcárias (Vcm)
- sobre xistos com infiltrações calcárias (Vcx)
- sobre calcoxistos (Vca)

(*) Entre parênteses são indicados os símbolos cartográficos.

2 — Solos Vermelhos Não Calcários

- sobre calcários duros (Vcd)
- sobre calcários cristalinos (Vcc)
- sobre xistos (Vx)
- idem, delgados (Dvx)

3 — Solos Pardo-Avermelhados Não Calcários

- sobre gneisses (Pgn)
- sobre gneisses anfibólicos e/ou cloritoxistos (Pv)
- idem, delgados (Dpv)
- sobre xistos (Px)
- idem, delgados (Dx)
- sobre material coluviado dos Vcc (Pvc)
- idem, idem, de xistos (Pvx)

4 — Solos Pardos Calcários

- sobre margas e/ou calcários margosos (Pc)
- Sobre granitos com infiltrações calcárias (Pcg)
- sobre xistos com infiltrações calcárias (Pcx)
- sobre calcários margosos duros (Pcd)
- sobre depósitos com infiltrações calcárias, afins a arenitos (Cac)

5 — Solos Pardos Não Calcários

- sobre quartzodioritos (Pm)
- sobre pórfiros (Pp)
- sobre rochas microfaneríticas (Ppm)
- sobre depósitos afins a arenitos argilosos (Ppc)
- sobre xistos (Pax)
- sobre granitos (Pg)
- sobre pórfiros graníticos (Ppg)

6 — Podzóis sobre areias e/ou arenitos pouco consolidados (Pz)

7 — Solos Podzólicos sobre arenitos (Ppt)

8 — Solos Podzolizados, Vermelhos e Amarelos sobre arenitos (Vt)

9 — Solos Litólicos Húmicos

- sobre granitos e/ou sienitos (Mng)
- sobre xistos (Mnx)

10 — Barros Calcários

- Vermelhos sobre dioritos e/ou gabros com infiltrações ou deposições calcárias (Bvc)
- pardo-avermelhados sobre material de transporte com calcário (Bpa)
- pretos sobre dioritos e/ou gabros, com infiltrações ou deposições calcárias (Bpc)
- pretos sobre material de transporte com calcário (Cp)

11 — Barros Não Calcários

- pretos sobre dioritos e/ou gabros (Bp)
- pardo-acinzentados sobre dioritos e/ou gabros (Pd)
- castanho-avermelhados sobre gabros e/ou rochas afins (Cb)

B — Semi-Hidromórficos

- 1 — Solos Pardos sobre depósitos semelhantes a margas (Pac)
- 2 — Solos Acinzentados com horizonte glei (Sg)
- 3 — Planossolos sobre arenitos e/ou xistos (Ps)
- 4 — Hidro-Podzóis (Pz₁)

C — Hidromórficos

a) Minero-Orgânicos

- 1 — Solos Pardo-Esbranquiçados sobre xistos (Pb)
- 2 — Solos Acinzentados com horizonte glei (Sg)
- 3 — Planossolos sobre arenitos e/ou xistos (Ps)

b) Orgânicos

- 5 — Solos Psamo-Turfosos (Sp)

II — Solos Incipientes

1 — Aluviosolos

- doces, modernos (A)
- doces, antigos (At)
- salgados (As)

2 — Solos de Baixas (Sb)

3 — Solos modificados através da cultura

- agropédicos (Ag)
- agropédicos arenosos (Aga)
- hidropédicos (Sh)

4 — Solos Litólicos

- sobre «rañas» e/ou depósitos afins (Sr)
- sobre depósitos arenosos e/ou limosos (Pl)

5 — Regossolos (Rg)

6 — Regossolos de areia grosseira (Sa)

7 — Regossolos, de areia grosseira, pedregosos (Pap)

8 — Solos Esqueléticos

- de calcários (Ec)
- de arenitos (Et)
- de gredas (Egr)
- de xistos (Ex)
- de granitos (Eg)
- de gneisses (Egn)
- de dioritos (Ed)
- de basaltos e/ou doleritos (Eb)
- de pórfiros (Ep)

Indicar-se-ão, a seguir, as características gerais dos principais grupos de solos desta classificação, tal como o seu autor as descreve (124).

Os Solos Vermelhos Calcários (Vc, Vcm, Vcx, Vca) têm uma camada superficial de 20 a 30 cm de espessura, avermelhada e geralmente franco-argilosa, apresentando-se, por vezes, misturada com percentagem variável de fragmentos de calcário; têm estrutura granulosa fina ou grumosa

e o seu pH é, no geral, superior a 6,5, chegando a valores de 8,0. A esta camada segue-se o material originário, de cores claras e rico em carbonato de cálcio, que pode, entretanto, ser antecedido de uma camada com espessura de 20 a 30 cm, geralmente mais vermelha, mais argilosa e mais compacta do que a superficial e menos estruturada ou de estrutura mais grosseira.

Os Solos Vermelhos Não Calcários (Vcd, Vcc, Vx, Dvx) superficialmente, até 20 ou 30 cm de profundidade, são avermelhados, franco-argilosos ou franco-limosos, têm estrutura granulosa ou subangulosa, nem sempre bem definida, e pH 6,0 a 6,5 ou mais ácido. Segue-se uma camada com espessura de 30 a 50 cm, mais avermelhada, geralmente mais argilosa e compacta que a anterior, e de estrutura mais grosseira. A diferenciação desta camada subsuperficial é principalmente vinculada nos Vcd e Vx. Finalmente aparece o material originário que nos solos sobre calcários se resume, muitas vezes, a ligeira película.

Os Solos Pardo-Avermelhados Não Calcários têm uma primeira camada de 20 a 30 cm de espessura, pardo-avermelhada, franco-arenosa ou franco-argilosa, de estrutura pouco definida do tipo granuloso; o seu pH anda à volta de 5,5. A camada seguinte, bem diferenciada principalmente nos Pv e Pvc, tem espessura variável de 30 a 35 cm, textura idêntica à da anterior e estrutura menos definida e mais grosseira; nos Pv e Pvx é avermelhada e pardo-amarelada; é sempre menos diferenciada nos restantes; o pH anda próximo de 5,0 a 5,5. Finalmente aparece a rocha em meteorização, excepto nos Pvc e Pvx que, como se disse, são constituídos por material coluviado que actua como material originário. Os solos delgados Dpv e Dx na maior parte dos casos têm 10 a 15 cm de espessura e apresentam percentagem variável de fragmentos rochosos (xisto e quartzo).

Os Solos Pardos Calcários (Pc, Pcg, Pcx, Pcd, Cac, Pcm) são solos com espessura variável entre 25 e 60 cm, pardacentos, francos ou franco-argilosos e bem estruturados (estrutura granulosa fina ou grumosa); devido ao calcário que doseiam têm pH alcalino, que frequentemente atinge valores de 8,5. Entre esta camada e o material originário aparece muitas vezes outra de transição, semelhante à superficial mas mais rica em carbonato de cálcio.

Os Solos Pardos Não Calcários (Pm, Pp, Ppm, Ppc, Pax, Pg, Ppg) superficialmente, até profundidade que pode atingir 40 a 50 cm, são solos de textura arenosa a franco-argilosa, pardos, pardo-amarelados ou pardo-

-acinzentados, mal estruturados ou com estrutura pouco definida, ácidos, variando o pH entre valores de 5,0 a 6,0. A esta camada segue-se uma outra que, nos Pax, Pg e Ppg, é bastante semelhante à anterior, diferindo dela, fundamentalmente, pelos seus tons mais claros a condizer com o seu baixo teor orgânico; nos restantes solos (Pm, Pp, Ppm, Ppc) tal camada é mais argilosa e tem estrutura prismática; o pH desta camada varia, como na anterior, entre 5,0 e 6,0. Finalmente aparece a rocha em meteorização ou, para os solos Ppc, o depósito que lhes serve de material originário.

Os Podzóis sobre areias e/ou arenitos pouco consolidados (Pz) quando não sujeitos à cultura arvense (com pinhais ou matagais de urze) frequentemente apresentam uma folhada com 2 a 3 cm de espessura, seguida dos restantes horizontes característicos do Podzol (A1, A2 e B) perfeitamente diferenciados. No caso contrário o cultivo provoca o desaparecimento da folhada e a mistura dos horizontes A1 e A2. Estes dois horizontes, cada um geralmente com 30 a 40 cm de espessura, são arenosos, soltos e ácidos (pH à volta de 5,5); o A1 tem cor pardo-acinzentada a pardo-acinzentada-escura e o A2 é lavado e esbranquiçado. O horizonte B, igualmente ácido, é constituído por surraipa contínua ou em blocos, parda-escura ou anegrada e compacta. Na formação deste horizonte tem predominância o húmus (Podzóis húmicos), sendo menos frequentes as surraipas ferruginosas. Gradualmente vai diminuindo a concentração de húmus e de ferro, até se alcançar o material originário.

Os Solos Podzólicos sobre arenitos (Ppt) superficialmente, até 25 a 35 cm de profundidade, são solos arenosos, pardo-acinzentados ou pardo-acinzentados escuros, soltos e ácidos (horizonte A1). Segue-se uma camada idêntica, mas lavada, aproximando-se do A2 dos Podzóis, igualmente com 25 a 35 cm de espessura. Vem depois uma camada pardo-amarelada, de pH ácido, medianamente compacta, com nódulos endurecidos, pardo-avermelhados, ferruginosos, tendo de espessura 10 a 20 cm; é arenosa, com razoável percentagem de cascalho; corresponde ao horizonte B. Finalmente a 55 a 70 cm aparece o arenito em meteorização.

Os Solos Podzolizados Vermelhos e Amarelos sobre arenitos (Vt) têm uma camada superficial de 25 a 40 cm de espessura, pardo-avermelhada, pardo-amarelada ou pardo-acinzentada, arenosa, mais ou menos solta e ácida. Segue-se uma outra com espessura de 20 a 35 cm, arenosa ou franco-arenosa, pardo-avermelhada ou pardo-amarelada, sem estrutura e ácida. Finalmente aparece o arenito em meteorização. Algumas vezes entre

as duas primeiras camadas existe uma outra, muito semelhante à superficial, mas com mais baixo teor de matéria orgânica e assim mais clara. Em todo o perfil, ou só em parte, pode aparecer percentagem variável de calhaus mais ou menos rolados. Refere o autor que em muitos destes solos há uma nítida podzolização facilitada tanto pela natureza da rocha-mãe como pela vegetação que os cobre; noutros, devido à cultura ou à erosão, pouco se evidencia a acção desse mesmo processo genético; finalmente, no caso restrito dos que assentam sobre o grés de Silves, o solo física e culturalmente é semelhante aos restantes do grupo e parece estar também sujeito à podzolização que, entretanto, se não nota macroscopicamente nos seus perfis. Estes solos assentes sobre o grés de Silves limitam-se quase sempre a uma só camada arenosa, solta, avermelhada e ácida, transitando gradualmente para o arenito.

Os Solos Litólicos Húmicos (Mng, Mnx) são geralmente delgados, mas podem alcançar 40 a 50 cm de espessura; são pardos ou pardos muito escuros, ricos em matéria orgânica, arenosos ou franco-arenosos, porosos, fofos e ácidos (valores de pH à volta de 5,0). A transição para a rocha, por vezes alterada até grande profundidade, faz-se gradualmente. Estão muitas vezes associados a afloramentos rochosos.

Os Barros Calcários (Bvc, Bpa, Bpc, Cp) têm camada superficial com 25 a 50 cm de espessura ou mais, avermelhada, pardo-avermelhada, preta ou parda muito escura e geralmente argilosa, doseando em geral mais de 50 % de argila; a estrutura é grosseira, angulosa e o pH é à volta de 7,0 a 7,5. Segue-se uma outra camada com 15 a 30 cm de espessura, muito semelhante à anterior, mas no geral mais rica em calcário, transitando gradualmente para o material originário que, nos Bpa, pouco se diferencia da camada sobrejacente. No Verão apresentam fendilhamento acentuado.

Os Barros Não Calcários (Bp, Pd, Cb) apresentam uma camada superficial com 25 a 50 cm de espessura, pardo-acinzentada muito escura, parda ou castanho-avermelhada, geralmente argilosa e compacta, de estrutura grosseira angulosa e com pH próximo da neutralidade. Segue-se uma outra camada muito semelhante à anterior, pardo-acinzentada-clara (Bp), pardo-amarelada (Pd) ou avermelhada (Cb), com espessura variável de 15 a 30 cm, transitando gradualmente para o material originário.

Os Solos Semi-Hidromórficos caracterizam-se por vestígios de hidromorfismo que se acentuam nas situações em que a drenagem é mais deficiente, provocada às vezes pela existência no perfil de camadas mais

ou menos impermeáveis. Frequentemente ficam saturados de água durante o período chuvoso ou após grandes quedas pluviométricas.

Os Solos Pardos sobre depósitos semelhantes a margas (Pac) têm uma camada superficial parda ou pardo-amarelada, de 15 a 30 cm de espessura, franco-arenosa a franco-argilosa, ácida (pH entre 5,0 e 6,0) e mal estruturada. A camada subsequente, de espessura entre 20 e 30 cm, pouco difere da anterior, mas é no geral mais argilosa e possui estrutura prismática grosseira. Finalmente vem uma terceira camada, no geral parda ou pardo-amarelada, franco-argilosa ou argilosa, com percentagem variável de calcário friável ou noduloso, neutra ou alcalina (pH entre 7,0 e 8,0).

Os Solos Pardos sobre depósitos semelhantes a gredas ou materiais afins (Pag) são superficialmente, até 20 a 30 cm, franco-arenosos ou arenosos, pardos ou pardo-acinzentados, pouco ou mal estruturados, e com pH entre 5,5 e 6,5. Segue-se uma camada de transição com 15 a 25 cm, no geral mais argilosa, pardo-acinzentada a pardo-amarelada, de pH entre 5,0 e 5,5. Finalmente aparece a assentada argilosa com mosqueado de tons pardo-acinzentados, pardo-amarelados e pardo-avermelhados e, menos vezes, com cor uniforme; a sua percentagem de argila é muito variável, mas quase sempre entre 30 e 50 %, assemelhando-se assim a um arenito argiloso ou a uma greda; quando é mais argilosa, exposta ao sol, quebra em agregados prismáticos grosseiros; no geral não doseia carbonatos e é ácida; frequentemente encerra percentagem variável de calhaus mais ou menos rolados.

Os Solos Pardo-Acinzentados sobre dioritos e/ou quartzodioritos (Cd) ou sobre material coluviado (Pcz) são franco-argilosos ou argilosos, pardo-acinzentados-escuros ou cinzentos-escuros, muito compactos quando secos e pegajosos quando húmidos. A camada superficial tem espessura entre 25 e 45 cm. A camada seguinte diferencia-se da anterior por, no geral, ser mais argilosa e ter estrutura prismática grosseira; a sua espessura oscila também entre 25 e 45 cm. A esta camada segue-se, nos primeiros (Cd), um material pardo-acinzentado com elementos quartzosos, correspondente à rocha em meteorização, enquanto nos segundos (Pcz) aparece o depósito em que se desenvolvem estes solos, pouco diferente da camada subsuperficial. Nestes é frequente uma certa percentagem de quartzitos mais ou menos rolados.

Os Solos Hidromórficos apresentam hidromorfismo bastante intenso que se manifesta por horizontes glei com mosqueado de tons acinzentados, amarelados, e pardo-avermelhados e/ou pela presença, nas camadas

inferiores, de manchas ou concreções ferruginosas que, por vezes, porém, aparecem ao longo de todo o perfil.

Os Solos Hidromórficos Minero-Orgânicos distinguem-se dos Orgânicos porque neste existe uma camada superficial, de 25 a 30 cm de espessura, arenosa, muito rica em matéria orgânica, doseando mais de 20 %.

Os Solos Pardo-Esbranquiçados sobre xistos (Pb) são pouco argilosos, ácidos (pH entre 4,5 e 5,0), fisicamente desequilibrados e por isso com sazão curta e difíceis de trabalhar. A camada superficial tem 15 a 25 cm e é amarela-pálida ou pardo-acinzentada-clara. A camada seguinte, de espessura semelhante, é no geral mais argilosa, compacta e acinzentada, por vezes com ténues manchas ferruginosas.

Os Solos Acinzentados com horizonte glei (Sg) são arenosos e ácidos, assentes sobre camada argilosa. A camada superficial é acinzentada e tem 20 a 40 cm de espessura; é mais ou menos solta e ácida. Depois de uma transição gradual, aparece a seguir o característico horizonte glei, mais ou menos argiloso e mosqueado de tons cinzentos, amarelados e pardo-amarelados, ácido.

Os Planossolos são, nos primeiros 25 a 40 cm, pardo-acinzentados ou pardo-esbranquiçados, arenosos e, mais raramente, franco-arenosos ou francos, com reacção ácida a neutra. Após uma camada de transição com 15 a 20 cm de espessura, muito semelhante à superficial mas mais clara, segue-se a camada de manchas e concreções ferruginosas, dominando principalmente na transição para o material originário. As concreções aparecem por vezes em tal quantidade que quase constituem uma surraipa. Esta camada, com 20 a 35 cm de espessura é, no geral, de coloração heterogénea, gleizada, dominando os tons acinzentados, amarelados e pardo-amarelados, e tem pH entre 5,0 e 5,5. O material originário (arenito ou xisto) tem, no geral, os mesmos tons acinzentados e amarelados.

Os Hidro-Podzóis (Pz₁) são solos arenosos, com horizonte A1 de espessura variável entre 20 e 40 cm, pardo-acinzentado-escuro a preto, rico em húmus, pH de 5,0 a 5,5; o horizonte A2 é lavado, esbranquiçado, com 15 a 20 cm de espessura, pH de 5,0 a 5,5; o horizonte B é igualmente ácido (pH à volta de 5,0) e formado por tufos de surraipa pardo-acinzentados muito escuros, bastante endurecidos, ricos em húmus e ferro.

Os Solos Psamo-Turfosos têm uma camada superficial com 25 a 30 cm de espessura, arenosa, muito rica em matéria orgânica, (doseando 20 a

25 %), cinzenta-escura ou negra, com pequenas manchas amareladas e ferruginosas, e de reacção ácida. Em transição suave segue-se uma camada acinzentada cheia de pequenas manchas amarelo-avermelhadas ferruginosas, acompanhando o desenvolvimento das raízes, arenosa ou franco-arenosa, com cerca de 30 cm de espessura e ácida. Com a profundidade os tons acinzentados vão diminuindo de intensidade até se chegar a areia lavada, já em contacto permanente com o lençol freático.

Os Aluviosolos (A, At, As) são solos indiferenciados constituídos por partículas terrosas erosionadas e arrastadas pelas águas que se depositaram noutros locais de topografia mais baixa. São frequentes ao longo das margens ou junto à foz dos rios. Quando estão sujeitos à acção da água salgada doseiam percentagem variável de sais de sódio (As). A composição dos Aluviosolos é muito variada. Os Aluviosolos Antigos (At) coincidem, muitas vezes, com terraços de cursos de água.

Os Solos de Baixas (Sb) são idênticos aos Aluviosolos doces, diferindo deles quanto ao processo de formação, pois são fundamentalmente constituídos por acumulações coluviais. Por outro lado são mais locais, isto é, estão sempre mais ou menos relacionados com os solos vizinhos.

Os Solos modificados através da cultura (Ag, Aga, Sh) não têm perfil diferenciado e revelam acção mais ou menos intensa por parte do homem (adições massivas de matéria orgânica em Regossolos, mistura de camadas, entabuleiramento com ou sem alagamento continuado, etc.) afastando-se, por isso, das unidades pedológicas em que naturalmente caberiam. Os Solos hidropédicos (Sh), quase exclusivamente submetidos à cultura do arroz, mostram sintomas de hidromorfismo.

Os Solos Litólicos sobre «rañas» e/ou depósitos afins (Sr) são solos incipientes ou pouco diferenciados que assentam sobre depósitos mais ou menos argilosos formados em grande parte à custa de material avermelhado proveniente de xistos e encerrando percentagem variável de fragmentos destas rochas e de quartzitos pouco rolados. Com estes depósitos identificam-se as chamadas «rañas». Há nestes solos uma camada superficial com 15 a 30 cm de espessura, pardo-avermelhada, franca, franco-arenosa ou franco-argilosa, com percentagem variável de calhaus de quartzo e de fragmentos de xisto e com pH entre 5,0 e 5,5. Segue-se-lhe o depósito com características idênticas às da camada superficial, mas talvez um pouco mais avermelhado. Os Solos Litólicos sobre depósitos arenosos e/ou limosos (Pl) são pardacentos, pouco ou nada diferenciados, identificando-se com o material em que assentam. Algumas vezes são

bastante soltos, assemelhando-se muito aos Regossolos, e outras são um pouco aglutinados, tendo então propriedades físicas mais favoráveis.

Os Regossolos (Rg, Sa, Pap) são solos indiferenciados extremamente arenosos e soltos, sem capacidade de retenção para a água.

Os Solos Esqueléticos ou Litossolos não apresentam perfil diferenciado e limitam-se a uma camada mais ou menos espessa de material meteorizado ou em meteorização. Afirma o autor que convém ter sempre presente que um solo esquelético não é necessariamente um solo delgado sendo, por definição, constituído por material meteorizado ou em meteorização, ainda por diferenciar; assim, algumas vezes, este amontoado de material pode ter certa espessura — nas regiões tropicais chega a ultrapassar 2 metros — e nem por isso o solo deixa de ser esquelético. Esclarece, porém, que de uma maneira geral os Solos Esqueléticos são entre nós bastante adelgaçados e correspondem mais a estados extremamente erosionados de solos maduros do que a solos incipientes em evolução.

5 — NOVA CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DE PORTUGAL

A classificação que a seguir se apresenta foi estabelecida para os solos portugueses situados a sul do rio Tejo. Ela é reflexo do que já hoje se sabe quanto à caracterização e distribuição dos nossos solos naquela parte de território, graças sobretudo aos estudos empreendidos pelo Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário e pelo Departamento de Solos da Estação Agronómica Nacional.

Da responsabilidade do autor deste trabalho, ela é presentemente a classificação adoptada no levantamento da Carta dos Solos de Portugal, na escala 1:50 000, em progresso do Sul para o Norte do País.

5.1 — CATEGORIAS TAXONÓMICAS. SUA DEFINIÇÃO

As categorias taxonómicas estabelecidas são a Ordem, a Subordem, o Grupo, o Subgrupo, a Família e a Série.

As *Ordens* são grandes agrupamentos de solos feitos com base em horizontes ou características cuja presença ou ausência são indicação essencial do desenvolvimento ou diferenciação do perfil ou da natureza dos processos dominantes de formação do solo.

As *Subordens* são subdivisões das Ordens estabelecidas com base em características do solo que se julgam mais importantes sob o ponto de vista genético.

Os *Grupos* são subdivisões das Subordens feitas com base em características indicadoras de processos geneticamente menos importantes ou, no caso dos solos menos evoluídos, em condições climáticas significativas para a evolução pedogenética.

Os *Subgrupos* são subdivisões dos Grupos que indicam o conceito central do Grupo e as transições para outros Grupos.

As *Famílias* são subdivisões dos Subgrupos baseadas principalmente na natureza litológica da rocha-mãe ou noutras características importantes comuns a várias *Séries*.

As *Séries* são subdivisões das *Famílias* definidas como agrupamentos de solos que apresentam horizontes ou camadas com características semelhantes que se distribuem igualmente ao longo do perfil e que se formaram a partir do mesmo material originário.

Na cartografia dos solos utilizam-se ainda as *Fases*, que são subdivisões de quaisquer categorias taxonómicas estabelecidas com base em variações das características dos solos que, não sendo significativas para a sua classificação, o são no que respeita à sua utilização agrícola ou florestal. A Carta dos Solos de Portugal em execução inclui *Fases* delgadas, *Fases* espessas, *Fases* inundáveis, *Fases* mal drenadas, *Fases* pedregosas e *Fases* agropédicas.

Na classificação dos solos de Portugal que se abordará a seguir não se desce abaixo da *Família* porque é esta a unidade pedológica utilizada no levantamento sistemático em curso. Para algumas delas já estão, porém, definidas as suas *Séries* principais, mas tal pormenor não será aqui apresentado.

5.2 — CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DE PORTUGAL A SUL DO RIO TEJO

No esquema que abaixo se apresenta o primeiro algarismo diz respeito à Ordem, o segundo à Subordem, o terceiro ao Grupo e o quarto ao Subgrupo, indicando-se a seguir ao Subgrupo (ou do Grupo quando não se tenham estabelecido Subgrupos) as várias *Famílias* reconhecidas até agora acompanhadas, entre parênteses, do símbolo cartográfico com que aparecem representadas na Carta dos Solos de Portugal. Algumas novas *Famílias* de pequena representação cartográfica estão neste momento em vias de estabelecimento, mas não é possível incluí-las já neste trabalho.

1 — Solos Incipientes

11 — Litossolos

111 — Lit. dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos

- de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas básicas afins (Eb)

- de calcários compactos ou dolomias (Ec)
- de dioritos ou gabros (Ed)
- de granitos ou quartzodioritos (Eg)
- de gneisses ou rochas afins (Egn)
- de pórfiros (Ep)
- de quartzitos ou rochas afins (Eq)
- de grés de Silves ou rochas afins (Ets)
- de arenitos calcários (Etc)
- de outros arenitos (Et)
- de xistos ou grauvaques (Ex)

12 — Regossolos

121 — Reg. dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos

1211 — Reg. Psamíticos

- não húmidos (Rg)

1212 — Reg. Psamíticos Para-Hidromórficos

- húmidos cultivados (Rgc)

13 — Aluviosolos

131 — Al. Modernos

1311 — Não Calcários

- de textura ligeira (Al)
- de textura mediana (A)
- de textura pesada (Aa)

1312 — Calcários (Para-Solos Calcários)

- de textura ligeira (Alc)
- de textura mediana (Ac)
- de textura pesada (Aac)

132 — Al. Antigos

1321 — Não Calcários

- de textura ligeira (Atl)
- de textura mediana (At)
- de textura pesada (Ata)

1322 — Calcários (Para-Solos Calcários)

- de textura ligeira (Atlc)
- de textura mediana (Atc)
- de textura pesada (Atac)

14 — Solos de Baixas (Coluviossolos)

1401 — Não Calcários

- de textura ligeira (Sbl)
- de textura mediana (Sb)
- de textura pesada (Sba)

1402 — Calcários (Para Solos Calcários)

- de textura ligeira (Sblc)
- de textura mediana (Sbc)
- de textura pesada (Sbac)

2 — Solos Litólicos

21 — Solos Lit. Húmicos

211 — Solos Lit. Húmicos dos Climas Montanos

2111 — Normais

- de sienitos (Mns)
- de xistos ou grauvaques (Mnx)

2112 — Para-Litossolos

- (cartografados como Fases delgadas das Famílias do Subgrupo anterior)

22 — Solos Lit. Não Húmicos

221 — Solos Lit. Não Húmicos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos

2211 — Normais

- de materiais arenáceos pouco consolidados (Par)
- de granitos ou rochas afins (Pg)
- de microgranitos ou rochas cristalofílicas afins (Pga)
- de rochas eruptivas de composição mineralógica entre o granito e o quartzodiorito (Pgm)
- de rochas microfílicas claras (Ppg)
- de sienitos (Psn)
- de arenitos finos micáceos (Pt)
- de rochas ferruginosas (Vf)

- de grés de Silves ou rochas afins (Vts)
- de outros arenitos (Vt)

2212 — Para-Litossolos

- (cartografados como Fases delgadas das Famílias do Subgrupo anterior)

3 — Solos Calcários

31 — Solos Calc. Pardos

311 — Solos Calc. Pardos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos

3111 — Normais

- de calcários não compactos (Pc)
- de granitos associados a depósitos calcários (Pcg)
- de conglomerados calcários (Pcr)
- de margas (Pcs)
- de xistos associados a depósitos calcários (Pcx)
- de arenitos finos calcários (Ptc)
- de outros arenitos calcários, (Pct)
- de materiais arenáceos calcários pouco consolidados (Rc)

3112 — Para-Barros

- de calcários não compactos associados a dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Pc')

3113 — Para-Litossolos

- de calcários compactos (Pcd)

32 — Solos Calc. Vermelhos

321 — Solos Calc. Verm. dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos

3211 — Normais

- de rochas detríticas argiláceas calcárias (Vac)
- de calcários (Vc)

- de conglomerados calcários (Vcr)
- de grés de Silves associados a depósitos calcários (Vcs)
- de arenitos calcários (Vct)
- de xistos associados a depósitos calcários (Vcx)

3212 — Para-Barros

- de calcários associados a dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Vc')

4 — Barros

41 — Barros Pretos

411 — Barros Pretos Não Calcários

- de dioritos ou gabros (Bp)

412 — Barros Pretos Calcários

4121 — Muito Descarboxatados

- de dioritos ou gabros (Bpc)

4122 — Pouco Descarboxatados

- de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cp)

4123 — Não Descarboxatados

- de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cpc)

42 — Barros Castanho-Avermelhados

421 — Barros Cast.-Averm. Não Calcários

- de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas básicas (Cb)

422 — Barros Cast.-Averm. Calcários

4221 — Muito Descarboxatados

- de dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Bvc)

4222 — Pouco Descarboxatados

- de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cpv)

4223 — Não Descarboxatados

- de basaltos ou doleritos (Cbc)

5 — Solos Argiluvitados Pouco Insaturados

51 — Solos Mediterrâneos Pardos

511 — Solos Med. Pardos de Materiais Calcários

5111 — Para-Barros

- de margas ou calcários margosos (Pac)
- de calcários margosos associados a «arkoses» ou depósitos afins (Pbc)

5112 — Para-Hidromórficos

- de «arkoses» ou depósitos afins associados a calcários (Pdc)

512 — Solos Med. Pardos de Materiais Não Calcários

5121 — Normais

- de gneisses ou rochas afins (Pgn)
- de pórfiros félsicos xistificados (Ppx)
- de quartzodioritos (Pmg)
- de xistos ou grauvaques (Px)

5122 — Para-Barros

- de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Pm)

5123 — Para-Solos Hidromórficos

- de arenitos ou conglomerados argilosos (Pag)
- de rochas detríticas arenáceas e xistos (Pagx)
- de «arkoses» ou depósitos afins (Pdg)
- de quartzodioritos ou dioritos (Pmh)
- de rochas microfílicas (pórfiros) (Ppm)

52 — Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos

521 — Solos Med. Verm. ou Am. de Materiais Calcários

5211 — Normais

- de calcários cristalinos ou mármore ou rochas cristalofílicas cálcio-siliciosas (Vcc)
- de calcários compactos ou dolomias (Vcd)
- de material coluviado de solos da Família Vcc (Pvc)

- de conglomerados calcários (Vcr)
- de grés de Silves associados a depósitos calcários (Vcs)
- de arenitos calcários (Vct)
- de xistos associados a depósitos calcários (Vcx)

3212 — Para-Barros

- de calcários associados a dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Vc')

4 — Barros

41 — Barros Pretos

411 — Barros Pretos Não Calcários

- de dioritos ou gabros (Bp)

412 — Barros Pretos Calcários

4121 — Muito Descarbonatados

- de dioritos ou gabros (Bpc)

4122 — Pouco Descarbonatados

- de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cp)

4123 — Não Descarbonatados

- de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cpc)

42 — Barros Castanho-Avermelhados

421 — Barros Cast.-Averm. Não Calcários

- de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas básicas (Cb)

422 — Barros Cast.-Averm. Calcários

4221 — Muito Descarbonatados

- de dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Bvc)

4222 — Pouco Descarbonatados

- de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cpv)

4223 — Não Descarbonatados

- de basaltos ou doleritos (Cbc)

5 — Solos Argiluvitados Pouco Insaturados

51 — Solos Mediterrâneos Pardos

511 — Solos Med. Pardos de Materiais Calcários

5111 — Para-Barros

- de margas ou calcários margosos (Pac)
- de calcários margosos associados a «arkoses» ou depósitos afins (Pbc)

5112 — Para-Hidromórficos

- de «arkoses» ou depósitos afins associados a calcários (Pdc)

512 — Solos Med. Pardos de Materiais Não Calcários

5121 — Normais

- de gneisses ou rochas afins (Pgn)
- de pórfiros félsicos xistificados (Ppx)
- de quartzodioritos (Pmg)
- de xistos ou grauvaques (Px)

5122 — Para-Barros

- de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Pm)

5123 — Para-Solos Hidromórficos

- de arenitos ou conglomerados argilosos (Pag)
- de rochas detríticas arenáceas e xistos (Pagx)
- de «arkoses» ou depósitos afins (Pd_g)
- de quartzodioritos ou dioritos (Pmh)
- de rochas microfílicas (pórfiros) (Ppm)

52 — Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos

521 — Solos Med. Verm. ou Am. de Materiais Calcários

5211 — Normais

- de calcários cristalinos ou mármore ou rochas cristalofílicas cálcio-siliciosas (Vcc)
- de calcários compactos ou dolomias (Vcd)
- de material coluviado de solos da Família Vcc (Pvc)

- de calcários cristalinos associados a outras rochas cristalofílicas básicas (Vcv)
- de material coluviado dos solos da Família Vcv (Scv)

5212 — Para-Barros

- de margas ou calcários margosos (Vcm)

522 — Solos Med. Verm. ou Am. de Materiais Não Calcários

5221 — Normais

- de gneisses ou rochas afins (Vgn)
- de rochas cristalofílicas básicas (Pv)
- de xistos (Vx)
- de material coluviado de solos derivados de xistos (Pvx)
- de arenitos (Vtc)
- de «rañas» ou depósitos afins (Sr)

5222 — Para-Barros

- de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas afins (Vm)

5223 — Com Materiais Lateríticos

- de «rañas» ou depósitos afins (Sr*)

5224 — Para-Solos Argiluvitados Muito Insaturados (não cartografados até agora mas já encontrados)

6 — Solos Podzolizados

61 — Podzóis (Não Hidromórficos)

611 — Podzóis Sem Surraipa

- de areias ou arenitos (Ap)

612 — Podzóis Com Surraipa

- de areias ou arenitos (Pz)
- de ou sobre arenitos consolidados (Ppt)
- de materiais arenáceos pouco consolidados (Ppr)

62 — Podzóis Hidromórficos

621 — Podzóis Hid. Sem Surraipa

- de areias ou arenitos (Aph)

622 — Podzóis Hid. Com Surraipa
— de areias ou arenitos (Pzh)

7 — Solos Halomórficos

71 — Solos Salinos

711 — Solos Sal. de Salinidade Moderada

7111 — de Aluviões

- de textura ligeira (Asl)
- idem, calcários (Aslc)
- de textura mediana (As)
- idem, calcários (Asc)
- de textura pesada (Asa)
- idem, calcários (Asac)

7112 — de Rochas Detríticas

- não discriminados (S)

712 — Solos Sal. de Salinidade Elevada

7121 — de Aluviões

- de textura ligeira (Assl)
- idem, calcários (Asslc)
- de textura mediana (Ass)
- idem, calcários (Assc)
- de textura pesada (Assa)
- idem, calcários (Assac)

7122 — de Rochas Detríticas

- não discriminados (Ss)

8 — Solos Hidromórficos

81 — Sem horizonte eluvial

8101 — Para-Aluviosolos

- de aluviões ou coluviais de textura ligeira (Cal)
- idem, calcários (Calc)
- de aluviões ou coluviais de textura mediana (Ca)
- idem, calcários (Cac)

- de aluviões ou coluviais de textura pesada (Caa)
- idem, calcários (Caac)
- 8102 — Para-Regossolos
 - de rochas detríticas arenáceas (Sg)
- 8103 — Para-Barros
 - de rochas eruptivas ou cristalofílicas básicas (Cd)
 - de margas, calcários margosos ou arenitos calcários (Pcz)
- 8104 — Para-Solos Argiluvitados Pouco Insaturados
 - de xistos ou grauvaques ou materiais de ambos (Pb)
 - de rochas detríticas argiláceas (Sag)

82 — Com horizonte eluvial

821 — Planossolos

— de arenitos ou conglomerados argilosos (Ps)

9 — Solos Orgânicos Hidromórficos

91 — Solos Turfosos («Muck»)

— sobre materiais arenosos (Sp)

— sobre materiais argilosos (Spg)

5.3 — CARACTERIZAÇÃO-GERAL DAS CATEGORIAS TAXONÓMICAS SUPERIORES

Neste capítulo descrever-se-ão sucintamente as características gerais das Ordens, Subordens, Grupos e Subgrupos da classificação atrás apresentada. O estudo pormenorizado das Famílias, acompanhado de ulteriores considerações sobre o que aqui se exporá, será objecto da parte subsequente deste trabalho.

- 1 — *Solos Incipientes*. — São solos não evoluídos, sem horizontes genéticos claramente diferenciados, praticamente reduzidos ao material originário. O horizonte superficial é um Cp, podendo haver um Ap de espessura reduzida, caso em que existe pequena

acumulação de matéria orgânica. A ausência de horizontes genéticos é fundamentalmente devida a escassez de tempo para o seu desenvolvimento se dar. Correspondem aos «Sols Minéraux bruts — non Climatiques» de Aubert & Duchaufour e, em parte, aos «Entisols» da moderna classificação americana.

- 11 — *Litossolos*. — São Solos Incipientes derivados de rochas consolidadas, de espessura efectiva normalmente inferior a 10 cm. Encontram-se predominantemente em áreas sujeitas a erosão acelerada ou a erosão geológica recente. Correspondem aos «Sols bruts d'érosion sur roche dure» dos franceses e, na sua maior parte, aos «Orthents» da nova classificação americana.

- 111 — *Litossolos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos*. — São os Litossolos formados sob os climas referidos. Correspondem principalmente aos «Lithic Haploorthents» da classificação americana.

- 12 — *Regossolos*. — São Solos Incipientes constituídos por materiais não consolidados, normalmente de grande espessura efectiva. Correspondem aos «Sols bruts d'érosion sur roche tendre» dos franceses.

- 121 — *Regossolos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos*. — São os Regossolos desenvolvidos sob os climas referidos.

- 1211 — *Regossolos Psamíticos*. — São Regossolos constituídos por materiais detríticos arenosos mais ou menos grosseiros. As dunas geralmente são englobadas neste Subgrupo. Correspondem quase sempre aos «Quarzipsamments», possivelmente nalguns casos aos «Normipsamments» dos americanos.

- 1212 — *Regossolos Psamíticos Para-Hidromórficos*. — São os Regossolos Psamíticos em que a toalha freática se encontra a menos de 1 metro de profundidade durante a maior parte do

ano, provocando fenómenos de redução nas camadas inferiores do perfil. Correspondem aos «Aquipsamments» dos americanos.

13 — *Aluviossolos*. — São Solos Incipientes não hidromórficos constituídos por depósitos estratificados de aluviões. Correspondem aos «Sols Alluviaux Bruts» de Aubert & Duchaufour e aos «Fluents» da moderna classificação americana. Os Aluviossolos não se subdividem sob o ponto de vista climático dado o regime hídrico especial a que normalmente estão sujeitos.

131 — *Aluviossolos Modernos*. — São Aluviossolos que recebem, em geral, de tempos a tempos adições de sedimentos aluvionais.

1311 — *Aluviossolos Modernos Não Calcários*. — São os Aluviossolos Modernos isentos de carbonatos. Correspondem a parte dos «Paternias» da classificação de Kubiena.

1312 — *Aluviossolos Modernos Calcários*. — São os Aluviossolos Modernos com carbonatos no perfil. Correspondem a parte dos «Paternias» de Kubiena.

132 — *Aluviossolos Antigos*. — São Aluviossolos elevados que já não recebem, em regra, adições de sedimentos aluvionais. Constituem, em geral, terraços fluviais. Quase sempre apresentam o lençol freático a maior profundidade do que os Aluviossolos Modernos.

1321 — *Aluviossolos Antigos Não Calcários*. — São os Aluviossolos Antigos sem carbonatos no perfil. Correspondem a parte dos «Paternias» e dos «Vegas» de Kubiena.

1322 — *Aluviossolos Antigos Calcários*. — São os Aluviossolos Antigos com carbonatos no perfil. Correspondem a parte dos «Borovinas» de Kubiena.

14 — *Solos de Baixas (Coluviossolos)*. — São Solos Incipientes de origem coluvial localizados em vales, depressões ou na base das encostas. Correspondem aos «Sols Colluviaux Bruts» dos franceses. Os Solos de Baixas não são subdivididos sob o ponto de vista climático pelas razões já apontadas para os Aluviossolos.

1401 — *Solos de Baixas Não Calcários*. — São os Solos de Baixas sem carbonatos no perfil.

1402 — *Solos de Baixas Calcários*. — São os Solos de Baixas com carbonatos no perfil.

2 — *Solos Litólicos*. — São solos pouco evoluídos, de perfil AC ou, menos frequentemente, A Bc C (*), formados a partir de rochas não calcárias. Correspondem em parte aos «Suelos Rankeriformes» de Kubiena, aos «Rankers» dos franceses e a parte dos «Inceptisols» dos americanos. A título informativo deve dizer-se que foi o Prof. Botelho da Costa quem introduziu o termo «litólico» na literatura pedológica, o qual foi depois adoptado por outros autores.

21 — *Solos Litólicos Húmicos*. — São Solos Litólicos com horizontes A húmiferos ou húmicos, isto é, com elevada percentagem de matéria orgânica, em geral superior a 5 % ou 7 %, consoante a percentagem de argila é, respectivamente, nula ou perto de 50, sendo esse limite mínimo proporcional nos casos texturais intermédios. Correspondem, em boa parte, aos «Umbrepts» dos americanos e aos «Rankers alpins», «Rankers pseudo — alpins (Sols humiques silicatés)» ou «Rankers à Moder» dos franceses e aos «Sols bruns acides» dos belgas.

(*) Horizonte Bc quer dizer horizonte B do tipo «cambic», como é definido na nova classificação americana (1975), isto é, como um horizonte que contém minerais meteorizáveis, apresenta pouco da estrutura da rocha originária, é estruturado (se a textura é de molde a permitir variações de volume com humedecimento e secagem) e mostra outros sintomas de alteração, tais como formação de argila, perda de ferro não livre ou redistribuição de carbonatos, não devendo ter textura mais ligeira do que arenosa-franca.

211 — *Solos Litólicos Húmicos dos Climas Montanos*. — São os Solos Litólicos Húmicos formados a elevadas altitudes. Correspondem parcialmente aos «Haplumbrepts» dos americanos.

2111 — *Solos Litólicos Húmicos dos Climas Montanos, Normais*. — Correspondem ao conceito central do Grupo a que pertencem.

2112 — *Solos Litólicos Húmicos dos Climas Montanos Para-Litossolos*. — Estabelecem a transição para os Litossolos e estão representados na Carta dos Solos de Portugal como Fases delgadas das Famílias do Subgrupo anterior.

22 — *Solos Litólicos Não Húmicos*. — São os Solos Litólicos em que o horizonte A não é húmico ou humífero. Correspondem, em boa parte, aos «Ochrepts», às vezes aos «Orthents», dos americanos e aos «Xérorankers», «Rrankers d'érosion (de pente)» e «Rankers à Mull», dos franceses.

221 — *Solos Litólicos Não Húmicos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos*. — São os Solos Litólicos Não Húmicos desenvolvidos nos climas referidos. Correspondem, em parte, aos «Ustochrepts» dos americanos.

2211 — *Solos Litólicos Não Húmicos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos, Normais*. — Correspondem ao conceito central do Grupo a que pertencem.

2212 — *Solos Litólicos Não Húmicos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos Para-Litossolos*. — Estabelecem a transição para Litossolos e estão representados na Carta dos Solos de Portugal como Fases delgadas das Famílias do Subgrupo anterior.

3 — *Solos Calcários*. — São solos pouco evoluídos, de perfil A C, por vezes A Bc C (*), formados a partir de rochas calcárias, com percentagem variável de carbonatos ao longo de todo o perfil e sem as características próprias dos Barros. Correspondem aos «Sols Calcimorphes» dos franceses, nomeadamente aos «Sols Calcimorphes de steppe méditerranéens», parte aos «Suelos Rendsiniformes» e parte a alguns «Suelos de Estepa» de Kubiena.

31 — *Solos Calcários Pardos*. — São Solos Calcários de cores pardacentas.

311 — *Solos Calcários Pardos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos*. — São os Solos Calcários Pardos desenvolvidos nos climas mencionados. Correspondem aos «Sols bruns des stations sèches» dos franceses.

3111 — *Solos Calcários Pardos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos, Normais*. — Correspondem ao conceito central do Grupo a que pertencem. Têm de incluir-se no agrupamento dos «Calciorthids» dos americanos, por vezes no dos «Rendollic Ustochrepts».

3112 — *Solos Calcários Pardos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos Para-Barros*. — Estabelecem a transição para os Barros, apresentando uma certa percentagem de montmorilonóides na composição da sua fracção argilosa e algumas características comuns aos solos daquela Ordem.

3113 — *Solos Calcários Pardos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos Para-Litossolos*. — Estabelecem a transição para os Litossolos pela sua pequena espessura efectiva que é sempre inferior a 35 cm.

32 — *Solos Calcários Vermelhos*. — São Solos Calcários de cores avermelhadas.

(*) Horizonte Bc é o horizonte B do tipo «cambic», como atrás foi definido.

321 — *Solos Calcários Vermelhos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos.* — São os Solos Calcários Vermelhos desenvolvidos nesses climas.

3211 — *Solos Calcários Vermelhos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos, Normais.* — Correspondem ao conceito central do Grupo a que pertencem. Incluem-se no agrupamento dos «Calciorthids» dos americanos, por vezes no dos «Rendollic Ustochrepts».

3212 — *Solos Calcários Vermelhos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos Para-Barros.* — Estabelecem a transição para os Barros, apresentando uma certa percentagem de montmorilonóides na composição da sua fracção argilosa e algumas características comuns aos solos daquela Ordem.

4 — *Barros.* — São solos evoluídos de perfil A Bc C (*) ou A Btx C (**), argilosos, com apreciável percentagem de colóides minerais do grupo dos montmorilonóides que lhes imprime características especiais, tais como elevadas plasticidade e rijeza, estrutura anisoforme no horizonte A e prismática no B com presença

(*) Horizonte Bc é o horizonte B do tipo «cambic», como atrás foi definido.

(**) Horizonte Btx é o horizonte B do tipo «textural», como é definido na nova classificação americana (187), isto é, um horizonte B que obedece aos seguintes requisitos:

- 1) Quando existe um horizonte A e não há descontinuidades litológicas entre o A e o B contém mais argila do que o A de acordo com as seguintes regras: a) Se o A tem menos de 15 por cento de argila (em percentagem da terra fina) o horizonte Btx deve ter, pelo menos, mais 3 por cento de argila do que o A; b) Se o A tem mais de 15 por cento e menos de 40 por cento de argila, a razão por cento argila B/ por cento argila A deve ser igual ou superior a 1,2; c) Se o A tem mais de 40 por cento de argila, o horizonte Btx deve ter, pelo menos, mais 8 por cento de argila do que o A.
- 2) O horizonte Btx deve ter, no mínimo, um décimo da espessura da soma de todos os horizontes suprajacentes ou mais de 15 cm de

de superfícies polidas («slickensides»), pronunciado fendilhamento nas épocas secas, curto período de boa sação, etc. Correspondem aos «Vertisols» dos americanos.

41 — *Barros Pretos.* — São Barros de cor muito escura, em geral pardo-acinzentada muito escura ou castanha. Apesar de raramente serem pretos, manteve-se esta designação para atender à tradição e uso populares. Parecem corresponder aos «Tirs» do Norte de África, às «Terres noires» do Congo Belga, aos «Black cotton soils» da África Oriental Britânica, aos «Plains soils» de Uganda, às «Terras negras» de Moçambique, aos «Gravinigra» de Angola, aos «Black turfs» do Transvaal, aos «Regur» da Índia, às «Black Earths» de Stephens (Austrália) aos «Margalitic soils» da Indonésia, aos «Subtropical Black soils» de Gerasimov e Ivanova, aos «Grumusols» da América do Norte e de Israel e, pelo menos em parte, aos «Chernozem-like soils» da Austrália, aos «Dark-brown basaltic soils» de Ravikovitch e «Smonitza» da Jugoslávia. Devem incluir-se na Subordem dos «Usterts» da nova classificação americana.

411 — *Barros Pretos Não Calcários.* — São Barros Pretos sem carbonatos em todo o perfil.

412 — *Barros Pretos Calcários.* — São Barros Pretos com carbonatos em todo ou em parte do perfil.

espessura; e os acréscimos de argila referidos em 1) devem verificar-se numa distância vertical não superior a 30 cm.

- 3) Se há agregados no horizonte Btx, devem existir películas de argilas nas faces verticais ou horizontais desses agregados e nos poros finos ou observar-se argila orientada em 10 por cento ou mais da área duma secção do horizonte.
- 4) Se existe uma descontinuidade litológica entre o A e o Btx ou se apenas uma camada lavrada cobre o Btx, este necessita apenas exibir películas de argila nalguns poros finos ou, caso haja agregados, nalgumas faces horizontais e verticais destes, ou então as películas de argila devem constituir aproximadamente 10 por cento da área duma secção do horizonte.
- 5) O horizonte Btx não tem necessariamente de apresentar mais argila total do que o C, mas apenas mais argila fina.

- 4121 — *Barros Pretos Calcários Muito Descarbonatados*. — São Barros Pretos Calcários com carbonatos apenas no horizonte C.
- 4122 — *Barros Pretos Calcários Pouco Descarbonatados*. — São Barros Pretos Calcários com carbonatos nos horizontes B e C, no primeiro dos quais se encontram frequentemente sob a forma de concreções.
- 4123 — *Barros Pretos Calcários Não Descarbonatados*. — São Barros Pretos Calcários com carbonatos em todo o perfil.
- 42 — *Barros Castanho-Avermelhados*. — São Barros de cor castanho-avermelhada. Devem incluir-se, tais como os Barros Pretos, na Subordem dos «Usterts» da nova classificação americana, e correspondem, pelo menos em parte, às «Red earths on volcanic rocks» de Reifenberg, aos «Red-Brown basaltic soils» de Ravikovitch e aos «Reddish-Brown basaltic soils» de Israel.
- 421 — *Barros Castanho-Avermelhados Não Calcários*. — São Barros Castanho-Avermelhados sem carbonatos em todo o perfil.
- 422 — *Barros Castanho-Avermelhados Calcários*. — São Barros Castanho-Avermelhados com carbonatos em todo ou em parte do perfil.
- 4221 — *Barros Castanho-Avermelhados Calcários Muito Descarbonatados*. — São Barros Castanho-Avermelhados Calcários com carbonatos apenas no horizonte C.
- 4222 — *Barros Castanho-Avermelhados Calcários Pouco Descarbonatados*. — São Barros Castanho-Avermelhados Calcários com carbonatos nos horizontes B e C, no primeiro dos quais se encontram principalmente sob a forma de concreções.
- 4223 — *Barros Castanho-Avermelhados Calcários Não Descarbonatados*. — São Barros Castanho-Avermelhados Calcários com carbonatos em em todo o perfil.
- 5 — *Solos Argiluiados Pouco Insaturados*. — São solos evoluídos de perfil A Btx C (*), em que o grau de saturação do horizonte B é superior a 35 % e que aumenta, ou pelo menos não diminui, com a profundidade e nos horizontes subjacentes. Correspondem aos «Alfisols» da nova classificação americana e aos «Sols bruns et rouges léssivés» de Aubert & Duchaufour.
- 51 — *Solos Mediterrâneos Pardos*. — São os Solos Argiluiados Pouco Insaturados de cores pardacentas nos horizontes A e B que se desenvolvem em climas com características mediterrâneas. Correspondem aos «Ustalfs» dos americanos, quer aos «Normustalfs» quer aos «Vetustalfs», e aos «Sols bruns léssivés méridionaux» dos franceses.
- 511 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários*. — São Solos Mediterrâneos Pardos formados a partir de rochas calcárias.
- 5111 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários Para-Barros*. — Estabelecem a transição para os Barros, apresentando uma certa percentagem de montmorilonóides na composição da sua fracção argilosa e algumas características comuns aos solos daquela Ordem, especialmente nos horizontes inferiores. Apenas este Subgrupo e o seguinte foram, até agora, reconhecidos em Portugal, desconhecendo-se o correspondente ao conceito central do Grupo.

(*) Horizonte Btx é o horizonte B do tipo «textural», como foi atrás definido.

- 4121 — *Barros Pretos Calcários Muito Descarbonatados*. — São Barros Pretos Calcários com carbonatos apenas no horizonte C.
- 4122 — *Barros Pretos Calcários Pouco Descarbonatados*. — São Barros Pretos Calcários com carbonatos nos horizontes B e C, no primeiro dos quais se encontram frequentemente sob a forma de concreções.
- 4123 — *Barros Pretos Calcários Não Descarbonatados*. — São Barros Pretos Calcários com carbonatos em todo o perfil.
- 42 — *Barros Castanho-Avermelhados*. — São Barros de cor castanho-avermelhada. Devem incluir-se, tais como os Barros Pretos, na Subordem dos «Ústerts» da nova classificação americana, e correspondem, pelo menos em parte, às «Red earths on volcanic rocks» de Reifenberg, aos «Red-Brown basaltic soils» de Ravikovitch e aos «Reddish-Brown basaltic soils» de Israel.
- 421 — *Barros Castanho-Avermelhados Não Calcários*. — São Barros Castanho-Avermelhados sem carbonatos em todo o perfil.
- 422 — *Barros Castanho-Avermelhados Calcários*. — São Barros Castanho-Avermelhados com carbonatos em todo ou em parte do perfil.
- 4221 — *Barros Castanho-Avermelhados Calcários Muito Descarbonatados*. — São Barros Castanho-Avermelhados Calcários com carbonatos apenas no horizonte C.
- 4222 — *Barros Castanho-Avermelhados Calcários Pouco Descarbonatados*. — São Barros Castanho-Avermelhados Calcários com carbonatos nos horizontes B e C, no primeiro dos quais se encontram principalmente sob a forma de concreções.
- 4223 — *Barros Castanho-Avermelhados Calcários Não Descarbonatados*. — São Barros Castanho-Avermelhados Calcários com carbonatos em todo o perfil.
- 5 — *Solos Argiluvitados Pouco Insaturados*. — São solos evoluídos de perfil A Btx C (*), em que o grau de saturação do horizonte B é superior a 35 % e que aumenta, ou pelo menos não diminui, com a profundidade e nos horizontes subjacentes. Correspondem aos «Alfisols» da nova classificação americana e aos «Sols bruns et rouges léssivés» de Aubert & Duchaufour.
- 51 — *Solos Mediterrâneos Pardos*. — São os Solos Argiluvitados Pouco Insaturados de cores pardacentas nos horizontes A e B que se desenvolvem em climas com características mediterrâneas. Correspondem aos «Ustals» dos americanos, quer aos «Normustals» quer aos «Vetustals», e aos «Sols bruns léssivés méridionaux» dos franceses.
- 511 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários*. — São Solos Mediterrâneos Pardos formados a partir de rochas calcárias.
- 5111 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários Para-Barros*. — Estabelecem a transição para os Barros, apresentando uma certa percentagem de montmorilonóides na composição da sua fracção argilosa e algumas características comuns aos solos daquela Ordem, especialmente nos horizontes inferiores. Apenas este Subgrupo e o seguinte foram, até agora, reconhecidos em Portugal, desconhecendo-se o correspondente ao conceito central do Grupo.

(*) Horizonte Btx é o horizonte B do tipo «textural», como foi atrás definido.

- 5112 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários Para-Hidromórficos.* — Estabelecem a transição para os Solos Hidromórficos.
- 512 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários.* — São Solos Mediterrâneos Pardos formados a partir de rochas não calcárias. Correspondem em parte aos «Braunlehms» e em parte às «Tierras pardas meridionales» de Kubierna, mas talvez mais frequentemente aos primeiros.
- 5121 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários, Normais.* — Correspondem ao conceito central do Grupo a que pertencem.
- 5122 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários Para-Barros.* — Estabelecem a transição para os Barros, apresentando uma certa percentagem de montmorilonóides na composição da sua fracção argilosa e algumas características comuns aos solos daquela Ordem, principalmente nos horizontes inferiores.
- 5123 — *Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários Para-Hidromórficos.* — Estabelecem a transição para os Solos Hidromórficos por apresentarem sintomas de hidromorfismo que todavia não conduz ao desenvolvimento dum verdadeiro horizonte glei.
- 52 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos.* — São os Solos Argiluvitados Pouco Insaturados de cores avermelhadas ou amareladas nos horizontes A ou B ou em ambos que se desenvolvem em climas com características mediterrâneas. Devem pertencer aos «Rhodustalfs» ou «Vetustalfs» dos americanos e aos «Sols rouges léssivés» dos franceses. Sobre tudo nos casos em que a capacidade de troca catiónica é baixa, poder-se-á estabelecer apertada correlação com os «Sols ferrugineux tropicaux» da classificação francesa.

- 521 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Calcários.* — São os Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos formados a partir de rochas calcárias. A este grupo pertence a tão discutida «Terra Rossa»
- 5211 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Calcários, Normais.* — Correspondem ao conceito central do grupo a que pertencem.
- 5212 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Calcários Para-Barros.* — Estabelecem a transição para os Barros, apresentando uma certa percentagem de montmorilonóides na composição da sua fracção argilosa e algumas características comuns aos solos daquela Ordem, principalmente nos horizontes inferiores.
- 522 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários.* — São Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos formados a partir de rochas não calcárias.
- 5221 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários, Normais.* — Correspondem ao conceito central do Grupo a que pertencem.
- 5222 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários Para-Barros.* — Definição com em 5212.
- 5223 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários Com Materiais Lateríticos.* — São os Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários que apresentam materiais lateríticos (courageas e/ou concreções ferruginosas) no

seu perfil, normalmente sobre camada de plintite não endurecida.

5224 — *Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários Para-Muito Insaturados*. — Estabelecem a transição para a Ordem dos Solos Argiluvitados Muito Insaturados («Ultisols» da nova classificação americana). Apresentam, em regra, grau de saturação do horizonte Btx (*) ligeiramente inferior a 35 %, que não aumenta com a profundidade.

6 — *Solos Podzolizados*. — São solos evoluídos de perfil A Bp_z C (**). Correspondem aos «Spodosols» da classificação americana.

61 — *Podzóis Não Hidromórficos*. — São Solos Podzolizados com horizonte eluvial A2 nítido, de cor clara e sem apresentarem sintomas de hidromorfismo. Correspondem quase sempre aos «Orthods» dos americanos.

611 — *Podzóis Não Hidromórficos Sem Surraipa*. — São os Podzóis Não Hidromórficos em que não aparece surraipa dura ou branda.

(*) Horizonte Btx é o horizonte B do tipo «textural», como foi atrás definido.

(**) Horizonte Bp_z é o horizonte B do tipo «spodic» definido, na nova classificação americana, como tendo as seguintes características:

- 1) Apresentar películas amorfas de húmus e alofana ou húmus, alofana e sesquióxidos livres revestindo partículas de areia ou limo; ou pequenas massas arredondadas de 20 a 50 micra de diâmetro de húmus ou de húmus e sesquióxidos; ou ambas as coisas.
- 2) conter mais do que 0,29 por cento de carbono orgânico ou mais de 1 por cento de sesquióxidos livres em qualquer parte do horizonte.
- 3) não apresentar películas de argila.
- 4) não ter estrutura ou ter estruturas diferentes da anisoforme ou, quando muito, anisoforme fraca.
- 5) ter razão C/N superior a 14, se o perfil for virgem.
- 6) possuir razão Si O₂/R₂ O₃ da fracção argilosa inferior às de idênticas razões do suprajacente A2 e do material originário.

612 — *Podzóis Não Hidromórficos Com Surraipa*. — São os Podzóis Não Hidromórficos em que aparece surraipa dura ou branda, contínua ou descontínua.

62 — *Podzóis Hidromórficos*. — São Solos Podzolizados com horizonte eluvial A2 nítido, de cor relativamente clara e com sintomas evidentes de hidromorfismo, principalmente nos horizontes subjacentes ao A2, os quais são frequentemente atingidos pelo lençol freático. Por se considerarem as características de Solos Podzolizados com peso taxonómico superior às características imprimidas pelos fenómenos de hidromorfismo são estes solos preferentemente classificados naquela Ordem e não na dos Solos Hidromórficos. Correspondem aos «Aquods» da nova classificação americana.

621 — *Podzóis Hidromórficos Sem Surraipa*. — São os Podzóis Hidromórficos em que não aparece surraipa dura ou branda.

622 — *Podzóis Hidromórficos Com Surraipa*. — São os Podzóis Hidromórficos em que aparece surraipa dura ou branda, contínua ou descontínua.

7 — *Solos Halomórficos*. — São solos que apresentam quantidades excessivas de sais solúveis e/ou teor relativamente elevado de sódio de troca no complexo de adsorção. Devem incluir-se, possivelmente, nos «Aridisols» da nova classificação americana.

71 — *Solos Salinos*. — São os Solos Halomórficos que contêm uma quantidade de sais solúveis suficiente para prejudicar o desenvolvimento da maioria das plantas cultivadas. Muitos Solos Salinos apresentam fortes sintomas de hidromorfismo, mas considerou-se a salinidade um factor de maior peso taxonómico pelo que não são incluídos na Ordem dos Solos Hidromórficos. Devem ter de incluir-se no agrupamento dos «Salorthids» da nova classificação americana.

711 — *Solos Salinos de Salinidade Moderada*. — São os Solos Salinos em que a percentagem de sais solúveis é infe-

rior a 0,2, expressa em cloreto de sódio, nos horizontes superficiais, comportando já algumas culturas.

7111 — *Solos Salinos de Salinidade Moderada de Aluviões*. — São os Solos Salinos de Salinidade Moderada desenvolvidos em formações aluvionais.

7112 — *Solos de Salinidade Moderada de Rochas Detriticas*. — São os Solos Salinos de Salinidade Moderada formados a partir de rochas detriticas.

712 — *Solos Salinos de Salinidade Elevada*. — São os Solos Salinos em que a percentagem de sais solúveis é superior a 0,2, expressa em cloreto de sódio, não comportando quaisquer culturas sem alagamento, nas condições actuais.

7121 — *Solos Salinos de Salinidade Elevada de Aluviões*. — São os Solos Salinos de Salinidade Elevada desenvolvidos em formações aluvionais.

7122 — *Solos Salinos de Salinidade Elevada de Rochas Detriticas*. — São os Solos Salinos de Salinidade Elevada formados a partir de rochas detriticas.

8 — *Solos Hidromórficos*. — São solos sujeitos a encharcamento temporário ou permanente que provoca intensos fenómenos de redução em todo ou em parte do seu perfil. Excluem-se desta Ordem os Podzóis Hidromórficos e muitos Solos Salinos de acentuado hidromorfismo por se considerar que as características impressas pelos fenómenos de hidromorfismo têm menos peso taxonómico que as que determinaram a sua diferente classificação.

81 — *Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial*. — São Solos Hidromórficos em que se não observa um evidente horizonte A2. Correspondem, em boa parte, aos «Sols à Gley» dos franceses.

8101 — *Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Aluviössolos*. — São Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial desenvolvidos em formações aluvionais. Correspondem aos «Sols Alluviaux à Gley» dos franceses.

8102 — *Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Regössolos*. — São os Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial constituídos por materiais detriticos arenosos mais ou menos grosseiros não desenvolvidos em formações aluvionais. Correspondem, pelo menos em parte, aos «Aquipsamments» dos americanos.

8103 — *Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Barros*. — Estabelecem a transição para os Barros, apresentando uma certa percentagem de montmorilonóides na composição da sua fracção argilosa e algumas características comuns aos solos daquela Ordem.

8104 — *Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Solos Argilosos Pouco Insaturados*. — Estabelecem a transição para os Solos Argilosos Pouco Insaturados Para-Hidromórficos, apresentando, obviamente, sintomas de hidromorfismo muito mais acentuado que estes.

82 — *Solos Hidromórficos Com Horizonte Eluvial*. — São Solos Hidromórficos com um horizonte eluvial A2 nítido. Correspondem grandemente aos «Sols à Pseudogley» dos franceses.

821 — *Planossolos*. — São Solos Hidromórficos Com Horizonte Eluvial em que este faz transição abrupta para um imperme argiloso, existindo na parte inferior do horizonte A2 e na superior do B apreciável percentagem de ferro livre, muitas vezes sob a forma de concreções.

9 — *Solos Orgânicos Hidromórficos*. — São solos com horizontes do tipo «histic epipedon» (*) de elevado teor de matéria orgânica que se acumulou em condições de permanente ou quase permanente saturação de água. Correspondem a «Histosols» dos americanos.

91 — *Solos Turfosos Com «Muck»*. — São Solos Orgânicos Hidromórficos com horizontes orgânicos do tipo «muck», isto é, providos de matéria orgânica regularmente bem decomposta, de conteúdo mineral relativamente elevado e de cor escura.

(*) Os horizontes do tipo «histic epipedon» são assim definidos na nova classificação americana: horizontes existentes à superfície ou perto da superfície do solo, saturados de água parte do ano (excepto quando artificialmente drenados), obedecendo aos seguintes requisitos:

- 1) serem horizontes superficiais de menos de 30 cm de espessura com mais de 30 por cento de matéria orgânica se a sua parte mineral tem 50 por cento de argila; ou com mais de 20 por cento de matéria orgânica se a parte mineral é desprovida de argila; ou com teores orgânicos intermédios proporcionais, para percentagens intermédias de argila na sua parte mineral; se a sua espessura é inferior a 20 cm, ela é suficiente para satisfazer a condição seguinte se os horizontes estiverem misturados numa profundidade de 20 cm;
- 2) terem uma camada lavrada com mais de 14 por cento de matéria orgânica se ela não apresentar argila; ou mais de 28 por cento de matéria orgânica se houver 50 por cento de argila; ou terem teores orgânicos intermédios proporcionais para percentagens intermédias de argila;
- 3) terem uma camada mineral superficial de menos de 40 cm de espessura assente em camada de «peat» ou de «muck», satisfazendo a condição 1) e com espessura entre 10 e 30 cm.

6 — CARACTERIZAÇÃO E GÊNESE DOS SOLOS DE PORTUGAL (A SUL DO RIO TEJO)

Neste capítulo tratar-se-ão em pormenor os diversos solos com representação a sul do rio Tejo. Para cada agrupamento, Subordens nuns casos e Grupos noutros, apresentar-se-ão descrições morfológicas gerais das diferentes Famílias reconhecidas até ao momento presente. A elas se seguirão dados analíticos físicos e químicos da terra fina, a mineralogia da fracção areia fina, a mineralogia da argila, tratada através dos resultados da análise térmica diferencial, da difracção por raios X e da análise química, e a micromorfologia estudada em cortes delgados de horizontes, tudo relativo a alguns perfis representativos dos principais agrupamentos. Por último far-se-ão breves considerações sobre a génese dos solos desses agrupamentos.

6.1 — LITOSSOLOS OU SOLOS ESQUELÉTICOS

6.1.1 — Descrição-Geral das Famílias

Os Litossolos são, como atrás se referiu, Solos Incipientes derivados de rochas consolidadas, de espessura efectiva normalmente inferior a 10 cm. Não apresentam horizontes genéticos definidos, estando limitados a um perfil do tipo CR, mas podendo, nalguns casos, definir-se um horizonte A1 ou Ap incipiente, de baixo teor orgânico, já povoado de microrganismos, onde é maior a abundância de raízes. Contêm, em regra, apreciável proporção de fragmentos da rocha-mãe que podem apresentar uma certa meteorização.

Os Litossolos da área estudada pertencem, na sua quase totalidade, à Suborden dos Litossolos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos. As Fa-

mílias, definidas com base no tipo de rocha-mãe consolidada de que derivam, são as seguintes:

Litossolos:

- de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas básicas (Eb)
- de calcários compactos ou dolomias (Ec)
- de dioritos ou gabros (Ed)
- de granitos ou quartzodioritos (Eg)
- de gneisses ou rochas afins (Egn)
- de pórfiros (Ep)
- de quartzitos ou rochas afins (Eq)
- de grés de Silves ou rochas afins (Ets)
- de arenitos calcários (Ets)
- de outros arenitos (Et)
- de xistos ou grauvaques (Ex)''

Os Litossolos aparecem geralmente em situações de relevo excessivo (*), praticamente em todas as regiões onde existem as rochas de que derivam. São, infelizmente, muito comuns no País.

6.1.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Porque se trata de solos morfologicamente muito simples e de fraca aptidão cultural apenas se apresentam, a título de exemplo, no Quadro 1, dados analíticos de 7 perfis respeitantes a 6 Famílias.

A textura destes solos é ligeira ou mediana, dependendo muito da natureza da rocha-mãe e do grau de meteorização atingido. Normalmente existe uma percentagem apreciável de elementos grosseiros. São quase sempre pobres em matéria orgânica, quer em percentagem quer em quantitativo por hectare, dada a sua diminuta espessura. A relação C/N mostra-se muito variável, como seria de esperar, mostrando diferentes

(*) Neste capítulo e nos seguintes usam-se para designar o relevo os termos *normal*, *subnormal*, *excessivo*, *plano* e *côncavo*, tal como são definidos pelos Serviços de Cartografia de Solos dos Estados Unidos da América do Norte (186).

QUADRO 1

DADOS ANALITICOS FISICOS E QUIMICOS DE LITOSSOLOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %							
Eb-327	10 274	Al	0-8	7,5	35,6	36,3	12,5	15,6	1,80	1,04	0,060	17,3		0,0	6,8
	10 275	C	8-?	2,5	28,7	52,3	7,5	11,5	0,84	0,49					6,8
Ep-148	8 513	Ap	0-10	18,5	0,5	70,5	16,9	12,1	0,96	0,56	0,061	9,2		0,0	5,4
Ex-140	8 500	Ap	0-10	30,0	28,7	21,5	24,2	25,6	1,39	0,81	0,072	11,3		0,0	5,8
Ex-144	8 505	Ap	0-10	18,0	44,1	38,8	11,0	6,1	0,58	0,34	0,033	10,3		0,0	6,0
Et-357	9 510	Al	0-12	28,0	36,3	51,9	5,6	6,2	3,14	1,82	0,106	17,2	0,59	0,0	6,7
	9 511	C	12-25	5,0	13,6	50,4	9,2	26,8	2,89	1,68					6,8
Ec-388	9 538	Al	0-10	7,5	4,8	31,7	41,8	21,7	1,72	0,10	0,008	12,5		59,4	8,0
Eta-491	10 355	Ap	0-12	20,0	20,4	55,7	13,4	10,5	2,24	1,30	0,080	16,3		0,0	5,3
	10 356	C&R	12-30	0,0	24,1	37,4	14,7	23,8	1,28	0,74					4,8

Unidade e Perfil	Cátions permutáveis (m. e./100 g)					S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %
	Ca	Mg	K	Na	H			
Eb-327					0,00	11,20	11,20	100,0
					0,00	13,80	13,80	100,0
Ep-148					3,60	16,50	20,10	82,9
Ex-140					4,00	16,00	20,00	80,0
Ex-144					1,50	6,80	8,30	81,9
Et-357	4,82	1,75	0,23	0,49	1,00	7,29	8,29	87,9
	3,94	1,82	0,23	0,31	2,10	6,30	8,40	75,0
Ec-388					0,00	16,10	16,10	100,0
Eta-491					3,80	6,00	9,80	61,2
					6,10	3,40	9,50	35,8

tendências evolutivas dos perfis e diferentes intensidades da actividade biológica. Também a capacidade de troca catiónica se apresenta muito variável, influenciada pela textura, pelo teor orgânico e pela natureza dos colóides. O grau de saturação é geralmente elevado e a reacção é alcalina, no caso dos solos calcários, e neutra ou ligeiramente ácida nos restantes.

6.1.3 — *Considerações sobre a génese*

Os Litossolos, como Solos Incipientes que são, apresentam nulo ou muito fraco desenvolvimento de perfil devido a recente exposição da rocha-mãe à acção dos processos de formação do solo ou, mais vulgarmente, por causa da actuação da erosão acelerada que ocasiona a remoção do material de textura mais fina à medida que ele se vai formando. Neste caso existe agora um certo equilíbrio entre meteorização e erosão, equilíbrio que se verifica a um nível de espessura do solo muito baixo.

A dsintegração física predomina imenso sobre a alteração química, sendo por isso o solo grandemente constituído por fragmentos de rocha, grosseiros ou finos, não muito meteorizados. A alteração química limita-se a fraca formação de argila a partir dos minerais menos estáveis e, no caso dos solos derivados de rochas calcárias, a uma parcial e pequena dissolução de carbonatos.

A ligeira meteorização e a fraca acumulação de matéria orgânica à superfície são praticamente as únicas expressões do diminuto desenvolvimento do seu perfil que se podem observar.

6.2 — REGOSSOLOS PSAMÍTICOS

6.2.1. — *Descrição-geral das Famílias*

Os Regossolos Psamíticos, únicos estabelecidos na Subordem dos Regossolos e no Grupo dos Regossolos dos Climas Sub-húmidos e Semiáridos, são constituídos por materiais detríticos arenosos mais ou menos grosseiros.

Compõem-se de duas Famílias: Regossolos Psamíticos não húmidos (Rg) e Regossolos Psamíticos húmidos cultivados (Rgc). Os primeiros

são solos arenosos, soltos, mais ou menos ácidos e muito pouco ou nada diferenciados, possuindo, quando muito, um delgado horizonte superficial com pequena acumulação de matéria orgânica. Incluem as areias de dunas e doutras formações geológicas mais antigas, em geral de fraca vegetação xerófita. Os segundos incluem os Regossolos Psamíticos cultivados em que a toalha freática se encontra a menos de um metro de profundidade durante a maior parte do ano; apresentam, por acção das culturas, um horizonte superficial normalmente com maior percentagem de matéria orgânica e mais espesso do que os não húmidos e ainda características de redução nas camadas inferiores do perfil. A sua topografia é, natural ou artificialmente, plana. Incluem-se também nesta última Família os Regossolos Psamíticos cultivados em regadio de horizonte A1 com as características atrás apontadas.

6.2.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Alguns dados analíticos de dois perfis, um de cada Família, são apresentados no Quadro 2.

Verifica-se, como se esperava, que a textura destes solos é extremamente ligeira, sendo principalmente constituídos por areia grossa. Têm baixo teor de matéria orgânica, embora nos da segunda Família (Rgc), devido às suas especiais características hidrológicas, ele seja superior ao da primeira. A relação C/N é relativamente elevada, sobretudo devido ao baixo teor de azoto. Por que escasseiam os colóides, a capacidade de troca cationica é muito ou extremamente baixo. O pH é moderadamente ácido e o grau de saturação sempre acima de 60 %.

6.2.3 — *Mineralogia das areias*

A mineralogia da areia grossa e da areia fina de 2 perfis de Regossolos Psamíticos, um de cada Família, é apresentada no Quadro 3.

Verifica-se que a areia grossa, a fracção granulométrica dominante, é exclusivamente constituída por quartzo, não aparecendo nela quaisquer minerais pesados. A areia fina é também quase totalmente (95 a 99 %) de quartzo; somente uma pequena percentagem dessa fracção é composta de minerais pesados, na sua grande maioria de difícil meteorização. Ape-

QUADRO 2

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE REGOSSOLOS PSAMÍTICOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	pH
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %						
Rg -504 ...	10 378	Ap	0-18	0,0	90,8	7,4	0,7	1,1	1,37	0,80	0,060	13,3		6,1
	10 379	C1	18-38	0,0	89,4	9,0	0,6	1,0	1,04	0,60				5,9
	10 380	C2	38-66	0,0	82,4	12,8	3,0	1,8						5,9
	10 381	C3	66-80	0,0	82,0	14,8	0,8	2,4						6,4
	10 382	C4	80-120	0,0	91,0	6,1	1,6	1,3						6,5
Rgc-309 ...	9 478	Al	0-40	0,0	84,2	8,1	7,0	0,7	2,65	1,54	0,090	17,1		5,8
	9 479	Cg	53-83	0,0	65,0	31,6	0,9	2,5	1,15	0,67				6,2

pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)					S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %
	Ca	Mg	K	Na	H			
6,1					0,30	1,70	2,00	85,1
5,9					0,20	1,50	1,70	88,3
5,9					0,40	1,30	1,70	76,4
6,4					0,40	0,60	1,00	60,0
6,5					0,40	0,60	1,00	60,0
5,8	3,53	0,62	0,11	0,18	2,50	4,44	6,94	64,0
6,2					1,00	2,40	3,40	70,6

QUADRO 3

ANÁLISE MINERALÓGICA DAS AREIAS GROSSA E FINA DE REGOSSOLOS PSAMÍTICOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %							
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Turm.	Zir.	Andal.	Est.	Esf.	Sil.	Dis.	Opa-cos
Areia grossa (2-0,2mm)																	
Rg -504	10 378	Ap	9,325	9,325	100,00	100	—	0,000	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—
Rgc-309	9 478	Al	10,463	10,463	100,00	100	—	0,000	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—
	9 479	Cg	21,494	21,494	100,00	100	—	0,000	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—
Areia fina total (0,2-0,02mm)																	
Rg -504	10 378	Ap	4,964	4,897	98,65	100	—	0,067	1,35	32	5	7	8	2	3	—	43
	10 379	C1	5,881	5,789	98,44	100	—	0,092	1,56	43	4	6	7	3	2	—	35
	10 380	C2	5,871	5,793	98,67	100	—	0,078	1,33	27	5	4	9	3	—	—	52
	10 381	C3	5,966	5,856	98,16	100	—	0,110	1,84	24	7	3	11	5	2	—	48
	10 382	C4	5,414	5,360	99,00	100	—	0,054	1,00	33	2	5	8	6	—	—	46
Rgc-309	9 478	Al	1,765	1,669	94,56	100	—	0,096	5,44	50	—	—	—	26	—	3	21
	9 479	Cg	2,322	2,234	96,21	100	—	0,088	3,79	38	—	—	—	25	—	—	37
Areia fina: fracç. 0,2-0,1mm																	
Rgc-309	9 478	Al	1,633	1,629	99,75	100	—	0,004	0,25	56	—	—	—	30	—	5	9
	9 479	Cg	2,241	2,194	97,91	100	—	0,047	2,09	55	—	—	—	20	—	—	25
Areia fina: fracç. 0,1-0,05mm																	
Rgc-309	9 478	Al	0,041	0,040	97,56	100	—	0,001	2,44	45	—	—	—	22	—	—	33
	9 479	Cg	0,041	0,040	97,56	100	—	0,001	2,44	23	—	—	—	23	—	—	54

Feldsp. =feldspatos; Turm.=turmalina; Zir.=zircão; Andal.=andaluzite; Est.=estauroilite; Esf.=esfena; Sil.=silimanite; Dis.=distena.

nas alguns grãos de minerais próprios de rochas metamórficas, tais como a andaluzite, a silimanite, a distena e a estauroilite, que são considerados menos estáveis, aparecem, sobretudo nos horizontes superficiais. No perfil de *Rgc* constata-se que a percentagem de minerais opacos aumenta com a profundidade; no horizonte Cg predomina a turmalina na parte mais grosseira da areia fina, enquanto na fracção mais fina os opacos tomam esse lugar.

A pobreza mineralógica das areias destes solos é, como o Quadro 3 mostra, extrema.

6.2.4 — Considerações sobre a génese

Podem aqui aplicar-se, em grande parte, as considerações feitas para os Litossolos. Com efeito trata-se de solos de nulo ou muito fraco desenvolvimento de perfil, existindo apenas, no máximo, a diferenciação dum horizonte A1 de relativamente baixa acumulação de matéria orgânica. A fraca vegetação que, em condições naturais, os cobre e a pobreza mineralógica da sua parte mineral contribuem também para a sua limitada diferenciação. No caso dos Regossolos Psamíticos Húmidos Cultivados verificam-se fenómenos de redução nas camadas inferiores do perfil (fenómenos que serão discutidos ao tratar dos Solos Hidromórficos) que nem sempre imprimem com nitidez as características morfológicas típicas do hidromorfismo devido ao baixo teor de ferro não só dos materiais orgânico e mineral do solo mas também das águas subterrâneas.

6.3 — ALUVIOSSOLOS E SOLOS DE BAIXAS

Os Aluviossolos, que foram subdivididos em Aluviossolos Modernos e Aluviossolos Antigos, como atrás se referiu, serão aqui tratados em conjunto e com os Solos de Baixas, dadas as semelhanças entre eles.

6.3.1 — Descrição-geral das Famílias

Por que todos estes solos podem apresentar perfis muito heterogéneos, constituindo um grande número de Séries, houve que estabelecer as Fa-

mílias a cartografar na Carta dos Solos de Portugal com base num critério simples e de reconhecida utilidade prática, mas, como é óbvio, partindo de cima para baixo e não, como seria mais aconselhável, se possível, por reunião em categoria taxonómica superior das inferiores com características comuns. Assim convencionou-se que os Aluviossolos Modernos, os Aluviossolos Antigos e os Solos de Baixas fossem, cada um deles, subdivididos em 6 Famílias consoante a textura das camadas superficiais exploradas pelas raízes das culturas anuais mais importantes da região e a presença ou ausência de carbonatos nessas camadas, não deixando, porém, de se demarcarem Fases pedregosas, mal drenadas, inundáveis, etc. quando para tal houvesse motivos.

Tem-se consciência de que o agrupamento feito desta forma tem insuficiente alicerce científico e muito de convencional, mas não houve possibilidade prática de melhor actuar. De resto idêntico procedimento parece ter sido adoptado recentemente em Israel (50).

Eis as Famílias estabelecidas para os Aluviossolos e Solos de Baixas:

Aluviossolos Modernos:

- de textura ligeira (*), sem carbonatos (Al)
- idem, com carbonatos (Alc)
- de textura mediana (**), sem carbonatos (A)
- idem, com carbonatos (Ac)
- de textura pesada (***), sem carbonatos (Aa)
- idem, com carbonatos (Aac)

(*) Texturas ligeiras são a arenosa, a arenosa-franca, parte da franco-arenosa (mais de 60 por cento de areia) e parte da franco-argilo-arenosa (mais de 60 por cento de areia e menos de 30 por cento de argila).

(**) Texturas medianas são a franca, parte da franco-arenosa (menos de 60 por cento de areia), parte da franco-argilo-arenosa (mais de 20 por cento de limo e menos de 30 por cento de argila), parte da franco-argilosa (menos de 30 por cento de argila) e parte da franco-limosa (menos de 60 por cento de limo e mais de 20 por cento de areia).

(***) Texturas pesadas são a argilosa, a argilo-arenosa, a argilo-limosa, a limosa e as partes das outras não abrangidas pelas texturas ligeiras e medianas.

Aluviossolos Antigos:

- de textura ligeira, sem carbonatos (Atl)
- idem, com carbonatos (Atlc)
- de textura mediana, sem carbonatos (At)
- idem, com carbonatos (Atc)
- de textura pesada, sem carbonatos (Ata)
- idem, com carbonatos (Atac)

Solos de Baixas:

- de textura ligeira, sem carbonatos (Sbl)
- idem, com carbonatos (Sblc)
- de textura mediana, sem carbonatos (Sb)
- idem, com carbonatos (Sbc)
- de textura pesada, sem carbonatos (Sba)
- idem, com carbonatos (Sbac)

6.3.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

A título de exemplo apresentam-se nos Quadros 4 e 5 dados analíticos de 9 perfis representativos de 9 Famílias, 4 de Aluviossolos Modernos, 3 de Aluviossolos Antigos e 2 de Solos de Baixas.

Nada de especial há a assinalar relativamente a estes dados, até porque se não sabe quão representativos eles são, excepto no que diz respeito às texturas, à presença ou ausência de carbonatos e ao pH. Em todo o caso pode apontar-se que a tendência é para relativamente baixos teores orgânicos, para medianas ou elevadas razões C/N e para altos ou muito altos graus de saturação. A capacidade de troca catiónica está intimamente relacionada com os teores de matéria orgânica e de argila.

6.3.3 — *Considerações sobre a génese*

Os Aluviossolos e os Solos de Baixas são Solos Incipientes em que os processos de formação do solo não actuaram ainda tempo suficiente para provocar quaisquer diferenciações, a não ser, em muitos casos, uma certa

QUADRO 4
DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE ALUVIOSSOLOS MODERNOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %							
Al -508	10 395	Ap	0-30	0,0	55,9	34,6	4,7	4,8	1,59	0,92	0,110	8,4		0,0	5,2
	10 396	C1	30-49	5,0	54,8	34,5	4,5	6,2						Vest.	7,0
	10 397	C2	49-85	7,5	52,0	36,6	5,3	6,1						0,03	7,9
	10 398	C3	85-107	5,0	58,8	30,6	5,0	5,6						Vest.	7,9
A -494	10 362	Ap	0-45	0,0	7,3	48,1	30,2	14,5	4,27	2,48	0,160	15,5		0,0	6,4
	10 363	C1	45-95	0,0	4,8	74,6	12,2	8,4						0,0	7,4
	10 364	C2	95-130	0,0	5,8	36,3	36,3	21,6						0,0	7,5
Aa -130	7 965	Ap	0-35	0,0	13,1	40,7	11,0	35,2	1,94	1,13	0,140	8,1		Vest.	8,0
	7 966	C1	35-55	0,0	10,4	32,6	10,7	46,3						0,0	8,0
	7 967	C2	55-90	0,0	12,9	29,6	14,3	43,2						0,0	7,8
Aac-329	10 279	Ap	0-15	0,0	4,6	37,6	33,1	24,7	1,52	0,88	0,100	8,8		3,0	7,8
	10 280	C1	15-40	0,0	2,6	32,6	31,1	33,7						3,0	7,8
	10 281	C2	40-90	7,5	21,9	51,8	11,9	14,4						4,0	8,3

pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)					S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %
	Ca	Mg	K	Na	H			
5,2					1,3	3,2	4,5	71,2
7,0					0,4	2,6	3,0	86,7
7,9					0,0	4,3	4,3	100,0
7,9					0,0	4,3	4,3	100,0
6,4					3,0	5,1	8,1	62,7
7,4					1,2	8,2	9,4	87,2
7,5					1,4	14,2	15,6	91,0
8,0					0,0	10,1	10,1	100,0
8,0								
7,8								
7,8					0,0	19,6	19,6	100,0
7,8					0,0	21,7	21,7	100,0
8,3					0,0	9,4	9,4	100,0

QUADRO 5
DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE ALUVIOSSOLOS ANTIGOS E DE SOLOS DE BAIXAS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %							
Atl -405 ...	9 561	Ap	0-40	4,5	74,0	14,0	5,9	6,1	1,64	0,95	0,070	13,6		0,8	8,1
	9 562	C1	40-80	5,0	71,5	14,6	4,8	9,1						33,2	8,5
At -496 ...	10 368	Ap	0-15	10,0	13,4	51,5	17,1	18,0	2,60	1,51	0,080	18,9		0,0	6,0
	10 369	C1	15-50	5,0	14,8	50,3	19,1	15,8						0,0	5,8
	10 370	C2	50-90	20,0	8,4	59,7	12,6	19,3						0,0	6,0
Atac-326 ...	10 271	Ap	0-30	0,0	11,6	48,4	20,0	20,0	1,14	0,66	0,060	11,0		15,0	8,0
	10 272	C1	30-65	0,0	15,6	27,2	26,2	31,0	0,95	0,55				20,0	8,1
	10 273	C2	65-100	8,8	17,0	29,4	18,4	35,2	0,50	0,29				5,0	8,2
Sb1c-436 ...	9 629	Ap	0-30	0,0	26,5	50,9	12,5	10,1						2,0	8,1
	9 630	C1	30-60	0,0	24,5	59,6	9,2	6,7						2,6	8,1
	9 631	C2	60-110	0,0	93,0	4,1	0,4	2,5						3,4	8,9
Sb -499 ...	10 373	Ap	0-35	12,5	24,3	24,8	35,2	15,7	2,90	1,70	0,160	10,6		0,0	5,5
	10 374	C	35-75	5,0	14,3	25,5	36,5	23,7						0,0	5,8

pH	Catões permutáveis (m. e /100 g)					S m. e /100 g	T m. e /100 g	V %
	Ca	Mg	K	Na	H			
8,1					0,0	2,4	2,4	100,0
8,5					0,0	4,6	4,6	100,0
6,0					3,7	4,3	8,0	53,8
5,8					3,3	4,8	8,1	59,4
6,0					2,6	5,7	8,3	68,7
8,0					0,0	11,2	11,2	100,0
8,1					0,0	13,8	13,8	100,0
8,2					0,0	10,5	10,5	100,0
8,1					0,0	11,0	11,0	100,0
8,1					0,0	7,2	7,2	100,0
8,9					0,0	1,0	1,0	100,0
5,5	6,52	2,38	1,27	0,29	4,20	10,66	14,86	71,7
5,8	4,91	1,23	0,28	0,46	4,00	6,88	10,88	63,2

acumulação de matéria orgânica à superfície, a qual nunca é muito grande porque, dado o bom arejamento dessa camada superior, a mineralização processa-se rapidamente.

Embora estes solos apresentem muitas vezes considerável variação morfológica com a profundidade, especialmente no que diz respeito à textura, não possuem verdadeiros horizontes genéticos. As camadas sedimentares, depositadas em diferentes ocasiões por acção da água e da gravidade, e que se diferenciam por características diversas, tais como textura, pedregosidade, espessura, cor, teor de carbonatos, etc., mostram normalmente transições abruptas ou nítidas de umas para outras, havendo até casos em que, pelo teor orgânico, se pode reconhecer que alguma delas foi outrora a camada superficial, por tempo demorado, dum solo hoje fóssil.

Os Aluviossolos e os Solos de Baixas têm, em regra, uma toalha freática mais ou menos profunda (mais profunda nos Aluviossolos Antigos) sujeita a oscilações acentuadas no decurso do ano, mas não mostram no perfil qualquer efeito acentuado da água estagnada; encontram-se, porém, geralmente humedecidos e influenciados fortemente na sua economia de água, vegetação e biologia pela presença dessa toalha freática. Os fenómenos de redução não se manifestam com intensidade porque a toalha oscila bastante e renova-se constantemente, mesmo na altura das inundações, o que permite um permanentemente elevado teor de oxigénio dissolvido na água. Se, porventura, a oscilação e o renovamento se tornam diminutos, então formam-se horizontes glei e o solo passa para a Ordem dos Solos Hidromórficos.

Na época seca a toalha freática atinge os níveis mais baixos. Quando a descida é muito grande pode dar-se uma forte dessecação das camadas superficiais e o consequente aumento da sua compacidade, o que prejudica certamente a vegetação que os cobre. Tal facto é mais comum nos Aluviossolos Antigos que nos outros solos.

Nos Aluviossolos e Solos de Baixas calcários, em que a matéria orgânica superficial é do tipo «mull» cálcico, a desintegração química, já normalmente pequena nos não calcários, é ainda mais reduzida, notando-se, porém, em muitos casos, uma descarbonatação progressiva das camadas superficiais e consequente enriquecimento em carbonatos das camadas inferiores.

6.4 — SOLOS LITÓLICOS HÚMICOS

6.4.1 — Descrição-geral das Famílias

Em Portugal, a sul do rio Tejo, apenas duas Famílias de Solos Litólicos Húmicos foram assinaladas (*): uma derivada de sienitos, no alto da Serra de Monchique, e outra de xistos, no alto da Serra de São Mamede, em que os climas se podem denominar de altitude ou de montanha ou montanos e são a razão da apreciável acumulação de matéria orgânica que neles se encontra e do fraco desenvolvimento do seu perfil.

As descrições gerais das duas Famílias são apresentadas nas páginas seguintes.

Estes solos desenvolvem-se geralmente em relevo normal.

Na Figura 1 mostra-se o perfil de um Solo Litólico Húmico de sienitos (Mns-P.490) fotografado no Alto da Fóia (Monchique).

Solos Litólicos Húmicos de sienitos (Mns)

Horizonte A1 — 30 a 50 cm; castanho-escuro ou preto; arenoso a franco-arenoso húmico; estrutura grumosa fina moderada; muito friável e fofo; pH 4,5 a 5,5.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 20 a 40 cm; castanho ou pardo-acinzentado, mais claro do que o anterior; arenoso ou franco-arenoso; sem agregados; solto; pH 4,5 a 5,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente da meteorização de sienitos.

(*) Recentemente foi estabelecida mais uma Família, na Serra de São Mamede, derivada de quartzitos (Mnq).

Solos Litólicos Húmicos de xistos ou grauvaques (Mnx)

Horizonte A1 — 30 a 40 cm; castanho-escuro ou preto; franco húmico; estrutura grumosa fina moderada; muito friável e fofo; pH 4,5 a 5,5.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 10 a 50 cm; pardo, pardo-amarelado ou pardo-oliváceo; franco; estrutura unisoforme angulosa grosseira fraca; friável; pH 4,5 a 5,5.

Horizonte C — Material originário: mistura de material terroso com fragmentos de rocha, em transição para a rocha-mãe que é um xisto argiloso, um xisto cristalofílico ou um grauvaque.

6.4.2 — Dados analíticos físicos e químicos

De momento apenas é possível apresentar dados analíticos de um perfil representativo dos solos derivados de sienitos, os quais estão reunidos no Quadro 6.

A textura dos horizontes é relativamente grosseira e indicadora de alteração reduzida, não havendo indícios de argiluviação.

A acumulação de matéria orgânica no horizonte superficial é acentuada, decrescendo a sua percentagem rapidamente com a profundidade. A relação C/N é relativamente elevada, parecendo que o húmus se aproxima muito dos tipos «mull» ácido ou mesmo «moder», e pouco decresce com a profundidade. A micromorfologia confirmou a existência de «moder multiforme».

A capacidade de troca de cátions é bastante baixa devido à relativamente pequena quantidade de colóides, apesar da elevada percentagem de matéria orgânica. O hidrogénio de troca domina entre todos os cátions, seguindo-se-lhe o cálcio. Os valores de magnésio de troca são muito baixos e os de potássio (na 1.ª camada) e sódio relativamente elevados, especialmente os últimos. A percentagem de saturação é bastante baixa e diminui com a profundidade.

A percentagem de ferro livre é praticamente constante ao longo do perfil, não parecendo, portanto, haver migração deste elemento.

A expansibilidade é nula ou muito baixa. A porosidade da terra fina é apreciável e a permeabilidade é moderada em todos os horizontes. A microestrutura apresenta grande estabilidade. A capacidade de campo é elevada. O cálculo da água disponível nos primeiros 50 cm do solo mostra que cerca de 140 mm de água podem ser utilizados pelas plantas, o que indica que a capacidade utilizável é muito alta.

6.4.3 — *Mineralogia da areia fina*

Os resultados da análise mineralógica da areia fina do perfil n.º 490 de um Solo Litólico Húmico de sienitos (Mns) são apresentados no Quadro 7.

As elevadas percentagens de feldspatos na fracção leve e de hornblenda na fracção pesada são sintomas seguros do pouco avançado grau de meteorização do solo. A reserva mineral é, portanto, elevada. Apesar de se não ter encontrado zircão na amostra do horizonte C, não se pode pôr em dúvida a identidade da «suite» mineralógica em todo o perfil do solo. É de salientar a elevadíssima percentagem de minerais pesados na fracção areia fina do primeiro horizonte superficial.

6.4.4 — *Mineralogia da argila*

A análise química dos colóides minerais do horizonte B dum perfil de Solo Litólico Húmico de sienitos (Mns) é apresentada no Quadro 8. A análise térmica diferencial do mesmo material encontra-se no Gráfico 1 e os valores extraídos de um radiograma no Quadro 9.

A análise química favorece a hipótese da presença de materiais 2:1, possivelmente ilite (92). O cálculo teórico da capacidade de troca da argila conduziu a um valor muito elevado (100 me/100 g). A análise térmica diferencial reforça também a possibilidade da presença de ilite por o valor de P ser cerca de 22 mm (113); e de E é ligeiramente inferior a 1 (113). Um S muito maior que 2,5 aponta a possibilidade da presença de halosite. (S = 4,5) (32). «Goethite» ou gibbsite parecem estar também presentes. Na difracção por raios X encontraram-se riscas típicas

QUADRO 6

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS LITOLICOS HOMÍCOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %							Ca	Mg	K	Na	H
Mns-490	9757	A1	0-45	0,0	37,3	31,9	18,6	12,2	8,3	4,80	0,350	13,7	1,16	4,9	3,66	Vest.	0,68	0,18	3,50
	9758	B	49-90	0,0	49,8	28,2	14,1	7,9	0,6	0,32	0,023	13,9	1,15	5,4	2,90	Vest.	0,29	0,47	5,40
	9759	C	90-140	0,0	22,7	43,5	24,0	9,8	0,2	0,14	0,012	11,7	1,13	5,5	3,20	0,55	0,14	0,30	6,80

continuação

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pH 3,0 %	Água a pH 3,7 %	Água a pH 4,8 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Allen						Inicial	Constante
3,50	4,52	8,02	56,4	1,20	1,18	45,3	2,04	20,18	94,90	38,30	34,00	30,50	10,38	23,62	1,69	1,81
5,40	3,66	9,06	40,4	1,07	1,07	46,9	0,00	35,80	92,00	43,70		22,50	10,08		3,79	2,58
6,80	4,19	10,99	38,1	1,00	0,98	50,1	1,73	27,10	94,40	51,00	40,00	33,30	13,12	26,88	3,90	3,10

QUADRO 7

ANALISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE UM SOLO LITOLICO HUMICO

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %			
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	Porcentagem	Zir.	Esf.	Horn.	Opacos
Mns-490	9757	A1	3,776	3,159	83,66	25	75	0,617	16,34	2	9	46	43
	9758	B	2,092	1,942	92,83	20	80	0,150	7,17	2	6	37	55
	9759	C	2,183	2,108	96,56	20	80	0,075	3,44	—	4	56	40

Feldsp. = feldspatos; Zir. = zircão; Esf. = esfena; Horn. = hornblenda.

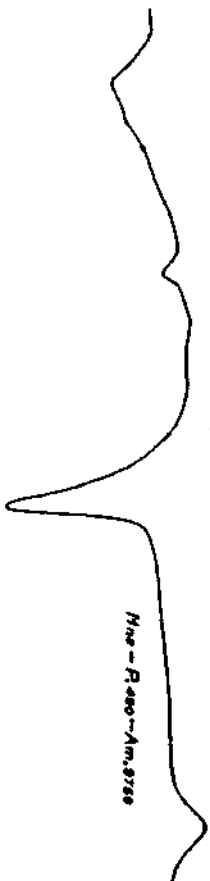
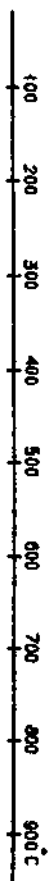


GRAFICO 1
*Análise térmica diferencial dos colóides
 minerais de um Solo Litólico Húmido*

QUADRO 9

VALORES DE d E L
 EXTRAÍDOS DO RADIO-
 GRAMA DOS COLOIDES
 MINERAIS DE UM SOLO
 LITOLICO HUMICO

Mus - P. 490 — Am. 9758

d (Å)	L
7,25	2
4,45	10
4,10	1
3,55	3
3,30	5
3,20	1
2,55	8
2,37	1
1,49	6

QUADRO 8

ANÁLISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE SOLOS LITÓLICOS HÚMICOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Mns-490 ...	9758	B	45-90	3,8	15,0	44,0	32,0	9,1	22,4	0,5	2,6	3,4	12,9	0,3

de caulinite (ou halosite) (7,25, 4,45, 3,55, 2,55, 2,37 e 1,49 Å) e também da illite (4,45, 4,10, 2,55, 1,49), faltando a esta, porém, a risca de 10 Å do plano 001; acontece ainda que a maioria das riscas que podem atribuir-se à illite são comuns à caulinite. Não se encontraram riscas da gibsite ou da «goethite».

Julga-se, em face de todos os elementos reunidos, poder concluir que existem, nesta amostra, halosite e/ou caulinite mal cristalizada e possivelmente illite e óxidos de ferro.

6.4.5 — *Micromorfologia*

Estudaram-se cortes delgados dos três horizontes do perfil n.º 490 de um Solo Litólico Húmico de sienitos, os quais são a seguir descritos.

Mns — Perfil 490

Horizonte A1 (Corte n.º 5). — O «fabrica» deste horizonte é aglomerático com tendência para intertético (106). Os grãos minerais, em que se nota predomínio das fracções areia grossa e fina, encontram-se soltos, sendo os espaços entre eles preenchidos parcialmente por um plasma de cor castanha-escura, granuloso, solto, poroso, constituído por matéria orgânica e/ou argila com partículas de limo fino inclusas. Nalguns pontos há ligações, em forma de faixas ou pontes, entre os grãos, mantendo-se porém sempre o conjunto poroso e mais ou menos frouxo.

A matéria orgânica, que constitui grande parte do plasma, encontra-se principalmente sob a forma de grumos pequenos de 0,1 mm ou menos de diâmetro, frequentemente com matéria mineral inclusa ou intimamente associada. Os restos vegetais são raros.

O aspecto do horizonte assemelha-o muito ao «moder mulliforme» descrito por Kubiena (107), que indica serem os grumos quase sempre porções de excrementos de pequenos animais capazes de ingerir grandes quantidades de partículas minerais. Esta forma de húmus é frequente em solos em que a meteorização química e a formação de argila não são suficientemente intensas para se formar um «mull» (107). Com efeito nota-se fraca alteração do esqueleto mineral e não se observam quaisquer películas ou segregações importantes nas faces das partículas primárias ou dos agregados.

Na Figura 2 pode ver-se uma fotografia deste corte.

Horizonte B (Corte n.º 6). — Aspecto micromorfológico muito semelhante ao do horizonte A. Difere dele apenas por uma coloração ligeiramente mais clara de todo o conjunto devido à menor percentagem de matéria orgânica do horizonte.

Horizonte C (Corte n.º 7). — O «fabric» é no geral clamidomórfico (106). Os grãos minerais, principalmente os da fracção areia fina e grossa, encontram-se frequentemente rodeados, total ou parcialmente, por películas coloidais de cor parda ou castanha constituídas por minerais de argila e algum óxido de ferro. Os grãos, por sua vez, reúnem-se em complexos bastante frágeis produzidos pela coalescência das películas nos pontos em que os grãos se encontram. Nalguns sítios, porém, os complexos tornam-se menos frágeis, mais coerentes, por o plasma ocupar maior porção do espaço intergranular; o «fabric» aproxima-se então do tipo plectoamítico (106).

As películas que revestem as partículas podem comparar-se aos «free grain cutans» de Brewer (35) e são simples, isto é, compostas de uma única substância ou mistura de substâncias mineralógicas.

Raras concreções ferruginosas de menos de 1 mm de diâmetro, algumas com indícios de redissolução parcial, puderam ser observadas.

A porosidade é apreciável, sendo o solo cortado por muitos canaliculos cujas paredes não apresentam outros revestimentos além dos que são inerentes aos grãos individuais; frequentemente, porém, até as faces destes viradas aos canaliculos se encontram desprovidas de películas.

Não se nota qualquer orientação preferencial dos grãos individuais nem dos agregados nem do plasma.

6.4.6 — Considerações sobre a génese

Os Solos Litólicos Húmicos são solos pouco evoluídos de perfil AC ou ABC, formados a partir de rochas não calcárias, em que o horizonte A1 é húmico e o B do tipo «cambic».

A acumulação de matéria orgânica no horizonte superficial é principalmente devida à sua relativamente pequena velocidade de decomposição provocada pelas baixas temperaturas dominantes durante grande parte do ano nas altitudes em que estes solos aparecem. O horizonte A1 é constituído por uma mistura de matéria orgânica mais ou menos humi-

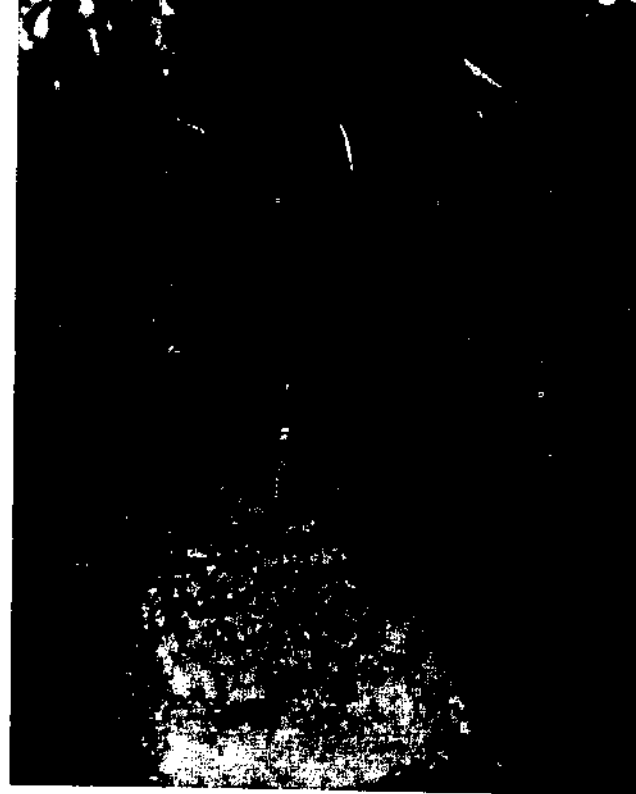


Figura 1 — Perfil de um Solo Litólico Húmico de sienitos (Mns-P. 490 — Alto da Fóia, Monchique).



Figura 2 — Microfotografia do horizonte A1 de Mns (P. 490 — Corte n.º 5 — Nicols paralelos — x 35): «fabric» aglomerático com tendência para intertética; vêem-se grãos de areia, plasma granuloso, solto, poroso e grumos de matéria orgânica.

ficada e de pequenos fragmentos, em estado de fina divisão muito diverso, de rocha-mãe não muito alterada.

A meteorização física da rocha originária predomina muito sobre a alteração química, pelo que não abundam os colóides minerais. A formação de argila é assim pequena ou nula, a acidificação é média e a migração de substâncias é reduzida.

É a matéria orgânica que imprime ao solo as suas propriedades mais importantes. A nutrição mineral das plantas deve fazer-se em boa parte directamente à custa dos minerais parcialmente alterados das fracções limo e areia fina, os quais constituem os chamados agregados policristalinos estudados por Mc Aleese et al. (131).

6.5 — SOLOS LITÓLICOS NÃO HÚMICOS

6.5.1 — *Descrição-geral das Famílias*

Estes solos, que diferem essencialmente dos do capítulo anterior por não terem um horizonte AI húmico, repartem-se pelas 10 Famílias seguintes:

Solos Litólicos Não Húmicos:

- de materiais arenáceos pouco consolidados (Par)
- de granitos ou rochas afins (Pg)
- de microgranitos ou rochas cristalofílicas afins (Pga)
- de rochas eruptivas de composição mineralógica entre o granito e o quartzodiorito (Pgm)
- de rochas microfílicas claras (Ppg)
- de sienitos (Psn)
- de arenitos finos micáceos (Pt)
- de rochas ferruginosas (Vf)
- de grés de Silves ou rochas afins (Vts)
- de outros arenitos (Vt)

A seguir se apresentam as suas descrições gerais.

Solos Litólicos Não Húmicos de materiais arenáceos pouco consolidados (Par)

Horizonte Ap — 15 a 25 cm; pardo, pardo-escuro, mais raramente pardo-claro ou pardo-avermelhado; arenoso a franco-arenoso; sem agregados; soltos; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte AC ou B — 20 a 60 cm; semelhante ao anterior mas ligeiramente mais claro (pardo, pardo-claro ou pardo-avermelhado); pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Materiais arenáceos pouco consolidados.

Solos Litólicos Não Húmicos de granitos ou rochas afins (Pg)

Horizonte Ap — 15 a 25 cm; pardo, pardo-pálido, pardo-claro ou pardo-amarelado; arenoso; sem agregados; solto; pH 4,5 a 5,5.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 10 a 40 cm; idêntico ao anterior mas ligeiramente mais claro.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário de cor mais clara do que a da camada superior (em regra parda-clara), de espessura superior a 10 cm, arenoso ou franco-arenoso e com alguns fragmentos de rocha em meteorização; com a profundidade tornam-se cada vez mais evidentes os componentes minerais da rocha-mãe, que é um granito ou uma rocha afim.

Solos Litólicos Não Húmicos de microgranitos ou rochas cristalofílicas afins (Pga)

Horizonte Ap — 15 a 25 cm; pardo; arenoso-franco ou franco-arenoso (predomínio da areia fina); sem agregados ou com estrutura grumosa fina fraca; solto ou muito friável; pH 5,0 a 5,5.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 25 a 60 cm; semelhante ao anterior mas de cor pardo-amarelada-clara ou pardo-pálida.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente de meteorização de microgranitos ou rochas cristalofílicas afins (gneisses e xistos cristalofílicos quartzosos).

Solos Litólicos Não Húmicos de rochas eruptivas de composição mineralógica entre granito e quartzodiorito (Pgm)

Horizonte Ap — 15 a 25 cm; pardo ou pardo-amarelado; arenoso; sem agregados; solto; pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual para

Horizonte B — 15 a 20 cm; pardo ou pardo-amarelado; franco-arenoso ou franco; estrutura anisoforme subangulosa grosseira fraca; pH 6,0 a 7,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente da desagregação de rochas eruptivas de composição mineralógica entre granito e quartzodiorito, principalmente quartzomonzoritos e granodioritos, o qual é de textura mais fina do que o dos solos (Pg).

Solos Litólicos Não Húmicos de rochas microfíricas claras (Ppg)

Horizonte Ap — 15 a 30 cm; rosado, cinzento ou pardo-claro (s) e pardo-avermelhado (h); arenoso-franco ou franco-arenoso, com alguns ou bastantes elementos grosseiros (saibro, cascalho, pedras) de rocha-mãe; sem ou quase sem agregados; solto ou muito friável; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida para

Horizonte AC ou B — 10 a 40 cm; rosado ou pardo-claro (s) e vermelho-amarelado (h); arenoso-franco ou franco-arenoso, com algum saibro; sem ou quase sem agregados; solto ou muito friável; quando secas as partículas minerais mostram-se ligeiramente ligadas entre si; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente de rochas microfíricas claras (pórfiros graníticos, quartzomonzoníticos e granodioríticos, principalmente).

Solos Litólicos Não Húmicos de sienitos (Psn)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo ou castanho; franco-arenoso ou arenoso-franco; estrutura grumosa fina ou média fraca ou sem agregados; friável e fofo; pH 5,0 a 6,5.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 10 a 40 cm; pardo-forte; arenoso-franco a franco-argiloso; estrutura granulosa fina fraca ou sem agregados; muito friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente da meteorização de sienitos.

Solos Litólicos Não Húmicos de arenitos finos micáceos (Pt)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo-amarelado; arenoso-franco ou franco-arenoso; sem agregados ou com estrutura grumosa ou granulosa fina fraca; friável; pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 0 a 30 cm; semelhante ao anterior mas de textura ligeiramente mais fina; sem agregados; solto.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: material de cor pardo-amarelada com tons castanho-ferruginosos e cinzentos, de 10 a 30 cm de espessura, de textura arenosa-franca ou arenosa.

Horizonte R — Rocha-mãe: arenito de grão fino com palhetas de moscovite.

Solos Litólicos Não Húmicos de rochas ferruginosas (Vf)

Horizonte Ap — 15 a 25 cm; castanho-avermelhado; franco ou franco-arenoso, com bastante saibro e cascalho e algumas pedras e calhaus subangulosos de rocha ferruginosa; com estrutura granulosa fina e muito fina fraca a moderada; muito friável e fofo.

Transição abrupta para

Horizonte AC ou B — 10 a 30 cm; semelhante ao anterior excepto na estrutura que é subangulosa fina fraca.

Transição gradual para

Horizonte C — Material proveniente da desagregação da rocha-mãe que é uma rocha ferruginosa (em geral brecha constituída por pedaços de pórfiro félsico xistificado ou xisto com muitos veios e núcleos de óxidos de ferro possivelmente

associados a manganês, que aparece em filões próximo de minas de ferro; nalguns casos granito ferruginoso).

Solos Litólicos Não Húmicos de grés de Silves ou rochas afins (Vts)

Horizonte Ap — 15 a 25 cm; castanho-avermelhado; arenoso ou arenoso-franco; sem agregados ou com estrutura granulosa fina fraca; solto ou friável; pH 6,5 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 10 a 20 cm; idêntico ao anterior, mas mais claro, devido à menor percentagem de matéria orgânica, e por vezes de textura franco-arenosa; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: grés de Silves ou rochas afins em meteorização.

*Solos Litólicos Não Húmicos de outros arenitos (Vt)
(excluindo os grés de Silves ou afins e os arenitos finos micáceos)*

Horizonte Ap — 15 a 25 cm; pardo, castanho ou pardo-amarelado-escuro; arenoso ou arenoso-franco; sem agregados ou com estrutura granulosa ou grumosa fina franca; solto ou friável; pH 5,0 a 7,0.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 10 a 35 cm; idêntico ao anterior mas mais claro, devido à menor percentagem de matéria orgânica, sem agregados e às vezes franco-arenoso; pH 6,0 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: camada de 0 a 20 cm de espessura, de cor amarelada com laivos avermelhados ou acinzen-

tados, arenosa a argilo-arenosa, proveniente da meteorização de arenitos ou conglomerados de cimento argiloso com percentagem variável de óxidos de ferro que aparecem subjacentemente.

Os Solos Litólicos Não Húmicos desenvolvem-se geralmente em relevo normal, por vezes excessivo.

Os solos da Família *Par* são mais frequentes nas zonas de Ferreira do Alentejo, Alvalade (Sado), nalguns terraços do Guadiana, e na charneca do Ribatejo. Os da Família *Pg* encontram-se onde existem granitos, nomeadamente entre Serpa e Moura, entre Montemor-o-Novo e Arraiolos, em Monforte e entre Portalegre e Nisa. Os da Família *Pga* foram principalmente cartografados nas proximidades de Monforte. Os da Família *Pgm* são frequentes nas regiões de Évora, Montemor-o-Novo e Reguengos de Monsaraz. Os da Família *Ppg* encontram-se na zona Torrão-Alcáçovas, em Baleizão (Beja), em Montemor-o-Novo, entre Arraiolos e Estremoz e em Alter do Chão. Estes solos aparecem principalmente em morros ou pequenas elevações que emergem de uma superfície aplanada e rebaixada onde se desenvolvem Solos Mediterrâneos Pardos (16). Os da Família *Psn* aparecem apenas na Serra de Monchique. Os da Família *Pl* são mais frequentes na área de Almada e Setúbal. Os da Família *Vf* encontraram-se próximo de Cercal do Alentejo. Os da Família *Vts* aparecem nas formações de grés de Silves, isto é, principalmente na faixa de Triásico do Sul. E os da Família *Vt* têm uma larga representação em toda a área a que este estudo diz respeito, sobretudo nas zonas do Mesozóico, do Cenozóico e do Antropozóico.

6.5.2 — Dados analíticos físicos e químicos

Dados analíticos respeitantes a 10 perfis de 9 das Famílias atrás descritas são apresentados no Quadro 10. Não é possível incluir quaisquer elementos referentes à Família de símbolo (*Pga*). Da Família (*Vt*) apresentam-se, em contrapartida, dados de dois perfis representativos.

Verifica-se que os Solos Litólicos Não Húmicos são quase sempre de textura ligeira resultante da natureza de material originário ou da sua relativamente reduzida alteração. Também o seu teor orgânico é bastante reduzido, poucas vezes excedendo 1 %. O clima em que se desenvolvem

e, mais ainda, o sistema cultural predominante são a razão de tão baixa percentagem de materiais orgânicos. Estes têm relações C/N baixas indicadoras de uma decomposição rápida. Os valores do ferro livre não são, no geral, elevados; aumentam, porém, com a profundidade, o que mostra haver uma certa lavagem para as camadas inferiores. Na realidade muitos destes solos revelam alguns sintomas de podzolização.

A capacidade de troca de cátions é baixa, raramente excedendo 10 m. e./100 g, sobretudo devido à falta de colóides minerais. O cátion dominante é o cálcio. Nalguns solos o teor de magnésio é muito baixo, reduzindo-se até a vestígios (Par, Pg, Pgn e Vts); noutros, como nos horizontes B e C do *Psu* atinge valores muito altos relativamente ao cálcio, ultrapassando 20 % da capacidade de troca, o que só é vulgar em «Solonetz» magnesíferos. Os valores de potássio de troca, com excepção de um caso ou outro, parecem medianos mas os de sódio, em relação aos do elemento anterior, são quase sempre elevados. O grau de saturação oscila entre 50 e 100 % e o pH indica acidez moderada ou neutralidade. A ideia até certo ponto generalizada da grande acidez de muitos dos solos de textura ligeira do Sul do País não é assim confirmada.

A expansibilidade destes solos é muito baixa ou nula e a permeabilidade é muito rápida. A capacidade de campo em todos os solos estudados pode classificar-se como mediana, pois varia entre cerca de 10 % e pouco mais de 20 %. O cálculo da água disponível nos primeiros 50 cm de solo, feito para aqueles perfis de que se dispõe de dados, revela que uma quantidade entre 65 mm e 120 mm de água pode ser utilizada pelas plantas, o que indica uma elevada ou muito elevada capacidade utilizável. Isso é principalmente devido aos baixos valores a pF 4,2.

6.5.3 — Mineralogia da areia fina

Os resultados da análise mineralógica da areia fina de 6 perfis pertencentes a 5 Famílias são apresentados no Quadro 11.

Os solos derivados de rochas eruptivas são os que apresentam maior reserva mineral. Neles existe uma quantidade substancial de feldspatos não identificados, na fracção leve, indicadora de um estado de meteorização pouco avançado. Essa quantidade é, porém, menor no horizonte superficial, como seria de prever. A relativamente fraca meteorização desses solos é também confirmada pela presença de hornblenda (excepto

QUADRO 10

DADOS ANALITICOS FISICOS E QUIMICOS DE SOLOS LITOLICOS NAO HUMICOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %							Ca	Mg	K	Na	H
Par -290	7 432	Ap	0-20		35,6	36,6	16,9	10,9	0,68	0,40	0,040	10,0	1,20	5,7	1,18	Vest.	0,26	0,14	1,50
	7 433	B1	30-55		39,1	34,3	13,8	12,8	0,34	0,20	0,027	7,4	1,20	6,4	1,18	Vest.	0,10	0,18	0,50
	7 434	B2	65-90		39,3	33,2	12,7	14,8	0,09	0,05	0,010	5,0	2,60	6,2	1,18	Vest.	0,13	0,23	0,50
	7 435	C	100-125		50,0	22,0	10,9	17,1					2,22	6,0	1,22	Vest.	0,14	0,16	1,00
Pg -213	5 867	Ap	0-35		58,5	23,2	9,1	9,2	0,85	0,49	0,038	12,9	0,61	5,3	1,56	Vest.	0,13	0,06	1,20
	5 868	C	35-60		44,5	25,5	11,6	18,4	0,29	0,17	0,027	6,3	0,76	5,4	3,46	1,49	0,14	0,75	1,00
Pgm-375	9 127	Ap	0-20	11,0	42,0	46,1	8,8	3,1	0,90	0,52	0,037	14,1	0,56	6,4	3,44	Vest.	0,14	0,18	1,00
	9 128	B	20-40	12,0	50,2	26,6	9,2	14,0	0,33	0,19	0,016	11,9	0,85	6,7	3,89	Vest.	0,27	0,19	1,00
Ppg - 82	8 318	Ap	0-20		47,9	26,9	13,1	12,1	0,84	0,49	0,057	8,6	0,90	6,1	5,56	0,32	0,20	0,43	1,50
	8 319	B	20-50		46,1	25,5	14,2	14,2	0,28	0,16	0,020	8,0	0,85	6,1	5,56	0,32	0,12	0,25	1,50
	8 320	C	50-75		54,4	22,2	11,2	12,2	0,16	0,09	0,010	9,0	1,22	6,5	8,50	2,45	0,14	0,22	1,00
Pen -498	9 760	Al	0-40	6,0	40,2	24,2	20,4	15,2	3,62	21,0	0,130	16,2	1,40	6,3	3,00	Vest.	0,10	0,24	4,40
	9 761	B	40-60	0,0	31,1	20,6	16,2	32,1	0,67	0,39	0,032	12,2	1,21	5,8	5,80	4,70	0,72	0,44	3,20
	9 762	C	60-100	3,0	29,6	27,5	18,3	24,6			0,020		1,42	5,7	4,10	4,00	0,89	0,58	8,00
Pt -276	6 543	Ap	0-30		0,6	82,7	6,6	10,1	0,72	0,42	0,066	6,4	0,98	6,1	3,60	0,10	0,09	0,31	1,00
	6 544	C	30-?		0,2	83,7	5,0	11,1	0,45	0,26	0,044	5,9	2,04	6,8	1,40	0,60	0,05	0,27	1,00
Vl -530	10 703	Ap	0-15	40,0	25,4	27,3	37,9	9,4	3,79	2,20	0,210	10,5		5,9	5,80	0,30	0,99	0,17	5,00
	10 704	B	15-40	36,3	23,4	26,3	34,6	15,7						6,0	2,21	0,50	0,53	0,23	5,40
	10 705	C	40-65	8,0	41,8	15,9	20,3	22,0						5,8	2,14	0,56	0,22	0,17	2,50
Vt - 61	7 158	Al	0-15		33,9	49,0	11,6	5,5	0,86	0,50	0,078	6,4	0,63	5,4	2,44	0,44	0,24	0,28	1,50
	7 159	B1	15-35		51,3	31,7	10,5	6,5	0,09	0,05	0,009	5,6	0,45	5,9	6,50	0,44	0,10	0,16	1,00
	7 160	B2	35-55		47,7	33,8	12,0	6,5	0,10	0,06	0,011	5,5	0,47	5,9	5,00	0,62	0,04	0,11	0,75
	7 161	C	55-95		52,0	8,2	7,7	32,1	0,29	0,17			3,61	5,4	11,60	2,60	0,14	0,34	0,50
Vt -284	6 807	Al	0-22		35,0	47,5	9,5	8,0	0,59	0,34	0,054	6,3	0,83	5,8	0,68	0,37	0,19	0,31	1,25
	6 808	B	22-38		31,0	46,9	10,6	11,5	0,15	0,09	0,022	4,1	0,96	5,6	0,81	0,19	0,08	0,20	0,50
Vis -464	9 745	Ap	0-20	4,5	8,4	75,8	8,9	6,9	1,72	1,00	0,081	11,5	1,30	7,2	6,54	Vest.	0,36	0,28	0,00
	9 747	B	20-60	7,0	27,2	38,1	17,0	17,7	0,39	0,23	0,030	7,7	1,32	7,8	5,66	Vest.	0,17	0,27	0,00

QUADRO 10 continuação

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS LITÓLICOS NÃO HUMICOS

A

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pF 2,0 %	Água a pF 2,7 %	Água a pF 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Allen						Inicial %	Constante %
1,50	1,58	3,08	51,3	1,62	1,61	34,50	0,21	34,00	93,20	21,50	21,20	15,80	2,97	18,23	0,50	0,65
0,50	1,46	1,96	74,5	1,68	1,68	29,60	0,00	32,70	93,20	17,70	15,00	10,40	2,42	12,50	1,13	1,20
0,50	1,54	2,04	75,5	1,62	1,61	29,90	0,38	32,00	94,40	18,50	15,10	10,40	3,36	11,74	2,01	1,92
1,00	1,52	2,52	60,3	1,56	1,55	33,10	0,22	16,60	94,80	21,40	12,80	7,52	3,54	9,26	6,37	6,42
1,20	1,75	2,95	59,3	1,61		32,00	0,00	45,30	92,00	19,83	11,30	7,88	2,62	8,68	1,98	2,59
1,00	5,84	6,84	85,4	1,48		34,60	0,00	52,10	91,00	23,55	16,40	12,87	5,85	10,55	0,79	1,07
1,00	3,82	4,82	79,3													
1,00	4,35	5,35	81,3													
1,50	6,51	8,01	81,3								17,05	11,70	3,30	13,75		
1,50	6,25	7,75	80,6								14,15	10,50	3,20	10,95		
1,00	11,31	12,31	91,9								11,65	9,60	4,10	7,55		
4,40	7,74	12,14	63,8													
3,20	11,66	14,86	78,5													
8,00	9,57	17,57	54,5													
1,00	4,10	5,10	80,4	1,31		45,50	1,76	11,10	96,00	35,20	13,50	10,00	4,60	8,90	18,45	15,60
1,00	2,32	3,32	69,9	1,27		43,50	1,08	13,70	97,00	34,30	15,49	7,65	3,85	11,64	10,25	13,05
5,00	7,26	12,26	59,2													
5,40	3,47	8,87	39,2													
2,50	3,09	5,59	55,3													
1,50	3,40	4,90	69,4	1,45	1,45	33,50	0,00	35,50	78,30	23,10	9,27	6,70	1,01	8,96	7,93	4,45
1,00	7,20	8,20	87,8	1,59	1,59	28,10	0,00	37,00	92,30	17,80	10,60	5,70	1,90	8,70	3,78	2,87
0,75	5,77	6,52	88,5	1,59	1,59	24,90	0,00	52,20	86,60	15,60	8,80	5,70	1,60	7,20	1,71	1,63
0,50	14,68	15,18	96,7	1,24	1,20	39,30	2,86	10,50	98,00	32,60	18,70	16,40	11,20	7,50	7,24	4,73
1,25	1,55	2,80	55,4	1,50	1,50	35,80	0,00	20,20	92,30	24,00	12,80	6,80	2,60	10,20	3,11	6,35
0,50	1,28	1,78	72,0	1,46	1,46	35,00	0,00	23,70	93,00	24,00	13,40	8,20	3,00	10,40	5,69	5,47
0,00	7,18	7,18	100,0													
0,00	5,66	5,66	100,0													

B

QUADRO 11

ANALISE MINERALOGICA DA AREIA FINA DE SOLOS LITÓLICOS NAO HUMICOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %								
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Mosc.	Turm.	Horn.	Zir.	Esf.	Clo.	Est.	Brook	Opacos
Pg -213 ..	5867	Ap	4,310	4,111	95,38	60	40	0,199	4,62	15	45	26	1	1	—	—	—	12
	5868	C	4,395	4,196	95,47	45	55	0,199	4,53	19	38	34	—	—	—	—	—	9
Pgm-375 ..	9127	Ap	2,537	2,406	94,83	75	25	0,131	5,17	6	—	22	1	—	62	—	—	9
	9128	B	2,939	2,807	95,51	60	40	0,132	4,49	4	—	26	4	—	59	—	—	7
Ppg - 82 ..	8318	Ap	3,984	3,910	98,14	80	20	0,074	1,86	—	—	—	5	2	—	—	—	93
	8319	B	4,458	4,336	97,26	70	30	0,122	2,74	—	—	—	7	3	—	—	—	90
	8320	C	3,361	3,276	97,47	75	25	0,085	2,53	—	—	—	8	—	—	—	—	92
Vt - 61 ..	7158	Al	3,470	3,353	96,63	85	15	0,117	3,37	—	10	—	7	9	—	8	—	66
	7159	Bf	5,326	5,182	97,30	90	10	0,144	2,70	—	16	—	8	14	—	3	—	59
	7160	B2	1,576	1,476	93,65	90	10	0,100	6,35	9	6	—	3	8	—	—	—	74
	7161	C	1,446	1,382	95,57	88	12	0,064	4,43	7	8	—	11	5	—	—	—	69
Vt -284 ..	6807	Al	5,310	5,232	98,53	95	5	0,078	1,47	—	24	—	3	22	—	6	1	44
	6808	B	5,223	5,140	98,41	95	5	0,083	1,59	—	35	—	—	24	—	8	—	33
Vts -464 ..	9745	Ap	4,784	4,637	96,93	95	5	0,147	3,07	—	5	—	4	8	—	—	—	83
	9747	B	4,324	4,122	95,33	95	5	0,202	4,67	—	5	—	7	4	—	—	—	84
	9746	C	3,983	3,907	98,09	95	5	0,076	1,91	—	3	—	5	6	—	—	—	86

Feldsp.=feldspatos; Mosc.=moscovite; Turm.=turmalina; Horn.=hornblenda; Zir.=zircão; Esf.=esfena; Clo.=clorite; Est.=estauroilite; Brook.=brookite.

em *Ppg*) e de clorite (só em *Pgm*), no que diz respeito à fracção pesada. O solo derivado de rochas microfíricas claras (*Ppg*) é, dos formados a partir de rochas eruptivas, o mais intensamente meteorizado.

Os solos derivados de rochas sedimentares apresentam uma reserva mineral muito menor, o que deve constituir uma característica herdada da rocha-mãe e não ser fruto de um estado avançado de meteorização do solo «in situ». Em todo o caso ainda se encontra neles uma certa quantidade, embora baixa, de feldspatos (onde talvez a microclina, mais resistente, ocupe lugar importante) e até de estauroilite. A presença deste mineral indica a proveniência metamórfica, total ou parcial, do material sedimentar originário.

A «suite» mineralógica do perfil n.º 61 de um solo derivado de arenitos (*Vt*) parece indicar que existe uma descontinuidade litológica de horizonte B1 para o B2. Com efeito enquanto nos horizontes superficiais se encontra estauroilite, um mineral de meteorização não demasiado difícil, e não há moscovite, verifica-se o contrário nos horizontes inferiores. Acresce ainda que a percentagem da fracção pesada é maior nestes horizontes. Deve, pois, ter havido uma deposição subsequente à do arenito, estando o solo hoje desenvolvido em dois materiais originários.

6.5.4 — Mineralogia da argila

Por se não ter considerado de grande relevância e urgência o estudo das argilas dos Solos Litólicos Não Húmicos, apenas se apresentam aqui a análise química dos colóides minerais do horizonte B dum solo derivado de sienito (Quadro 12) e a sua análise térmica diferencial (Gráfico 2).

A análise química sugere a presença de ilite (92). As relações moleculares $\text{Si O}_2/\text{R}_2 \text{ O}_3$ e $\text{Si O}_2/\text{Al}_2 \text{ O}_3$ indicam o carácter sialítico do material. Por estimativa, atribuiu-se à argila uma capacidade de troca de cerca de 30 m. e./100 g. O gráfico da análise térmica diferencial, através dos valores de P e E (113), reforça a hipótese de se tratar de uma ilite possivelmente associada a alguns minerais 1:1, talvez caulinite mal cristalizada ou mesmo haloisite ($S = 3,2$) (32).

Tem-se assim que no solo estudado os minerais da argila devem ser a ilite e, possivelmente, alguma caulinite e/ou haloisite.

QUADRO 12

ANALISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DUM SOLO LITÓLICO NÃO HÚMICO

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ / R ₂ O ₃	Si O ₂ / Al ₂ O ₃	Si O ₂ / Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ / Al ₂ O ₃
Psn-498 ...	9761	B	40-60	8,9	9,6	46,9	34,0	3,5	30,1	0,4	2,4	3,0	37,0	0,1

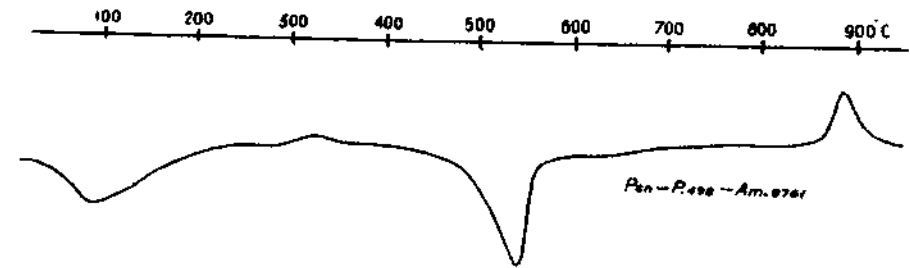


GRAFICO 2
*Análise térmica diferencial dos colóides
 minerais de um Solo Litólico Não Húmico*

6.5.5 — Micromorfologia

Por se julgar que o estudo micromorfológico dos Solos Litólicos Não Húmicos teria menos interesse do que o doutros solos mais evoluídos e porque não era possível estudar todas as Famílias até agora estabelecidas, houve que reduzir drásticamente o número de perfis desta Subordem a investigar sob este aspecto. Assim apenas se prepararam e observaram cortes dos dois horizontes do perfil n.º 464 de um solo derivado de grés de Silves (Vts), e isto mais a título de curiosidade e exemplo do que por quaisquer razões especiais.

Vts — Perfil 464

Horizonte Ap (Corte n.º 1). — O «fabrica» é clamidomórfico (106); os grãos minerais, na sua maioria pertencentes ao lote da areia fina, estão completamente rodeados por películas coloidais vermelhas em que predominam os óxidos de ferro; os grãos, por sua vez, reúnem-se em complexos coerentes mas frágeis produzidos por coalescência das películas nos pontos em que os grãos se encontram.

Notam-se algumas concreções ferruginosas negras com grãos minerais, quase sempre de quartzo, inclusos. As concreções são ovóides com eixos maiores entre 1 e 2 mm e menores de 0,5 a 1 mm.

Algumas, raras, pequenas raízes e raros grumos de matéria orgânica de diâmetro inferior a 0,2 mm foram observados.

As películas que revestem as partículas minerais são do tipo «free grain cutans» (34) e simples, compostas de uma única substância mineralógica ou de uma íntima e uniforme mistura de substâncias.

Não se nota qualquer orientação preferencial dos grãos individuais ou dos agregados.

O plasma é isotrópico e não parece apresentar também qualquer orientação. Nalguns pontos há concentrações apreciáveis de plasma, isto é, de material coloidal em que predominam óxidos de ferro que, todavia, por ampliação, se verifica apresentar inúmeros grãos de areia muito fina e de limo inclusos.

Os poucos pequenos canais existentes têm as paredes internas quase sempre revestidas de delgada camada de plasma não orientado.

Horizonte B (Corte n.º 2). — O «fabric» é porfirítico, do tipo porfiropéctico (106), muito denso, em que quase não há agregados estruturais nem canais, canaliculos ou fendas.

Os grãos minerais, na sua maioria de quartzo, estão imersos num plasma vermelho denso, quase sem espaços livres, isotrópico, grandemente constituído por óxidos de ferro, que deve representar 10 a 20 % da constituição do horizonte; portanto o que predomina é o esqueleto mineral e não o plasma, que apenas preenche os pequenos intervalos entre os grãos. Quando estes se isolam ou aparecem na face de agregados verifica-se que se apresentam sem película de plasma a envolvê-los. Parece, portanto, que o plasma tem mais uma acção de preenchimento dos interstícios do que propriamente a de ligar os grãos uns aos outros. A aderência do plasma ao esqueleto aparenta ser fraca, pois que as fracturas coincidem quase sempre com as faces dos grãos minerais limpas de películas de plasma.

Não se nota qualquer orientação preferencial dos grãos minerais ou do plasma e os raros canaliculos observados não apresentam quaisquer películas de argila ou «cutans».

Há abundantes concreções ferruginosas ovais e esféricas de dimensões entre 0,5 e 3 mm, sempre com grãos de areia muito fina e limo inclusos.

Algumas segregações lineares verticais de óxidos de ferro foram observadas.

6.5.6 — Considerações sobre a génese

Os Solos Litólicos Não Húmicos são solos pouco evoluídos de perfil AC ou ABC, sem horizonte A1 húmico, formados a partir de rochas não calcárias, de grande representação a sul do rio Tejo.

Nestes solos o principal factor de formação é a rocha-mãe, que está sujeita a intensa meteorização física e a menos forte alteração química, sendo em geral relativamente pequenas a formação de argila e a segregação de ferro livre e praticamente nulas as migrações. Por acção do clima, pouco favorável ao desenvolvimento de forte cobertura vegetal, a que se junta a prolongada interferência do homem através de um cultivo muitas vezes secular, quase sempre favorecedor dos fenómenos erosivos, é baixo o teor orgânico destes solos e pequena a sua espessura efectiva. São, pois, solos relativamente delgados, frequentemente pobres sob o ponto de vista químico devido à fraca alteração da rocha originária e muitas vezes à própria pobreza desta, em que escasseia o complexo de absorção e abundam os fragmentos grosseiros de difícil meteorização.

Nos de textura mais ligeira verifica-se, por vezes, um princípio de podzolização.

Quando em fase delgada aproximam-se muito dos Litossolos, podendo então classificar-se no Subgrupo dos Para-Litossolos.

Os Solos Litólicos derivados do grés de Silves e os de rochas ferruginosas devem a sua cor vermelha à rocha-mãe; são, pois, solos litocrómicos. O estudo micromorfológico dos primeiros revela que o processo de rubefacção (e até talvez o de laterização) actuou em épocas remotas sobre os materiais que vieram a dar origem aos solos pouco evoluídos actuais.

6.6 — SOLOS CALCÁRIOS PARDOS

6.6.1 — Descrição-geral das Famílias

Os Solos Calcários Pardos são, como já se disse, solos pouco evoluídos de perfil AC ou AR ou ABC, formados a partir de rochas calcárias, com percentagem variável de carbonatos ao longo de todo o perfil, de cores pardacentas e sem as características próprias dos Barros.

São as seguintes as 10 Famílias definidas até agora:

Solos Calcários Pardos:

- de calcários não compactos (Pc)
- de calcários não compactos associados a dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Pc')

- de calcários compactos (Pcd)
- de granitos associados a depósitos calcários (Pcg)
- de conglomerados calcários (Pcr)
- de margas (Pcs)
- de xistos associados a depósitos calcários (Pcx)
- de arenitos finos calcários (Ptc)
- de outros arenitos calcários (Pct)
- de materiais arenáceos calcários pouco consolidados (Rc)

As descrições gerais destas Famílias apresentam-se nas páginas seguintes.

Solos Calcários Pardos de calcários não compactos (Pc)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo, pardo-pálido, pardo-amarelado ou pardo-acinzentado; franco-arenoso a franco-argiloso calcário; com estrutura grumosa ou granulosa fina forte ou moderada; efervescência viva a muito viva com o CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte C — Material originário: calcário não compacto, friável ou não, nalguns casos com nódulos endurecidos. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca, endurecido ou não.

Solos Calcários Pardos de calcários não compactos associados a dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Pc')

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo, pardo-pálido, pardo-amarelado ou pardo-acinzentado; franco-argiloso a argiloso calcário; estrutura granulosa média moderada, por vezes agrupada em anisoforme; firme; efervescência viva a muito viva com o CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte C — Material originário: calcário não compacto, friável ou não, nalguns casos com nódulos endurecidos, misturado com materiais não calcários provenientes de dioritos ou gabros. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca, quase sempre não endurecido.

Estes solos estão quase sempre associados a Barros. As vezes diferencia-se neles um horizonte B do tipo «cambic».

Solos Calcários Pardos de calcários compactos (Pcd)

Horizonte Ap — 15 a 35 cm; pardo-acinzentado; franco-arenoso a franco-argiloso pouco ou medianamente calcário; de estrutura granulosa ou grumosa fina moderada; friável; efervescência viva ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição abrupta para

Horizonte R — Calcário compacto. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca, endurecido ou não.

Solos Calcários Pardos de granitos associados a depósitos calcários (Pcg)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo, castanho ou pardo-acinzentado; franco, franco-argilo-arenoso ou franco-argiloso calcário; com estrutura granulosa ou grumosa fina moderada a fraca; friável; efervescência viva ou ligeira ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida para

Horizonte C — Material originário proveniente da meteorização de granitos associados a depósitos calcários. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca, não endurecido.

Solos Calcários Pardos de conglomerados calcários (Pcr)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo-acinzentado muito escuro ou pardo-acinzentado-escuro (s) e pardo-acinzentado-escuro (h); franco-argiloso ou franco, calcário, geralmente com bastantes elementos grosseiros subangulosos e sub-rolados de quartzo e de xisto ou grauvaque; estrutura granulosa média a fina moderada, por vezes com estrutura gumosa nos primeiros 10 a 15 cm; aderente, plástico, friável e rijo; efervescência viva ao ClH.

Transição nítida para

Horizonte C — Material originário proveniente da desagregação dum conglomerado (tipo brecha) mais ou menos calcário, apresentando por vezes deposições de carbonato de cálcio e de sulfato de cálcio sob a forma de películas.

Solos Calcários Pardos de margas (Pcs)

Horizonte Ap — 25 a 55 cm; pardo ou pardo-amarelado ou pardo-oliváceo; franco-argiloso ou franco-argilo-arenoso calcário; com estrutura grumosa ou granulosa fina forte; muito friável ou friável e fofo; efervescência viva ou muito viva ao ClH; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: marga, em geral com elevada percentagem de carbonatos. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca não endurecido.

Solos Calcários Pardos de arenitos calcários (excluindo os arenitos finos) (Pct)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo ou pardo-acinzentado; arenoso-franco ou franco-arenoso pouco ou medianamente calcário com

pequenos nódulos calcários; com estrutura granulosa fina ou média moderada; friável; efervescência ligeira ou viva ao ClH; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente da meteorização de um arenito em geral de grão médio com veios de calcário friável.

Solos Calcários Pardos de xistos associados a depósitos calcários (Pcx)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo ou pardo-pálido; franco-argilo-arenoso ou franco-argiloso pouco ou medianamente calcário, geralmente com pequenos fragmentos de xisto; com estrutura grumosa ou granulosa fina a média moderada; friável; efervescência viva ou muito viva ao ClH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida para

Horizonte C — Material originário proveniente da meteorização de xistos associados a depósitos calcários. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca não endurecido.

Solos Calcários Pardos de arenitos finos calcários (Ptc)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo-amarelado ou pardo-amarelado-claro; franco-arenoso ou franco pouco ou medianamente calcário; com estrutura granulosa ou grumosa fina fraca; muito friável ou friável; efervescência ligeira ou viva ao ClH; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: material franco-arenoso de cor pardo-amarelada com pontuações calcárias, proveniente da

meteorização de um arenito fino pardo-amarelado com nódulos ou veios de calcário brando ou, raramente, de calcário conchífero. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca não endurecido.

Solos Calcários Pardos de materiais arenáceos calcários pouco consolidados (Rc)

Horizonte A1 — 15 a 30 cm; pardo-acinzentado ou cinzento-escuro; arenoso; com estrutura grumosa fina fraca ou sem agregados; muito friável ou solto; efervescência ligeira ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida para

Horizonte AC — 10 a 25 cm; pardo, cinzento ou cinzento-escuro; arenoso; sem agregados; solto; efervescência viva ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida para

Horizonte C — Material originário proveniente de um material arenáceo pouco consolidado com cimento calcário. Por vezes há um horizonte Cca de reduzida espessura, endurecido ou não.

Os Solos Calcários Pardos desenvolvem-se em regra em relevo normal.

Os Solos da Família *Pc* aparecem sobretudo no Algarve e nalgumas formações do Miocénico do Alentejo. Os da Família *Pc'* existem no meio dos Barros. Os da Família *Pcd* foram cartografados próximo de Cano (Sousel). Os da Família *Pcg* encontram-se nos arredores de Pias e de Elvas. Os da Família *Pcr* aparecem próximo da Vidigueira. Os da Família *Pcs* são mais frequentes nas áreas da Costa da Caparica, Palmela, Alcácer do Sal e Tavira. Os da Família *Pcx* existem perto de Beja e de Elvas. Os da Família *Ptc* têm-se reconhecido na zona que vai de Almada à Costa da Caparica. Os da Família *Pct* são frequentes na região de Mora e os da *Rc* aparecem junto a Vila Nova de Milfontes.

6.6.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Dados respeitantes a 10 perfis pertencentes a 8 Famílias atrás descritas são apresentados no Quadro 13.

A textura destes solos é geralmente mediana ou pesada, sendo a percentagem de areia grossa quase sempre baixa, inferior a 25 %, excepto no caso dos solos derivados de granitos (*Pcg*) e de materiais arenáceos calcários pouco consolidados (*Rc*). Os carbonatos são abundantes em todo o perfil mas, evidentemente, atingem as maiores, por vezes enormes, percentagens no horizonte C. Esta abundância é, até certo ponto, desfavorável à cultura, principalmente no que respeita à conservação dum teor orgânico suficiente para a manutenção da sua fertilidade. A percentagem de matéria orgânica é baixa, raramente excedendo 2 % e sendo com frequência inferior a 1 %. A relação C/N é baixa ou mesmo muitíssimo baixa a indicar uma decomposição muito rápida por virtude de intensa actividade biológica. Nuns solos a quantidade de ferro livre é superior no horizonte superficial, talvez por virtude de uma alteração mais forte do que em profundidade; noutros dá-se o inverso, principalmente naqueles em que é menor a percentagem de carbonatos, parecendo indicar uma certa migração descendente deste elemento.

A capacidade de troca de catiões é, no geral, mediana; no Subgrupo dos Para-Barros é porém elevada, mostrando que as argilas são do grupo dos montmorilonóides. O cálcio é o catião nitidamente dominante, como seria de esperar. Com excepção do perfil de *Pcs*, o teor de magnésio de troca é relativamente baixo. O potássio apresenta também valores muito baixos, enquanto o sódio, em comparação com o potássio, atinge quase sempre teores muito elevados. Todos os solos deste agrupamento se encontram completamente saturados e têm uma reacção moderadamente alcalina.

Os elementos de índole física reunidos indicam que a expansibilidade é diminuta, excepto no Subgrupo dos Para-Barros. A microestrutura é muito estável ou estável. A porosidade da terra fina é elevada e a permeabilidade varia, em geral, entre moderada e rápida nos horizontes superficiais; nos materiais originários, muito calcários, mostra-se, porém, inferior, de moderada a lenta. A capacidade de campo é sempre alta ou muito alta e os valores a pF 4,2 são frequentemente baixos. Daí resulta que a água disponível é elevada. O cálculo da capacidade utilizável nos primeiros 50 cm de solo, entrando em linha de conta com a

densidade aparente, conduziu a valores compreendidos entre 8 cm e cerca de 20 cm de água, os quais se podem considerar altos ou muito altos. Só os solos *Pcd*, por apresentarem diminuta espessura efetiva, possuem baixo teor de água utilizável pelas plantas.

6.6.3 — Mineralogia da areia fina

Os resultados da análise mineralógica da areia fina de 3 perfis pertencentes a outras tantas Famílias são apresentados no Quadro 14.

Estes solos dispõem de uma moderada reserva mineral constituída principalmente por feldspatos que não foram diferenciados; na fracção pesada só se encontram, todavia, minerais resistentes à meteorização. Há, contudo, uma excepção: os solos do Subgrupo Para-Barros. Nestes, na fracção leve, a percentagem de feldspatos ultrapassa muito a de quartzo; na fracção pesada há quantidades apreciáveis de minerais pouco estáveis, tais como a augite e a hornblenda. Acontece ainda que a fracção pesada constitui, ao contrário do que acontece nos restantes Solos Calcários Pardos, uma percentagem relativamente grande da areia fina. Há, pois, que acrescentar às características dos Para-Barros mais uma: a de possuírem uma importante reserva mineral.

A semelhança qualitativa e quantitativa da «suite» dos minerais pesados resistentes nos horizontes de cada solo atestam a miformidade do material originário do solo. Os valores relativos aos minerais pouco resistentes de cada perfil nem sempre permitem supor que o grau de meteorização dos horizontes superficiais seja superior ao dos inferiores.

6.6.4 — Mineralogia da argila

A análise química dos colóides minerais dos horizontes superficiais de 7 perfis de 6 Famílias de Solos Calcários Pardos é apresentada no Quadro 15. A análise térmica diferencial de 6 daqueles materiais encontra-se no Gráfico 3 e os valores extraídos do radiograma de um deles no Quadro 16.

A argila do perfil n.º 487 de *Pc* deve ser constituída por ilite e montmorilonóides. A análise química indica um forte carácter sialítico e a presença de minerais 2:1 (92). A análise térmica diferencial mostra

QUADRO 13

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS CALCÁRIOS PARDOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Catões permutáveis (m e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Pc - 81	7 974	Ap	0-20		7,2	60,6	15,1	17,1	1,41	0,82	0,130	6,3	1,31	40,0	8,4	9,40	0,60	0,05	0,06	0,00
	7 975	Cca C	40-100		5,0	62,5	14,2	18,3					0,70	75,0	8,7	5,00	Vest.	0,02	0,13	0,00
Pc -487	10 346	Ap	0-20	0,0	14,5	25,2	35,5	24,8	2,62	1,52			0,56	53,0	7,2	12,40	0,78	0,07	1,07	0,00
	10 347	B	20-40	7,5	5,2	11,6	38,3	38,1	0,90	0,52			0,54	56,0	8,2	10,10	Vest.	0,19	0,12	0,00
	10 348	C	40-60	6,0	23,0	18,7	44,3	14,0	0,17	0,01			0,44	75,0	8,4	5,30	Vest.	0,06	0,07	0,00
Pc' -181 . .	8 488	Ap	0-25	29,2	18,7	17,2	23,5	40,6	1,28	0,74	0,060	12,3	1,07	30,0	8,2	24,00	0,57	0,03	0,43	0,00
	8 489	Cca	35-55	34,0	21,1	30,3	17,7	30,9					0,63	55,0	8,3	22,50	0,82	0,03	0,59	0,00
Pc' -265 . .	6 455	Ap	0-30		14,0	33,6	26,2	26,2	2,19	1,27	0,121	10,5	0,12	43,0	8,1					0,00
	6 456	C	30- ?		1,0	2,8	68,6	27,6	0,26	0,25	0,027	5,6	0,03	67,5	8,5					0,00
Pcd-263	6 745	Ap	0-20		10,1	36,0	22,3	31,6	1,33	0,77	0,130	5,9		10,5	8,2					0,00
Pcg-272 . .	6 457	Ap	0-40		40,5	16,3	13,5	29,7	0,83	0,48	0,074	6,5	0,12	25,0	8,4	10,80	0,63	0,08	0,40	0,50
	6 458	C	40-100		48,7	25,0	11,6	14,7	0,05	0,03	0,000		0,04	29,0	8,6	10,10	0,50	0,05	1,02	0,00
Pca- 96 . . .	7 935	Ap	0-30		9,1	51,1	17,8	22,0	1,93	1,14	0,140	8,1	0,26	44,0	8,2	11,20	3,80	0,03	0,45	0,00
	7 936	C	30-90		3,3	49,0	23,3	24,4	0,33	0,19			0,44	66,0	8,7	18,80	0,77	0,05	0,36	0,00
Pcx-268	6 459	Ap	0-35		20,0	22,9	21,8	35,3	0,34	0,20	0,022	8,2	0,48	8,9	8,0	10,10	0,52	0,03	0,54	0,00
	6 460	C	35-60		20,0	25,0	26,2	28,8					0,83	33,0	8,4	4,70	0,17	0,03	0,70	0,00
Ptc-266	6 545	Ap	0-30		0,1	61,0	22,5	16,4	0,78	0,45	0,080	5,6	1,17	5,5	8,3	13,60	0,38	0,05	1,15	0,00
	6 546	C	30- ?		1,3	47,2	33,8	17,4	0,17	0,10	0,025	4,0	2,23	17,5	8,4	6,50	1,20	0,05	0,57	0,00
Re - 31 . . .	10 700	A1	0-30		58,7	17,1	13,0	11,2	1,44	0,84	0,120	7,0		22,0	7,9	7,91	1,25	0,26	0,45	0,00
	10 701	C	30-50		48,6	26,4	12,2	12,8						46,0	7,9					0,00

QUADRO 13

A

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS CALCÁRIOS PARDOS

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expandi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pF 3,0 %	Água a pF 3,7 %	Água a pF 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Alten.						Inicial	Constante
0,00	10,11	10,11	100,0	1,24	1,23	45,50	0,76	26,90	82,40	37,00	31,30	24,50	5,90	25,40	0,88	0,83
0,00	5,15	5,15	100,0	1,18	1,15	47,80	2,98	28,20	85,10	41,60	31,10	22,00	5,70	25,40	0,89	1,15
0,00	14,32	14,32	100,0	1,07	1,07	50,30	0,00	18,78	90,20	46,90	27,00	25,60	11,53	15,47	3,94	2,95
0,00	10,41	10,41	100,0	1,15	1,14	46,00	1,12	15,08	93,60	40,20	25,20	25,27	11,70	13,50	4,24	1,90
0,00	5,43	5,43	100,0	1,17	1,17	39,50	0,00	43,35	82,50	33,80	20,70	23,09	12,90	7,80	1,88	1,78
0,00	25,03	25,03	100,0	1,04	0,93	54,90	12,50	6,99	97,70	59,30	36,70	31,38	17,20	19,50	3,09	3,89
0,00	23,94	23,94	100,0	0,89	0,87	56,60	2,49	20,10	95,80	64,90	43,05	39,95	15,00	28,05	2,89	2,79
0,00	34,00	34,00	100,0	1,03	0,98	54,40	11,34	15,83	92,20	55,20	29,95	25,45	15,50	14,45	19,75	17,83
0,00	26,30	26,30	100,0	1,11	1,10	52,60	2,72	50,50	94,20	47,80	42,45	40,15	7,20	35,25	0,17	0,22
0,00	34,00	34,00	100,0	1,03	1,02	50,60	1,51	16,40	93,60	49,90	30,60	23,20	9,50	21,10	14,10	11,90
0,50	11,91	12,41	96,0	1,03	1,00	42,60	3,58	8,56	98,10	42,80	23,80	18,35	10,10	13,70	16,15	12,10
0,00	11,67	11,67	100,0	1,23	1,23	42,20	0,00	16,07	90,20	34,40	15,65	11,21	4,70	10,95	6,30	4,62
0,00	15,48	15,48	100,0	1,27	1,27	45,40	0,00	18,60	94,90	35,70	29,95	19,20	6,00	23,95	2,12	2,52
0,00	19,98	19,98	100,0	1,30	1,27	44,50	2,50	20,30	97,30	35,10	30,65	19,50	5,60	25,05	1,33	1,58
0,00	11,19	11,19	100,0													
0,00	5,60	5,60	100,0													
0,00	15,18	15,18	100,0	1,33		46,60	1,80	19,20	97,50	36,60	35,25	31,08	6,65	28,60	1,40	1,90
0,00	8,32	8,32	100,0	1,23		46,90	6,48	25,20	94,20	38,80	38,50	34,65	7,10	31,40	0,53	0,58
0,00	9,87	9,87	100,0													
0,00	9,60	9,60	100,0													

B

QUADRO 14

ANÁLISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE SOLOS CALCÁRIOS PARDOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %								
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Zir.	Horn.	Aug.	Mosc.	Esf.	Monaz.	Turm.	Epid.	Opacos
Pc - 81	7974	Ap	2,768	2,685	97,00	60	40	0,083	3,00	2	—	—	—	5	—	2	6	85
	7975	Cca C	3,357	3,327	99,11	70	30	0,030	1,89	5	—	—	—	—	—	—	2	93
Pc' - 181	8488	Ap	2,540	1,900	74,80	30	70	0,640	25,20	5	21	56	—	—	—	—	—	18
	8489	Cca	0,676	0,584	86,39	25	75	0,092	13,61	3	28	42	—	—	—	—	—	27
Pcs- 96	7935	Ap	3,318	3,267	98,46	80	20	0,051	1,54	6	—	—	—	8	—	4	—	82
	7936	C	3,904	3,832	98,16	75	25	0,072	1,84	x	—	—	—	x	—	x	—	x

Feldsp.=feldspato; Zir.=zircão; Horn.=hornblenda; Aug.=augite; Mosc.=moscovite; Esf.=esfena; Monaz.=monazite; Turm.=turmalina; Epid.=epídoto; x — significa presença dum mineral de que não foi possível determinar a percentagem.

QUADRO 15

ANÁLISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE SOLOS CALCÁRIOS PARDOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Pc -487	10 347	Ap	0-20	9,3	9,4	44,1	27,9	17,9	10,2	0,1	3,4	6,6	7,4	1,1
Pc' -181	8 488	Ap	0-25	10,4	14,3	45,4	25,3	12,3	8,5	4,1	3,4	8,9	9,8	0,9
Pc' -265	6 455	Ap	0-30	8,3	20,3	43,1	19,1	9,8	5,5	3,8	4,4	13,1	11,6	1,1
Pcd-263	6 745	Ap	0-20	4,9	19,3	34,2	42,7	12,3	28,4	2,0	1,4	1,9	7,4	0,3
Pcg-272	6 457	Ap	0-40	11,3	17,5	40,3	18,3	6,2	12,1	Vest.	4,2	5,5	17,3	0,3
Pcs - 96	7 935	Ap	0-30	11,4	23,1	32,7	22,8	3,5	18,3	1,0	2,6	3,1	24,9	0,1
Pcx-268	6 459	Ap	0-35	6,1	9,5	44,0	31,0	10,0	16,9	4,1	2,6	4,3	11,8	0,4

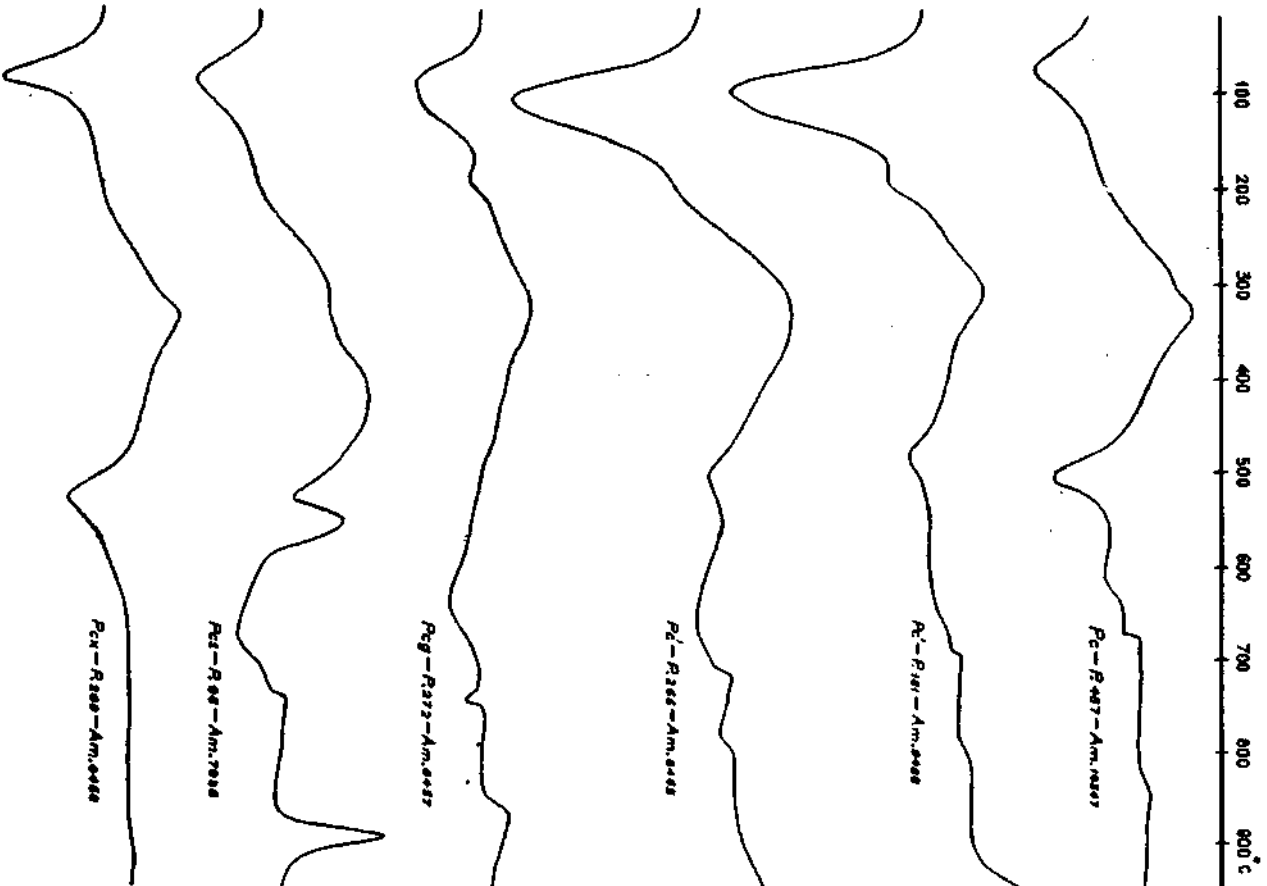


GRAFICO 3

*Análise térmica diferencial dos sólidos
minerais de Sales Cálcarias Borda*

QUADRO 16

VALORES DE d E I
EXTRAÍDOS DO RADIO-
GRAMA DOS COLÓIDES
MINERAIS DE UM SOLO
CALCÁRIO PARDO

Pcx - P. 268 — Am. 6469

d (Å)	I
10	7
7,25	3
5,03	3
4,45	10
4,15	2
3,89	2
3,69	2
3,55	2
3,49	2
3,35	8
3,20	4
3,00	4
2,85	1
2,80	1
2,55	10
2,45	2
2,37	2
2,22	1
2,12	3
1,99	3
1,65	3
1,61	< 1
1,55	
1,49	5
1,35	
1,29	

a presença de ilite e montmorilonóides. Não se possuem dados sobre a expansibilidade, mas a estimativa da capacidade de troca dos colóides minerais (aproximadamente igual a 30 m. e./100 g) leva a supor que a ilite predomina sobre os montmorilonóides. Isto foi, de certo modo, confirmado pelas observações de campo que não indicaram características suficientes para incluir este solo no Subgrupo dos Para-Barros. A análise térmica diferencial revela ainda a existência de carbonatos na fracção argilosa.

Todos os dados obtidos para os colóides minerais dos perfis 181 e 265 da Família *Pc'* indicam a presença de montmorilonóides, carbonatos e, possivelmente, alguma ilite.

Da amostra de argila do perfil n.º 263 da Família *Pcd* apenas se possuem dados de natureza química e o valor da expansibilidade, que é muito baixa. Embora a capacidade de troca da argila (calculada com base na do solo total e nos teores de matéria orgânica e de argila) seja muito elevada (aproximadamente 100 m. e./100 g), sugerindo, portanto, a existência de minerais do grupo dos montmorilonóides, a análise química total mostra os valores usuais nas ilites (92) e as relações $Si\ O_2/R_2\ O_3$ e $Si\ O_2/Al_2\ O_3$ indicam mesmo um carácter ligeiramente ferralítico. Crê-se, pois, que a ilite será o mineral dominante, admitindo-se a hipótese de existir pequena quantidade de montmorilonóides e de caulinite (talvez mal cristalizada) e ainda de carbonatos.

No solo *Pcg* a análise química, a estimativa da capacidade de troca de cátions (aproximadamente 40 m. e./100 g) e a análise térmica diferencial indicam a presença de ilite, montmorilonóides e carbonatos. Parece, porém, que a primeira predomina e os segundos não imprimem ao solo características que justifiquem a sua inclusão no Subgrupo dos Para-Barros.

Os colóides minerais do solo *Pcs* estudado são constituídos por ilite, caulinite e carbonatos. Assim o indicam a análise química, a estimativa da capacidade de troca catiónica (aproximadamente 50 m. e./100 g) e a análise térmica diferencial. Nesta o valor do índice P (113) é cerca de 52 mm, o que pode indicar uma boa cristalinidade da caulinite.

O solo *Pcx* apresenta também ilite e caulinite, mas não há indícios da presença de carbonatos. A análise química e a capacidade de troca estimada (aproximadamente 30 m. e./100 g) são a favor da existência de ilite. O radiograma efectuado mostra as riscas características da ilite e da caulinite, sendo as primeiras as mais intensas. O gráfico da análise

térmica diferencial indica que a caulinite deve encontrar-se num baixo grau de cristalinidade, dado o diminuto valor do índice P (113), o que se pode confirmar pelo não aparecimento no radiograma de algumas riscas menos intensas características deste mineral e pelo facto da reflexão do plano 001 aparecer um pouco acima do valor 7,15 Å (90).

Em resumo, nos Solos Calcários Pardos as argilas são principalmente ilites, caulinites e carbonatos, por vezes com alguns montmorilonóides associados. Exceptuam-se os do Subgrupo Para-Barros em que estes últimos minerais predominam.

6.6.5 — Micromorfologia

Fez-se o estudo micromorfológico do horizonte Ap do perfil n.º 81 de um Solo Calcário Pardo de calcários não compactos (Pc) e de um horizonte Cca endurecido («caliche») colhido em local muito próximo do daquele perfil. Estudaram-se também os dois horizontes, Ap e C, do perfil n.º 96 dum Solo Calcário Pardo de margas (Pcs). Os resultados são a seguir apresentados.

Pc — Perfil 81

Horizonte Ap (Corte n.º 19). — Não foi possível obter-se este corte em boas condições, pelo que poderão não ser inteiramente válidas as conclusões tiradas do seu estudo parcial.

A observação da porção do corte julgada mais aceitável mostrou que o «fabric» era porfirítico do tipo porfiropéptico (106). Os grãos minerais, de quartzo e calcite e, na sua maioria, das fracções areia fina e limo, encontram-se cimentados por um plasma de cor parda quase exclusivamente constituído por calcite a que se associa intimamente alguma matéria orgânica finamente dividida, talvez sob a forma de complexos húmus — calcite.

Existe também matéria orgânica sob a forma de grumos de reduzidas dimensões, inferiores a 0,1 mm, mas não se encontraram restos de organismos; apenas um ou outro grão maior de calcite com estrutura orgânica, indicador de fossilização, se viu.

Julga-se, portanto, poder classificar o húmus como do tipo «mull», com ligeira tendência para «moder de rendsina mulliforme» (107).

As faces dos poucos agregados estruturais intactos observáveis no corte mostram-se irregulares e desprovidas de concentrações ou películas superficiais.

Não existe qualquer orientação preferencial dos grãos individuais ou do plasma.

Horizonte Cca endurecido («caliche») (Corte n.º 62). — Trata-se, como se disse, de material colhido em local muito próximo do Perfil 81, mas não propriamente neste. Do corte apresenta-se uma fotografia na Figura 3.

O «fabric» é nitidamente em bandas («banded fabric») (106) originadas por precipitações químicas sucessivas de carbonatos provenientes dos horizontes superiores. Há uma notória orientação paralela à superfície do solo de todos os materiais, incluindo as pequenas fendas entre as faixas ou bandas minerais.

Grãos angulosos ou subangulosos de calcite e de quartzo, não muito abundantes, sobretudo das fracções areia fina e limo, estão imersos numa massa amarelo-olivácea densa, quase desprovida de porosidade, de calcite microcristalina. O conjunto apresenta apenas raros vacúolos e algumas fendas paralelas à superfície, muito estreitas, nunca com mais de 0,5 mm de largura e frequentemente com menos de 0,2 mm.

Existem alguns elementos com estrutura orgânica (fósseis) pequenos, certamente restos da rocha-mãe do solo que ficaram no local em que se formou o horizonte de acumulação de carbonatos.

Um ou outro veio mais escuro, acastanhado, de orientação paralela ou ligeiramente oblíqua, atravessam porções do conjunto. Nalguns casos parecem antigas fendas preenchidas com novas precipitações calcárias a que se associaram minerais de argila e óxidos de ferro, substâncias estas responsáveis pela respectiva coloração.

Acompanhando total ou parcialmente as paredes das fendas, umas vezes junto a elas, outras ligeiramente deslocadas para o interior, observam-se concentrações estreitas de plasma (calcite e óxidos de ferro) de cor acastanhada, tudo indicando terem-se formado por um processo de difusão.

Alguns grãos de calcite, principalmente os de maiores dimensões, estão rodeados por uma espécie de auréola mais escura de composição aparentemente semelhante às concentrações junto das fendas anteriormente referidas.

Horizonte Ap (Corte n.º 3). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico, por vezes em transição para plectoamítico (106). Os grãos minerais de calcite e de quartzo, principalmente dos lotes areia fina e limo e muito menos de areia grossa, encontram-se cimentados por um plasma pardacento constituído por calcite acompanhada subsidiariamente por argila silicatada, óxidos de ferro e húmus. No interior dos agregados existem alguns vacúolos pequenos.

Os grãos minerais isolados apresentam quase sempre uma película irregular de plasma à sua volta, demonstrando que há grande afinidade entre os dois elementos componentes.

Em certos pontos o «fabric» assemelha-se ao intertético (106) por os grãos se mostrarem quase desprovidos de películas mas ligados entre si por pequenas faixas ou pontes de plasma que deixam entre si muitos espaços vazios. Nestes casos a porosidade é muito maior.

O húmus está, em grande parte, finamente dividido e associado aos restantes constituintes do plasma, possivelmente sob a forma de complexos húmus-calcite, húmus-minerais da argila e húmus-óxidos de ferro. Observam-se, porém, alguns grumos de matéria orgânica com grãos minerais inclusos, sobretudo de calcite. Parece, portanto, tratar-se de um «moder de rendsina mulliforme» (107), até certo ponto em transição para «mull».

Nos maiores grãos minerais, sobretudo de calcite, é notória uma segregação periférica de óxidos de ferro associados a alguma argila orientada, do tipo «diffusion cutans» (34), que deve atribuir-se a fenómenos de meteorização.

Ocasionalmente os grãos de calcite mostram estrutura orgânica, isto é, são restos de material fóssil.

As faces dos agregados estruturais são irregulares e sem quaisquer concentrações ou películas superficiais.

Horizonte C (Corte n.º 4). — Este horizonte difere do anterior por apresentar um «fabric» bastante mais frouxo, do tipo intertético (106) ou muito próximo. Os grãos minerais de calcite e de quartzo encontram-se mais desligados, unidos apenas por faixas irregulares de plasma, agora quase exclusivamente constituído por calcite. A porosidade é grande.

O húmus, embora do mesmo tipo, é em quantidade muito reduzida, pelo que o material apresenta uma tonalidade muito mais clara.

A meteorização é bastante menos intensa, sendo raros os grãos com



Figura 3 — Microfotografia do horizonte Cca endurecido («caliche») de Pc (P 81 — Corte n.º 62 — Nicols paralelos — x 35): pequenos grãos de quartzo e de calcite imersos numa massa densa de calcite microcristalina; vê-se uma fenda paralela à superfície do solo com concentração de plasma junto às paredes; na base da fotografia há um grão de calcite rodeado de uma auréola mais escura de plasma.

os «diffusion cutans» descritos no horizonte anterior. Não se observa, praticamente, qualquer formação de argila.

6.6.6 — *Considerações sobre a génese*

Os Solos Calcários Pardos existentes em Portugal a sul do rio Tejo estão evidentemente ligados à riqueza em carbonatos da rocha-mãe mas a sua génese é também fortemente de origem climática, correspondendo nalguns casos a Rendzinas (Xerorendzinas ou Pararendzinas) de Kubiena (107), mas mais frequentemente a «Sols Calcimorphes de Steppe Méditerranéens» dos franceses (63), nomeadamente aos «Sols bruns des stations sèches», a que Aubert chama «Sols bruns de steppe de climat chaud» para os distinguir dos «Brown soils» dos americanos (196) e que Gerassimov (81) denomina «Sols marrons», para os destringar dos Solos Pardos das Estepes da Rússia. A sua particularidade, em relação àqueles de que franceses e russos os pretendem separar, é a existência dum horizonte de acumulação de carbonatos sob a forma de nódulos ou concreções, pseudo-micélio, camada pulverulenta ou mesmo crosta endurecida de várias espécies, o que nem sempre é fácil de detectar no campo.

Estes solos, sem vestígios de argiluviação e de complexo de absorção saturado, consistem num resíduo mais ou menos calcário da rocha-mãe em que a alteração química, sob a forma de nova formação de argila e separação de óxidos de ferro livres, está de antemão impedida, devido ao elevado teor de carbonatos, a que se alia a aridez do clima. Dada a escassa cobertura vegetal e a rápida decomposição da matéria orgânica características destas regiões de baixa pluviosidade e elevada temperatura, os solos apresentam-se com baixo teor de húmus que é normalmente do tipo «mull» cálcico ou «moder de rendsina mulliforme». A água das chuvas, que cai nestes solos principalmente no inverno, transporta por dissolução e lavagem uma certa quantidade de carbonatos que se acumulam algures no perfil, mas sem este de forma alguma deixar de ser calcário em toda a sua espessura. Como consequência desta lavagem parcial dá-se um enriquecimento relativo dos sesquióxidos, da sílica e dos metais alcalinos. Se as quantidades de ferro e de alumínio são baixas, pode emigrar uma parte da sílica; o mais frequente, porém, é ficar ligada aos sesquióxidos na estrutura da argila. Esta é normalmente dos grupos da ilite ou da caulinite, consoante o dita a rocha-mãe mas, nos Para-

-Barros, a presença de magnésio, oriundo de rochas eruptivas básicas que contribuem para a formação do solo, conduz à síntese de montmorilonóides.

O arrastamento e acumulação de carbonatos no perfil pode fazer-se desde que exista água e anidrido carbónico, este proveniente ou não dos materiais orgânicos. Com efeito o calcário dissolve-se segundo a equação:



dependendo o teor de bicarbonato da solução em contacto com um excesso de carbonato da tensão de CO_2 da atmosfera suprajacente (aumenta com o aumento da tensão), do teor de sais neutros fortemente dissociados (aumenta com este) e da temperatura (diminui com o aumento desta). Se, a temperatura constante, a tensão de CO_2 na atmosfera sobe, dá-se uma invasão de CO_2 no líquido e nova dissolução de carbonato de cálcio; inversamente, se a tensão de CO_2 na atmosfera diminui, há evasão de CO_2 no líquido e nova dissolução de carbonato de cálcio; inversamente, se a tensão de CO_2 na atmosfera diminui, há evasão de CO_2 , dissociação do bicarbonato e precipitação de carbonato. Se, a tensão de CO_2 constante, baixa a temperatura da solução, dá-se invasão de CO_2 e dissolução de calcário; quando, ao contrário, a temperatura se eleva, dá-se precipitação de carbonato. Este último fenómeno parece ser o mais importante na formação das acumulações de carbonatos nos perfis dos solos em que tem havido descarbonatação.

As acumulações de carbonatos (e sais mais solúveis), disseminadas por larga parte do território argelino, são classificadas e definidas por Durand (71), após exaustivo estudo, nos seguintes tipos:

A — Formações pulverulentas:

- a) Calcários pulverulentos — depósitos de calcário precipitado quimicamente em lagos cujas águas eram ricas em carbonato de cálcio. Este calcário constitui o material sujeito a migração sob forma solúvel nalguns solos calcários em evolução (72).
- b) Gessos pulverulentos — depósitos lacustres formados quando da secagem dos lagos precedentes.

B — Crostas laminares («Croûtes zonaires») — depósitos calcários devidos à deslocação intermitente e sob a forma de lençol de águas carregadas de carbonato de cálcio dissolvido durante a formação de solos calcários, tendo as diversas camadas laminares que as compõem endurecido por exposição ao ar entre duas deposições sucessivas.

C — Nódulos farinosos e pseudo-micélios:

- a) Nódulos farinosos — sempre de natureza calcária, formam-se na altura da deposição dos sedimentos que contêm o seu material constitutivo por segregação quase instantânea do calcário nas fendas de contracção ou noutros espaços vazios do depósito.
- b) Pseudo-micélios — sempre de natureza salina, formam-se nos sedimentos húmidos por evaporação da água e deposição dos sais nos pontos em que o arejamento é melhor.

Nódulos farinosos e pseudo-micélios provêm frequentemente da descarbonatação e lavagem dos horizontes superiores do perfil do solo.

D — Crostas não laminares («Encroûtements») — formações endurecidas, mais ou menos escoriáceas, que se assemelham a arenitos:

- a) Crostas calcárias — formadas na franja capilar ou zona de arejamento duma toalha freática, sob a acção da temperatura do meio, por precipitação de calcário provocada por evasão do anidrido carbónico de equilíbrio; este calcário cimenta o sedimento e transforma-o num arenito calcário.
- b) Crostas gessosas e salinas — formadas por cima das toalhas freáticas, suficientemente perto da superfície do solo, de modo a registar-se uma evaporação tal que se dá uma concentração e deposição dos sais sem que a difusão possa contrabalançar o fenómeno.

E — Nódulos concrecionados e «patines» calcárias — são devidos à pedogénese actual que tende a deslocar em profundidade o cal-

cário e o ferro, depositando-os nos horizontes inferiores quando as condições o permitem.

Formações pulverulentas, nódulos farinosos e concrecionados, «patines», pseudo-micélios e crostas não laminares têm sido observadas frequentemente em perfis de Solos Calcários Pardos no nosso País. As crostas são mais comuns na província do Algarve.

É possível que o calcário associado a xistos, granitos, dioritos e gabros e o existente em arenitos, conglomerados e materiais arenáceos que entra na constituição do material originário de alguns Solos Calcários Pardos tenha tido uma origem idêntica à indicada por Durand para as formações pulverulentas.

6.7 — SOLOS CALCÁRIOS VERMELHOS

6.7.1. — Descrição-geral das Famílias

Os Solos Calcários Vermelhos são muito semelhantes aos Solos Calcários Pardos, diferindo deles fundamentalmente pelas cores avermelhadas que apresentam.

São as seguintes as 7 Famílias definidas até ao presente:

Solos Calcários Vermelhos:

- de rochas detríticas argiláceas calcárias (Vac)
- de calcários (Vc)
- de calcários associados a dioritos ou gabros ou rochas cristalo-fílicas básicas (Vc')
- de conglomerados calcários (Vcr)
- de grés de Silves associados a depósitos calcários (Vcs)
- de arenitos calcários (Vct)
- de xistos associados a depósitos calcários (Vcx)

Nas páginas seguintes apresentam-se as descrições-gerais destas Famílias.

Solos Calcários Vermelhos de rochas detríticas argiláceas calcárias (Vac)

Horizonte Ap — 15 a 30 cm; vermelho ou vermelho-escuro; argiloso ou franco-argiloso pouco calcário; estrutura granulosa média ou fina moderada; friável; efervescência viva ou ligera ao CIH, por vezes localizada e não em toda a massa do solo; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte B — 20 a 70 cm; semelhante ao anterior mas de estrutura prismática média moderada composta de anisoforme angulosa fina ou média moderada; pH 8,0 a 9,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente de rochas detríticas argiláceas de cor vermelha, por vezes com manchas cinzentas-claras, com percentagem variável de carbonatos.

Solos Calcários Vermelhos de calcários (Vc)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo-avermelhado ou vermelho; franco, franco-argilo-arenoso ou franco-argiloso calcário, por vezes com fragmentos de calcário compacto; estrutura granulosa fina ou média moderada; friável; efervescência viva ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: material com calcário friável ou noduloso, em geral vermelho-amarelado, constituindo transição para calcário compacto ou não compacto, por vezes friável. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca, na maioria dos casos não endurecido.

Nestes solos diferencia-se, às vezes, um horizonte B do tipo «cambic».

Solos Calcários Vermelhos de calcários associados a dioritos ou gabros ou rochas cristalo-fílicas básicas (Vc')

Horizonte Ap — 25 a 50 cm; pardo-avermelhado ou vermelho, franco-argiloso ou argiloso calcário; estrutura granulosa média

moderada, por vezes agrupada em anisoforme; firme; efervescência viva a muito viva com o CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte C — Material originário: calcário quase sempre não compacto, friável ou não, nalguns casos com nódulos endurecidos, misturado com materiais não calcários provenientes de dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca quase sempre não endurecido.

Estes solos estão quase sempre associados a Barros. As vezes diferencia-se neles um horizonte B do tipo «cambic».

Solos Calcários Vermelhos de conglomerados calcários (Vcr)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; vermelho-amarelado e/ou amarelo-avermelhado (s) e pardo-avermelhado e/ou vermelho a vermelho-escuro (h); franco-argiloso a argiloso calcário, geralmente com bastantes elementos grosseiros subangulosos ou sub-rolados de quartzo e xisto ou grauvaque; estrutura granulosa (apresentando, por vezes, alguma estrutura grumosa) média e fina moderada a forte; aderente, plástico e rijo a muito rijo; efervescências viva ou ligeira ao CIH.

Transição nítida para

Horizonte C — Material originário proveniente da desagregação de um conglomerado calcário (tipo brecha), apresentando, geralmente, películas de carbonato de cálcio e de sulfato de cálcio.

Solos Calcários Vermelhos de grés de Silves associados a depósitos calcários (Vcs)

Horizonte Ap — 15 a 25 cm; castanho-avermelhado; franco-arenoso pouco ou medianamente calcário; sem agregados ou com estru-

tura granulosa fina fraca; solto ou friável; efervescência viva ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte AC ou B — 10 a 20 cm; idêntico ao anterior mas mais claro devido à menor percentagem de matéria orgânica e, por vezes, de textura um pouco mais fina.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente da meteorização de grés de Silves associados a depósitos calcários.

Solos Calcários Vermelhos de arenitos calcários (Vct)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo-avermelhado, vermelho-amarelado ou vermelho; arenoso-franco ou franco-arenoso pouco ou medianamente calcário com pequenos nódulos de calcário; estrutura granulosa fina ou média moderada; friável; efervescência ligeira ou viva; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente da meteorização de arenito de grão fino ou médio com veios de calcário friável.

Solos Calcários Vermelhos de xistos associados a depósitos calcários (Vcx)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; vermelho-escuro ou castanho-avermelhado; franco-argiloso ou argiloso pouco ou medianamente calcário, por vezes com fragmentos de xisto; estrutura granulosa fina ou média moderada; friável; efervescência viva ao CIH; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: xistos em meteorização associados a depósitos calcários. Na sua parte superior existe, por

vezes, um horizonte Cca, na maioria dos casos não endurecido.

Nestes solos diferencia-se, por vezes, um horizonte B do tipo «cambic».

Os Solos Calcários Vermelhos formam-se geralmente em relevo normal.

Os solos da Família *Vac* aparecem sobretudo nas regiões de Sesimbra e de Vila do Bispo. Os da Família *Vc* são principalmente comuns no Algarve e em formações do Miocénico no Alentejo. Os da Família *Vc'* existem no meio dos Barros. Os da Família *Vcr* foram cartografados próximo da Vidigueira. Os da Família *Vcs* encontram-se em maior abundância na faixa de Triásico junto a Silves e a S. Bartolomeu de Messines. Os da Família *Vct* são frequentes nas proximidades de Alcácer do Sal, Lavre (Montemor-o-Novo), Mora e Ferreira do Alentejo. E os da Família *Vcx* aparecem principalmente entre Beja e Ervidel e em Albornoa (Beja).

Na Figura 4 pode ver-se o perfil de um Solo Calcário Vermelho derivado de calcário (Vc-P.390) fotografado no Algarve.

6.7.2. — *Dados analíticos físicos e químicos*

Os resultados das análises de 6 perfis de cinco Famílias encontram-se reunidos no Quadro 17. Não é possível apresentar elementos referentes à Família *Vc'*, mas tais solos assemelham-se bastante aos *Pc'* atrás estudados. Também se não incluem dados relativos aos solos *Vcr*.

Os Solos Calcários Vermelhos têm, de um modo geral, textura pesada ou mediana, excepto aqueles que são derivados de arenitos. A areia grossa não apresenta, mesmo nos últimos, uma percentagem muito alta, idêntico facto se passando com o limo. São as fracções areia fina e argila as que predominam. Nos solos que apresentam um horizonte B, este tem uma quantidade de argila superior à do horizonte superior, facto esse devido à formação «in loco» e não à argiluviação (apenas se têm encontrado películas de argila nos *Vac*, mas provavelmente formadas antes da calcificação dos materiais que deram origem ao solo actual). Os carbonatos abundam, especialmente nos solos derivados exclusivamente de calcários, em que chegam a atingir valores próximos dos 80 % no horizonte C; nos derivados doutros materiais há uma menor quantidade de carbonatos, variável com o seu teor na rocha-mãe. A quantidade de matéria orgânica é baixa, não havendo valores superiores a 2 %. A rela-

QUADRO 17

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS CALCÁRIOS VERMELHOS

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Vac-310	7405	Ap	0-15		10,0	34,3	18,0	37,7	1,41	0,82	0,065	12,6	0,39	2,3	7,5	10,40	4,30	0,11	0,81	0,00
	7406	B1	15-50		8,5	21,1	19,4	51,0	1,14	0,67	0,060	11,2	0,15	3,9	8,2	10,20	5,70	0,06	1,80	0,00
	7407	B2	50-85		6,4	25,1	15,5	53,0	0,39	0,23	0,040	5,8	0,11	9,5	8,3	16,30	8,30	0,06	2,50	0,00
	7408	C	85-110		7,3	33,7	17,5	41,5	0,17	0,10	Vest.		0,42	9,8	8,4	15,80	9,00	0,06	3,50	0,00
Vc-390	9543	Ap	0-26	0,0	18,0	34,6	24,4	23,0	1,72	1,00	0,120	8,3	1,13	53,3	8,2	12,50	0,35	0,10	0,30	0,00
	9544	C	26-40	22,5	25,8	47,2	17,2	9,8	0,13	0,07	0,010	7,0	1,08	79,3	8,6	4,90	1,03	0,03	0,22	0,00
Vc-232	4705	Ap	0-40	24,0	18,8	34,7	18,4	28,1	1,72	1,00	0,160	6,3	0,75	24,0	7,8	17,30	1,48	0,05	0,36	0,00
	4706	B	40-60	54,0	14,9	29,0	19,9	36,2	1,08	0,63	0,066	9,5	0,98	26,5	7,8	14,80	1,60	0,31	0,47	0,00
	4707	C	60-?	71,0	18,7	45,8	17,9	17,6					0,36	69,0	8,0					0,00
Vcs-424	9596	Ap	0-16	21,0	15,6	45,1	28,7	10,6	0,97	0,56	0,070	8,0	1,02	17,2	8,3	6,40	1,65	0,05	0,32	0,00
	9597	B	16-26	15,0	20,6	41,3	14,6	23,5	0,47	0,27	0,040	6,8	1,14	22,0	8,5	8,30	1,65	0,05	0,26	0,00
	9598	C	26-110	0,0	21,3	37,3	26,3	15,1	0,04	0,02			1,22	23,8	8,6	4,90	1,43	0,05	0,26	0,00
Vct-205	5890	Ap	0-20		29,5	30,7	17,5	2,3	0,60	0,35	0,027	13,0	0,41	10,0	7,6	12,80	3,70	0,07	0,30	0,00
	5891	C	20-?		21,5	34,5	27,8	16,2	0,40	0,23	0,021	11,0	0,79	34,3	7,7					0,00
Vcx-245	4713	Ap	0-15	38,0	4,8	18,7	27,5	49,0	2,00	1,20	0,170	7,1	1,85	2,5	7,5	28,00	1,80	0,10	0,48	1,10
	4714	B	20-30	30,0	6,6	16,4	22,7	54,3	1,60	0,93	0,098	9,5	1,95	3,5	7,6	23,00	2,15	0,06	1,28	1,20
	4715	C	30-65	30,0	17,4	29,7	26,3	26,6	0,35	0,20	0,044	4,5	0,88	51,0	7,7	15,60	2,14	0,03	0,54	0,00

B

QUADRO 17

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS CALCÁRIOS VERMELHOS

A

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansibilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capacidade máxima para a água %	Água a pF 2,0 %	Água a pF 2,7 %	Água a pF 4,8 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Módi	Allen						Inicial	Constante
0,00	15,62	15,62	100,0	1,16	1,10	42,20	5,20	6,03	99,10	38,70	27,10	19,30	12,50	14,60	1,40	1,60
0,00	17,76	17,76	100,0	1,26	1,17	44,40	8,08	10,20	98,00	38,20	32,90	24,80	15,90	17,00	2,28	1,96
0,00	27,46	27,46	100,0	1,25	1,15	44,30	8,18	13,00	97,30	38,60	35,00	25,00	17,10	17,90	1,55	1,52
0,00	28,36	28,36	100,0	1,25	1,19	41,90	4,12	16,20	96,60	34,60	29,00	20,30	14,20	14,80	1,95	1,03
0,00	13,25	13,25	100,0	1,28	1,25	45,38	2,55	23,90	88,90	35,87	29,98	21,50	10,42	19,56	2,46	2,33
0,00	6,18	6,18	100,0	1,49	1,48	37,91	0,45	45,90	83,70	25,66	19,70	12,30	3,96	15,74	0,93	1,06
0,00	19,19	19,19	100,0	1,36		45,40	6,33		96,60	37,10	20,00	20,00	11,45	8,55	1,86	2,83
0,00	16,98	16,98	100,0	1,19		46,75	6,65		99,23	42,30	20,50	20,77	13,27	7,23	2,83	4,08
0,00	7,50	7,50	100,0	1,36		40,47	3,30		96,88	30,70	26,50	15,37	7,63	18,87	1,36	2,02
0,00	8,42	8,42	100,0	1,45	1,45	38,00	0,00	18,50	85,60	26,24	19,40	12,00	4,91	14,49	2,37	2,49
0,00	10,26	10,26	100,0	1,39	1,39	38,58	0,00	30,65	93,00	27,55	23,70	18,20	9,20	14,50	2,05	2,38
0,00	6,64	6,64	100,0	1,41	1,41	39,22	0,00	30,15	88,30	27,72	17,30	12,40	5,74	11,56	3,03	3,72
0,00	16,87	16,87	100,0	1,23		47,90	7,38	24,00	59,60	41,90	22,00	19,30	13,50	8,50	5,73	6,36
0,00			100,0	1,24		47,60	5,64	11,15	92,30	40,50	22,10	19,35	13,63	8,47	5,10	4,17
1,10	30,38	31,48	96,5	1,16		54,75	15,17		99,30	54,05	26,00	29,87	17,05	8,95	2,48	4,91
1,20	26,49	27,69	95,7	1,20		53,50	17,10		98,75	52,20	26,50	30,57	19,30	7,20	1,01	2,36
0,00	18,31	18,31	100,0	1,26		47,50	4,87		97,00	39,55	21,80	23,37	9,93	11,87	1,17	1,38

B

ção C/N é, em regra, muito baixa nos solos mais carbonatados, em que a decomposição da matéria orgânica é mais rápida, e tende, nos solos menos calcários, para valores medianos (próximos do óptimo em solos cultivados), a revelar uma mineralização satisfatória, não excessiva. Nuns solos o teor de ferro livre é superior nos horizontes superficiais como prova de que a alteração é aí um pouco mais intensa; noutros verifica-se uma moderada migração descendente desse elemento.

A capacidade de troca de catiões é mediana ou elevada, variável com a quantidade e a natureza dos colóides minerais. É maior onde a percentagem de argila é mais alta e onde esta dispõe de minerais do grupo dos montmorilonóides. O ião cálcio predomina imenso sobre todos os outros. O magnésio apresenta valores regulares ou elevados relativamente ao total dos catiões metálicos, excepto nos horizontes superficiais dos perfis de Vc e de Vcx. De um modo geral, e numa base comparativa, o potássio de troca é bastante baixo, mas o de sódio é elevado. Os solos mostram-se inteiramente (ou quase) saturados e a sua reacção é ligeira ou moderadamente alcalina (pH entre 7,5 e 8,6).

A expansibilidade é nula ou baixa a moderada nestes solos (excepto presumivelmente nos do Subgrupo Para-Barros); no solo Vcx estudado atinge valores elevados, devido à presença de montmorilonóides. A microestrutura é, em regra, muito estável. A capacidade de campo apresenta valores elevados, o mesmo se podendo dizer, em quase todos os casos, da percentagem a pF 4,2. A capacidade utilizável dos 50 cm superiores oscila entre 50 e 100 mm de água, isto é, entre mediana e alta. Acontece, porém, que quando existe um horizonte Cca endurecido a espessura efectiva diminui, dando-se o mesmo, evidentemente, com a referida capacidade. A porosidade da terra fina é apreciável e a permeabilidade é moderada, pertencendo os valores mais baixos de cada perfil ao horizonte mais rico em carbonatos.

6.7.3 — *Mineralogia da areia fina*

Os resultados da análise mineralógica da areia fina de 3 perfis de outras tantas Famílias são apresentados no Quadro 18.

O solo estudado derivado de calcários (Vc) não apresenta reserva mineral. A fracção leve é totalmente constituída por quartzo e a fracção pesada possui apenas minerais estáveis próprios daquelas rochas. Os

QUADRO 18

ANÁLISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE SOLOS CALCARIOS VERMELHOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %							
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Turm.	Zir.	Esf.	Gran.	Mosc.	Dis.	Epid.	Opacos
Vac-310	7405	Ap	4,131	4,031	97,58	82	18	0,100	2,42	9	5	2	10	—	—	—	74
	7406	Hi	3,334	3,290	98,68	85	15	0,044	1,32	7	5	5	11	3	—	—	69
	7407	32	3,564	3,513	98,57	80	20	0,051	1,43	7	5	2	12	2	—	—	72
	7408	C	3,286	3,219	97,96	84	16	0,067	2,04	7	6	3	10	4	—	—	70
Vc -390	9543	Ap	1,207	1,111	92,05	100	—	0,096	7,95	3	5	—	1	—	3	—	88
	9544	C	1,177	1,108	94,14	100	—	0,069	5,86	—	4	—	—	—	—	2	94
Vct-205	5890	Ap	4,340	4,110	94,70	80	20	0,230	5,30	2	34	10	14	4	—	—	36
	5891	C															

Feldsp. = feldspatos; Turm. = turmalina; Zir. = zircão; Esf. = esfena; Gran. = granada; Mosc. = moscovite; Dis. = distena; Epid. = epidoto.

outros dois (Vac e Vct), derivados de arenitos ou de rochas argiláceas calcárias, têm feldspatos na fracção leve o que, apesar de se não conhecer a sua natureza, permite considerá-los mais ricos sob o ponto de vista mineralógico do que o anterior, embora a sua fracção pesada se compo- nha totalmente de minerais resistentes.

A razão quartzo/feldspatos que, em certos casos, é um índice do grau de meteorização (170) não parece indicar quaisquer diferenças im- portantes entre os horizontes do perfil de Vac.

No perfil de Vc verifica-se uma diferença qualitativa da «suite» dos minerais pesados resistentes dos horizontes Ap e C. Está-se, pois, em face de uma descontinuidade litológica. Como, porém, o estudo micro- morfológico parece indicar que o material originário do solo é, de facto, um calcário, o perfil deve então abranger duas formações calcárias dife- rentes. Outra hipótese será a de admitir que a recalcificação do perfil se deu não por meio de soluções mas com materiais sólidos das proximidades cuja composição mineralógica era diferente.

Não se possuem elementos sobre a mineralogia da areia fina de Solos Calcários Vermelhos do Subgrupo Para-Barros. Não obstante é perfei- tamente plausível que neles aconteça o que se verificou nos Solos Pardos similares: possuem uma importante reserva mineral quer na fracção leve quer na pesada.

6.7.4 — Mineralogia da argila

A análise química dos colóides minerais de horizontes B ou C de 5 perfis de quatro Famílias pode ver-se no Quadro 19. A análise térmica diferencial de 3 daqueles materiais é apresentada no Gráfico 4 e os valo- res extraídos dos radiogramas de dois deles no Quadro 20.

A composição química dos colóides minerais do solo Vac estudado sugere a presença de minerais do grupo 2:1, possivelmente montmorilo- nóides (92). A capacidade de troca estimada (tendo em conta as per- centagens de matéria orgânica e de argila e atribuindo a esta fracção o exclusivo dos fenómenos de adsorção de catiões) é de cerca de 50 m. e./ /100 g. A análise térmica diferencial parece, porém, pôr de parte a hipó- tese da existência de montmorilonóides, pois revela apenas a de ilite e de carbonatos.

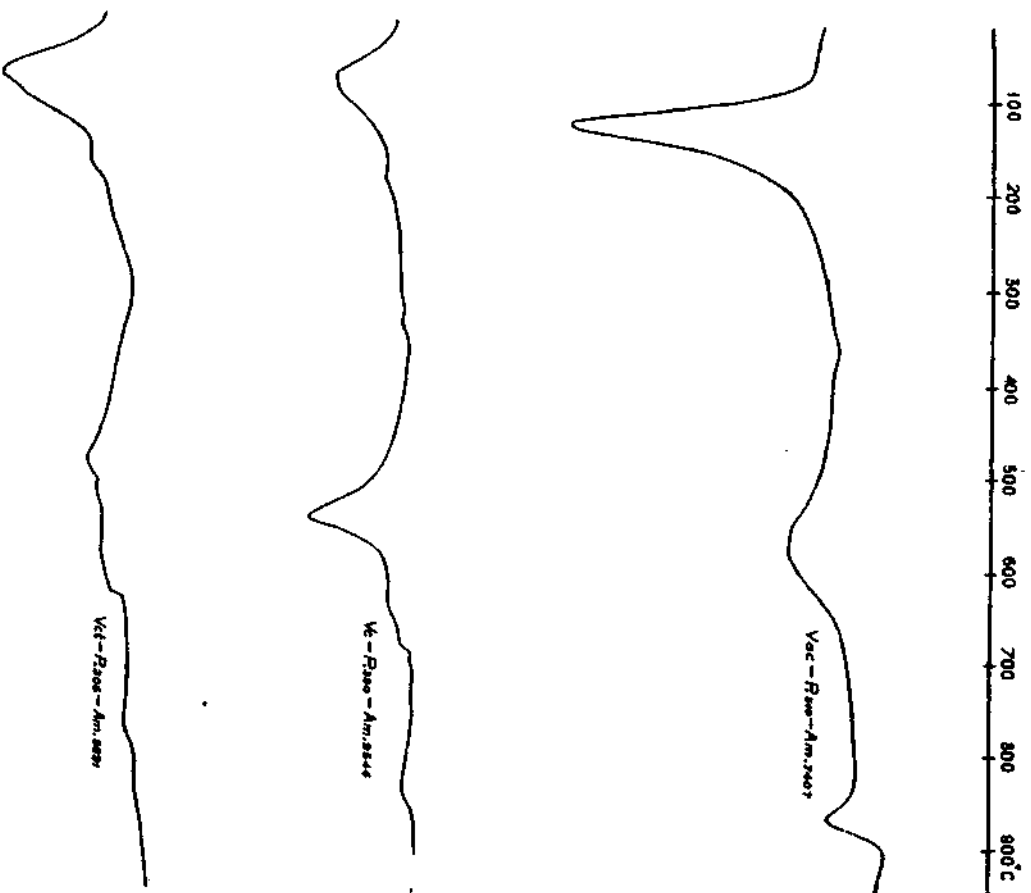


GRAFICO 4
*Análise térmica diferencial dos calcários
mineiros de Sidos Catcarlos Vermelhos*

QUADRO 19

ANALISE QUIMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE SOLOS CALCÁRIOS VERMELHOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Vac-310	7407	B2	50-85		6,4	50,5	26,4	11,3	14,1	1,1	3,8	6,0	12,0	0,5
Vc -390	9544	C	26-40	4,9	11,8	39,9	45,4	16,0	28,3	1,1	1,7	2,4	6,6	0,4
Vc -232	4706	B	40-60		12,4	44,0	31,4	6,1	25,3	Vest.	2,6	2,9	19,3	0,2
Vct-205	5891	C	20-?	13,2	11,4	47,4	28,0	18,6	5,4	4,0	3,6	14,4	6,8	2,1
Vcx-245	4714	B	20-30		10,3	42,3	32,4	24,2	7,3	0,9	2,9	9,8	4,5	2,1

QUADRO 20

VALORES DE d E I EXTRAIDOS
DOS RADIOGRAMAS DOS COLÓI-
DES MINERAIS DE SOLOS CAL-
CÁRIOS VERMELHOS

Vc - P. 390 — Am. 9544		Vct-P. 205 — Am. 5891	
d (Å)	I	d (Å)	I
11	2	15	10
7,25	3	11	5
5,00	1	4,45	8
4,45	9	4,30	1
4,10	5	3,90	1
3,85	2	3,55	1
3,55	4	3,30	1
3,35	3	3,12	1
3,02	10	3,02	9
2,85	1	2,57	5
2,70	1	2,49	1
2,57	7	2,275	3
2,42	2	2,075	3
2,27	1	1,91	4
2,19	1	1,86	4
2,09	1	1,69	2
2,05	1	1,60	2
1,99	1	1,50	5
1,91	1	1,29	1
1,88	1	1,255	1
1,81	2		
1,71	1		
1,64	1		
1,60	1		
1,55	1		
1,49	4		
1,45	< 1		

Nos solos *Vc* a análise química e a capacidade de troca catiónica estimada admitem a presença de illite e/ou caulinite e óxidos de ferro. Num dos perfis a argila tem carácter fersialítico e no outro é nitidamente sialítica. A análise térmica diferencial do primeiro revela a existência de illite e caulinite, com possível predomínio da primeira ($P = 17$, $E = 4$) (113), e ainda de «goethite» e carbonatos. No radiograma efectuado encontraram-se riscas da caulinite, da illite, da «goethite» e da calcite, parecendo que a percentagem relativa destes minerais diminui pela ordem apontada. Não houve, pois, grande discrepância entre os resultados conseguidos pelas diversas técnicas de identificação.

O solo *Vct* possui montmorilonóides, illite e carbonatos na sua fracção argilosa. A análise química, a análise térmica diferencial e a difracção por raios X confirmam-no indubitavelmente. Devido porém à textura ligeira dos solos desta Família não foi ela incluída no Subgrupo dos Para-Barros.

Em relação aos colóides minerais do solo *Vcx* apenas se dispõe da análise química e da expansibilidade. Os elementos de ambas sugerem a existência de montmorilonóides e talvez de illite (capacidade de troca estimada aproximadamente igual a 46 m.e./100 g). Tal facto deveria levar a incluir estes solos no Subgrupo dos Para-Barros. Acontece, porém, que a morfologia não tem aconselhado, até ao presente, semelhante decisão. Estudos ulteriores deverão esclarecer o assunto em definitivo.

Em resumo, pode dizer-se que nos Solos Calcários Vermelhos, exceptuando os do Subgrupo Para-Barros em que há montmorilonóides, predomina a illite, associada ou não a caulinite, carbonatos, «goethite» e, por vezes, montmorilonóides.

Alguns destes solos apresentam expansibilidade moderada embora não possuam minerais da argila do grupo dos montmorilonóides. Tal fenómeno não é, porém, uma novidade pois diversos autores têm demonstrado que a expansibilidade não é exclusiva daqueles minerais (52, 15), embora neles atinja valores mais elevados.

6.7.5 — Micromorfologia

O horizonte superficial do perfil n.º 390 de um Solo Calcário Vermelho de calcários (*Vc*) e os dois horizontes superiores de um perfil (n.º 462) de Solo Calcário Vermelho de rochas detríticas argiláceas calcárias (*Vac*),

colhido não muito longe do perfil n.º 310 e muito semelhante a ele, foram estudados micromorfológicamente em cortes delgados. Eis os resultados obtidos.

Vc — Perfil 390

Horizonte Ap (Corte n.º 8). — O «fabric» parece ser plectoamictico (106) embora de tipo algo especial (Figura 5). Os grãos minerais, de vários tamanhos, limo, areia fina, areia grossa e até de diâmetro superior a 2 mm, estão inteiramente imersos num plasma de cor castanho-avermelhada com manchas negras pequenas que apresenta inúmeros vacúolos de formas muito diversas. Estes são tão abundantes que por vezes se separam apenas por muito delgadas faixas de plasma de aspecto dendrítico. Alguns deles apresentam formas regulares, dando a impressão que correspondem a grãos minerais que se dissolveram completamente.

Os grãos são, em grande parte, sobretudo os de maiores dimensões, de calcite. Muitos têm a particularidade de possuir um ou mais vacúolos no seu interior, à volta dos quais existem duas coroas periféricas, uma primeira mais clara, que parece ter perdido algum material, e outra exterior, mais escura, aparentemente resultante duma concentração, por difusão centrífuga, de carbonatos. Todos os grãos, mesmo quando isolados, apresentam à sua volta uma delgada película de plasma avermelhado.

O plasma é fundamentalmente constituído por minerais da argila associados a uma certa quantidade de óxido de ferro. Nele se observam precipitações de Iwatoka (107). À luz reflectida a sua cor é vermelha viva, indicando ser talvez a hematite o óxido dominante. Este tinga a argila que continua, porém, a apresentar birrefringência.

Nalguns pontos o «fabric» assemelha-se ao tipo «mortar» (106) por os vacúolos conterem alguns cristais de calcite de dimensões reduzidíssimas, da ordem de alguns micra. A única diferença está em que no «fabric mortar» estes cristais são autênticas eflorescências calcárias enquanto aqui, atendendo ao facto já mencionado dos vacúolos terem a forma mais ou menos regular de grãos minerais, alguns com dimensões de cerca de 1 mm, parecem antes restos de grãos quase totalmente dissolvidos.

Notam-se também neste corte bastantes microagregados estruturais esféricos, de diâmetro à volta de 0,1 mm, inteiramente constituídos por argila silicatada com alguns óxidos de ferro, os quais como que navegam nos vacúolos existentes.

A evidente solubilização em curso dos grãos de calcite e a existência à sua volta de películas de plasma que parecem em via de espessamento à custa da meteorização dos próprios grãos julga-se comprovar que o solo é de facto derivado dos materiais calcários em que assenta. Não se pode porém pôr de parte a hipótese de ter havido uma certa recalcificação com materiais vindos doutros locais, como alguns autores afirmam em relação a solos semelhantes doutros países.

Vac — Perfil 462

Horizonte Ap (Corte n.º 15). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico (106) em que os grãos minerais, na quase totalidade das fracções areia fina e limo, se encontram imersos num plasma denso castanho-avermelhado e negro, isotrópico ou quase, constituído por óxidos de ferro, provavelmente hematite, em grande abundância, e minerais da argila. Os grãos, mesmo quando isolados, apresentam-se sempre com colóides aderentes à sua volta.

Nas faces dos agregados notam-se concentrações periféricas coloidais do tipo «diffusion cutans» (34) que, aqui e além, junto de pequenos canaliculos, podem ser antes «stress cutans», ou seja modificações do plasma por compressão, ou ainda «illuviation cutans», isto é, autênticas películas de argila. Os «cutans» apresentam orientação moderada a forte indicada por uma extinção paralela mais ou menos nítida, o que significa serem fundamentalmente constituídos por camadas de argila silicatada ligeiramente impregnada com óxidos de ferro (hematite).

Nalguns casos observa-se no interior dos agregados o que Kubiena designa por estruturas fluídas birrefringentes (107) e que se poderiam, um pouco forçadamente, designar por «cutans» interiores. Podem ser concentrações de argila em antigos poros que assim foram obstruídos. No plasma notam-se, às vezes, precipitações de Iwatoka (107).

Existem bastantes concreções ferruginosas esféricas ou elípticas de diâmetros inferiores a 3 mm que se mostram muito densas e praticamente sem quaisquer grãos minerais inclusos.

O aspecto geral do corte assemelha-o aos dos «Rotlehms» descritos por Kubiena (107), possivelmente um pouco mais poroso do que o usual devido à presença de muitas fendas e canaliculos entre os agregados. Parece inteiramente admissível que este solo tenha passado por uma pedogénese inicial no sentido da formação dum «Rotlehm» e durante



Figura 4 — Perfil de um Solo Calcário Vermelho de calcário (Vc-P. 390 — Entre Faro e Ferreiras).

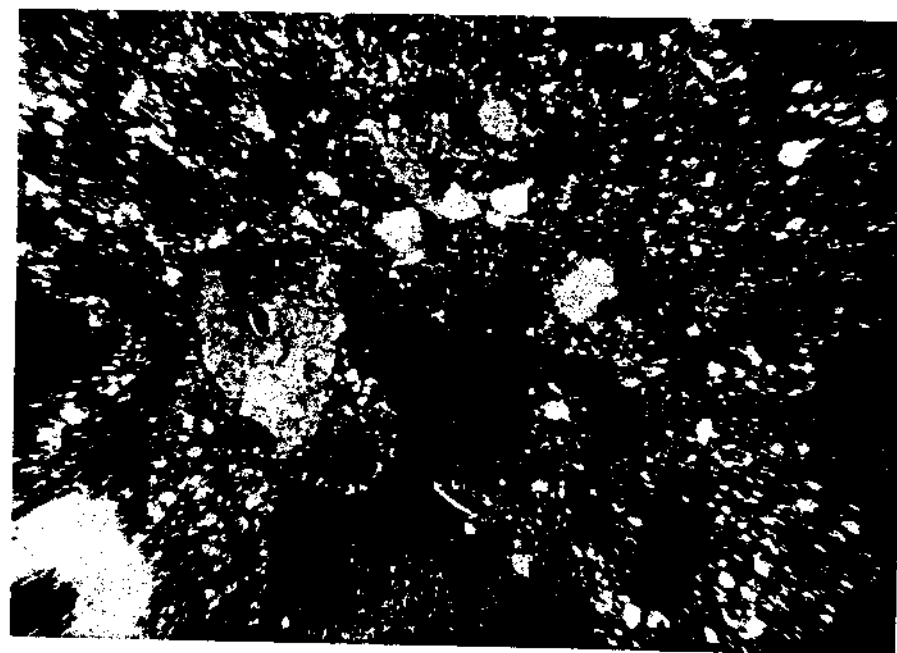


Figura 5 — Microfotografia do horizonte Ap de Vc (P. 390 — Corte n.º 8 — Nicols cruzados — x 35): vêem-se grãos de calcite e de quartzo rodeados de plasma em que há precipitações de Iwatoka e grandes vacúolos; no canto inferior esquerdo há um grão de calcite com um vacúolo no seu interior.

a qual a argiluviação foi intensa, tendo-se dado posteriormente uma recalcificação do material com carbonatos de origem externa, a qual, por permanecer, leva a classificá-lo na Ordem dos Solos Calcários.

Horizonte B (Corte n.º 16). — Este corte é muito semelhante ao do horizonte anterior com a diferença dos agregados estruturais serem de maiores dimensões e anisoformes. O aspecto saliente das concentrações periféricas de colóides («diffusion cutans», «stress cutans» ou «illuviation cutans») mantém-se. Nalguns pontos é notória uma orientação preferencial vertical dos grãos minerais e do plasma.

6.7.6 — Considerações sobre a génese

A génese dos Solos Calcários Vermelhos assemelha-se bastante à dos Solos Calcários Pardos atrás abordada. Alguns destes solos apresentam também, embora menos frequentemente que nos Pardos, acumulações de carbonatos num horizonte Cca, principalmente sob a forma de nódulos farinosos e concrecionados, formações pulverulentas e crostas não laminares.

Há porém um factor fundamental que exige agora discussão: a sua cor avermelhada.

Todos os autores concordam em que são os compostos de ferro pouco hidratados que imprimem aos solos a cor vermelha; a hematite e a oligiste anidras seriam as responsáveis pelas cores vermelhas, a «goethite» pela pardo-avermelhada e a stilpnosiderite pela cor «ocre» (63). O processo de alteração, tão frequente em climas quentes, que conduz ao desenvolvimento dessas cores nos solos é vulgarmente designado por rubefacção (39-108).

A rubefacção dos solos mediterrâneos tem sido objecto de inúmeras discussões. Agafonoff (3), Brajnikov (27), Bordas (24) Reifenberg (158), Marcelin (122) e Duchaufour (63), entre outros, ocuparam-se mais ou menos pormenorizadamente deste processo fundamental de evolução dos solos.

O avermelhamento dos solos na região mediterrânea é atribuído a duas condições principais: o clima mediterrâneo, caracterizado pela alternância de estações secas e húmidas e por relativamente baixa pluviosidade, e a decomposição dos materiais calcários de que os solos derivam.

A descalcificação ou descarbonatação parece ser um processo ligado à rubefacção mas podem formar-se solos vermelhos de materiais não calcários nas mesmas condições climáticas, como se verá adiante. Marcelin (122) afirma que os solos vermelhos não se desenvolvem a partir de calcários não compactos, os quais, sempre que as condições são favoráveis à conservação do húmus, dão origem a solos do tipo geral das Rendzinas. Tal facto não se verifica em Portugal pois são aqui frequentes os solos vermelhos (calcários ou descarbonatados e argiluvitados) derivados de calcários não compactos.

Na rubefacção, grandes quantidades de óxidos de ferro são libertadas por alteração dos minerais que contêm este elemento na sua constituição, os quais evoluem para as formas menos hidratadas já referidas nos climas com estações de grande secura. Nos calcários o ferro é frequente sob a forma de pirite, magnetite, linçonite e mesmo carbonato de ferro (42). Verifica-se até que os calcários são tanto mais ricos em ferro quanto menos elementos não carbonatados apresentem (59).

Durante a época húmida a alteração profunda das rochas liberta os óxidos férricos (e não alumina, como nos solos ferralíticos) que depois formam com a sílica coloidal, originada por hidrólise, complexos pseudo-solúveis ferri ou ferro-silícicos (158), se não existir no perfil calcário activo ou cálcio solúvel, como o demonstraram Demolon & Bastisse (53). Parece, pois, exigir-se sempre uma certa descalcificação no processo de rubefacção, o que leva a crer que na maioria dos Solos Calcários Vermelhos portugueses tenha havido, posteriormente ao avermelhamento, alguma recalcificação ou calcificação secundária por acções geológicas, erosivas ou humanas (o que pareceu evidente no estudo micromorfológico de um dos perfis, atrás apresentado). Aqueles complexos, sendo electronegativos, dispersam-se, mesmo em meio neutro ou alcalino, e podem migrar para outras partes do perfil, nomeadamente para as camadas superiores, com o auxílio da evaporação, na opinião de Reifenberg (159), a cujo movimento, porém, há que pôr muitas restrições. O húmus, formado em pequena quantidade nestes climas, não pode exercer qualquer acção de solubilização do ferro, através da formação de complexos fer-orgânicos, já pelo seu baixo teor, já porque o meio não é ácido e há floculação. Na época seca, devido à intensa evaporação, aumenta a concentração das soluções, sobretudo quanto ao cálcio, o que provoca a precipitação dos óxidos de ferro e a sua cristalização. Por desidratação mais ou menos completa e por pectização irreversível desses compostos

desenvolve-se a característica cor vermelha dos solos, que não é mascarada pelo húmus, como acontece nos solos pardos das regiões temperadas.

Os fenómenos de rubefacção são lentos e, para muitos autores, eles não se verificam presentemente na região mediterrânea senão de modo muito restrito e em áreas bem definidas como em climas mediterrâneos húmidos de altitude (136), em zonas sem vegetação em que os contrastes microclimáticos são muito acentuados, nomeadamente as encostas nuas viradas a sul, como Duchaufour constatou em Portugal em solos derivados de xistos (63), ou em baixas mal drenadas com lençol freático rico em ferro (155). Portanto parece que a maioria dos solos vermelhos das áreas de clima mediterrâneo são fósseis, não soterrados, tendo a sua rubefacção tido lugar provavelmente no Quaternário, no período Tyrrheniano (25-79), ou no Post-Würmiano pluvioso (63), em clima mais quente e húmido do que o actual, podendo dizer-se que os solos então formados serviram de material originário dos solos actuais que passaram por uma certa «estepização» (25).

Em perfis de Solos Calcários Vermelhos da Argélia, Durand (71) constatou quase sempre uma apreciável descalcificação e um certo enriquecimento em sílica e sesquióxidos dos horizontes superiores. Num dos perfis estudados o autor julgou até ter detectado duas pedogénese diferentes: a primeira, traduzida por um enriquecimento do solo em sesquióxidos e empobrecimento em cálcio e sílica por lavagem, tinha uma certa feição laterítica; a segunda, a actual, era tendente à formação dum Solo Calcário Humífero ou Rendzina Vermelha, sendo possível uma neoformação de calcário. Na primeira fase genética poderá parecer estranha a lavagem de sílica na presença de cálcio, mas o facto tem sido assinalado por vários autores, nomeadamente por Seelye et al. (172) na formação das laterites de Samoa. Durand considera que a rocha mãe destes solos é, afinal, uma «Terra Rossa» antiga.

Noutro trabalho (68) o mesmo autor refere que os Solos Calcários Vermelhos ou Pardos da Argélia são do tipo AC e neles a quantidade de carbonatos depende da rocha-mãe. O sub-horizonte superior contém mais carbonatos que o subjacente, sendo o horizonte C a mais calcária das três camadas. A acumulação superficial na primeira camada julga-se ser devida a uma adição de calcário por intermédio das plantas, quer mecanicamente, quer através dos tecidos vegetais que, após a sua incorporação no solo e decomposição, o libertam, ou ainda por um movimento devido à influência do calor húmido (por um fenómeno semelhante ao efeito

Ludwig-Soret para os sais solúveis) desde que a permeabilidade do solo seja suficiente para permitir rápidos movimentos da água. Outro fenómeno capaz de intervir nesta acumulação seria um ataque do complexo de absorção pelo anidrido carbónico da água das chuvas formando-se carbonato de cálcio que precipitaria durante as épocas muito secas e quentes. O complexo de saturação dos Solos Calcários algerianos está normalmente ligeiramente insaturado, distribuindo-se a insaturação irregularmente no perfil, embora a percentagem de cálcio de troca em relação à capacidade de troca de cationes aumente com a profundidade. O teor de argila diminui de cima para baixo, o que se julga corresponder a uma maior alteração dos minerais à superfície. O pH é sempre vizinho de 7,6 e a percentagem de matéria orgânica diminui com a profundidade, sendo os solos denominados humíferos quando o horizonte A doseia mais de 2,5 %. Constatase em todos os casos a presença de fragmentos grosseiros das rochas-mãe calcárias, que contudo parece não terem qualquer efeito na dinâmica do solo. Vê-se, pois, que algumas diferenças importantes existem entre os Solos Calcários de Portugal e da Argélia.

Boulaine (25) é de opinião que os raros solos avermelhados que existem em climas mediterrâneos áridos e semiáridos, os quais sofreram um empardecimento secundário, e que se devem classificar como Solos Calcimórficos das Estepes (castanho-avermelhados ou pardo-avermelhados), se desenvolvem de preferência sobre rochas de baixo teor de carbonatos e onde o microclima interior do solo é bastante seco para favorecer a manutenção ou mesmo a evolução dos óxidos de ferro para formas desidratadas. Diz Duchaufour (63) que é a este tipo que se podem ligar os solos vermelhos arenosos das regiões áridas da Palestina e do sul de Espanha e de Portugal, os quais pede para se não confundirem com os solos pardo-avermelhados das regiões tropicais semiáridas (pluviosidade 250 a 550 mm), descritos por Maignien (117), que estabelecem a transição entre os solos ferruginosos tropicais e os solos de estepe e são autênticos solos climáticos actuais, ao passo que aqueles foram primitivamente solos vermelhos formados em clima diferente do agora vigente.

Supomos que Duchaufour se querará sobretudo referir a alguns solos do sul do nosso País derivados de arenitos quer Litólicos, quer Calcários, mas sobretudo a estes; é possível, porém, que aí tenham também intervido factores não considerados pelo cientista francês, nomeadamente uma calcificação secundária proveniente de formações calcárias adjacentes e

uma rubefacção mais antiga do que a geralmente admitida para os solos da zona mediterrânea.

Uma hipótese ainda, apresentada por alguns autores e citada por Durand (71), é a de que os solos vermelhos encontrados na região mediterrânea não seriam mais do que um horizonte de acumulação de argila e de sesquióxidos de Solos Argiluvitados ou de Podzóis (Stremme) ou ainda de Rendzinas (Del Villar), postos à superfície por acção da erosão acelerada após destruição da cobertura vegetal original. Tal hipótese tem sido, porém, posta de lado. A micromorfologia atrás apresentada só indica a existência duma antiga argiluviação num dos perfis estudados pertencente a uma das Famílias menos frequentes no País.

Albareda e Gutierrez Rios (2) fizeram um estudo comparativo dos «Suelos Calizos» espanhóis em condições húmidas e áridas, distinguindo nestes os de cor vermelha dos não vermelhos. Para eles o processo de formação dos Solos Calcários Vermelhos espanhóis foi idêntico ao dos Solos Calcários Pardos das regiões húmidas, tendo sido unicamente a mudança das condições climáticas e de vegetação que deram origem à diferente aparência externa. Eles ter-se-iam desenvolvido inicialmente sob maior pluviosidade e sob floresta. A mudança para condições áridas e a desflorestação teriam conduzido a um rápido desaparecimento da matéria orgânica, sobretudo por falta de fornecimento desta pela floresta. A deficiência de humidade, por seu lado, interromperia o processo de acidificação e, além disso, dar-se-ia uma lavagem ascendente de uma solução rica em bases que saturaria progressivamente as argilas, mas sem lhes alterar a composição. O bicarbonato de cálcio, dissolvido na solução, converter-se-ia em carbonato à superfície, produzindo-se assim um enriquecimento deste composto nos horizontes superiores, como se verifica nos Solos Calcários Vermelhos da Espanha. O hidróxido de ferro livre, no estado de sol e provavelmente peptizado pela sílica, subiria com a solução e depositar-se-ia, por precipitação, ao evaporar-se aquela à superfície. Um ligeiro enriquecimento em SiO_2 das camadas superiores encontrado em Espanha nos Solos Calcários Vermelhos parece confirmar a teoria da peptização.

Ponderando as diversas hipóteses genéticas apresentadas e tendo em consideração várias observações de campo e de laboratório, é-se inclinado a crer que os Solos Calcários Vermelhos de Portugal tenham sofrido inicialmente uma certa descalcificação (que pode não ter sido total) e rubefacção em épocas remotas em que as condições climáticas teriam

sido particularmente favoráveis para tal, tendo-se posteriormente dado uma recalcificação ou calcificação secundária que as condições actuais não permitiram fazer desaparecer. Nos Solos Calcários que, nas mesmas regiões, se mantiveram pardos, o tipo de cobertura vegetal ou a composição mineralógica da rocha-mãe devem ter sido os factores que se opuseram à rubefacção que então actuava em toda a zona mediterrânea.

6.8 — BARROS PRETOS

Os Barros Pretos são, como anteriormente se disse, solos evoluídos, de perfil A Bc C ou A Btx C (*), de cor escura, argilosos, com apreciável percentagem de colóides minerais do grupo dos montmorilonóides que lhes imprime características especiais, tais como elevadas plasticidade e rijez, estrutura anisoforme no horizonte A e prismática no B, com presença de superfícies polidas («slickensides»), pronunciado fendilhamento nos períodos secos, curto período de boa sazão, etc.

As fendas, que se formam especialmente no Verão, chegam a atingir mais de 25 cm de largura e vão, às vezes, em profundidade, para além do meio do «solum». Por elas penetra algum do solo superficial e as águas que caem antes de se dar o característico inchamento provocado pela elevada expansibilidade das suas argilas. Esta água que assim se infiltra, muito mais do que a que penetra através de toda a massa do solo, é a causa principal da formação das superfícies polidas. Com efeito o humedecimento do subsolo efectuado desta forma provoca a sua expansibilidade; havendo material seco por cima e por baixo dessa camada, torna-se mais fácil o deslizamento das faces estruturais entre si, formando-se assim superfícies polidas ou «slickensides» que se interceptam em várias direcções.

A literatura científica em que se tratam solos semelhantes a estes refere-se frequentemente a intensos processos de «self-mulching» e «self-swallowing», isto é, ao escoamento pelas fendas do solo dos agregados superficiais pulverizados previamente, entrando-se nas camadas inferiores quantidades apreciáveis do horizonte A1. O fenómeno parece ser pouco frequente no nosso país, pois os perfis observados nada indicam

(*) As definições de Bc e Btx foram dadas no Capítulo 5.

sobre ele. A presença dum microrelevo do tipo «gilgai», também muitas vezes descrito como característico destes solos, não tem sido também registada em Portugal.

A vegetação natural em solos semelhantes doutros países é composta de gramíneas ou herbáceas anuais, podendo aparecer dispersas algumas espécies arbóreas resistentes à secura, tais como «Eucalyptus», «Acacia», «Juniperus» e «Prosopis» (187).

Os fenómenos de contracção e expansão, de fendilhamento e de deslizamento, tão comuns nestes solos, bem como o seu fácil deslocamento em massa, mesmo em declives suaves, torna-os instáveis e levanta alguns graves problemas. É vulgar encontrarem-se inclinados as sebes, os postes de fios telefónicos e telegráficos e até as árvores neles colocados; os pavimentos partem-se e deslocam-se lateralmente; as fundações dos edificios, se não atingem a rocha compacta, podem rachar, o mesmo sucedendo a canalizações porventura pouco resistentes (187).

O seu curto período de sazão obriga a uma grande concentração de maquinaria agrícola para que os trabalhos aratórios possam ser feitos convenientemente. As máquinas têm que ser poderosas, portanto caras, devido à sua textura pesada, estrutura grosseira e elevadas plasticidade e tenacidade.

A textura argilosa e a relativamente baixa permeabilidade tornam os Barros Pretos muito susceptíveis à erosão. Mesmo em declives muito suaves ela é notória e acima de 8 % os perfis encontram-se frequentemente decapitados.

Nas zonas planas surgem quase sempre problemas de drenagem de muito difícil solução.

Não obstante todas as deficiências apontadas, estes solos possuem grande fertilidade, conseguido-se deles produções muito elevadas que, nalguns casos, até encorajam a adopção de práticas e rotações mais encaaminhadas para a obtenção de rápidos e quantiosos lucros do que para uma conservação racional da terra.

6.8.1 — Descrição-geral das Famílias

Os Barros Pretos subdividem-se, como já se referiu, em Barros Pretos Calcários e Não Calcários consoante apresentam ou não carbonatos em todo ou em parte do perfil. Os primeiros dividem-se ainda em Muito

ou Pouco Descarbonatados conforme os carbonatos foram arrastados totalmente para o horizonte C ou ainda persistem no horizonte B, principalmente sob a forma de concreções.

São as seguintes as 4 Famílias definidas até ao presente momento, cujas descrições se apresentam adiante:

Barros Pretos Não Calcários:

— de dioritos ou gabros (Bp)

Barros Pretos Calcários Muito Descarbonatados:

— de dioritos ou gabros (Bpc)

Barros Pretos Calcários Pouco Descarbonatados:

— de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cp).

Barros Pretos Calcários Não decarbonatados:

— de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cpc)

Barros Pretos Não Calcários de dioritos ou gabros (Bp)

Horizonte Ap — 20 a 40 cm; pardo-acinzentado muito escuro ou castanho (tonalidades compreendidas entre 10 YR e 7,5 YR); argiloso, por vezes franco-argiloso; estrutura anisoforme angulosa média a grosseira forte composta de granulosa média moderada; firme e rijo ou extremamente rijo; fendilha quando seca; efervescência nula ou CIH; pH 6,5 a 7,5.

Transição nítida para

Horizonte B — 10 a 60 cm; idêntico ao anterior mas de estrutura prismática média ou grosseira forte apresentando películas

de argila nas faces dos agregados; com superfícies polidas («slickensides»); pH 6,5 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte BC — 10 a 15 cm; mistura de material idêntico ao das camadas anteriores com saibro ou fragmentos prismáticos provenientes da desagregação da rocha-mãe; pH 6,5 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: saibro e/ou fragmentos prismáticos provenientes da meteorização de dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas.

Barros Pretos Calcários Muito Descarbonatados de dioritos ou gabros (Bpc)

Horizonte Ap — 20 a 40 cm; pardo-acinzentado muito escuro ou castanho (tonalidades compreendidas entre 10 YR e 7,5 YR); argiloso; estrutura anisoforme angulosa média a grosseira forte composta de granulosa média moderada; firme e rijo ou extremamente rijo; fendilha quando seca; efervescência nula ao CIH; pH 6,5 a 8,0.

Transição nítida para

Horizonte B — 10 a 60 cm; idêntico ao anterior mas de estrutura prismática média ou grosseira forte e apresentando películas de argila nas faces dos agregados; com superfícies polidas («slickensides»); pH 7,0 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte B Cca — 10 a 15 cm; mistura de material idêntico ao das camadas anteriores com calcário friável; argiloso mais ou menos calcário; estrutura prismática média ou grosseira forte; a percentagem de carbonatos aumenta com a profundidade; pH 7,0 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte C e Cca — Material originário: mistura de calcário friável com dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas muito meteorizados.

Barros Pretos Calcários Pouco Descarbonatados de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cp)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo-acinzentado-escuro ou muito escuro ou cinzento muito escuro ou castanho (tonalidades entre 10 YR e 7,5 YR, por vezes 2,5 Y); argiloso; estrutura granulosa grosseira forte ou anisoforme angulosa média a grosseira forte composta de granulosa média a grosseira moderada a forte; firme e rijo ou extremamente rijo; fendilha quando seca; por vezes com pequenas concreções ou acumulações esféricas brandas de calcário; efervescência nula ou CIH, excepto nas porções calcárias; pH 7,0 a 8,5.

Transição nítida para

Horizonte B — 45 cm a mais de 1,5 m; cor idêntica à do horizonte Ap; argiloso; estrutura prismática grosseira forte; com películas de argila contínuas e espessas nas faces dos agregados; com superfícies polidas («slickensides»); firme e rijo ou extremamente rijo; com concreções e acumulações de calcário cujo número e tamanho aumentam com a profundidade, chegando a predominar na massa do solo; por vezes estas porções calcárias não aparecem na parte superior do horizonte; pH 7,0 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte B Cca — 10 a 25 cm; mistura de material idêntico ao da porção superior do horizonte B com calcário friável e/ou concrecionado e com fragmentos de rocha-mãe; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte C e Cca — Material originário: mistura de calcário friável com rocha eruptiva básica em meteorização, que se desagrega em fragmentos arredondados, ou grés argilo-calcário ou marga.

Barros Pretos Calcários Não Descarbonatados de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cpc)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; pardo-acinzentado-escuro ou muito escuro ou castanho (tonalidades entre 10 YR e 7,5 YR, por vezes 2,5 Y); argiloso calcário; estrutura granulosa média ou grosseira forte ou anisoforme angulosa média a grosseira forte composta de granulosa média a grosseira moderada a forte; firme e rijo ou extremamente rijo; fendilha quando seca; por vezes com pequenas concreções ou acumulações esféricas brandas de calcário; efervescência ligeira ou viva ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida para

Horizonte B — 45 cm a mais de 1,5 m; cor idêntica à do horizonte Ap; argiloso; estrutura prismática grosseira forte; com películas de argila nas faces dos agregados; com superfícies polidas («slickensides»); firme e rijo ou extremamente rijo; com concreções e acumulações de calcário cujo número e tamanho aumentam com a profundidade; efervescência ligeira ou viva ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte B Cca — 10 a 50 cm; mistura de material idêntico ao da porção superior do horizonte B com calcário friável e/ou concrecionado e com fragmentos de rocha-mãe; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte C e Cca — Material originário: mistura de calcário friável com rocha eruptiva básica em meteorização ou grés argilo-calcário ou marga.

Os Barros Pretos desenvolvem-se em relevo normal, por vezes sub-normal.

A região onde abundam é sobretudo a que vai de Ferreira do Alentejo a Serpa, passando por Beja.

As quatro Famílias descritas correspondem, quase na totalidade, os solos denominados Barros Frios por Mira Galvão (78); as duas últimas (Cp e Cpc) incluem, porém, uma parte dos que o mesmo autor designa por Barros Pretos Finos.

Na Figura 6 apresenta-se um perfil de Barros Pretos Calcários Muito Descarbonatados de dioritos ou gabros (Bpc) fotografado nos arredores de Beja.

6.8.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Dados analíticos respeitantes a 5 perfis, dois da primeira Família descrita, dois da segunda e um da terceira, são apresentados no Quadro 21.

A textura destes solos é pesada, sendo acentuado o predomínio das percentagens de argila e limo sobre as das areias. Os horizontes B têm sempre um teor de argila superior ao dos suprajacentes; parte dessa argila é iluvial, como o demonstra o estudo micromorfológico, mas outra, talvez a maior, é formada «in loco». Os Barros Pretos são pobres em matéria orgânica; esta tende a decrescer gradualmente com a profundidade. As relações C/N são baixas ou muito baixas, indicadoras de grande actividade biológica, e diminuem em geral com a profundidade, nuns casos rapidamente, noutros gradualmente. A percentagem de ferro livre, embora sempre baixa, é maior nos horizontes superficiais, sujeitos a mais intensa alteração; não se verifica, pois, uma migração descendente desse elemento ou, se se dá em conjunto com a argila silicatada que, nalguns casos, seguramente se deslocou, processa-se em quantidades mínimas que não chegam para inverter a distribuição resultante duma maior alteração superficial.

A capacidade de troca de catiões é elevada, o que se explica não só pela quantidade mas também pela qualidade dos materiais que constituem a fracção argilosa. O cálcio é o ião nitidamente dominante; contudo o magnésio atinge percentagens relativamente muito elevadas, imprimindo, por isso, aos horizontes, um carácter de «Solonetz» magnésífero (71). Comparativamente, os teores de potássio de troca são baixos (excepto no

QUADRO 21

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE BARROS PRETOS

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Cátions permutáveis (m.e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Bp - 41	7221	Ap	0-30		7,8	25,0	21,6	45,6	0,65	0,37	0,050	7,4	0,76	0,0	6,7	18,30	7,30	0,27	0,51	2,90
	7222	B	30-45		6,9	24,6	18,5	50,0			0,045		0,71	0,0	7,0	22,60	5,60	0,14	0,55	2,20
	7223	BC	45-65		11,1	19,7	21,5	47,7			0,061			0,0	7,1	17,60	8,00	0,14	0,58	2,50
Bp - 57	7230	Ap	0-25		18,6	26,0	19,7	35,7	1,24	0,72	0,070	10,3	0,47	Vest.	7,3	21,00	4,80	0,96	0,41	0,00
	7231	B	40-65		14,9	29,6	17,1	38,4	1,15	0,67	0,070	9,6	0,39	Vest.	7,9	23,70	6,40	0,54	0,52	0,00
Bpc-153	7207	Ap	0-25		7,3	24,0	17,7	51,0	1,34	0,77	0,086	8,6	0,71	0,1	7,6	25,10	5,00	0,30	0,81	2,50
	7208	B	35-50		7,6	17,9	16,7	57,8	0,25	0,15	0,031	4,8	0,45	Vest.	7,6	18,30	3,00	0,30	0,95	2,20
	7209	B Cca	60-75		10,0	11,3	17,1	61,6					0,22	21,5	7,9	26,30	4,70	0,30	1,60	2,20
	7210	Cca C	80-100		38,5	33,1	10,9	17,5					0,11	42,0	8,2					
Bpc-155	7181	Ap	0-25		5,7	32,2	19,3	42,8	0,98	0,57	0,077	7,4	0,40	Vest.	7,8	13,20	4,50	0,30	0,97	2,60
	7182	B	40-65		7,7	27,0	17,4	47,9	1,05	0,61	0,079	7,7	0,37	Vest.	8,0	16,50	9,00	0,30	0,99	2,10
	7183	B Cca	70-85		15,8	26,7	15,7	40,8	0,64	0,37	0,044	8,4	0,23	3,1	8,3	17,10	10,50	0,03	1,25	1,80
	7184	Cca C	95-120		34,0	25,3	18,1	22,6					0,27	31,0	8,5	15,80	9,40	Vest.	1,50	0,00
Cp-160	7218	Ap	0-25		8,3	19,9	22,2	49,6	1,60	0,94	0,080	11,4	0,25	Vest.	7,5	17,10	5,90	0,30	0,98	2,00
	7219	B	45-70		8,1	14,9	17,6	59,4	0,98	0,57	0,050	11,4		Vest.	7,8	19,00	11,30	0,01	1,18	2,00
	7220	B Cca	80-105		8,3	14,2	15,5	62,0	0,86	0,50	0,050	10,0	0,37	0,9	8,0					1,60
	7195	Cca C	115-140		7,2	11,9	17,3	63,6	0,70	0,41			0,34	1,4	8,1					0,70

B

QUADRO 21

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE BARROS PRETOS

A

H	S m. e /100 g	T m. e /100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansão %	Estabilidade da microestrutura		Capacidade máxima para a água %	Água a pH 2,0 %	Água a pH 2,7 %	Água a pH 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C M. para água			Middl	Alten						Inicial	Constante
2,90	26,38	29,28	90,1	1,26	1,07	49,80	17,40	10,06	99,00	46,50	44,50	32,70	18,00	26,50	0,74	0,60
2,20	28,89	31,09	92,9	1,20	1,04	49,10	15,40	7,44	99,40	47,30	35,70	30,30	18,80	16,90	0,60	0,74
2,50	26,32	28,82	91,3	1,22	1,05	44,70	16,07	5,52	98,70	42,80	36,80	30,80	18,60	18,20	0,56	0,76
0,00	27,17	27,17	100,0	1,30	1,16	46,30	13,05	10,05	98,30	40,20	29,90	27,40	13,20	16,70	1,27	1,59
0,00	31,16	31,16	100,0	1,28	1,13	47,70	12,90	8,53	98,70	42,30	31,50	29,10	14,70	16,80	1,13	1,73
2,50	31,21	33,71	92,6	1,15	0,98	56,30	17,50	5,50	99,20	57,60	39,80	34,90	21,40	18,40	3,95	2,84
2,20	22,55	24,75	91,1	1,13	0,95	48,70	19,20	5,43	99,30	51,60	43,40	39,70	24,70	18,70	0,70	1,05
2,20	32,90	35,10	93,7	1,10	0,93	50,90	17,53	5,75	98,30	54,60	45,10	40,90	22,10	23,00	2,32	1,25
				1,28	1,19	47,70	7,60	31,80	88,30	40,20	34,90	26,70	13,40	21,50	1,47	1,57
2,60	18,97	21,57	87,9	1,21	1,06	51,40	14,00	10,45	97,80	48,50	35,60	30,30	16,50	19,10	1,07	0,57
2,10	26,79	28,89	92,7	1,23	1,08	51,40	14,40	10,60	98,50	47,90	38,60	34,20	18,80	19,80	0,32	0,46
1,80	28,88	30,68	94,1	1,11	0,97	54,40	15,03	10,25	98,00	56,50	45,70	40,10	23,70	22,00	0,60	0,92
0,00	26,70	26,70	100,0	1,08	1,01	51,20	6,13	20,40	92,90	50,40	39,70	31,50	18,20	21,50	2,95	3,24
2,00	24,28	26,28	92,4	1,22	1,04	50,50	18,08	9,70	98,80	49,00	37,90	34,00	18,60	19,30	1,23	2,14
2,00	30,49	32,49	93,8	1,22	1,03	52,20	18,20		99,00	50,70	39,70	38,10	20,30	19,40	0,29	0,35
1,60	30,20	31,80	95,0	1,15	0,97	49,20	19,20	8,86	98,90	51,20	43,70	36,70	22,00	21,70	0,14	0,17
0,70	48,60	49,30	98,6	1,19	1,02	38,90	16,63	9,40	99,00	38,20	44,60	39,90	20,50	24,10	0,12	0,35

B

perfil n.º 57 de Bp) e os de sódio bastante altos. O grau de saturação varia entre 90 e 100 % e a reacção do solo é neutra ou ligeiramente alcalina.

A expansibilidade é elevada devido à natureza dos colóides minerais. A microestrutura é muito estável. A capacidade de campo é sempre muito elevada, o mesmo acontecendo à percentagem a pF 4,2. Não obstante, a capacidade utilizável nos 50 cm superiores do solo é muito alta, excedendo sempre os 100 mm, o que contraria opiniões de alguns autores. A porosidade da terra fina é apreciável e a permeabilidade mostra-se moderada a lenta, a qual atinge certamente valores mais baixos em condições naturais e após o encerramento por humedecimento das fendas abertas nos períodos secos.

6.8.3 — Mineralogia da areia fina

Os resultados da análise mineralógica da areia fina de três perfis, um de cada uma das Famílias descritas, são apresentados no Quadro 22.

Os Barros Pretos possuem uma substancial reserva mineral. Na fracção leve os feldspatos predominam às vezes sobre o quartzo. Na fracção pesada, cuja percentagem é elevada, chegando a exceder a terça parte de toda a areia fina, há minerais pouco estáveis, tais como a hornblenda, a augite, a diálage e a clorite.

A aplicação do índice $Wrh = (Zircão + Turmalina) / (Anfíbolos + Piroxenas)$, proposto por Ruhe (170), mostra que, em geral, a meteorização é mais forte nos horizontes superiores, decrescendo a sua intensidade com a profundidade. Apenas no perfil de Bp essas diferenças não parecem significativas.

No horizonte B Cca do perfil de Cp parece existir uma «suite» mineralógica diferente da dos outros horizontes. Como porém se não dispõe da análise do horizonte B será prudente não deduzir quaisquer conclusões prematuras, embora se considere inteiramente plausível que estes solos sofram uma certa coluviação, uma vez que frequentemente se formam na base das encostas.

QUADRO 22

ANÁLISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE BARROS PRETOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada														
				%	Peso g	Quartzo	Feldsp.	%	Peso g	Horn.	Zir.	Aug.	Mosc.	Turm.	Est.	Dial.	Clor.	Opacos						
Bp - 57 ...	7230	Ap	4,279	2,583	60,36	75	25	1,696	39,64	14	8	32	—	—	—	—	—	—	46	46				
	7231	B	4,060	2,620	64,53	75	25	1,440	35,47	14	10	33	—	—	—	—	—	—	—	46				
	7181	Ap	2,665	2,054	77,07	25	75	0,611	22,93	24	2	—	—	3	—	—	—	—	26	42				
	7182	B	4,727	3,220	68,12	25	75	1,507	31,88	19	3	—	—	—	—	—	—	—	—	42				
Bpc-155 ...	7183	B Cca	3,787	3,643	96,20	×	×	0,144	3,80	20	—	—	—	—	—	—	—	1	—	13				
	7184	Cca C	3,037	2,629	86,57			0,408	13,43	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11				
	7218	Ap	4,078	3,028	74,25	48	52	1,050	25,75	24	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	7219	B																		—				
Cp - 160 ...	7220	B Cca	3,626	2,777	76,59	45	55	0,849	23,41	12	5	41	2	—	—	—	—	—	—	40				
	7195	Cca C	3,689	3,138	85,06	50	50	0,551	14,94	14	5	—	—	—	—	—	—	—	—	48				

Feldsp. — feldspatos; Horn. = hornblenda; Zir. = zircão; Aug. = augite; Mosc. = moscovite; Turm. = turmalina; Est. = estena; Dial. = diátese; Clor. — clorite; Opacos = significa presença de um mineral de que não foi possível determinar a percentagem.

6.8.4 — Mineralogia da argila

Os resultados da análise química dos colóides minerais dos horizontes B dos 5 perfis de que se apresentaram dados analíticos físicos e químicos estão reunidos no Quadro 23. A análise térmica diferencial dos mesmos materiais e ainda dos horizontes A e B dum perfil (n.º 318) da Família de símbolo *Bpc* é apresentada no Gráfico 5 e os valores extraídos do radiograma dos colóides minerais do horizonte B do perfil n.º 153 pode ver-se no Quadro 24.

Todas as técnicas de identificação das argilas utilizadas no estudo destas amostras concluíram pela presença dominante de montmorilonóides associados possivelmente a ilites e/ou caulinites.

A análise química, além de indicar um acentuado carácter sialítico, mostra que os colóides são certamente do grupo 2:1 (92).

A capacidade de troca de catiões, estimada com base nas percentagens de matéria orgânica e de argila, atribuindo a esta o exclusivo dos fenómenos de adsorção, varia entre cerca de 50 e 100 m. e./100 g.

A análise térmica diferencial revela nitidamente a presença de montmorilonóides e possivelmente ilite, embora nalguns casos de especial acentuação do pico endotérmico de 520°C seja admissível a presença de caulinite.

O radiograma efectuado apresenta as riscas da montmorilonite com elevadas intensidades; aparecem, porém, algumas riscas mais fracas da ilite (4,45 — praticamente coincidente com a da montmorilonite — 3,35 e 2,57 Å) que, apesar de faltar a de 10 Å, permitem supor a existência deste mineral.

6.8.5 — Micromorfologia

Prepararam-se cortes delgados dos dois primeiros horizontes do perfil n.º 155 (*Bpc*) e dos três primeiros horizontes do perfil n.º 160 (*Cp*), cujo estudo se descreve a seguir.

Bpc — Perfil 41

Horizonte Ap (Corte n.º 41). — O «fabric» deste horizonte é porfirítico do tipo porfiro péptico, em transição para plectoamítico (106).

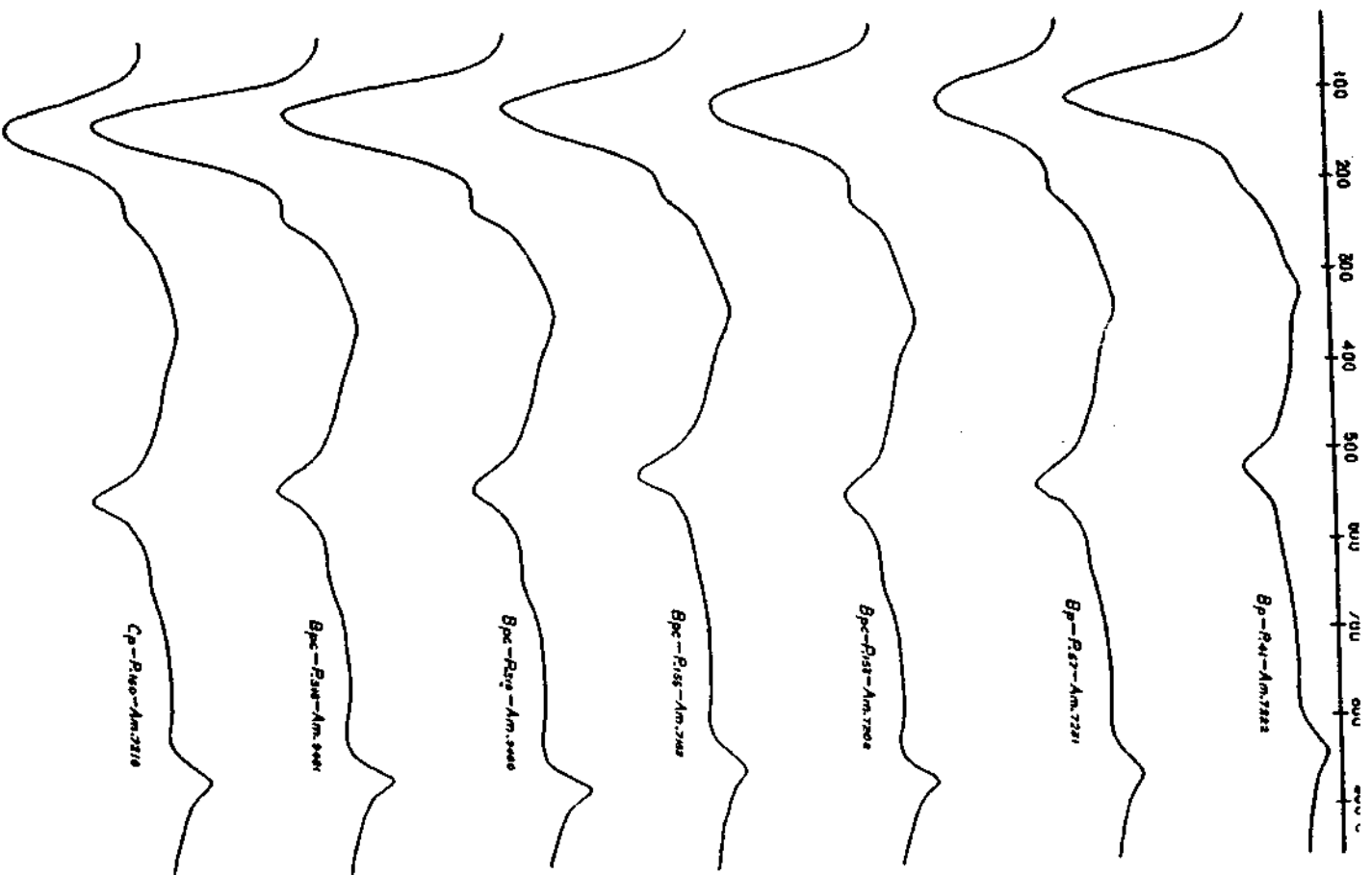


GRAFICO 5
*Análise térmica diferencial dos colóides
minerais de Barros Pretos*

QUADRO 23

ANALISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE BARROS PRETOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Bp - 41 ...	7222	B	30-45	9,10	11,30	47,90	32,50	8,50	23,40	0,60	2,7	3,5	15,0	0,25
Bp - 57 ...	7231	B	40-65	8,65	11,65	47,70	31,00	5,78	24,62	0,60	2,8	3,3	21,8	0,15
Bpc-153 ...	7208	B	35-50	4,45	11,95	49,80	27,40	15,23	12,17	Vest.	3,8	6,9	8,7	0,79
Bpc-155 ...	7182	B	40-65	4,65	11,35	48,00	29,30	8,90	20,40	Vest.	3,1	3,9	14,4	0,27
Cp -160 ...	7219	B	45-70	5,55	11,90	49,00	32,00	8,32	21,65	2,13	2,9	3,9	15,8	0,25

QUADRO 24

VALORES DE d E I
EXTRAIDOS DO RADIO-
GRAMA DOS COLÓI-
DES MINERAIS DE UM
BARRO PRETO

Bpc - P. 153 - Am. 7208

d (Å)	I
15	10
4,45	8
3,35	1
3,20	1
2,95	1
2,70	1
2,57	1
1,69	3
1,51	6

Os grãos minerais, das fracções areia fina, limo e, em menor proporção, de areia grossa, de feldspatos, quartzo, hornblenda, diálage e outros, encontram-se imersos numa massa densa. Nas zonas de fractura ou quando os grãos se encontram isolados, estes continuam, mesmo assim, a estar rodeados de plasma, como que tendo sido arrancados à força da massa consistente em que se encontravam metidos.

O plasma é castanho-escuro com muitas manchas negras de forma arredondada. Estas são constituídas por óxidos de ferro, cobrindo ou não argila silicatada, mostrando-se avermelhadas à luz reflectida, e por matéria orgânica, possivelmente formando complexos com os colóides minerais. A parte castanha é, sem dúvida, argila, principalmente do grupo dos montmorilonóides. Pode dizer-se que as duas partes se distribuem em percentagens sensivelmente iguais.

Nas faces de alguns agregados notam-se películas de argila descontínuas e pouco espessas que poderão ser dos tipos «illuviation cutans» ou «stress cutans» (34).

A porosidade é relativamente elevada, mais à custa dos espaços entre os agregados estruturais do que de vacúolos no interior destes, que são pouco frequentes.

Horizonte B (Corte n.º 42). — O «fabric» deste horizonte é porfirítico, do tipo porfiropéptico, em transição para plectoamíctico (106), semelhante ao do horizonte Ap (Figura 7).

O plasma é predominantemente negro mas com manchas de cor parda ou castanha e outras de cor vermelha. A parte negra, isotrópica, mantém-se negra à luz reflectida, devendo ser constituída pelos complexos argila-húmus responsáveis pela cor do solo. A parte parda ou castanha é birrefringente, mostra-se às vezes orientada, correspondendo a minerais da argila que certamente não formaram complexos com o húmus. A parte vermelha, isotrópica, mostra-se avermelhada à luz reflectida, pelo que deve ser essencialmente composta de óxidos de ferro, talvez hematite, cobrindo ou não minerais da argila. Uma estimativa das percentagens relativas das três partes distintas do plasma apurou que a parte negra corresponde a 85 %, a parte vermelha a 10 % e a parda ou castanha apenas a 5 %.

Nas faces de alguns agregados, em paredes de canaliculos do solo, vêem-se algumas acumulações orientadas de colóides, não muito espessas, que poderão ser do tipo «illuviation cutans» (34), isto é, películas de argila, ou do tipo «stress cutans», correspondendo a «slickensides».

A porosidade é bastante menor neste horizonte do que no anterior, sendo evidentes algumas fendas de contracção provocadas por secagem.

Cp — Perfil 160

Horizonte Ap (Corte n.º 43). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico (106). Os grãos minerais, muito abundantes, sobretudo das fracções areia fina e limo e em que se podem identificar feldspatos, quartzo, hornblenda e diálage, encontram-se imersos numa massa densa que, todavia, apresenta numerosas fendas ou canaliculos muito estreitos de contracção, normalmente não lineares, rodeando minúsculos agregados mais ou menos arredondados.

O plasma é predominantemente negro, não muito opaco, frequentemente com tons pardos ou acastanhados. Com os Nicols cruzados verifica-se que em parte é isotrópico, correspondendo então, provavelmente, aos complexos argila-húmus responsáveis pela cor do solo, e em parte anisotrópico

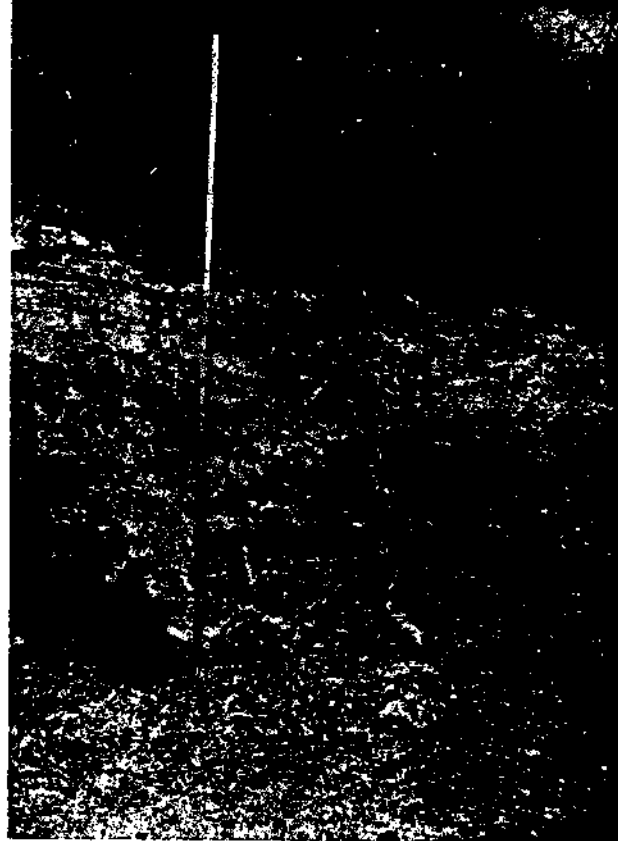


Figura 6 — Perfil de um Barro Preto Calcário Muito Descarbonatado de dioritos ou gabros (Bpc — na estrada de circunvalação da cidade de Beja).

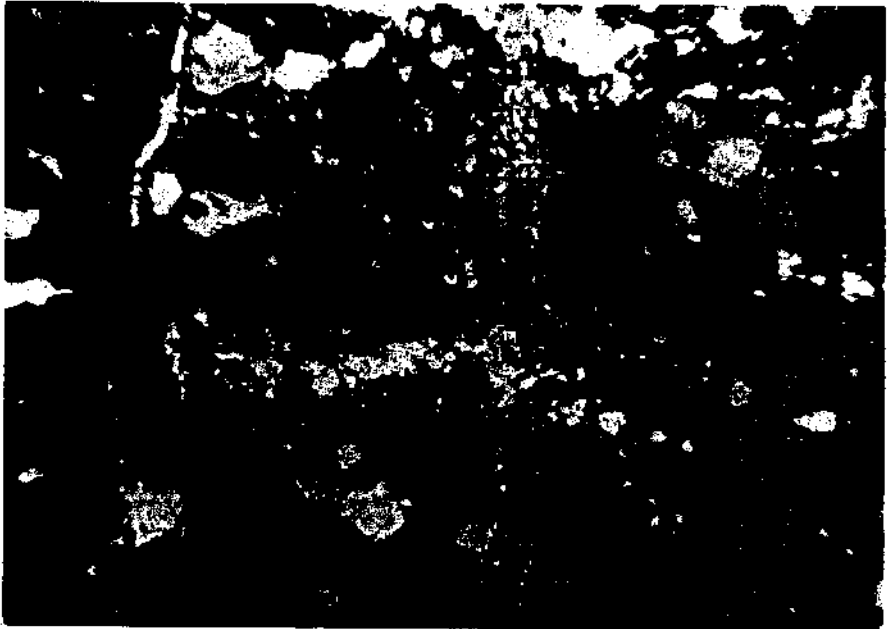


Figura 7 — Microfotografia do horizonte B de Bpc (P. 41 — Corte n.º 42 — Nicols paralelos — $\times 35$). «fabric» porfirítico; grãos minerais imersos num plasma negro.

com extinção mais ou menos difusa, a qual deve ser constituída por minerais da argila. Por meio de grande ampliação verifica-se que na porção anisotrópica existe grande quantidade de partículas de limo metidas na argila.

Não se observaram orientações preferenciais dos grãos minerais ou do plasma, nem concreções ferruginosas ou calcárias, nem películas de argila.

Horizonte B (Corte n.º 44). — Existem grandes semelhanças entre o aspecto deste corte e o do horizonte Ap.

O «fabric» é idêntico mas o plasma é agora todo negro, sem tons pardos ou acastanhados. A sua parte anisotrópica, embora da mesma constituição, parece menos abundante, pelo que se pode concluir que o plasma é, na quase totalidade, constituído por complexos argila-húmus. O esqueleto mineral, relativamente ao plasma, é menos abundante do que no horizonte anterior.

Os agregados são muito maiores e anisoformes. A porisidade é menor, não se observando aquela rede de fendas curvilíneas que existiam no primeiro horizonte. Há, sim, canaliculos mais ou menos rectilíneos separando os agregados. Nas paredes de alguns deles vêem-se, com forte ampliação, muito pouco espessas películas de argila contínuas ou descontínuas, dos tipos «illuviation cutans» ou «stress cutans» (34).

Algumas pequenas concreções calcárias subangulosas de diâmetro geralmente inferiores a 1 mm foram observadas neste corte.

Horizonte B Cca (Corte n.º 46). — A tendência que já se notara ao passar-se do horizonte Ap para o B acentua-se neste horizonte. O plasma é inteiramente negro, muito denso, todo ele praticamente isotrópico. Os complexos argila-húmus dominam, portanto, em absoluto. -

Os agregados são ainda maiores mas de formato semelhante aos do horizonte B.

A fracção argila é a mais abundante, sendo apreciavelmente menor a quantidade de grãos minerais. Vêem-se algumas partículas romboédricas de calcite e poucas concreções calcárias subangulosas de diâmetro inferior a 1 mm.

Nas paredes dos canaliculos rectilíneos que separam os agregados observam-se algumas películas de argila muito pouco espessas, contínuas nuns casos e descontínuas noutros, dos tipos «illuviation cutans» ou «stress cutans» (34).

Os Barros Pretos formam-se a partir de rochas básicas em clima pouco húmido e sob condições de drenagem relativamente deficientes. No meio predominam, pois, condições alcalinas e silicatos de alumínio com elevados teores de sílica, cálcio, magnésio e ferro, tudo favorecendo portanto a síntese de minerais da argila do tipo 2:1, especialmente do grupo dos montmorilonóides. As plagioclases mais ou menos cálcicas, as piroxenas e as anfíbolas presentes bem como alguns outros minerais acessórios libertam, por alteração química, sílica em quantidade apreciável que pode manter-se no perfil devido à deficiente acção de lavagem; o ferro e o alumínio são também mobilizados mas mantêm-se precipitados sob a forma de hidróxidos; os alcalinos e alcalino-terrosos libertados ficam, da mesma forma, na zona de alteração em virtude da fraca intensidade da lavagem. Tudo se conjuga assim para a síntese de minerais da argila do tipo 2:1, com cálcio, magnésio e potássio na malha cristalina, os quais podem originar complexos organo-minerais nas condições naturais.

Conforme afirmam Singh (183-184) e Duchaufour (63), é a presença nestes solos de complexos montmorilonite-húmus ou ilite-húmus a responsável pela sua cor negra. Outrora muitos autores supuseram que essa cor lhes era dada por elevada percentagem de matéria orgânica ou de manganês. Já porém em 1934 Theron & Van Niekerk (193), estudando os «Black Turf soils» da África do Sul, afirmavam que, ao contrário do que muitos diziam, a natureza dos minerais da argila e o estado de humificação, ou seja, a natureza dos compostos orgânicos (e não o seu teor) se podiam considerar os responsáveis pela cor negra destes solos. As diferenças dos compostos orgânicos foram por eles detectadas através da determinação dos valores do «carbono resistente» e do «azoto resistente» e das respectivas razões, que verificaram ser sempre muito mais elevadas nestes solos negros que nos doutras cores. Concluíram também que a cor negra estava associada a uma concentração de cálcio e magnésio suficientemente elevada para reduzir a proporções mínimas os iões monovalentes, incluindo o hidrogenião.

Mohr & Van Baren (139) perfilharam inteiramente as opiniões de Theron & Van Niekerk em relação aos «Margalitic soils» da Indonésia.

Del Villar, em 1949 (201), ao estudar os «Tirs» de Marrocos, concluiu que a cor negra destes solos não era devida à percentagem de matéria orgânica nem à de manganês, mas sim ao facto do meio em que eles

se desenvolviam ser anaeróbio e redutor; quando o meio passava a aeróbio e oxidante não se formavam «Tirs» mas sim Solos «Dunar» de cores vermelhas.

Albareda et al (1) também não encontraram qualquer relação entre a quantidade e o estado do manganês nas Terras Negras da Andaluzia e a sua cor, a qual atribuíram à qualidade (e não à quantidade) do húmus presente, constituído em grande parte por ácidos húmicos estabilizados pelo cálcio.

D'Hoore (56), na sua Carta de Solos de África, considera os «Sols à argiles foncées» como podendo ser de dois tipos: automórficos e topomórficos ou das depressões. Os primeiros seriam formados «in situ» directamente a partir de rochas eruptivas básicas, e os segundos apareceriam em depressões para onde convergiam soluções carregadas de cálcio e magnésio das vertentes vizinhas, tornando-se assim o meio favorável à síntese de montmorilonóides e à formação de tais solos. Embora não deixando de reconhecer que nalguns locais, sobretudo em pequenas depressões onde os Barros Pretos são considerados mais «frios», isto é, de mais deficiente drenagem, há uma certa tendência para a formação de solos topomórficos, a grande maioria destes solos são, no nosso País, de origem automórfica.

O processo de formação dominante dos Barros Pretos é a calcificação (39) que consiste numa perda pequena de sílica com consequente formação de argilas de elevada relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, geralmente do grupo dos montmorilonóides, que se complexam intimamente com o húmus; o complexo de absorção resultante apresenta elevada capacidade de troca de catiões e está saturado principalmente com cálcio e magnésio; não há argiluviação, mas apenas lavagem parcial dos alcalino-terrosos que se acumulam, por vezes, nos horizontes inferiores. Nos solos portugueses estudados observa-se porém uma ligeira migração da argila.

Nos Barros Pretos Não Calcários os carbonatos provenientes da decomposição de alguns minerais da rocha-mãe foram totalmente arrastados para fora do seu perfil. Nos solos das restantes Famílias esses carbonatos, em geral adicionados a outros de origem geológica, não desapareceram de todo e acumularam-se algures na base e/ou no meio do perfil por um processo idêntico ao referido para os Solos Calcários.

Segundo Del Villar (200) a calcificação destes solos ter-se-ia dado em duas épocas distintas: uma actual, que se continua, e outra atribuível a uma época climática pretérita, do período post-glaciar xerotérmico.

Nas Famílias dos Barros Pretos Calcários os carbonatos acumulam-se no horizonte Cca (Bpc) ou já no horizonte B sob a forma de concreções (Cp e Cpc). Estas concreções parecem resultar da redeposição de carbonato de cálcio juntamente com outras partículas de solo. É muito provável que a menor permeabilidade do subsolo da Família dos Barros Pretos Calcários Pouco Descarbonatados seja a responsável pela menor deslocação em profundidade desses carbonatos e pela sua deposição em concreções.

Singh & Lal (185) estudaram as concreções de carbonato de cálcio, ou «kankar», de solos semelhantes da Índia. Investigaram a sua quantidade em várias fracções granulométricas e a sua composição química. Constataram que o «kankar» aparecia sob grande variedade de formas, tamanhos, cores e durezas, variando esta última com a idade do perfil e com a porosidade das próprias concreções. A porosidade foi avaliada pelas densidades real e aparente. O desenvolvimento do perfil foi determinado por meio do grau de lavagem, calculado com base na distribuição do carbonato de cálcio no perfil. Um perfil jovem seria aquele em que se não notava lavagem; a pequena maturidade era indicada por uma certa perda de Ca CO_3 no horizonte suprajacente ao «kankar»; num perfil semimatur o horizontes acima do de concreções apresentavam apenas vestígios de carbonatos; os solos maduros eram desprovidos de carbonatos desde a superfície até ao «kankar». A dureza das concreções aumentava dos perfis jovens para os maduros, de 0,75 até 7,0 na escala de Mohs, enquanto a porosidade diminuía de 19,52 para 3,60.

Com base nalgumas destas conclusões parece lícito afirmar que os Barros portugueses com concreções calcárias são solos semimaduros.

Nos Barros Pretos Calcários há no perfil carbonatos provenientes da decomposição de plagioclases mais ou menos cálcicas, principalmente labradorite, «bytownite», anortite e andesina, de piroxenas, sobretudo diálage e hiperstena, e de anfíbulas, em que se destaca a hornblenda (166) e, muito frequentemente, carbonatos resultantes de formações pulverulentas precipitadas quimicamente em lagos antigos cujas águas eram ricas nesses compostos (tal como se discutiu ao tratar dos Solos Calcários), formações essas muito frequentes no Norte de África (71). Esta hipótese foi até apresentada entre nós em 1883 por Gerardo Pery (150). Na realidade se, nalguns casos, a pequena percentagem de carbonatos presente poderia, por hipótese, ser atribuída exclusivamente à meteorização dos minerais da rocha-mãe, noutros a sua elevadíssima quantidade,

expressa em percentagem e em espessura da zona de acumulação, obriga a considerar uma outra fonte estranha ao material originário, e essa é forçosamente de origem geológica a que se pode associar alguma lavagem oblíqua a partir de solos vizinhos situados a cotas superiores.

6.9 — BARROS CASTANHO-AVERMELHADOS

Os Barros Castanho-Avermelhados têm características muito semelhantes às dos Barros Pretos, deles diferindo principalmente pela cor. Aplicam-se-lhes, pois, quase todas as considerações feitas no início do capítulo 6.8, embora muitas delas algo atenuadas. Com efeito são mais fáceis de trabalhar e parecem fendilhar um pouco menos.

6.9.1 — Descrição-geral das Famílias

Os Barros Castanho-Avermelhados, como se referiu, subdividem-se em Calcários e Não Calcários consoante apresentam ou não carbonatos em todo ou em parte do seu perfil. Os primeiros dividem-se ainda em Muito Descarbonatados, Pouco Descarbonatados ou Não Descarbonatados conforme os carbonatos foram arrastados totalmente para o horizonte C ou ainda persistem no horizonte B, principalmente sob a forma de concreções, ou existem em todo o perfil do solo.

São as seguintes as 4 Famílias definidas no Sul do País:

Barros Castanho-Avermelhados Não Calcários:

— de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas básicas (Cb)

Barros Castanho-Avermelhados Calcários Muito descarbonatados:

— de dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Bvc)

Barros Castanho-Avermelhados Calcários Pouco Descarbonatados:

— de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cpv)

Barros Castanho-Avermelhados Calcários Não Descarbonatados:

— de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas ou cristalo-fílicas básicas (Cbc)

As descrições gerais destas Famílias encontram-se nas páginas seguintes.

Barros Castanho-Avermelhados Não Calcários de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas básicas (Cb)

Horizonte Ap — 20 a 35 cm; castanho-avermelhado (tonalidades compreendidas entre 2,5 YR e 7,5 YR); argiloso a franco-argilo-arenoso; estrutura anisoforme angulosa ou subangulosa média a grosseira forte composta de granulosa média ou fina moderada ou forte; muito aderente, muito plástico, firme e rijo e extremamente rijo; fendilha quando seca; efervescência nula ao CIH, pH 6,5 a 7,5.

Transição nítida para

Horizonte B — 10 a 60 cm; idêntico ao anterior mas de estrutura prismática média ou grosseira forte e apresentando muitas vezes películas de argila nas faces dos agregados; com superfícies polidas («slickensides»); pH 6,5 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte BC — 10 a 15 cm; mistura de material idêntico ao dos horizontes anteriores com saibro ou fragmentos prismáticos ou esferoidais provenientes da desagregação da rocha-mãe; pH 6,5 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente da meteorização de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas ou cristalo-fílicas básicas.

Barros Castanho-Avermelhados Calcários Muito Descarbonatados de dioritos ou gabros ou rochas cristalo-fílicas básicas (Bvc)

Horizonte Ap — 20 a 40 cm; castanho-avermelhado (tonalidades compreendidas entre 2,5 YR e 7,5 YR); argiloso; estrutura anisoforme angulosa média a grosseira forte composta de granulosa média moderada; firme e rijo ou extremamente rijo; fendilha quando seca; efervescência nula ao CIH; pH 6,5 a 7,5.

Transição nítida para

Horizonte B — 10 a 60 cm; idêntico ao anterior mas de estrutura prismática média ou grosseira forte e apresentando muitas vezes películas de argila nas faces dos agregados; com superfícies polidas («slickensides»); pH 6,5 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte B Cca — 10 a 15 cm; mistura de material idêntico ao dos horizontes anteriores com calcário friável; argiloso; estrutura prismática média ou grosseira forte; a percentagem de carbonatos aumenta com a profundidade; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual para

Horizontes C e Cca — Material originário: mistura de calcário friável com dioritos ou gabros ou rochas cristalo-fílicas básicas muito meteorizadas.

Barros Castanho-Avermelhados Calcários Pouco Descarbonatados de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas (Cpv)

Horizonte Ap — 25 a 40 cm; castanho-avermelhado (tonalidades compreendidas entre 2,5 YR e 7,5 YR); argiloso a franco-argilo-limoso; estrutura granulosa grosseira forte ou anisoforme média a grosseira forte composta de granulosa média a grosseira moderada a forte; firme e rijo

ou extremamente rijo; fendilha quando seca; por vezes com pequenas concreções ou acumulações esféricas brandas de calcário; efervescência nula ao ClH excepto nas porções calcárias; pH 7,6 a 8,0.

Transição nítida para

Horizonte B — 45 a 75 cm; cor semelhante à do horizonte Ap mas de croma ligeiramente superior; argiloso; estrutura prismática grosseira forte por vezes composta de anisoforme angulosa média forte; com películas de argila contínuas e espessas nas faces dos agregados; com superfícies polidas («slickensides»); firme e rijo ou extremamente rijo; com concreções e acumulações de calcário cujo número e tamanho aumentam com a profundidade, chegando a predominar na massa do solo; pH 7,0 a 8,5.

Transição nítida para

Horizonte B Cca — 10 a 20 cm; mistura de material idêntico ao da porção superior do horizonte B com material do horizonte subjacente; pH 8,0 a 8,5.

Horizontes C e Cca — Material originário: mistura de calcário friável com rochas eruptivas básicas em meteorização, que em geral se desagregam em fragmentos arredondados, ou grés argiloso calcário ou marga.

Barros Castanho-Avermelhados Calcários Não Descarbonatados de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas ou cristofílicas básicas (Cbc)

Horizonte Ap — 20 a 35 cm; castanho-avermelhado (tonalidades entre 2,5 YR e 7,5 YR); argiloso a franco-argilo-arenoso calcário; estrutura anisoforme angulosa ou subangulosa média a grosseira forte composta de granulosa média ou fina moderada ou forte; muito aderente, muito plástico, firme e rijo a extremamente rijo; fendilha quando

seca; efervescência viva ou muito viva ao ClH; pH 7,5 a 8,5.

Transição nítida para

Horizonte B — 10 a 60 cm; idêntico ao anterior mas de estrutura prismática média ou grosseira forte e apresentando muitas películas de argila nas faces dos agregados; com superfícies polidas («slickensides»); efervescência viva ou muito viva ao ClH; pH 7,5 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte B Cca — 10 a 15 cm; mistura de material idêntico ao dos horizontes anteriores com saibro ou fragmentos prismáticos ou esferoidais provenientes da desagregação da rocha-mãe e ainda calcário friável.

Transição gradual para

Horizontes C e Cca — Material originário proveniente da meteorização de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas ou cristofílicas básicas, associadas a depósitos calcários.

Os Barros Castanho-Avermelhados aparecem, em regra, em relevo normal, por vezes subnormal.

Os solos da Família Cb são frequentes, a sul do rio Tejo, entre Alter do Chão e Monforte, na serra de Beringel (entre Ferreira do Alentejo e Beja), entre Odemira e Amoreiras e, em manchas muito pequenas, no Algarve, normalmente junto à faixa de Triásico. Os solos da Família Bvc aparecem nas áreas da Salvada e Cabeça Gorda (Beja) e nos arredores de Moura. A eles correspondem os solos que Mira Galvão designou por Barros Forneiros (78). Os solos da Família Cpv existem entre Aljustrel e Montes Velhos. E os da Família Cbc encontram-se em pequenas manchas no Algarve, principalmente perto de Portimão e de Vila do Bispo, e junto a S. Tiago do Cacém.

Na Figura 8 pode ver-se uma fotografia dum perfil de Barros Castanho-Avermelhados Calcários Muito Descarbonatados de dioritos ou gabros ou rochas cristofílicas básicas (Bvc), tirada nas proximidades de Salvada (Beja).

6.9.2 — Dados analíticos físicos e químicos

Dados analíticos respeitantes a 6 perfis, dois da primeira Família descrita, dois da segunda, um da terceira e um da quarta são apresentados no Quadro 25.

A textura destes solos é pesada, excepto nos derivados de basaltos ou doleritos (Cb e Cbc) em que é um pouco mais ligeira. A percentagem de argila aumenta quase sempre no horizonte B, o que é, por um lado, devido a argiluviação e, na sua maior parte, proveniente de formação «in loco». Em todos os casos, excepto num (Cbc-P. 119), se encontrou um baixo teor de matéria orgânica que diminui gradualmente com a profundidade. As relações C/N variam entre valores muito baixos (7,5) e relativamente elevados (14,1) nos horizontes superficiais, mas não há dúvidas de que a mineralização dos materiais orgânicos é bastante intensa em consequência de grande actividade biológica; com a profundidade aquelas relações decrescem mais ou menos rapidamente.

As percentagens de ferro livre são baixas, excepto nos solos Bvc. Nuns casos as quantidades são superiores nos horizontes superficiais, onde a alteração é mais forte, mas noutros a distribuição é diferente e indicadora duma certa migração para as camadas inferiores.

A capacidade de troca de cationes é elevada devido à qualidade e à quantidade dos colóides minerais. O cálcio é o ião dominante. Nos solos Cb e Cpv a quantidade de magnésio de troca é elevada, imprimindo-lhes características de «Solonetz» magnesíferos (71).

As percentagens de potássio de troca são muito baixas enquanto, comparativamente, as de sódio são bastante altas. O grau de saturação vai de pouco mais de 90 a 100 % e a reacção é neutra a ligeiramente alcalina, excepto nos Barros Calcários Não Descarbonatados (Cbc) em que é moderadamente alcalina (pH entre 8,2 e 8,5).

A expansibilidade é elevada, dada a natureza dos colóides minerais dominantes. A microestrutura é muito estável. A capacidade de campo é elevada, mesmo nos solos de textura mais ligeira; as percentagens de humidade a pF 4,2 são altas, sobretudo nos solos mais pesados, onde chegam a atingir valores superiores a 30 %; apesar disso a capacidade utilizável nos primeiros 50 cm dos solos consegue ser alta ou muito alta (valores calculados entre 80 e mais de 115 mm de água), excepto nos solos Bvc em que é moderada a alta (entre 50 e 70 mm). A porosidade da terra fina é apreciável e a permeabilidade mostra-se moderada

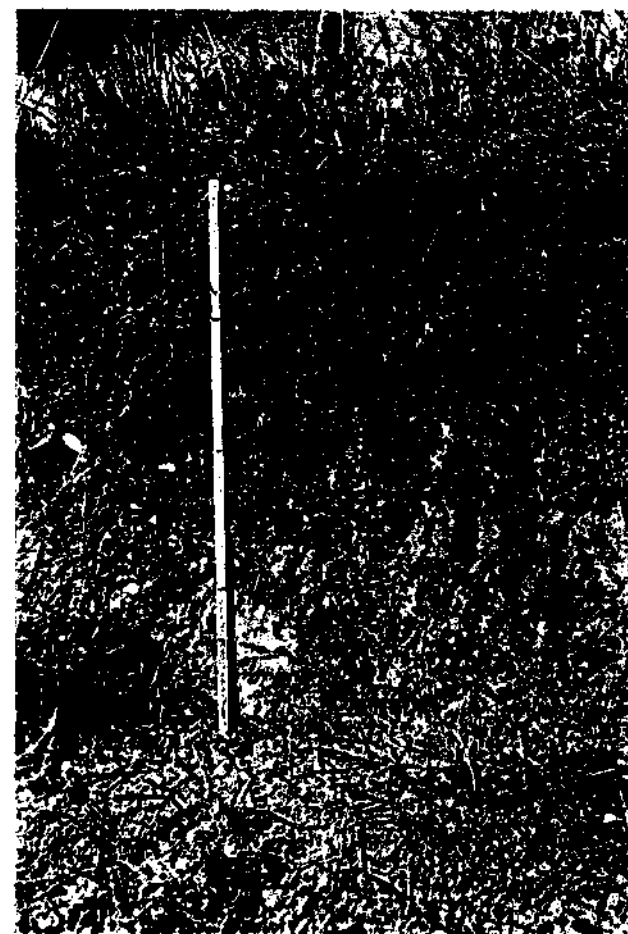


Figura 8 — Perfil de um Barro Castanho-Avermelhado Calcário Muito Descarbonatado de dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Bvc — barreira de estrada junto a Salvada — Beja).

QUADRO 25

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE BARROS CASTANHO-AVERMELH

A

Unidade e Pc.fil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Cátions permutáveis (m. e /100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Cb - 10	7420	Ap	0-20		36,0	34,2	10,2	19,6	1,10	0,65	0,064	10,2	0,47	Vest.	7,3	12,70	8,50	0,25	0,40	1,60
	7421	A3	20-40		30,2	37,8	10,2	21,8	0,77	0,45	0,043	10,5	0,59	Vest.	7,2	12,60	8,80	0,26	0,42	1,90
	7422	B	40-60		26,8	38,7	10,3	24,2	0,52	0,30	0,040	7,5	0,56	Vest.	7,2	12,00	9,30	0,06	0,42	2,90
	7423	C	60-85		37,5	38,6	9,8	14,1	0,12	0,07	0,010	7,0	0,66	Vest.	7,4	12,20	6,30	0,04	0,44	1,50
Cb - 134	8372	Ap	0-32		22,8	36,1	12,5	28,6	1,40	0,81	0,061	13,2	1,00	0,00	6,6	9,38	4,20	0,13	0,29	0,50
	8373	B2	32-60		16,7	28,3	12,1	42,9	0,98	0,57	0,050	11,4	0,88	0,00	6,7	15,40	6,00	0,12	0,37	0,60
	8374	B3	60-78		18,1	33,7	16,6	31,6	0,49	0,29	0,030	9,7	0,87	Vest.	7,5	17,10	5,10	0,07	0,37	0,00
	8375	C	78-?		55,6	23,1	6,4	14,9	0,18	0,11	0,020	5,5	1,14	Vest.	7,6	14,40	6,50	0,05	0,34	0,00
Bvc-202	4687	Ap	0-25	47,0	7,5	16,4	22,2	53,9	1,19	0,69	0,090	7,7	4,90	0,15	7,1	19,70	2,50	0,08	0,61	2,10
	4688	B	25-40	13,1	5,8	15,5	20,1	58,6			0,050		5,26	0,30	7,0	18,30	2,30	0,06	0,63	2,20
	4689	BC	40-55	5,2	12,8	24,0	17,2	46,0						26,00	7,7					0,00
Bvc-204	5884	Ap	0-30		5,3	10,3	23,7	60,7	0,95	0,55	0,039	14,1	3,37	0,20	7,4	19,80	3,08	0,08	0,96	1,90
	5885	B	30-80		4,9	10,5	24,8	59,8	0,48	0,28	0,021	13,3	3,83	0,15	7,0	21,10	6,50	0,06	0,71	2,70
Cpv- 21	7148	Ap	0-40		1,6	14,3	48,4	35,7	1,02	0,59	0,079	7,5	0,49	0,80	7,9	26,70	6,70	0,06	0,10	2,70
	7149	B	40-105		2,6	11,3	33,3	52,8	0,34	0,20	0,035	5,7	0,48	6,00	8,1	20,20	9,90	0,03	0,30	2,50
	7150	BC	105-145		1,1	8,1	38,4	52,4	0,12	0,07	0,016	4,4	0,54	14,00	8,1					0,70
Cbc-119	7990	Ap	0-25		5,4	39,9	25,3	29,4	2,93	1,70	0,150	12,5	1,21	25,00	8,2	24,20	2,14	0,20	0,74	0,00
	7991	BC	25-70		16,7	24,2	30,2	28,9	0,53	0,31			0,40	54,00	8,5	27,70	2,40	0,20	1,42	0,00

B

QUADRO 25

DADOS ANALITICOS FISICOS E QUIMICOS DE BARROS CASTANHO-AVERMELHADOS

A

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pH 2,0 %	Água a pH 2,7 %	Água a pH 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Alten						Inicial	Constante
1,60	21,85	23,45	93,2	1,29	1,21	48,70	6,39	6,40	97,10	40,20	23,40	18,40	10,30	13,10	9,55	8,08
1,90	23,08	24,98	92,4	1,21	1,13	43,40	7,35	6,80	97,60	38,50	24,60	20,00	10,70	13,90	11,20	7,99
2,90	21,78	24,68	88,2	1,22	1,11	49,80	9,68	9,45	97,80	44,90	30,20	23,90	13,00	17,20	7,67	5,66
1,50	18,98	20,53	92,5	1,36	1,31	40,60	4,38	9,80	96,60	31,00	16,70	12,60	8,90	7,80	23,20	14,30
0,50	14,00	14,50	96,5	1,37	1,33	44,50	3,23	17,30	97,50	33,50	27,70	20,50	9,50	18,20	1,29	1,22
0,60	21,89	22,49	97,3	1,24	1,08	44,00	14,76	10,20	98,70	41,00	36,70	31,60	16,45	20,25	1,30	1,60
0,00	22,64	22,64	100,0	1,28	1,19	46,00	7,46	17,80	98,60	37,80	34,20	25,20	12,83	11,37	0,65	0,92
0,00	21,29	21,29	100,0	1,39	1,37	39,90	1,73	14,83	96,60	29,20	14,64	13,29	7,20	7,44	12,13	7,01
2,10	22,90	25,00	91,6	1,33		52,10	17,65		99,25	49,02	25,00	27,70	16,23	8,77	1,70	2,84
2,20	21,29	23,49	90,6	1,20		53,17	15,05		99,55	51,15	25,00	27,85	17,57	7,43	5,47	9,01
0,00	18,80	18,80	100,0	1,20		53,00	18,15		99,25	52,50	26,00	29,92	18,65	7,35		
1,90	23,92	25,82	92,6	1,05		36,35	22,90			42,85	33,20	33,20	21,35	11,85		
2,70	28,37	31,07	91,3	1,15		47,05	23,45	8,46	98,90	50,40	38,60	36,80	23,10	15,50	0,30	0,25
2,70	33,56	36,26	92,6	0,99	0,83	57,60	19,50	3,64	99,50	69,80	52,80	46,60	30,10	22,70	1,13	1,30
2,50	30,23	32,73	91,6	0,98	0,83	57,60	18,45	3,45	99,60	69,70	51,90	46,30	31,40	20,50	0,88	0,76
0,70	42,80	43,50	98,4	0,90	0,83	56,80	8,50	4,55	99,10	68,80	42,00	37,40	24,50	17,50	4,30	3,30
0,00	27,28	27,28	100,0	0,95	0,83	57,40	19,25	40,20	97,90	69,60	39,20	35,70	24,00	15,20	11,66	17,65
0,00	31,72	31,72	100,0	1,08	1,03	51,80	4,80	12,80	94,50	50,00	45,60	38,50	15,70	29,90	1,76	2,45

B

a rápida, nuns casos, e moderada a lenta, noutros. Em condições naturais, após o encerramento por humedecimento das fendas abertas nos períodos secos é, seguramente, moderada a lenta.

6.9.3 — *Mineralogia da areia fina*

Os resultados da análise mineralógica da areia fina de quatro perfis, dois da primeira Família (Cb), um da segunda (Bvc) e um da terceira (Cpv) são apresentados no Quadro 26.

A reserva mineral dos Barros Castanho-Avermelhados é elevada. Na fracção leve abundam os feldspatos, chegando a sua percentagem a sobrelevar a de quartzo. A fracção pesada, frequentemente grande, inclui augite, diálage, hornoblenda e epídoto.

Nada de concludente se pode dizer acerca do grau de meteorização relativo dos vários horizontes de cada perfil. Nuns parece que as camadas superiores são as mais alteradas mas noutros tal não é evidente.

As «suites» mineralógicas dos perfis não apresentam diferenças qualitativas ou quantitativas que permitam negar a identidade de um único material originário em cada um dos solos estudados.

6.9.4 — *Mineralogia da argila*

Os resultados da análise química dos colóides minerais de alguns horizontes dos cinco perfis de Barros Castanho-Avermelhados, cujos dados analíticos físicos e químicos foram apresentados atrás, podem ver-se no Quadro 27. A análise térmica diferencial desses materiais encontra-se no Gráfico 6 e os valores extraídos dos radiogramas de dois deles no Quadro 28.

Todas as técnicas empregadas no estudo das argilas demonstraram a existência e o predomínio de minerais do grupo dos montmorilonóides. A eles se associam, por vezes, ilite e/ou carbonatos.

A análise química favoreceu a hipótese da presença de minerais 2:1 (92) e provou o acentuado carácter sialítico destes materiais.

A capacidade de troca de catiões da argila, estimada da maneira já anteriormente referida, parece variar entre cerca de 50 e mais de 100 m. e./100 g.

QUADRO 26

ANÁLISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE BARROS CASTANHO-AVERMELHADOS

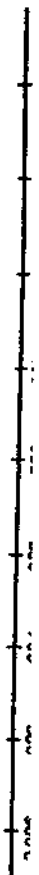
Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada									0
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Horn.	Zir.	Esf.	Aug.	Clo.	Turm.	Dial.	Mosc.	Epid.	
Cb - 10	7420	Ap	3,594	3,047	84,78	60	40	0,547	15,22	33	3	21	24	—	—	—	—	—	0
	7421	A3	3,287	2,887	87,83	60	40	0,400	12,17	36	2	18	27	—	—	—	—	—	
	7422	B	2,769	2,252	81,33	64	36	0,517	18,67	32	5	16	25	—	—	—	—	—	
	7423	C	3,115	2,754	88,41	68	32	0,361	11,59	x	x	x	x	—	—	—	—	—	
Cb -334	8372	Ap	4,089	3,083	75,40	45	55	1,006	24,60	—	—	—	—	—	1	53	3	4	1
	8373	B2	3,065	2,481	80,95	30	70	0,584	19,05	—	—	—	—	—	—	39	2	3	
	8374	B3	3,491	2,762	79,12	30	70	0,729	20,88	—	—	—	—	—	—	27	—	6	
	8375	C	2,466	2,107	85,44	15	85	0,359	14,56	—	—	—	—	—	—	28	3	4	
Bvc-204	5884	Ap	1,580	1,374	86,96	75	25	0,206	13,04	11	10	—	—	4	—	—	—	—	1
	5885	B	1,235	0,954	77,25	70	30	0,281	22,75	19	7	3	—	—	—	—	—	2	
Cpv- 21	7148	Ap	1,520	1,464	96,32	75	25	0,056	3,68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
	7149	B	0,682	0,656	96,19	80	20	0,026	3,81	6	6	3	—	—	1	—	—	—	
	7150	BC	1,989	1,950	98,04	80	20	0,039	1,96	1	1	3	—	—	—	—	—	—	

Feldsp. = feldspatos; Horn. = hornblenda; Zir. = zircão; Esf. = esfena; Aug. = augite; Clo. = clorite; Turm. = turmalina; Dial. = diálage; Mosc. = moscovite; Epid. = epidote.
 x = significa presença de um mineral de que não foi possível determinar a percentagem.

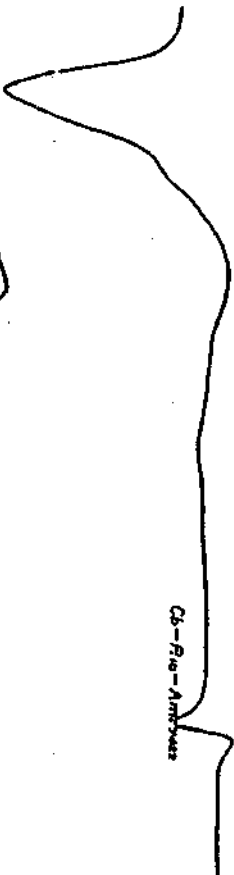
QUADRO 27

ANÁLISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE BARROS CASTANHO-AVERMELHADOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Cb - 10 ...	7422	B	40-60	9,40	8,84	50,00	22,40	14,70	5,30	2,40	2,6	16,0	9,0	0,17
Cb -334 ...	8373	B2	32-60	10,50	11,80	46,50	31,50	16,00	15,10	0,40	3,1	5,3	7,9	0,70
Bvc-202 ...	4687	Ap	0-25	4,20	10,16	44,20	35,40	9,01	26,41	Vest.	2,2	2,7	12,0	0,21
Cpv- 21 ...	7149	B	40-105	4,39	10,18	51,20	26,50	13,30	12,00	1,20	3,9	7,1	10,2	0,69
Cbc-119 ...	7990	Ap	0-25	8,70	15,75	41,70	25,80	5,05	17,89	2,86	2,9	3,9	22,1	0,18



Cs-Rio-Am, 2000



Cs-Rio-Am, 2000



Bve-Rio-Am, 2000



Cpv-Rio-Am, 2000



Cbc-Rio-Am, 2000

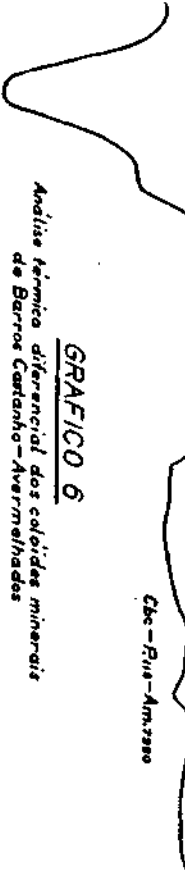


GRAFICO 6

Análise térmica diferencial dos colóides minerais
de Barra Cantanhão-Avermelhados

Roc-Rio-Am, 2000



GRAFICO 7

Análise térmica diferencial dos colóides
minerais de um Sítio Neógeno
Ponto de Material Calcários

QUADRO 28

VALORES DE d E I EXTRAIDOS
DOS RADIOGRAMAS DOS COLÓIDES
MINERAIS DE BARROS CASTANHO-
-AVERMELHADOS

Bvc - P. 202 -- Am. 4687		Cbc - P. 119 -- Am. 7990	
d (Å)	I	d (Å)	I
15	< 1	15	10
4,90	1	5,05	< 1
4,45	10	4,50	8
3,50	2	3,55	6
3,35	5	3,30	< 1
2,95	1	3,05	7
2,70	2	2,60	5
2,55	8	2,52	1
2,37	1	2,29	1
2,23	1	2,10	1
1,82	1	1,91	2
1,69	3	1,88	2
1,51	4	1,71	3
1,45	2	1,67	1
		1,59	< 1
		1,51	5
		1,45	1
		1,42	1
		1,36	< 1
		1,30	< 1
		1,26	< 1

A análise térmica diferencial mostrou sempre que há um predomínio de montmorilonóides que parece absoluto na amostra n.º 7422 (Cb); nas amostras n.ºs 8373 (Cb), 4687 (Bvc) e 7149 (Cpv) a presença de um pico endotérmico a 520-530°C sugere a presença de illite; nas amostras 7149 (Cpv) e 7990 (Cbc) detectam-se carbonatos.

Os radiogramas das duas amostras sujeitas à difracção por raios X mostram as riscas da montmorilonite e algumas da illite, embora em nenhum apareça a de 10°A. No do perfil n.º 119 da Família Cbc aparecem algumas riscas de calcite.

6.9.5 — Micromorfologia

Dos horizontes Ap e B do perfil n.º 10 (Cb), dos horizontes Ap, B e C do perfil n.º 204 (Bvc) e dos horizontes Ap, B e BC do perfil n.º 21 (Cpv) fizeram-se cortes delgados para estudo micromorfológico que a seguir se relata.

Cb — Perfil 10

Horizonte Ap (Corte n.º 20). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico, nalgumas partes em transição para plectoamítico (106). Os grãos minerais, quase exclusivamente das fracções areia fina e limo, encontram-se imersos num plasma mais ou menos denso. Mesmo quando isolados há sempre à sua volta uma massa coloidal aderente.

O plasma tem cor castanha, aqui e além vermelha, com muitas manchas negras arredondadas de tamanhos variáveis, na sua maioria aproximadamente circulares e de dimensões inferiores a 0,1 mm que parecem precipitações de Iwatoka (107) simples ou compostas. Ele é constituído por minerais da argila associados a óxidos de ferro que, em luz reflectida, apresentam cor avermelhada, sendo possivelmente hematite, e por uma miríade de pequenas partículas de limo.

A matéria orgânica está finamente distribuída pelo plasma, não se encontrando restos vegetais perceptíveis.

Nota-se uma tendência acentuada para os óxidos de ferro, concentrados em formações arredondadas, se acumularem na periferia dos agregados estruturais. Estes são arredondados ou subangulosos.

Observam-se raras películas de argila muito finas e descontínuas nas faces dos agregados, as quais podem ser «illuviation cutans» ou «stress cutans» (34).

Além das concentrações periféricas dos óxidos de ferro e das películas de argila não se verifica qualquer orientação preferencial dos grãos minerais ou do plasma.

Existem algumas, muito poucas, concreções ferruginosas esféricas ou ovóides cujas dimensões não excedem 2 mm.

A porosidade é relativamente grande mas apresenta-se principalmente em fendas e outros espaços entre os agregados.

Horizonte B (Corte n.º 21). — Mantém-se o aspecto micromorfológico geral descrito no horizonte anterior. As únicas diferenças residem no facto de ser aqui maior a percentagem relativa de partículas minerais em detrimento da quantidade de plasma, de ser menos acentuada a tendência para a concentração periférica dos óxidos de ferro que, também em manchas arredondadas, se dispersam mais por toda a superfície dos agregados estruturais, de serem um pouco mais frequentes e sensivelmente mais espessas as películas de argila observadas nas paredes de alguns canais do solo e de ser um pouco menor a porosidade, que se compõe quase exclusivamente de fendas.

Bvc — Perfil 204

Horizonte Ap (Corte n.º 36). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfirópéptico, nalguns pontos em transição para plectoamíctico (106). Os grãos minerais encontram-se cimentados por uma massa densa de plasma que, contudo, fendilha caprichosamente (Figura 9). Aqueles, muito pouco abundantes, são predominantemente das fracções areia fina e limo, mas alguns há do lote da areia grossa.

O plasma é castanho-avermelhado, se observado macroscopicamente. Com luz transmitida, com ou sem Nicols cruzados, é essencialmente negro mas com algumas manchas castanho-avermelhadas. A parte negra, que sob luz reflectida se mostra avermelhada ou amarelada, é constituída por óxidos de ferro, possivelmente hematite, e apresenta-se ou em manchas grandes, cobrindo quase totalmente os pequenos agregados, ou em manchas mais pequenas, sempre arredondadas, do tipo das precipitações de Iwatoka (107). As manchas castanho-avermelhadas são de minerais da argila, pois mostram birrefringência e extinção, esta geralmente difusa.

Não se observam quaisquer restos vegetais, devendo a matéria orgânica estar totalmente humificada e finamente repartida pelo plasma.

Nas faces dos agregados há algumas, poucas, películas de argila de diminuta espessura e descontínuas, dos tipos «illuviation cutans» ou «stress cutans» (34).

A porosidade é grande, sobretudo sob a forma de espaços entre os agregados.

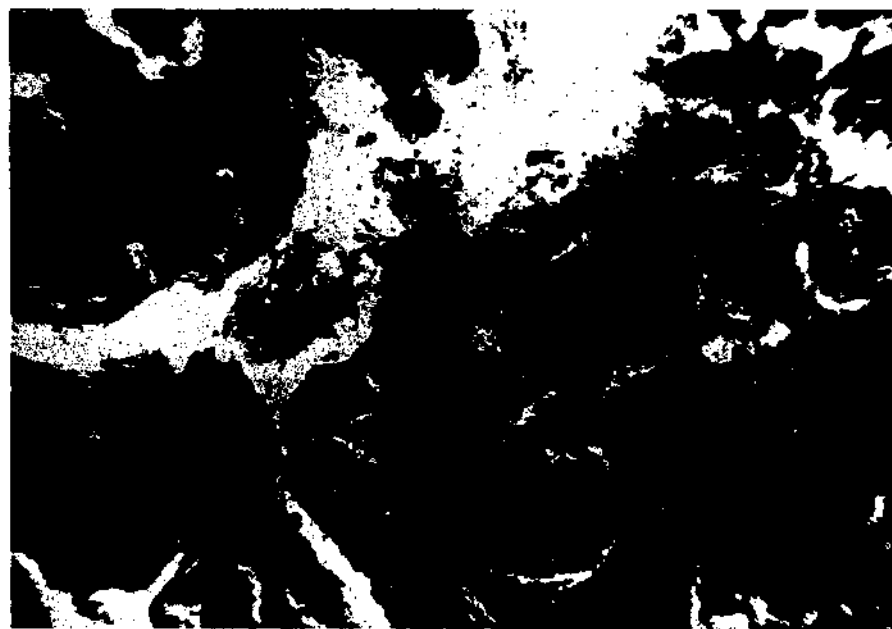


Figura 9 — Microfotografia do horizonte Ap de Bvc (P. 204 — Corte n.º 36 — Nicols paralelos — x 35): «fabric» porfirópéptico; alguns grãos minerais imersos num plasma negro e denso com fendas curvilíneas. Vêem-se espaços entre agregados.

Horizonte B (Corte n.º 37). — Este corte apresenta-se bastante semelhante ao anterior, do horizonte Ap. A principal diferença está em que a parte do plasma ocupada por óxidos de ferro negros e isotrópicos é bastante menor, sendo as percentagens relativas desta e dos minerais da argila sensivelmente iguais. A quantidade de partículas minerais da fracção limo, talvez por estarem mais livres de óxidos de ferro, parece ser aqui maior. A porosidade é menor e mais sob a forma de fendas do que de cavidades ou vacúolos.

Horizonte C (Corte n.º 38). — Nas suas linhas gerais o aspecto micromorfológico deste horizonte é semelhante ao do anterior. Há, todavia, uma maior percentagem de partículas minerais das fracções areia fina e grossa (algumas de minerais opacos), nas quais são bastantes evidentes os fenómenos de meteorização, estando-se a formar argila em toda a sua periferia.

Cpv — Perfil 21

Horizonte Ap (Corte n.º 30). — O «fabric» é plectoamictico em transição para porfiro péptico (106). Os grãos minerais, pouco abundantes e na sua maioria da fracção limo, estão imersos numa massa de plasma em que há bastantes vacúolos.

O plasma é constituído por um fundo castanho, castanho-avermelhado ou castanho-amarelado no qual estão incorporadas numerosíssimas acumulações negras (avermelhadas à luz reflectida), arredondadas, isotrópicas, de óxidos de ferro, muitas do tipo das precipitações de Iwatoka (107). Aquela parte do plasma não negra é composta de minerais da argila birrefringentes e de extinção difusa, e representa cerca de 60 a 70 % do total.

A matéria orgânica deve estar completamente decomposta e distribuída finamente por todo o plasma.

Nalguns pontos notam-se porções de argila silicatada fortemente orientadas que serão, porventura, do tipo «stress cutans» (34), isto é, modificações do plasma «in situ» devidas a forças de compressão.

A porosidade é grande, principalmente sob a forma de pequenos vacúolos.

Horizonte B (Corte n.º 31). — O aspecto micromorfológico é semelhante ao do horizonte Ap. Nota-se, porém, uma dominância ainda maior do plasma sobre o esqueleto de grãos minerais. A porosidade é menor e principalmente sob a forma de fendas, que são contudo frequentes.

O «fabric» é pois mais porfirópéptico do que plectoamíctico (106). Nas paredes das fendas ou canaliculos há, com grande frequência — e nisto reside a maior diferença em relação ao horizonte anterior — películas de argila contínuas que chegam a atingir 0,1 mm de espessura, as quais parecem umas vezes do tipo «illuviation cutans», outras «stress cutans» (34).

Horizonte BC (Corte n.º 32). — Corte semelhante ao do horizonte B. Aqui, porém, as manchas negras de óxidos de ferro coalescem frequentemente, chegando a cobrir a maior parte da superfície dos agregados. As películas de argila são menos abundantes e quase todas aparentemente do tipo «stress cutans» (34) ou «slickensides».

6.9.6 — Considerações sobre a génese

Aplicam-se aos Barros Castanho-Avermelhados a maioria das considerações feitas para os Barros Pretos. Há apenas que discutir o problema da sua cor.

[Não há na bibliografia muitas referências a solos semelhantes aos Barros Castanho-Avermelhados (ao contrário do que acontece com os Barros Pretos) e as que se encontram dizem quase sempre respeito a solos derivados unicamente de basaltos. Reifenberg descreve solos afins que designa como «Red Earths on volcanic rocks» da Palestina (159), Ravikovich et al. referem-se a «Red-Brown Basaltic soils» do Negev (157). Dan designa-os por «Reddish-Brown basaltic soils» em Israel (50) e Agarwal & Mukerjee falam de «Red soils of Bundelkhan» na Índia (5).

Mohr & Van Baren (139), de acordo com sugestões apresentadas por Sen (173), inclinam-se para considerar que os solos pretos foram originariamente vermelhos; estes, transportados de regiões mais elevadas, teriam mudado para a cor actual depois da sua deposição a cota mais baixa, desempenhando o ferro um papel importante nessa modificação. Isto porém seria apenas plausível no caso dos Barros Pretos topomórficos e não no dos automórficos, que são quase os exclusivamente existentes no nosso País. Há contudo que admitir a hipótese de terem prevalecido em época remota determinadas condições de hidromorfismo que se tenham oposto à rubefacção a favor de fenómenos de redução do ferro, o que não teria acontecido no caso dos Barros Castanho-Avermelhados. Só uma investigação especial do assunto, com ênfase nos estudos geomorfológicos, poderá talvez responder à questão dos Barros Pretos

terem ou não sido, em qualquer altura, solos hidromórficos, ao contrário dos Barros Castanho-Avermelhados que, embora derivados de rochas algo semelhantes e formados sob a acção dos mesmos climas, nunca teriam visto a sua rubefacção contrariada ou mascarada.

Não se deverá, todavia, pôr de parte a hipótese de uma composição mineralógica diferente dos materiais originários dos solos das duas Subordens, sobretudo no respeitante a compostos de ferro, do que dá alguns indícios o estudo das respectivas fracções de arcia fina. Na verdade nota-se uma tendência, especialmente em determinadas Famílias, para a percentagem de minerais opacos ser maior nos Barros Castanho-Avermelhados.

6.10 — SOLOS MEDITERRÂNEOS PARDOS DE MATERIAIS CALCÁRIOS

6.10.1 — Descrição-geral das Famílias

Os Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários reconhecidos a sul do Tejo pertencem a três Famílias, duas que se incluíram no Subgrupo dos Para-Barros e uma no dos Para-Hidromórficos. A Família ou Famílias representativas do conceito central do Grupo não foram até agora encontradas no País.

A seguir se apresentam as descrições gerais dessas Famílias.

Solos Mediterrâneos Pardos de margas ou calcários margosos (Pac)

Horizonte Ap — 20 a 35 cm; pardo ou castanho, nalguns casos pardo-amarelado; franco, franco-argilo-arenoso ou franco-argiloso, por vezes com alguns elementos grosseiros subangulosos (quartzo e quartzitos); estrutura granulosa média a grosseira moderada ou forte; friável a firme; pH 6,0 a 7,0.

Transição gradual para

Horizonte B — 20 a 60 cm; castanho ou pardo-amarelado; franco-argilo-arenoso a argiloso; estrutura anisoforme angulosa grosseira moderada ou prismática média ou grosseira mode-

rada ou forte; com películas de argila nas faces dos agregados; firme; pH 7,0 a 8,5.

Transição gradual para

Horizonte C e Cca — Marga ou calcários margosos; por vezes calcários não compactos misturados com xistos, grés argilosos, argilitos, argilas ou grés argilo-calcários.

Solos Mediterrâneos Pardos de calcários margosos associados a «arkoses» ou depósitos afins (Pbc)

Horizonte A1 — 15 a 25 cm; cinzento muito escuro; argiloso, com algum saibro e cascalho; estrutura anisoforme angulosa média a fina, moderada a forte; firme e muito rijo; fendilha quando seca; pH 6,0 a 7,0.

Transição nítida para

Horizonte B — 20 a 30 cm; pardo-acinzentado-escuro; argiloso; estrutura prismática fina ou média moderada a forte; apresenta películas de argila nas faces dos agregados; firme e muito rijo; fendilha quando seca; pH 6,0 a 7,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário constituído por calcários margosos associados a «arkoses» ou depósitos afins.

Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos de «arkoses» ou depósitos afins associados a calcários (Pdc)

Horizonte A1 — 15 a 40 cm; pardo, pardo-escuro ou cinzento; franco-arenoso ou franco, com elevada percentagem de areia grossa e saibro; estrutura granulosa fina ou média moderada ou fraca; friável ou muito friável.

Transição nítida para

Horizonte B — 20 a 60 cm; pardo-acinzentado-claro; argiloso, com elevada percentagem de areia grossa e saibro; estrutura prismática grosseira fraca ou massiça; com películas de argila nas faces dos agregados; aderente, plástico, muito firme e muito ou extremamente rijo.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário constituído por «arkoses» ou depósitos afins associados a calcários.

Os solos das Famílias atrás descritas desenvolvem-se em relevo normal, por vezes subnormal. Os da Família *Pac* são mais frequentes nas áreas de Elvas, Ferreira do Alentejo, Beja e Moura. Os das Famílias *Pbc* e *Pdc* cartografaram-se na região de Arraiolos — Pavia.

6.10.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Dados analíticos de um perfil representativo de uma das Famílias descritas são apresentados no Quadro 29.

A textura deste solo é mediana; a percentagem de argila aumenta, porém, quase para o dobro no horizonte B2 que apresenta características suficientes para se poder designar do tipo «textural». O teor de matéria orgânica é baixo e decresce com a profundidade. A relação C/N é bastante baixa, denotando intensa actividade biológica e, neste caso, um tanto estranhamente, não decresce nos horizontes inferiores; parece manter-se o aspecto qualitativo da matéria orgânica ao longo de todo o perfil. As percentagens de ferro livre indicam uma apreciável migração do horizonte A para o B.

A capacidade de troca de catiões é mediana nos horizontes superiores e elevada nos inferiores, acompanhando de certo modo a curva de distribuição da argila. O catião dominante é o cálcio, mas nos horizontes B2 e C o magnésio atinge valores muito altos, superiores a 30 % da capacidade de troca, o que só é vulgar em «Solonetz» magnesíferos. O potássio tem valores muito reduzidos e, comparativamente, o sódio é elevado, particularmente no horizonte C, onde representa mais de 10 % dos catiões de troca. O grau de saturação é muito elevado nos horizontes

superiores e atinge 100 % nos inferiores. A reacção é neutra ou quase à superfície e ligeira ou moderadamente alcalina em profundidade.

A expansibilidade é moderada variando o índice de expansibilidade dos horizontes entre 14 e 21. A microestrutura apresenta elevada estabilidade. A capacidade de campo tem valores altos. A capacidade utilizável dos 50 cm superficiais é também bastante elevada, pois aí se podem armazenar cerca de 95 mm de água. A porosidade da terra fina é mediana e a permeabilidade é moderada nos horizontes Ap, B1 e C e moderada a lenta no B2. Há uma tendência nítida para os valores da permeabilidade constante serem inferiores aos da inicial.

6.10.3 — *Mineralogia da areia fina*

Os resultados da análise mineralógica da areia fina do perfil n.º 298 representativo da Família *Pac* são apresentados no Quadro 30.

A reserva mineral destes solos é muito pequena em virtude de ser muito baixa a percentagem de feldspatos na fracção leve e de, na pesada, predominarem os minerais resistentes. Alguns destes são comuns em calcários mas outros, tais como a estauroлите e a andaluzite, são característicos apenas de rochas metamórficas.

A «suite» mineralógica indica um elevado grau de meteorização e não apresenta diferenças qualitativas (e possivelmente quantitativas) reveladoras de quaisquer descontinuidades litológicas.

6.10.4 — *Mineralogia da argila*

Os resultados da análise química dos colóides minerais do horizonte B2 do perfil n.º 298, representativo da Família *Pac*, encontram-se no Quadro 31. A análise térmica diferencial do mesmo material é apresentada no Gráfico 7.

A análise química indica um acentuado carácter sialítico e a existência de minerais do grupo 2:1. A capacidade de troca catiónica da argila, avaliada pelo processo já anteriormente referido, anda à volta de 50 m.e./100 g. A análise térmica diferencial mostra claramente a presença de montmorilonóides e admite a possibilidade de haver caulinite não muito bem cristalizada e/ou illite. Materiais com comportamento

QUADRO 29

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS PARDOS DE MATERIAIS CALCÁRIOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 8 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C - N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Pac-298	7799	Ap	0-25		25,1	37,7	12,4	24,8	0,70	0,38	0,06	6,3	1,12	0,0	6,6	7,60	1,30	0,03	0,22	1,20
	7800	B1	27-43		26,0	33,2	13,6	27,2	0,43	0,25	0,04	6,3	1,25	0,0	6,2	8,00	1,40	0,03	0,56	1,60
	7801	B2	50-75		19,5	18,3	15,0	47,2	0,34	0,20	0,03	6,7	1,95	1,3	8,1	14,20	8,10	0,02	1,20	0,00
	7802	C	90-115		15,5	21,2	22,5	40,8			0,01		1,16	16,5	8,9	14,20	9,60	0,03	3,10	0,00

A

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pH 2,0 %	Água a pH 2,7 %	Água a pH 4,8 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Allen						Inicial	Constante
1,20	9,15	10,35	88,4	1,31	1,26	42,9	3,84	11,55	97,7	34,00	20,90	16,20	6,84	14,06	5,90	4,89
1,60	9,99	11,50	86,9	1,28	1,24	42,7	3,78	11,80	98,0	34,70	23,20	18,10	7,62	16,58	3,30	2,69
0,00	23,52	23,52	100,0	1,33	1,20	46,5	9,78	8,43	98,3	38,60	30,70	26,00	13,20	17,50	1,10	1,18
0,00	26,93	26,93	100,0	1,28	1,19	43,1	7,08	10,70	97,2	36,20	26,70	23,70	11,05	15,65	2,98	2,97

QUADRO 30

ANÁLISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE UM SOLO MEDITERRÂNEO PARDO DE MATERIAIS CALCÁRIOS

Unidade e Perfil	Amostra núme.	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %						
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Turm.	Zir.	Est.	Esf.	Epid.	Andal.	Opacos
Pac-298	7799	Ap	5,307	5,107	96,23	95	5	0,200	3,77	6	17	4	—	2	—	71
	7800	B1	4,997	4,799	96,04	100	0	0,198	3,96	x	x	x	—	—	x	x
	7801	B2	2,774	2,701	97,36	98	2	0,073	2,64	6	2	4	14	16	6	52
	7802	C	2,862	2,819	98,50	98	2	0,043	1,50	x	—	x	x	x	—	x

Feldsp. = feldspatos; Turm. = turmalina; Est. = estauroilite; Esf. = estena; Epid. = epidoto; Andal. = andaluzite; x = significa presença de um mineral de que não foi possível determinar a percentagem.

térmico semelhante estudados por raios X indicaram que os minerais presentes eram, de facto, aqueles.

6.10.5 — Considerações sobre a génese

Os Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários sotreram forte descarbonatação que possivelmente foi mais intensa sob um clima diferente do actual. Acerca da lavagem dos carbonatos já algo se disse atrás ao tratarem-se os Solos Calcários e os Barros Calcários, pelo que nada mais agora se acrescentará.

A argila, residual do material descarbonatado e sujeita ou não a posteriores transformações ou formada a partir de alguns silicatos primários da rocha-mãe (que no caso do Subgrupo Para-Barros é parcialmente do grupo dos montmorilonóides), migra mais ou menos intensamente para o horizonte B por processos que serão discutidos no capítulo referente aos Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários. Diga-se desde já que uma certa percentagem da quantidade de argila do horizonte B deve ter que se atribuir à formação «in loco» e não exclusivamente à argiluviação.

A cor parda destes solos pode ser:

- a) resultante da formação duma capa parda à roda das partículas do solo, originada pela deposição de óxido de ferro hidratado e grandemente floculado, proveniente da transformação das argilas ou da meteorização de silicatos primários existentes na rocha-mãe; neste caso os solos aproximam-se das Terras Pardas Meridionais de Kubiena; ou,
- b) mais provavelmente, resultante da presença de ferro peptizado pela sílica coloidal, que é abundante, na massa fundamental do solo, formando-se estruturas fluidas birrefringentes em consequência de correntes de plasma e até pequenas concreções ferruginosas que aparecem devido à difusibilidade daquele elemento e a certo humedecimento; neste caso os solos aproximam-se mais da «Terra fusca» ou «Braunlehm» de rocha calcária, definidos por Kubiena. Infelizmente não foi possível obter elementos micromorfológicos sobre estes solos que permitissem esclarecer o problema.

QUADRO 31

ANÁLISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE UM SOLO MEDITERRÂNEO PARDO DE MATERIAIS CALCÁRIOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Pac-298 ...	7801	B2	50-75	4,65	10,05	51,20	29,90	10,58	17,37	1,95	3,3	5,0	12,9	0,59

Nos capítulos respeitantes à génese dos restantes Solos Mediterrâneos serão tratados outros pontos importantes para estes solos mas que se não referem agora por ficarem melhor noutro lugar e para evitar repetições.

6.11 — SOLOS MEDITERRÂNEOS PARDOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS

6.11.1 — *Descrição-geral das Famílias*

Os Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários repartem-se por três Subgrupos, consoante representam o conceito central do Grupo ou estabelecem transições para os Barros ou para os Solos Hidromórficos. Estão, até ao presente, reconhecidas 10 Famílias, quatro das quais pertencem ao primeiro Subgrupo, uma ao segundo, e cinco ao terceiro. Essas Famílias são as seguintes:

Solos Mediterrâneos Pardos Normais:

- de gneisses ou rochas afins (Pgn)
- de pórfiros félsicos xistificados (Ppx)
- de quartzodioritos (Pmg)
- de xistos ou grauvaques (Px)

Solos Mediterrâneos Pardos Para-Barros:

- de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Pm)

Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos:

- de arenitos ou conglomerados argilosos (Pag)
- de rochas detríticas arenáceas e xistos (Pagx)
- de «arkoses» ou depósitos afins (Pdg)
- de quartzodioritos ou dioritos (Pmh)
- de rochas microfílicas (pórfiros) (Ppm)

As descrições gerais destes Famílias são apresentadas nas páginas seguintes.

Solos Mediterrâneos Pardos de gneisses (Pgn)

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo ou castanho; arenoso-franco ou franco-arenoso; estrutura granulosa fina fraca; friável ou muito friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte B — 15 a 40 cm; pardo, pardo-forte ou castanho; franco a arenoso-franco; estrutura anisoforme angulosa grosseira moderada ou fraca; friável; pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: material proveniente da desagregação de gneisses ou rochas afins.

Solos Mediterrâneos Pardos de pórfiros xistificados (Ppx)

Horizonte A1 — 15 a 35 cm; castanho, pardo ou pardo-acinzentado; franco-arenoso com alguns elementos grosseiros da rocha-mãe e de quartzitos; estrutura granulosa fina e média moderada; não plástico e friável; pH 5,0 a 5,5.

Transição gradual para

Horizonte B — 20 a 60 cm; pardo-amarelado com muitas manchas médias vermelhas; franco-argiloso; estrutura anisoforme angulosa grosseira forte por vezes com tendência para prismática; notam-se películas de argila nas faces dos agregados; plástico e firme; pH 5,0 a 5,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário de cor acinzentada com manchas avermelhadas proveniente da meteorização de pórfiros félsicos xistificados.

Solos Mediterrâneos Pardos de quartzodioritos (Pmg)

Horizonte A1 — 15 a 35 cm; pardo ou castanho; franco-arenoso a arenoso; estrutura granulosa fina fraca ou sem agregados; não aderente, não plástico, muito friável ou solto, fofo ou solto; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida ou abrupta para

Horizonte B — 20 a 50 cm; pardo ou castanho com pontuações esbranquiçadas de feldspatos; franco-argilo-arenoso, franco-argiloso, argilo-arenoso ou argiloso; estrutura prismática média ou grosseira moderada ou fraca; há películas de argila nas faces dos agregados; aderente, plástico, muito firme ou firme, muito rijo ou rijo; pH 6,5 a 7,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente da desagregação de quartzodioritos, notando-se nele, além de feldspatos, partículas de quartzo e de micas.

Solos Mediterrâneos Pardos de xistos ou grauwaques (Px)

Horizonte A1 — 15 a 25 cm; pardo ou castanho, nalguns casos pardo-amarelado; em geral franco, frequentemente com apreciável percentagem de limo; estrutura granulosa fina moderada a fraca; friável; pH 5,5 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte B — 10 a 30 cm; pardo ou pardo-amarelado; franco a franco-argiloso; estrutura anisoforme angulosa média moderada; notam-se películas de argila nas faces dos agregados; friável a firme; pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: mistura de material terroso com fragmentos de rocha, em transição para a rocha-mãe, que

é um xisto argiloso, um xisto cristalofílico não básico ou um grauvaque.

Solos Mediterrâneos Pardos de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Pm)

Horizonte A1 — 15 a 30 cm; pardo, pardo-pálido, cinzento-pardacento-claro ou pardo-acinzentado (s) e castanho, pardo-acinzentado-escuro ou cinzento-escuro (h); franco-argilo-arenoso, em muitos casos com alguns calhaus e pedras de rocha-mãe e/ou de pórfiros; estrutura granulosa muito fina a média moderada; friável; pH 6,0 a 7,0.

Transição nítida para

Horizonte B — 20 a 70 cm; pardo-acinzentado muito escuro ou castanho (h), passando por vezes, com a profundidade, a cinzento-escuro e oliváceo, cores da rocha-mãe; argiloso, às vezes franco-argiloso ou franco-argilo-arenoso, notando-se películas de argila na superfície dos agregados, cuja abundância diminui com a profundidade; estrutura prismática grosseira forte composta de anisoforme angulosa grosseira forte; muito aderente, muito plástico, muito ou extremamente firme, extremamente rijo; pH 6,5 a 7,5.

Transição abrupta ou nítida para

Horizonte C — Material originário proveniente da desagregação de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins.

Influências estranhas, nomeadamente de possíveis veios de pórfiros, podem aligeirar a textura do horizonte A destes solos até à de franco-arenosa, o que pode fazê-los confundir, apenas superficialmente, com os *Pmg* (16).

O aligeiramento da textura da camada superficial e a presença nela de elementos grosseiros podem facilitar um acesso de água ao horizonte B

muito superior ao normal, o qual imprime ao perfil ligeiros sintomas de hidromorfismo (16). Os solos nestas condições estabelecem a transição entre os *Pm* e os *Pmh*.

Nas transições para Barros Calcários estes solos apresentam por vezes a camada superficial com textura franco-argilosa a argilosa e estrutura anisoforme.

Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos de arenitos ou conglomerados argilosos (Pag)

Horizonte A1 — 20 a 35 cm; pardo, pardo-acinzentado ou cinzento-claro; arenoso a franco-arenoso; com ou sem elementos grosseiros rolados ou subangulosos (quartzo e quartzitos); sem agregados ou com estrutura granulosa fina fraca; solto ou muito friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida para

Horizonte B — 20 a 60 cm; pardo-acinzentado, pardo-amarelado ou pardo-oliváceo, com ou sem manchas e pontuações ferruginosas; franco-argilo-arenoso, argilo-arenoso ou argiloso, com ou sem elementos grosseiros rolados ou subangulosos; estrutura prismática grosseira fraca a massiva; há algumas películas de argila nas faces dos agregados; aderente, plástico, muito firme (muito compacto) e muito ou extremamente rijo; pH 5,0 a 6,5.

Transição gradual a difusa para

Horizonte C — Formações detríticas predominantemente areno-argilosas, em geral grés ou conglomerados, mais ou menos consolidadas, de cimento argiloso ou, às vezes, argilo-calcário.

Nota-se, por vezes, nestes solos a presença de um horizonte A2 incipiente ou pouco desenvolvido, constituindo então uma transição para Planossolos.

*Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos de rochas
detriticas arenáceas e xistos (Pagx)*

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo-acinzentado; franco-arenoso, com alguns ou bastantes elementos grosseiros (quartzitos, grauvaques e pisólitos ferruginosos); estrutura granulosa grosseira a fina fraca; muito friável e pouco rijo; na base do horizonte notam-se, por vezes, algumas concreções ferruginosas; pH 6,0 a 7,0.

Transição abrupta para

Horizonte II B — 20 a 40 cm; pardo-amarelado; argiloso ou franco-argiloso, por vezes com bastantes elementos grosseiros (grauvaques e xistos) alguns com periferias ferruginosas; estrutura prismática grosseira e média fraca composta de anisoforme subangulosa média a fina moderada; muito aderente, muito plástico, firme; pH 6,5 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte II C — Xistos ou grauvaques em meteorização mais ou menos intensa.

*Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos de «arkoses»
ou depósitos afins (Pdg)*

Horizonte A1 — 15 a 30 cm; pardo, pardo-escuro ou pardo-acinzentado; arenoso ou franco-arenoso, com elevada percentagem de areia grossa e saibro; sem agregados ou com estrutura granulosa fina fraca; muito friável.

Transição nítida para

Horizonte B — 20 a 60 cm; pardo-acinzentado ou cinzento-claro; argiloso, com elevada percentagem de areia grossa e saibro; estrutura prismática grosseira fraca ou massiça; com películas

de argila nas faces dos agregados; aderente, plástico, muito firme e muito ou extremamente rijo.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: «arkoses» ou depósitos afins.

*Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos de quartzodioritos
ou dioritos (Pmh)*

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; cinzento-claro (s) e pardo (h); franco-arenoso, com bastante saibro subanguloso de quartzo (por vezes rolado) e/ou de pórfiro e algum cascalho anguloso de pórfiro; estrutura granulosa muito fina a média, fraca; muito friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida para

Horizonte A2 — 0 a 30 cm; sempre mais claro do que o anterior; cinzento-claro ou pardo muito pálido (s) e pardo-pálido, por vezes pardo-amarelado-claro, especialmente em profundidade (h); franco-arenoso a arenoso, com bastante saibro subanguloso de quartzo (por vezes rolado) e/ou de pórfiro e algum cascalho anguloso de pórfiro; sem agregados; muito friável; algumas concreções ferruginosas; quando seca, existe uma certa coesão entre as partículas primárias; pH 5,5 a 6,5.

Transição abrupta para

Horizonte B — 15 a 50 cm; pardo-acinzentado com muitas manchas pequenas muito a pouco distintas de tonalidade variável (pardo-avermelhadas escuras que com a profundidade tendem a ser menos distintas até se confundirem com uma nova cor do fundo que é entre parda e castanha); argiloso; estrutura massiça ou prismática média ou grosseira fraca ou moderada; notam-se algumas películas de argila nas faces dos agregados; muito aderente, muito

plástico, extremamente firme e extremamente rijo; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida para

Horizonte C — Material proveniente da desagregação de quartzodioritos ou, menos vezes, dioritos.

Estes solos, com características hidromórficas algo acentuadas, foram influenciados por material estranho à rocha-mãe que lhes aligeirou sensivelmente a textura da camada superficial (16).

Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos de rochas microfíricas (pórfiros) (Ppm)

Horizonte A1 — 15 a 25 cm; pardo-pálido ou cinzento-claro; franco-arenoso com alguns elementos grosseiros de pórfiro; estrutura granulosa fina fraca a sem agregados; muito friável; fofo a pouco rijo; pH 5,5 a 6,0.

Transição nítida para

Horizonte A2 — 0 a 25 cm; semelhante ao anterior mas de cor mais clara e sem agregados ou com estrutura anisoforme angulosa muito grosseira fraca; pH 5,5 a 6,0.

Transição abrupta, em geral através de uma «linha de pedras», para

Horizonte B ou II B — 15 a 40 cm; pardo-acinzentado com algumas ou bastantes manchas pequenas distintas ou pouco distintas amareladas, avermelhadas ou acinzentadas; franco-argilo-arenoso ou franco-argiloso; estrutura massiça; aderente ou muito aderente, plástico ou muito plástico, firme ou muito firme; pH 5,5 a 6,0.

Transição nítida para

Horizonte C ou II C — Material proveniente da meteorização de rochas microfíricas (pórfiros).

Os Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários desenvolvem-se em relevo normal, por vezes subnormal, este especialmente no caso dos Para-Hidromórficos.

Os solos da Família *Pgn* aparecem próximo de Arraiolos. Os da Família *Ppx* foram cartografados nas proximidades do Cercal do Alentejo. Os da Família *Pmg* encontram-se nas áreas de Évora, Montemor-o-Novo, Viana do Alentejo e Reguengos de Monsaraz. Os da Família *Px* aparecem no meio dos Litossolos de xistos ou grauvaques em toda a região do Paleozóico e do Precâmbico. Os da Família *Pm* são mais frequentes nas zonas de Beja, Cuba, Ferreira do Alentejo, Évora e Alter do Chão. Os da Família *Pag* têm apreciável representação sobretudo nas áreas de Alcácer do Sal, Elvas, Évora, Ferreira do Alentejo e Moura. Os da Família *Pagx* foram cartografados entre Sagres e Vila do Bispo. Os da Família *Pdg* situam-se na região Arraiolos - Pavia. Os da Família *Pmh* existem entre Ferreira do Alentejo e Cuba e perto de Baleizão (Beja), na parte da mancha de pórfiros da Carta Geológica de Portugal mais encostada aos Barros do Complexo gabro-diorítico de Beja, que é a zona mais rebaixada daquela planície, em situações topográficas planas ou pouco declivosas na base de morros onde há afloramentos de pórfiros (16). Os solos da Família *Ppm* encontram-se nas proximidades de Castro Verde.

Na Figura 10 apresenta-se o perfil de um Solo Mediterrâneo Pardo de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (*Pm* — P. 90) fotografado perto de Faro do Alentejo e na Figura 11 o de um Solo Mediterrâneo Pardo Para-Hidromórfico de quartzodioritos ou dioritos (*Pmh* — P. 92) situado perto de Trigaches (Cuba).

6.11.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Dados analíticos respeitantes a 13 perfis de Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários são apresentados nos Quadros 32 e 33. No Quadro 32 reúnem-se os dados referentes a 8 perfis dos dois primeiros subgrupos, um da primeira Família (*Pgn*), um da segunda (*Ppx*), dois

da terceira (Pmg), dois da quarta (Px) (*) e dois da quinta (Pm). No Quadro 33 estão os dados de 5 perfis do Subgrupo dos Para-Hidroinórficos, sendo dois da sexta Família (Pag), um da sétima (Pagx), um da nona (Pmh) e um da décima (Ppm).

A textura das camadas superficiais é ligeira, aumentando bastante a percentagem de argila no horizonte B; este satisfaz, por esse motivo e por outros, os requisitos para se classificar do tipo «textural». A curva da distribuição da argila segue inteiramente o padrão característico dos Solos Argiluviados.

Nos solos cultivados deste agrupamento a percentagem de matéria orgânica é sempre baixa mas em incultos pode atingir valores elevados (exemplo: perfil n.º 457 de Px). Decresce muito, em geral gradualmente, com a profundidade. A relação C/N é normalmente baixa nos solos sujeitos à cultura; nos incultos parece ser relativamente elevada o que, junto a outras características, faz crer que o húmus seja um «mull» florestal (63). Os valores do ferro livre são quase sempre indicativos de mais ou menos intensa emigração dos horizontes superiores e acumulação nos inferiores.

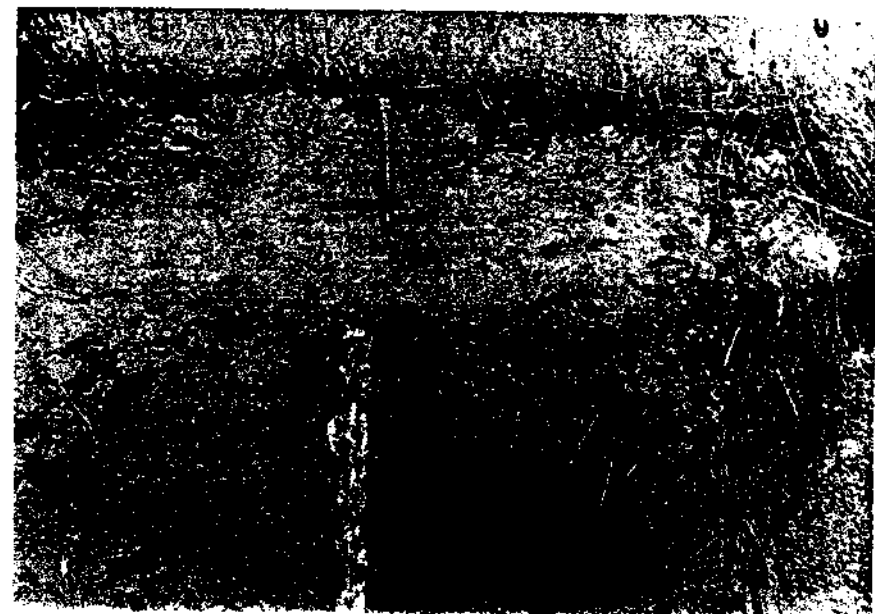
A capacidade de troca catiónica é muito variável, acompanhando em regra a curva da argila. Nos horizontes superiores é baixa ou mediana, enquanto nos horizontes de acumulação é mediana ou alta (excepto num perfil de Ppx e noutro de Pag). Nos Para-Barros, devido à natureza da argila, atinge normalmente os valores mais elevados. Em todos os solos o cálcio é o catião dominante. Em muitos deles o magnésio excede 20 % da capacidade de troca, mas isso é mais frequente nos horizontes inferiores do que nos superficiais; nestes acontece que, por vezes, as quantidades deste catião metálico não chegam a ser mensuráveis pelas técnicas usuais. No solo Ppx há apenas também vestígios de magnésio de troca. Os valores de potássio de troca são, como regra, muito baixos e os de sódio altos, excedendo quase sempre aqueles.

O grau de saturação, importante característica taxonómica para a Ordem a que estes solos pertencem, é muito elevado, quase sempre superior a 75 % e aumenta geralmente com a profundidade. Exceptua-se o solo Ppx que mostra tendência para Solo Muito Insaturado. A reac-

(*) Os perfis n.º 455 e 457 de Px foram, noutro trabalho, classificados como «Ultustalfs» (14).



Figura 10 — Perfil de um Solo Mediterrâneo Pardo de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristaloílicas afins (Pm-P. 90 — perto de Faro do Alentejo).



ção varia de moderadamente ácida a neutra, podendo ser ligeiramente alcalina nos horizontes de alguns solos em que há diminutas quantidades de carbonatos.

Os dados disponíveis de índole física permitem indicar que a expansibilidade é relativamente elevada nos Para-Barros apreciável nalguns horizontes de acumulação dos *Pag* e muito baixa ou nula nos restantes solos. A capacidade de campo tem valores moderados ou elevados e a capacidade utilizável aparenta ser baixa nos horizontes superficiais e mediana nos inferiores; estes apresentam, porém, permeabilidade mais ou menos lenta e não poucas vezes são dificilmente penetráveis pelas raízes; não há pois que contar muito com eles, em condições naturais, para o fornecimento às plantas de quantidades importantes de humidade. A estabilidade da microestrutura é sempre grande ou muito grande.

6.11.3 — Mineralogia da areia fina

Os resultados da análise mineralógica da areia fina dos perfis n.º 83 (Pm), 372 (Pmg), 455 (Px), 457 (Px) e 293 (Pag), representativos de 4 Famílias deste Grupo de solos, encontram-se no Quadro 34.

Com excepção do perfil de *Pag*, os solos estudados apresentam uma certa reserva mineral, especialmente na fracção leve onde as percentagens de feldspatos variam entre 15 e 40 %. Na fracção pesada há muita hornblenda no perfil de *Pmg* e percentagem elevada de clorite no solo do Subgrupo Para-Barros (Pm). Neste a fracção pesada é abundante, o que não acontece nos restantes. Os minerais opacos representam parte enorme da fracção pesada dos solos deste Grupo, fugindo porém à regra o perfil de *Pmg*.

Uma meteorização mais intensa nos horizontes superiores torna-se evidente ao analisar a mineralogia da fracção pesada do perfil de *Pm*, nada porém se podendo concluir em relação aos outros solos.

No perfil do Para-Hidromórfico *Pag* parece haver duas «suites» mineralógicas diferentes, uma vez que nos horizontes superiores se encontram grãos de estauroлите e andaluzite, minerais moderadamente estáveis próprios de rochas metamórficas, que não aparecem nos inferiores. Deve ter havido uma certa adição de materiais doutra origem, o que não é de estranhar em solos que geralmente se desenvolvem em relevo subnormal ou mesmo plano. A descontinuidade litológica assinalada no horizonte

QUADRO 32

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRANEOS PARDOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS NORMAIS E PARA-BARROS

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Catiões permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Pgn -255	6 729	Ap	0-20		47,5	37,9	7,0	7,6	0,51	0,30	0,027	11,1	0,99		5,9	1,56	0,20	0,16	0,13	0,80
	6 730	B	20-50		45,8	32,4	7,6	14,2	0,44	0,20	0,019	10,5	1,08		6,2	4,22	0,74	0,19	0,19	1,00
Ppx -525	10 414	Ap	0-30	17,5	29,1	32,7	29,8	8,4	4,62	2,68	0,300	8,9	1,88		5,4	2,44	Vest.	0,27	0,22	2,00
	10 415	B1	30-50	0,0	10,8	28,1	39,7	21,4	2,13	1,24	0,270	5,9	0,76		5,4	0,98	Vest.	0,26	0,29	2,10
	10 416	B2	50-75	0,0	2,3	16,2	49,6	31,9	1,93	1,12	0,200	5,6	1,54		5,3	1,02	Vest.	0,40	0,38	2,20
	10 417	C1	75-95	0,0	7,8	17,6	50,4	24,2					3,13		5,2	1,13	Vest.	0,21	0,31	2,10
	10 418	C2	95-130	2,5	8,5	23,8	60,6	7,1					0,83		5,3	0,78	Vest.	0,11	0,29	2,00
Pmg -372	9 121	Ap	0-35	9,0	28,9	59,5	7,3	4,3	0,44	0,35	0,027	13,0	0,67		6,3	10,50	2,33	0,07	0,30	1,00
	9 122	B	35-90		25,3	23,5	13,1	38,1					0,71		7,1	22,68	9,90	0,09	0,42	1,10
Pmg -374	9 125	Ap	0-30	3,0	46,5	37,1	11,3	5,1	1,04	0,60	0,038	15,8	0,65		6,2	8,84	Vest.	0,13	0,20	1,60
	9 126	B	30-60	4,0	31,2	31,5	8,5	28,8	0,55	0,32	0,032	10,0	1,50		7,0	12,80	2,30	0,15	0,34	1,00
Px -455	9 369	Ap	0-20	18,0	35,5	26,1	22,1	16,3	0,98	0,57	0,070	8,1	2,59		6,0	6,42	1,34	0,10	0,34	2,00
	9 370	B2	20-40	16,5	27,7	27,2	20,2	24,9	0,44	0,26	0,030	8,7	1,22		6,2	9,00	1,60	0,08	0,67	2,60
	9 371	C & R	40-60	64,9	11,6	15,8	32,9	39,7	0,15	0,08			1,00		5,8	9,50	4,85	0,15	0,24	2,60
Px -457	9 375	A1	0-15	38,5	20,5	26,8	36,0	16,7	6,37	3,70	0,220	16,8	1,77		6,2	5,51	2,93	1,14	0,31	4,00
	9 376	B2	15-35	15,5	18,1	17,8	37,6	26,5	2,06	1,20	0,110	10,9	1,99		5,8	4,60	0,86	0,40	0,31	4,20
Pm - 83	8 321	Ap	0-20		32,2	36,0	13,3	18,5	1,17	0,68	0,080	8,5	0,55	0,0	6,6	6,65	2,98	0,18	0,28	1,00
	8 322	B1	20-40		19,3	18,3	14,2	48,2	0,72	0,42	0,050	8,4	0,79	Vest.	7,1	14,60	7,84	0,07	0,55	0,60
	8 323	B2	40-70		27,7	21,5	16,4	34,4	0,45	0,26	0,040	6,5	0,41	Vest.	7,4	14,30	7,74	0,07	0,54	0,00
	8 324	C	70-100		55,6	28,3	5,8	10,3	0,07	0,04	0,010	4,0	0,38	Vest.	7,7	16,90	5,88	0,04	0,56	0,00
Pm - 90	8 325	Ap	0-20		33,1	31,3	16,8	18,8	1,22	0,71	0,079	9,0	0,83	0,0	6,2	5,34	2,56	0,25	0,39	2,00
	8 326	B2	20-90		13,9	15,2	20,9	50,0	0,93	0,54	0,050	10,8	0,72	Vest.	7,1	18,20	5,30	0,16	0,50	0,00
	8 327	B3	90-120		9,0	30,5	25,1	35,4	0,49	0,29	0,030	9,7	0,40	Vest.	7,8	21,20	3,20	0,10	0,32	0,00
	8 328	C	120-160		14,3	45,5	21,2	19,0	0,27	0,16	0,018	8,9	0,54	3,75	8,1	28,00	1,20	0,09	0,90	0,00

B

QUADRO 32

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS PARDOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS NORMAIS E PARA-BARROS

d)	H	S m. e./100	T m. e./100	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pF 2,0 %	Água a pF 2,7 %	Água a pF 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
					Seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Allen						Inicial	Constante
	0,80	2,05	2,85	71,9	1,46	1,45	36,10	0,15	30,1	97,9	24,60	14,70	7,10	2,90	11,80	4,18	4,54
	1,00	5,34	6,34	84,3	1,40	1,40	39,10	0,00	33,9	90,2	28,00	20,10	10,70	4,70	15,40	4,60	4,07
	2,00	2,93	4,93	59,4													
	2,10	1,53	3,63	42,2													
	2,20	1,80	4,00	45,0													
	2,10	1,65	3,75	44,0													
	2,00	1,18	3,18	37,1													
	1,00	13,20	14,20	93,0	1,51	1,51	35,00	0,00	50,45	90,70	23,10	12,45	9,49	2,60	9,85	2,44	2,24
	1,10	33,09	34,19	96,8					28,40	98,00			44,94	17,00			
	1,60	9,17	10,77	85,1	1,50	1,50	32,30	0,00	36,55	94,60	21,50	13,75	11,10	3,00	10,75		
	1,00	15,59	16,59	93,9	1,28	1,24	43,50	3,25	23,90	98,50	35,60	23,65		10,38	13,27		
	2,00	8,20	10,20	80,4	1,38	1,38	39,50	0,00	59,25	77,40	28,70	21,02	18,78	7,24	13,78	0,22	0,43
	2,60	11,35	13,95	82,1	1,28	1,28	44,00	0,00	61,55	85,60	34,50	23,50	21,70	11,00	12,50	0,94	1,16
	2,60	14,74	17,34	85,0	1,23	1,19	32,50	3,26			27,30						
	4,00	9,89	13,89	71,2	1,01	1,01	54,70	0,00	25,90	82,80	53,90	38,50	33,20	10,93	27,57	1,38	1,76
	4,20	6,17	10,37	59,5	1,14	1,14	49,76	0,00	20,22	94,40	43,30	33,90	29,10	11,49	22,41	1,56	1,78
	1,00	10,04	11,04	90,9	1,31	1,31	41,00	1,56	21,52	93,50	31,40	26,00	18,60	6,50	19,50	3,54	4,32
	0,60	23,06	23,66	97,5	1,16	0,95	41,60	21,60			43,70	43,00	36,80	16,80	26,20	0,75	1,20
	0,00	22,65	22,65	100,0	1,24	1,10	49,20	12,10	11,79	96,00	44,50	34,05	29,50	12,30	21,75	0,70	0,77
	0,00	23,38	23,38	100,0	1,43	1,43	43,10	1,00	19,72	84,60	30,20	9,67	7,70	4,10	5,57	22,70	12,92
	2,00	8,54	10,54	81,0	1,30	1,28	27,50	0,59	25,40	92,30	23,52	21,30	17,20	6,30	15,00	2,20	2,59
	0,00	24,16	24,16	100,0	1,14	0,91	47,30	22,75			52,30		41,80	21,50		0,12	0,31
	0,00	24,82	24,82	100,0	1,11	0,94	53,70	17,52	10,50	98,50	57,00	48,00	42,60	22,00	26,00	0,15	0,32
	0,00	30,19	30,19	100,0	1,11	1,04	51,70	7,22	14,80	97,60	50,00	33,70	27,00	15,90	17,80	2,36	2,73

QUADRO 33

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS PARDOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS PARA-HIDROMÓRFICOS

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C - N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Pag -289 ...	7 436	Ap	0-15		57,8	25,8	6,0	10,4	0,91	0,53	0,040	13,3	0,45		5,0	6,23	0,32	0,10	0,23	1,00
	7 438	A3	15-25		31,6	41,4	9,4	17,6	0,37	0,22	0,030	7,3	0,77		5,1	4,00	1,09	0,08	0,24	1,00
	7 439	B1	25-40		48,1	8,2	8,3	25,4	0,26	0,15	0,020	7,5	0,75		5,0	4,10	1,93	0,09	0,60	1,50
	7 437	B2	40-100		45,3	7,1	15,6	32,0	0,12	0,07	0,010	7,0	0,75		5,4	5,07	1,14	0,96	0,29	1,10
Pag -293 ...	7 440	Ap1	0-10		56,4	14,9	16,2	12,5	1,08	0,63	0,050	12,6	0,40		5,8	4,20	1,88	0,25	0,53	1,10
	7 441	Ap2	10-20		45,0	28,1	12,2	14,7	0,44	0,26	0,030	8,7	0,37		6,1	8,31	2,18	0,13	0,23	1,00
	7 442	B21	20-30		37,8	17,0	10,6	34,6	0,79	0,46	0,040	11,5	0,91		6,3	11,20	3,46	0,21	0,19	1,20
	7 443	B22	30-50		20,8	2,2	9,0	68,0	0,57	0,33	0,040	8,3	0,95	Vest.	6,1	13,93	2,44	0,56	0,40	1,70
	7 444	II C	50- ?		23,5	1,5	4,6	70,4			0,040		0,79	42,8	8,5					
Pag -482 ...	9 754	Ap	0-25	45,0	25,5	46,7	18,6	9,2	2,58	1,50	0,100	15,0	0,84		6,7	4,40	Vest.	0,49	0,46	1,50
	9 755	II B	25-55	14,5	5,2	16,0	15,8	63,0	0,97	0,16	0,011	14,5	1,53	Vest.	7,3	6,00	3,06	1,12	1,07	0,00
	9 756	II C	55- ?	16,5	10,1	19,0	26,0	44,9	0,18	0,11	0,009	12,2	1,49		6,7	3,80	2,20	0,25	2,40	0,50
Pmh - 92 ...	8 329	Ap	0-20		42,8	25,2	19,5	12,5	1,05	0,61	0,072	8,5	0,77		5,3	2,12	1,09	0,14	0,28	1,00
	8 330	A2	25-40		52,8	21,0	13,6	12,6	0,28	0,16	0,020	8,0	0,93		6,1	2,12	1,64	0,08	0,34	1,00
	8 331	B	50-70		33,7	11,3	12,1	42,9	0,60	0,35	0,050	7,0	0,92		5,9	9,32	2,70	0,12	1,00	1,60
Ppm -527 ...	10 426	Ap	0-15	40,0	45,3	26,9	22,2	5,6	3,05	1,77	0,110	16,1	0,40		5,6	3,47	Vest.	0,21	0,58	1,00
	10 427	A2	15-35	12,5	31,5	39,5	19,8	9,2			0,050		0,53		5,6	2,81	Vest.	0,17	0,17	1,00
	10 428	B	35-50	12,5	24,3	26,9	14,8	34,0			0,020		0,35		5,7	5,90	3,97	0,22	0,85	1,60
	10 429	C	60- ?	5,0	40,7	29,2	14,0	16,1					0,20		5,8	5,20	1,14	0,17	1,26	1,50

B

QUADRO 33

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS PARDOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS PARA-HIDROMÓRFICOS

A

H	S m. s./100	T m. s./100	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansão bidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pH 8,6 %	Água a pH 1,7 %	Água a pH 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Médl.	Altos						Inicial	Constante
1,00	6,88	7,88	87,3													
1,00	5,41	6,41	84,4													
1,50	6,72	8,52	78,9													
1,10	7,46	8,56	87,2													
1,10	6,86	7,96	86,2	1,34	1,33	23,60	1,00	13,75	96,00	17,40	12,00	8,35	3,26	8,74	22,10	10,87
1,00	10,85	11,85	91,6	1,34	1,34	32,90	0,00	17,30	95,50	24,50	13,70	8,00	3,50	10,20	11,90	7,80
1,20	15,06	16,26	93,8	1,29	1,18	44,80	9,30	9,90	98,50	38,00	25,70	20,80	10,50	15,20	2,58	2,04
1,70	17,33	19,03	91,1	1,14	0,90	50,60	26,90	3,50	99,70	56,50	49,40	42,40	24,40	25,00	3,69	0,27
				1,03	0,86	49,90	19,90	6,83	98,80	58,40	42,70	37,50	22,10	20,60	2,63	1,70
1,50	5,35	6,85	78,1													
0,00	11,25	11,25	100,0													
0,50	8,65	9,15	94,5													
1,00	3,63	4,63	78,4	1,40	1,40	37,20	0,00	45,00	96,40	26,60	19,25	17,20	3,75	15,50	0,55	0,62
1,00	4,18	5,18	80,7	1,47	1,47	32,20	0,00	38,50	96,40	22,00	15,38	9,50	4,06	11,32	1,67	1,84
1,60	13,14	14,74	89,0								44,05	37,45	16,11	27,94	0,00	0,00
1,00	4,26	5,26	81,0	1,30	1,30	33,10	0,00	58,65	74,50	25,40	18,90	13,30	2,74	16,16	0,49	0,41
1,00	3,15	4,15	75,8	1,30	1,30	28,00	0,00	65,80	81,10	25,40	16,30	13,40	3,24	13,06	0,17	0,18
1,60	10,94	12,54	87,3					82,10	63,50		28,00	22,00	11,80	16,20	0,00	0,00
1,50	9,77	11,27	86,7													

B

QUADRO 34

ANALISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE SOLOS MEDITERRANEOS PARDOS DE MATERIAIS NÃO CALCARIOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %							
				Peso	g %	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Zir.	Clo.	Horn.	Turm.	Esf.	Est.	Andal.	Opacos
Pm - 83 ..	8321	Ap	4,103	3,686	89,84	70	30	0,417	10,16	6	26	—	—	—	—	—	68
	8322	B1	4,261	3,662	85,94	85	15	0,599	14,06	4	40	—	—	—	—	—	56
	8323	B2	4,183	3,001	71,74	75	25	1,182	28,26	3	61	—	—	—	—	—	36
	8324	C	3,686	3,128	84,86	80	20	0,558	15,14	—	58	—	—	—	—	—	42
Pmg-372 ..	9121	Ap	3,286	2,865	87,19	65	35	0,421	12,81	4	—	68	—	—	—	—	28
	9122	B	2,801	2,447	87,36	60	40	0,354	12,64	9	—	70	—	—	—	—	21
Px -455 ..	9369	Ap	3,116	3,046	97,75	70	30	0,070	2,25	6	—	—	6	—	—	—	88
	9370	B2	2,889	2,849	98,62	75	25	0,040	1,38	—	—	—	—	—	—	—	100
	9371	C & R	2,359	2,285	96,86	65	35	0,074	3,14	—	—	—	—	—	—	—	100
Px -457 ..	9375	A1	3,250	3,167	97,45	70	30	0,083	2,55	5	—	—	—	—	—	—	95
	9376	B2	1,813	1,760	97,08	60	40	0,053	2,92	—	—	—	—	—	—	—	100
	9377	C	1,805	1,756	97,29	70	30	0,049	2,71	2	—	—	—	—	—	—	98
Pag -293 ..	7440	ap 1	4,146	4,010	96,72	100	—	0,136	3,28	3	—	—	13	4	1	1	78
	7441	p 2	4,837	4,599	95,08	100	—	0,238	4,92	1	—	—	11	3	2	2	81
	7442	B21	5,760	5,449	94,60	100	—	0,311	5,40	4	—	—	7	8	1	—	80
	7443	B22	2,016	1,927	95,59	100	—	0,089	4,41	2	—	—	16	6	—	—	76
	7444	II C	0,516	0,497	96,32	100	—	0,019	3,68	3	—	—	4	6	—	—	87

Feldsp. = feldspatos; Zir. = zircão; Clo. = clorite; Horn. = hornblenda; Turm. = turmalina; Esf. = esfena; Est. = estauroilite; Andal. = andaluzite.

QUADRO 35

ANALISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE SOLOS MEDITERRANEOS PARDOS DE MATERIAIS NÃO CALCARIOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Pgn -255 ..	6730	B	20-50	—	10,80	43,50	38,38	5,23	31,94	1,21	2,0	2,3	22,0	0,10
Pm - 83 ..	8322	B21	20-40	3,95	12,50	46,05	30,95	4,76	25,30	0,89	2,7	3,1	26,1	0,12
Pm - 90 ..	8326	B2	20-90	6,03	12,30	47,15	27,00	9,32	16,95	0,73	3,3	4,8	13,5	0,36
Pmg-372 ..	9122	B	35-90	5,30	12,30	48,30	28,60	15,51	10,29	3,90	3,3	8,1	8,3	0,97
Pmg-374 ..	9126	B	30-60	10,80	12,50	42,30	25,30	8,52	15,58	1,20	3,2	4,6	13,0	0,34
Px -455 ..	9370	B2	20-40	1,70	7,80	44,10	39,60	13,10	25,30	1,20	2,1	2,1	9,0	0,33
Px -457 ..	9376	B2	15-35	2,30	12,30	41,00	45,10	26,30	17,90	0,90	2,6	3,7	4,1	0,89
Pag -289 ..	7437	B2	40-100	8,50	10,80	54,20	26,90	10,40	12,60	3,90	3,8	7,2	13,9	0,50
Pag -293 ..	7443	B22	30-50	10,40	10,00	51,30	28,90	10,80	17,40	3,40	3,4	5,9	12,7	0,50
Pmh- 92 ..	8331	B	50-70	5,70	10,70	52,10	30,40	17,60	8,60	4,20	3,5	10,3	7,9	1,30

IIC baseou-se na presença de carbonatos que, devido à técnica de preparação da amostra, não se revelam na análise mineralógica.

6.11.4 — Mineralogia da argila

Os resultados da análise química dos colóides minerais do horizonte B de quase todos os perfis de que se apresentaram dados analíticos físicos e químicos da terra fina encontram-se no Quadro 35. A análise térmica diferencial de alguns desses materiais e mais do horizonte B do *Ppm* apresenta-se no Gráfico 8 e os valores extraídos dos radiogramas de três deles no Quadro 36.

No perfil de *Pgn* julga-se dominar a illite. A análise química, quer pelos teores de Si O_2 , $\text{Al}_2 \text{O}_3$ e $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ (92), quer por meio das várias relações moleculares, assim o indica, o mesmo acontecendo com a capacidade de troca catiónica (aproximadamente 38 m. e./100 g) estimada pelo processo já anteriormente referido.

Nas amostras de *Pm* estudadas a análise química e a capacidade de troca calculada (cerca de 50 m. e./100 g) sugerem a existência de minerais 2:1, nomeadamente do grupo dos montmorilonóides. A análise térmica diferencial confirma a presença de montmorilonóides e indica uma possível existência de illite e/ou caulinite. A difracção por raios X da argila do perfil n.º 83 permitiu detectar montmorilonite e caulinite, sendo a primeira a mais abundante.

A análise química e a estimativa da capacidade de troca catiónica das argilas dos dois perfis de *Pmg* demonstram existir minerais do grupo 2:1. A sua análise térmica diferencial concretiza os factos, indicando a presença de illite e de uma certa percentagem de montmorilonite, o que é confirmado por comparação com os resultados do estudo por raios X de materiais com gráficos térmicos semelhantes. Supõe-se, porém, até porque os valores da expansibilidade são muito baixos, que a illite predomina. Por este motivo e porque se não encontraram características morfológicas que o contrariasse, excluíram-se estes solos do Subgrupo Para-Barros.

Os materiais coloidais dos dois perfis de *Px* estudados apresentam sobretudo illite, possivelmente associada a uma pequena percentagem de caulinite. Assim o revelaram todas as técnicas de identificação utilizadas,

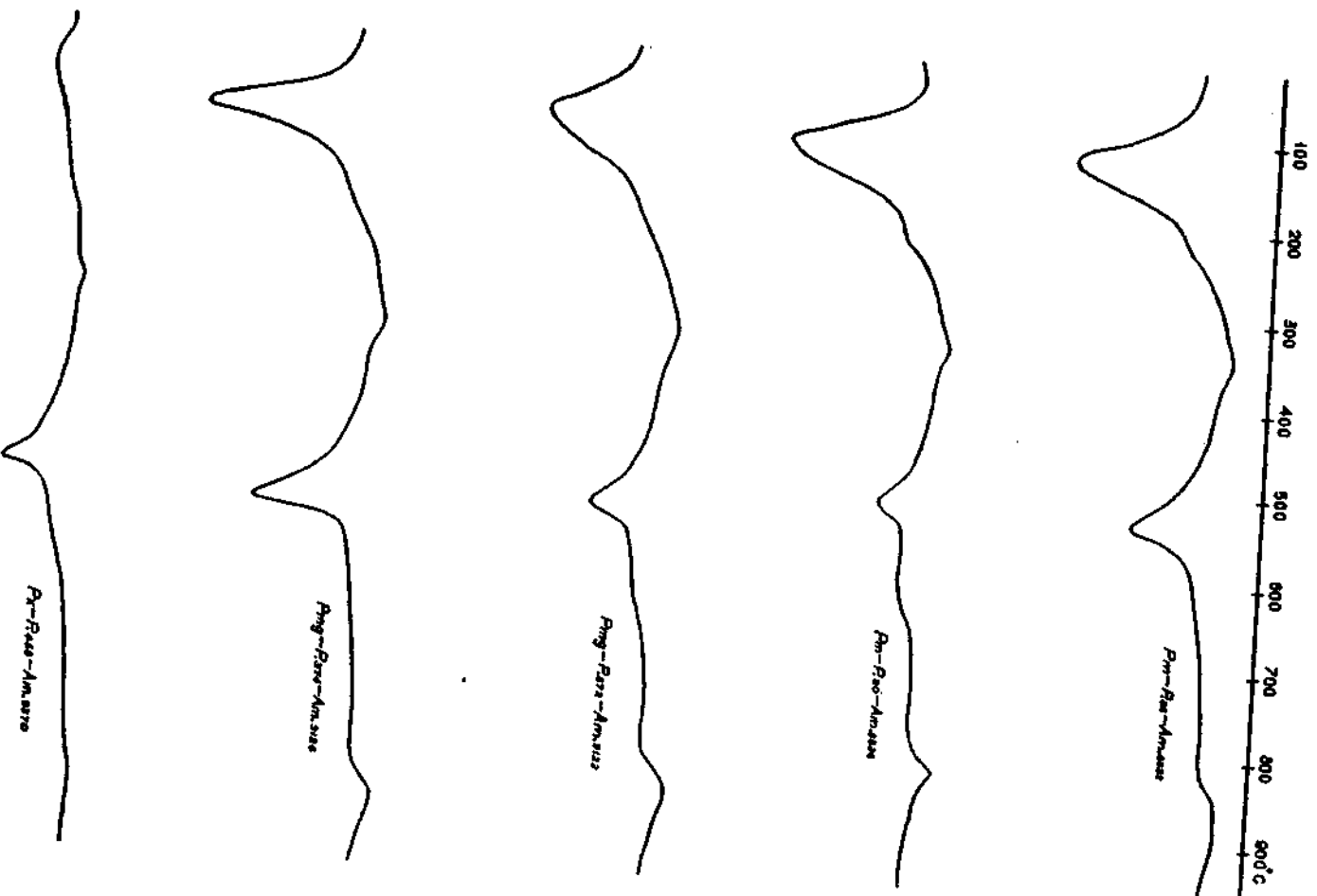
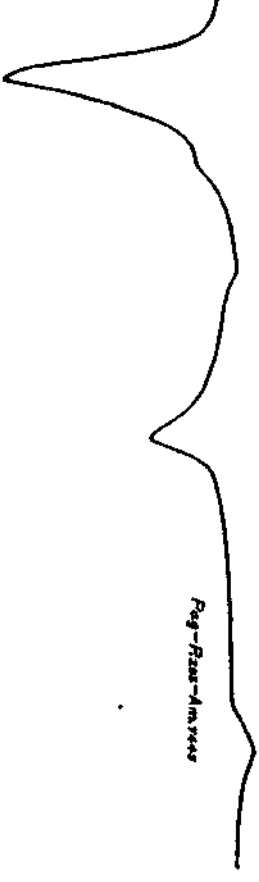
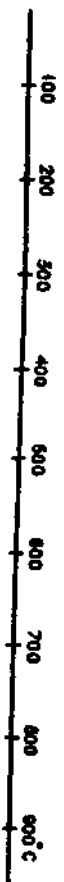


GRAFICO 8
*Análise térmica diferencial das colóides
 minerais de Solas Mediterrâneas
 Fundos de Matéria Não Calcárias*

Continua



QUADRO 36

VALORES DE d E I EXTRAÍDOS DOS RADIOGRAMAS DOS COLÓIDES MINERAIS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS PARDOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS

Pm - P. 83 — Am. 8322		Px - P. 455 — Am. 9370		Pag - P. 289 — Am. 7437	
d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I
15	7	10	8	15	< 1
7,25	3	7,25	1	7,25	< 1
4,45	10	5,05	2	4,45	10
3,55	1	4,45	10	3,55	1
2,57	4	4,15	1	3,35	4
1,70	2	3,50	1	3,05	1
1,49	4	3,35	4	2,85	1
		3,20	1	2,70	1
		2,95	1	2,57	7
		2,82	1	1,67	2
		2,55	8	1,49	2
		2,37	1		
		2,12	1		
		2,00	2		
		1,65	1		
		1,50	1		

incluindo a difracção por raios X, em cujo diagrama se encontraram intensas riscas da ilite e muito fracas da caulinite.

Pela análise química dos colóides dos dois solos *Pag* investigados conclui-se dever haver minerais do grupo 2:1 que a capacidade de troca catiónica estimada aponta serem ilites (valores calculados: 13 a 26 m. e./100 g). Os valores de P e E (113) das curvas da análise térmica diferencial levam à conclusão que há ilite associada a alguma caulinite. O radiograma dos materiais do perfil n.º 289 mostrou riscas muito difusas, provavelmente indicadoras de baixo grau de cristalinidade. Em todo o caso foi possível detectar a presença dominante de ilite, alguma caulinite e uns vestígios de montmorilonite (a risca de 15 Å tinha intensidade

inferior a 1). Estes materiais apresentam, porém, muito elevadas razões $Si\ O_2/R_2\ O_3$ e $Si\ O_2/Al_2\ O_3$. Deve, por isso, pôr-se a hipótese de entrar uma percentagem importante de sílica coloidal na constituição das argilas destes solos.

Os colóides do solo *Pmh* possuem ilite e alguma caulinite, como o provam a análise química (deve voltar a pôr-se aqui o problema da existência de sílica coloidal devido às altas razões $Si\ O_2/R_2\ O_3$ e $Si\ O_2/Al_2\ O_3$ determinadas), a capacidade de troca catiónica estimada (cerca de 30 m. e./100 g) e a análise térmica diferencial ($P = 20$ e $E = 3,1$).

A análise térmica diferencial da argila do solo *Ppm* indicou que esta era constituída por ilite.

Em resumo, pode dizer-se que os Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários possuem sobretudo ilites a que se associa ou não alguma caulinite. Nos do Subgrupo Para-Barros existem, porém, minerais do grupo dos montmorilonóides, que predominam.

6.11.5 — Micromorfologia

Foram feitos cortes delgados dos horizontes Ap e B21 do perfil n.º 83 (Pm) e dos Ap e B2 do perfil n.º 455 (Px), cujo estudo micromorfológico é a seguir apresentado. Estava também planeada a investigação dum perfil do Subgrupo Para-Hidromórfico mas inesperadas dificuldades obrigaram a pôr o projecto de parte.

Pm — Perfil 83

Horizonte Ap (Corte n.º 33). — O «fabric» é plectoamictico (106). Os grãos minerais estão rodeados de películas dum plasma relativamente denso mas que apresenta bastantes vacúolos entre as suas faixas de ligação intergranulares.

Os grãos, mais abundantes do que o plasma e principalmente das fracções areia grossa e areia fina, são em boa parte de minerais de alteração relativamente fácil pelo que a reserva mineral do solo é apreciável, como já se viu.

O plasma é de cor parda ou castanha constituído por minerais da argila e partículas finas de limo. Nele devem estar disseminados alguns óxidos de ferro e matéria orgânica completamente humificada, pois foram muito raros os grumos observados.

Notam-se algumas concreções ferruginosas esféricas, ovóides ou subangulosas, pequenas, de dimensões nunca superiores a 1 mm, por vezes incipientes e com muitos grãos minerais inclusos.

Nas faces de certos agregados estruturais veêm-se algumas películas de argila pouco espessas e descontínuas. No interior daqueles há, às vezes, estruturas coloidais birrefringentes e segregações lineares de óxidos de ferro.

Horizonte B21 (Corte n.º 34). — Este corte difere do do horizonte Ap fundamentalmente por apresentar bastante menor porosidade e uma proporção de plasma, relativamente à do esqueleto mineral, um pouco maior. Os vacúolos são muito menos abundantes e o «fabric», apesar de ainda se poder designar como plectoamíctico, tendê sensivelmente para porfirópéptico (106). Além disso são muito abundantes as películas de argila de certo modo espessas e contínuas ao longo das paredes dos canais, notando-se que apresentam, por vezes, maior espessura por cima de constrições, a atestar a natureza iluvial dessas acumulações coloidais. Confirma-se, portanto, a existência nestes solos de um horizonte B do tipo «textural».

! Nos restantes aspectos os dois horizontes parecem não diferir substancialmente.

Pela abundância de esqueleto mineral em relação ao plasma e pela relativa frouxidão ou porosidade deste o solo parece pertencer às Terras Pardas, tal como são definidas por Kubiena (107). Por outro lado a presença de concreções ferruginosas e de estruturas fluidas birrefringentes coloca-o de preferência nos «Braunlehms» (107). Está-se, talvez, em presença de uma transição entre os dois grupos de solos.

Px — Perfil 455

Horizonte Ap (Corte n.º 39). — O «fabric» é porfirópéptico do tipo porfirópéptico (106). Os grãos minerais encontram-se imersos e como que cimentados num plasma denso; mesmo quando isolados têm material coloidal aderente às suas faces. Aqueles são das fracções areia grossa, areia fina e limo e, na sua maioria, de minerais de difícil meteorização.

O plasma, de cor parda ou castanha, é constituído por minerais da argila com alguns óxidos de ferro e matéria orgânica completamente humificada associados.

A porosidade é relativamente pequena. Os vacúolos no interior dos agregados são muito raros.

Abundam as concreções ferruginosas de tamanhos que vão desde algumas décimas de milímetro até 3 milímetros e mais de diâmetro. À luz reflectida são vermelhas, ao passo que à luz transmitida, com ou sem Nicols cruzados, são negras.

São também muito frequentes as películas de argila, algumas apreciavelmente espessas, nas paredes dos canais e poros, bem como outras estruturas coloidais birrefringentes no interior dos agregados estruturais, nomeadamente rodeando concreções ferruginosas ou grãos minerais de maior tamanho.

Horizonte B2 (Corte n.º 40). — O aspecto micromorfológico geral é semelhante ao do horizonte Ap. Nota-se, porém, uma diminuição da percentagem de grãos minerais em favor da de plasma que, talvez por isso, parece ainda mais denso. Este é ainda pardo ou castanho mas com um tom avermelhado.

No interior dos agregados abundam, muito mais do que no horizonte anterior, as estruturas coloidais birrefringentes que parecem dominar o conjunto.

As películas de argila revestindo poros e canais são aqui mais frequentes e mais espessas, chegando a atingir 0,3 mm (Figura 12).

A porosidade é menor do que no horizonte anterior.

Tudo parece indicar, pois, que este solo deve ser incluído no grupo dos «Braunlehms» de Kubiena (107).

6.11.6 — Considerações sobre a génese

Os Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários têm como característica genética principal a presença de um horizonte B do tipo «textural» de relativamente pequena insaturação. Pondo de parte os processos responsáveis pela cor parda do solo, de que já algo se disse ao tratarem-se em capítulo anterior solos semelhantes mas derivados de materiais calcários, e a apreciável alteração química, haverá principalmente que discutir aqui a argiluviação, processo de formação do solo que neles predomina aliado a um relativamente elevado grau de saturação de que é responsável o clima pouco húmido em que se situam.

Embora a argiluviação não pareça muito viável em climas mediterrâneos, ela tem sido admitida por muitos autores. Montarlot (140), Bou-laine (25), Duchaufour (63) e outros têm-se referido ao aumento do

teor de argila nos horizontes profundos dos Solos Mediterrâneos. Birot (18) esclarece mesmo que os Solos Mediterrâneos se encontram mais lavados («léssivés») do que a aridez do clima e a vegetação xerófila deixam prever; porém, o Inverno ameno leva à degradação do húmus e ao desaparecimento das bases; além disso, porque as árvores que possuem raízes profundas podem manter-se no Verão e as plantas herbáceas não são capazes de tirar partido das fracas reservas de água no solo, desenvolve-se nestes solos uma floresta pouco vigorosa associada a «Chamaerops», cuja natureza primitiva há alguns milhares de anos devia ser muito diferente do que é agora.

Os processos de lavagem num perfil dizem respeito a sais solúveis, a colóides e a complexos pseudo-solúveis (63).

Os sais solúveis migram mais frequentemente sob a forma de carbonatos ou bicarbonatos. Os colóides movimentam-se em regra por associação com compostos solúveis, constituindo complexos que favorecem o seu deslocamento; assim os óxidos de ferro formam complexos com substâncias orgânicas hidro-solúveis ou, nos solos pobres em húmus, com a sílica. Aqueles compostos hidro-solúveis favorecem e mantêm a dispersão da argila. Segundo Lossaint (112) o poder de formação de complexos (ou de dispersão da argila) daquelas substâncias orgânicas hidro-solúveis diminui quando a concentração de cálcio no meio aumenta; daí a razão por que a insaturação do complexo de absorção favorece os fenómenos de lavagem.

Os factores que intervêm na lavagem do perfil são a água gravitacional, a estrutura do solo, a natureza do húmus e a chamada actividade biológica de compensação (63).

A água gravitacional é, evidentemente, o agente essencial da lavagem, dependendo a sua acção dos factores climáticos, em especial da aridez do clima, e da permeabilidade do material que constitui o solo.

Para cada tipo de solo são a estrutura e a natureza do húmus que condicionam os processos de lavagem. Por decomposição da matéria orgânica surgem no solo dois grupos de compostos que se comportam diferentemente: um, dos compostos húmicos insolúveis que se ligam à argila, originando agregados estruturais, e fixam o ferro e o cálcio, contrariando portanto a lavagem; outro, o dos compostos orgânicos solúveis que desempenham o papel de dispersantes da argila e solubilizam os óxidos de ferro e de alumínio por formação de complexos, favorecendo assim a sua migração, como já se referiu. Verifica-se, pois, que os fenómenos de



Figura 12 — Microfotografia do horizonte B2 de Px (P. 455 — Corte n.º 40 — Nicols cruzados — x 130): películas de argila contínuas nas paredes de canais e estruturas birrefringentes no interior dos agregados.

migração são condicionados pela percentagem relativa destes dois grupos de constituintes do húmus do solo.

A acção de determinados elementos da fauna e da flora do solo provoca, por vezes, fenómenos de ascensão que contrabalançam ou contrariam os fenómenos de lavagem facilitados pelos agentes anteriormente referidos. Nisso consiste a denominada actividade biológica de compensação (63).

Os materiais lavados ou arrastados das camadas superficiais deslocam-se para fora do perfil ou acumulam-se algures no seio dele. A sua acumulação num horizonte B está subordinada a causas físicas e a causas químicas (63).

Dentre as causas físicas destacam-se a existência de um horizonte mais compacto no solo ou a presença de uma zona permanente ou temporariamente saturada de água. Neste último caso as correntes descendentes cessam nessa zona e o horizonte de acumulação forma-se imediatamente por cima do plano de água até ao limite da ascensão capilar. A existência dum horizonte mais compacto serve de filtro à passagem dos materiais em movimento que aí se acumulam. A formação desse horizonte pode ter-se iniciado no nível de densidade máxima das raízes das plantas, até onde penetram as chuvas de Verão, por concentração das soluções e precipitação dos produtos deslocados em virtude de desidratação parcial.

Acções de natureza química provocam a destruição dos complexos pseudo-solúveis que migraram e a precipitação dos seus elementos componentes. Várias teorias têm tentado esclarecer estas acções. Para uns, são os iões cálcio, mais abundantes em profundidade, que provocam a destruição dos complexos ferro-silícicos ou argilo-orgânicos e a insolubilização dos seus componentes. Mattson (128, 129) e Hartman (93) são, porém, de opinião que os complexos no estado de dispersão, nomeadamente certos complexos de ferro e compostos orgânicos, floculam nas camadas profundas do solo porque aí atingem o ponto isoeléctrico dos colóides anfóteros em que é mínima a sua estabilidade.

Bétremieux (17) e Bloomfield (20, 21, 22, 23), em várias experiências realizadas, mostraram que o ferro migra sob a forma ferrosa e precipita sob a forma férrica. Os complexos pseudo-solúveis no estado de dispersão são destruídos por oxidação, quer por contacto com o oxigénio do ar, à superfície ou em cavidades deixadas por raízes mortas, quer em profundidade, por contacto com uma toalha freática suficientemente

oxigenada, podendo nalguns casos as bactérias oxidantes do ferro ter também uma acção importante.

Esta última teoria, embora a mais viável de todas, parecia porém ser difícil de sustentar nos casos em que existe um horizonte B compacto e mal arejado. Contudo, para tais excepções, encontrou Iarkov (98) a provável solução, ao pretender que as fases de migração e de acumulação se sucedem no espaço e também no tempo; nas estações húmidas o excesso de água cria condições anaeróbias favoráveis à migração do ferro; nas estações secas surgem condições aeróbias e então os complexos formados são destruídos por oxidação, o ferro precipita e, por polimerização, formam-se compostos húmicos insolúveis (64).

Qualquer que seja a teoria preferida, desenvolve-se nos Solos Mediterrâneos Pardos (ou Vermelhos e Amarelos) um horizonte B «textural», em que a argiluviação desempenha um papel importante. A presença de películas de argila atesta-o indubitavelmente. Todavia é um facto que uma grande percentagem dos colóides minerais do horizonte de acumulação não é devida exclusivamente àquele processo. Para ela concorre grandemente a formação de argila «in situ» à custa dos materiais do solo ou por fenómenos de neogénese, argila que Gerassimov designa por «metamórfica» (81).

Várias características dos Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários colocam-nos umas vezes mais próximo das Terras Pardas Médias ou Meridionais, outras dos «Braunlehms» de Kubiena (107). O estudo micromorfológico revelou aspectos típicos dos «Braunlehms» mas, por exemplo, no solo do Subgrupo Para-Barros investigado a microestrutura era mais a de uma Terra Parda. Por outro lado a reserva mineral, que nos «Braunlehms» se mostra muito pobre, é razoável na maioria dos solos aqui analisados. O mesmo se poderá dizer em relação aos catiões de troca, nem sempre indicadores da pobreza geralmente apontada para a generalidade dos «Braunlehms».

Por muito que desgoste quase todos os cientistas a enorme frequência de «intergrades», não há outro remédio senão considerar os Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários numa posição intermédia entre as Terras Pardas e os «Braunlehms». Contudo julga-se, com certo fundamento, que uma estimativa ponderada os colocaria mais para o lado dos últimos que das primeiras.

Em situações planas ou de declives muito suaves desenvolvem-se frequentemente Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos que, tal

como indica a designação do Subgrupo, representam uma transição para Os Solos Hidromórficos, quase sempre para os Planossolos, cuja génese será discutida mais adiante. Na época húmida dá-se o encharcamento temporário do horizonte A provocada em grande parte pela baixa permeabilidade do B. Existe a tendência para o aparecimento de um horizonte eluvial A2 que nalgumas Famílias é já bastante nítido. Ao mesmo tempo na base deste horizonte nota-se um mais ou menos ligeiro aumento da percentagem de ferro livre que se segrega quase sempre em concreções. Na época seca estes solos tornam-se bastante compactos e rijos, sendo difíceis de trabalhar, mas não apresentam qualquer fendilhamento.

Outras considerações sobre a génese dos Solos Mediterrâneos Pardos seriam aqui pertinentes. Porém, para evitar repetições, serão elas abordadas ao tratarem-se os Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos, aos quais se aplicam inteiramente.

6.12 — SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS CALCÁRIOS

6.12.1 — Descrição-geral das Famílias

Os Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Calcários, os que há mais tempo e mais generalizadamente se têm considerado característicos do agrupamento dos Solos Mediterrânicos, englobam 6 Famílias distribuídas por 2 Subgrupos. Essas Famílias são as seguintes:

Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos:

- de calcários cristalinos ou mármore ou rochas cristalofílicas cálcio-siliciosas (Vcc)
- de calcários compactos ou dolomias (Vcd)
- de material coluviado de solos da Família Vcc (Pvc)
- de calcários cristalinos associados a outras rochas cristalofílicas básicas (Vcv)
- de material coluviado dos solos da Família Vcv (Scv)
- de margas ou calcários margosos (Vm)

As descrições-gerais destas Famílias são apresentadas nas páginas seguintes:

*Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de calcários cristalinos
ou mármore ou rochas cristalofílicas cálcio-siliciosas (Vcc)*

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; vermelho-escuro ou castanho-avermelhado; franco, por vezes franco-argiloso; estrutura granulosa ou grumosa fina moderada; friável; pH 6,5 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte B — 15 a 50 cm (pode ter fraco desenvolvimento ou estender-se até grande profundidade ao longo de fendas ou bolsas); ligeiramente mais vermelho que o anterior; franco-argiloso a argiloso; estrutura semelhante à do anterior mas um pouco mais grosseira (às vezes anisotrófica); há minúsculas concreções ferruginosas e algumas películas de argila nas faces dos agregados; friável e firme; pH 6,5 a 7,5.

Transição irregular e abrupta para

Horizonte Cca C — Película em geral muito delgada de cor amarelada envolvendo os blocos da rocha-mãe.

Horizonte R — Rocha-mãe: calcários cristalinos ou mármore ou rochas cristalofílicas cálcio-siliciosas.

*Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de calcários
compactos ou dolomias (Vcd)*

Horizonte A1 — 15 a 25 cm; castanho-avermelhado ou vermelho-escuro; argiloso, frequentemente com alguns fragmentos de calcário duro; estrutura granulosa média ou grosseira ou anisotrófica subangulosa fina moderadas ou fortes, friável ou firme; efervescência nula ao ClH; pH 6,5 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte B — 10 a 40 cm, podendo desenvolver-se até maior profundidade ao longo de fendas ou bolsas; vermelho-escuro;

argiloso, com alguns fragmentos de calcário duro; estrutura anisotrófica subangulosa fina moderada ou forte; há algumas concreções ferruginosas muito pequenas e películas de argila nas faces dos agregados; firme; efervescência nula ao ClH; pH 6,5 a 8,0.

Transição irregular e nítida para

Horizonte Cca C — Material originário constituído por uma camada de alguns centímetros de espessura de cor amarelada com laivos esbranquiçados, com percentagem variável de calcário duro ou noduloso e dando efervescência muito viva ao ClH. Esta camada pode estar reduzida a uma delgada película recobrindo a rocha.

Transição abrupta para

Horizonte R — Rocha-mãe: calcários compactos (não metamórficos) ou dolomias.

*Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de material
coluviado dos solos Vcc (Pvc)*

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; vermelho-escuro ou castanho-avermelhado; franco-arenoso ou franco-argilo-arenoso, com alguns elementos grosseiros subangulosos (quartzitos); estrutura granulosa ou grumosa fina moderada ou fraca; friável; normalmente com pequenas concreções ferruginosas; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte BC — Espessura variável, em geral superior a 1 m; semelhante ao anterior, de cor vermelha ou castanho-avermelhada um pouco mais clara, de consistência friável a firme e de textura franco-argilo-arenosa ou franco-argilosa (com maior percentagem de argila que no horizonte A); existem algumas películas de argila nas faces dos agregados.

*Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de calcários cristalinos
associados a rochas cristalofílicas básicas (Vcv)*

Horizonte A1 — 15 a 30 cm; pardo-avermelhado, vermelho ou castanho-avermelhado; franco, por vezes franco-argiloso; estrutura granulosa ou grumos; fina moderada; friável; pH 6,0 a 7,0.

Transição nítida para

Horizonte B — 15 a 50 cm; vermelho-escuro ou castanho-avermelhado (sempre mais escuro do que o anterior); franco-argiloso a argiloso; estrutura anisoforme subangulosa fina ou média moderada a forte; há algumas películas de argila nas faces dos agregados e pequenas concreções ferruginosas; firme; pH 6,0 a 7,0.

Transição irregular ou abrupta para

Horizonte C — Material originário: mistura de material semelhante ao do horizonte anterior com fragmentos de rocha, fazendo transição para a rocha-mãe (calcário cristalino associado a rocha cristalofílica básica).

*Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de material
coluviado dos solos Vcv (Scv)*

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo-avermelhado, vermelho-escuro ou castanho-avermelhado; franco-arenoso ou franco-argilo-arenoso, com alguns elementos grosseiros subangulosos (quartzitos e/ou xistos metamórficos); estrutura granulosa fina moderada ou fraca; friável; normalmente com pequenas concreções ferruginosas; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte BC — Espessura variável, em geral superior a 1 metro; vermelho-escuro ou castanho-avermelhado; franco-argilo-

-arenoso ou franco-argiloso (com maior percentagem de argila do que o horizonte A1); existem películas de argila nas faces dos agregados; estrutura anisoforme subangulosa fina ou média moderada a forte; firme; com algumas pequenas concreções ferruginosas.

*Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de margas
ou calcários margosos (Vcm)*

Horizonte A1 — 15 a 30 cm; pardo-avermelhado ou vermelho; franco, franco-argilo-arenoso ou franco-argiloso, por vezes argiloso; estrutura granulosa média ou fina forte ou moderada; friável ou firme; efervescência nula ao CIH; pH 6,0 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte B — 20 a 40 cm; vermelho ou vermelho-escuro; argiloso ou franco-argiloso, com mais argila do que o horizonte A; estrutura anisoforme angulosa grosseira ou média ou prismática fina moderada ou fraca; há por vezes algumas pequenas concreções ferruginosas e películas de argila nas faces dos agregados; firme; efervescência nula ao CIH; pH 6,5 a 8,0.

Transição gradual ou difusa para

Horizonte Cca C — Margas ou calcários margosos; por vezes calcários não compactos misturados com xistos, grés argilosos, argilitos, argilas ou grés argilo-calcários.

Os Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Calcários apresentam geralmente relevo normal, por vezes subnormal.

Os solos da Família *Vcc* são frequentes nas proximidades de Elvas, Estremoz, Vila Viçosa, Beja e Moura (Serra da Adiça). Os da Família *Vcd* existem em todo o Barrocal do Algarve e na Serra da Arrábida. Os da Família *Pvc* encontram-se na base das encostas da Serra da Adiça (Moura). Os das Famílias *Vcv* e *Scv* foram cartografados na

região de Elvas. E os da Família *Vcm* abundam na região de Pias e Moura.

Na Figura 13 mostra-se o perfil de um Solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo de calcários compactos ou dolomias (*Vcd*) fotografado nas proximidades de Fátima.

6.12.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Dados analíticos respeitantes a 6 perfis, dois da primeira Família (*Vcc*), dois da segunda (*Vcd*), um da terceira (*Pvc*) e um da sexta (*Vcm*) são apresentados no Quadro 37.

A textura dos horizontes superficiais é mediana ou pesada; nos horizontes B a percentagem de argila aumenta imenso, às vezes para mais do dobro, imprimindo à curva de distribuição dessa fracção a forma característica dos Solos Argiluvitados. Sempre que os solos estão sujeitos à cultura agrícola o seu teor orgânico é baixo, enquanto que em zonas incultas se mostra elevado (6,65 % no perfil n.º 241). Em qualquer dos casos decresce muito com a profundidade. A razão C/N é baixa ou mediana, indicando uma satisfatória ou mesmo rápida decomposição das substâncias orgânicas; mas é evidente a tendência para os valores característicos do «mull» florestal (63). As quantidades de ferro livre são apreciáveis em todos os horizontes; nem sempre porém demonstram uma migração descendente, como seria de esperar em todos os casos. É evidente a descarbonatação completa ou quase dos solos deste Grupo.

A capacidade de troca catiónica é mediana ou alta, com raras excepções. A sua distribuição acompanha a dos colóides (orgânicos e minerais). O catião dominante é o cálcio, cuja percentagem vai de 50 % a mais de 90 % da capacidade de troca. O magnésio e o potássio apresentam valores medianos ou altos mas, às vezes, são nitidamente deficientes. O sódio de troca aparece em quantidades normais ou, nalguns casos, relativamente excessivas. O grau de saturação, característica de grande interesse taxonómico nesta Ordem, é muito elevado, variando entre cerca de 75 % e 100 %.

A expansibilidade é normalmente baixa, subindo apreciavelmente nos solos do Subgrupo Para-Barros (*Vcm*). A microestrutura tem estabilidade muito elevada. A capacidade de campo mostra valores altos, quase sempre superiores a 20 % de humidade. A capacidade utilizável dos pri-

QUADRO 37

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS CALCÁRIOS

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Catões permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Vcc -238	5871	Ap	0-10		13,2	35,4	29,3	22,1	1,32	0,77	0,100	7,7		0,0	6,3	9,59	1,02	0,83	0,14	2,00
	5872	B	10-40		13,5	17,4	15,4	53,7	0,62	0,36	0,037	9,7		0,0	6,4	7,87	4,93	0,58	0,32	1,60
Vcc -287	6805	A1	0-20		9,4	23,3	41,6	25,7	2,07	1,20	0,083	14,5	2,08	Vest.	7,4	15,40	4,50	0,65	0,26	0,00
	6806	B	20-60		6,0	21,2	29,1	43,7	0,86	0,50	0,071	7,0	1,56	Vest.	7,6	12,72	3,70	0,15	0,22	1,00
Vcd - 29	9101	A1	0-20	0,0	7,8	22,9	28,3	41,0	3,57	2,07	0,170	12,2	1,19	2,3	8,0	26,84	Vest.	2,62	0,25	0,50
	9102	B	20-60	13,0	8,1	15,2	23,9	52,8	1,28	0,74	0,091	8,1	2,90	3,5	7,7	17,50	Vest.	0,91	0,37	0,50
Vcd -241	4750	A11	0-2		5,2	22,1	30,0	42,7	6,65	3,86	0,220	17,5	3,80	0,7	7,3	21,90	3,10	1,37	0,36	2,10
	4751	A12	2-25		4,1	14,3	39,5	42,1	5,70	3,31	0,200	16,5	1,90	0,2	7,5	18,40	1,45	1,25	0,40	1,60
	4752	B	25-50		0,6	2,8	11,1	85,5	1,02	0,60	0,037	16,2	2,06	0,4	7,3	13,70	2,30	0,51	0,35	1,10
Pvc -221	4693	Ap	0-15	35,0	12,9	47,1	28,5	11,5	2,92	1,70	0,100	17,0	1,14	0,0	6,3	7,87	0,66	0,37	0,44	1,50
	4694	A3	15-45	34,0	11,8	42,7	28,7	16,8	0,57	0,33	0,032	10,3	0,93	0,0	5,6	3,85	0,41	0,17	0,42	1,25
	4695	B	45-80	44,0	13,5	34,3	16,3	35,9	0,25	0,14	0,021	6,7	0,82	0,0	6,1	5,84	0,86	0,17	0,40	2,25
Vcm-243	4699	Ap	0-20	20,0	39,4	17,5	16,4	26,7	1,60	0,93	0,105	8,9	1,02	0,0	6,2	13,39	2,22	0,22	0,22	1,00
	4700	B	20-45	14,0	13,6	25,3	12,8	48,3	1,10	0,64	0,058	11,0	1,75	0,0	6,6	20,62	3,14	0,23	0,50	1,00
	4701	C	45-?	31,0	17,8	50,2	14,4	23,6	0,34	0,20	0,022	9,1	0,39	51,5	8,1	16,10	0,98	0,05	0,58	0,00

B

QUADRO 37

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS CALCÁRIOS

A

H	S m. e./100	T m. e./100	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pH 2,0 %	Água a pH 2,7 %	Água a pH 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Altan						Inicial	Constante
2,00	11,58	13,58	85,3	1,12		48,75	1,13	15,20	96,20	44,05	24,10	22,20	16,10	8,00		
1,60	13,70	15,30	89,5	1,18		42,45	3,50	6,55	98,50	37,40	24,00	21,47	16,00	8,00	10,43	8,78
0,00	20,90	20,90	100,0	0,95	0,92	56,50	3,26	9,79	97,00	61,70	41,80	36,30	15,00	26,80	5,33	17,70
1,00	17,19	18,79	95,3	1,07	1,06	53,20	1,04	9,40	98,10	50,20	36,80	26,90	14,00	22,80	7,94	9,16
0,50	29,71	30,21	98,3	1,17	1,11	46,50	4,80	9,04	98,50	41,50	24,70	25,40	15,30	12,10	2,59	3,14
0,50	18,78	19,28	97,4	1,20	1,15	48,10	4,60	9,84	98,00	41,90	25,05	24,44	15,80	9,25	3,20	3,01
2,10	26,73	28,83	92,7	1,04	0,97	54,40	7,11	12,25	95,40	56,00	43,35	37,85	19,70	23,65	1,84	1,64
1,60	21,50	23,10	93,1	1,11	1,09	41,90	4,79	11,90	95,45	39,70	36,85	32,40	19,90	16,95	1,24	2,81
1,10	16,86	17,96	93,9	1,16	1,11	48,90	4,75	9,75	97,50	44,00	36,00	30,65	21,80	14,20	1,55	2,10
1,50	9,34	9,84	94,9	1,45		41,45	3,02		92,45	29,40	18,80	18,20	7,66	11,14		0,13
1,25	4,85	6,10	79,5	1,50		39,30	5,25		96,85	27,27	16,50	14,40	5,91	10,59		0,37
2,25	7,27	9,52	76,4	1,52		37,02	3,26		97,75	25,15	16,50	14,51	6,05	10,45		0,96
1,00	16,25	17,25	94,2	1,43		41,10	6,29		98,00	31,33	18,30	17,47	9,12	9,18		1,14
1,00	24,49	25,49	96,1	1,28		48,02	15,15		99,15	43,35	26,00		18,20	7,80		0,46
0,00	17,71	17,71	100,0	1,33		45,50	8,17		97,90	37,00	20,87		11,87	9,00		1,12

B

meios 50 cm de solo varia de mediana a elevada, podendo armazenar-se nessas camadas de 45 a mais de 100 mm de água disponível para as plantas. A porosidade da terra fina é mediana ou baixa e a permeabilidade parece ir de moderada a lenta, agravando-se sobretudo nos horizontes mais argilosos.

6.12.3 — *Mineralogia da areia fina*

A fracção areia fina de quatro perfis, dois da primeira Família (Vcc), um da segunda (Vcd) e um da sexta (Vcm) foi analisada mineralogicamente. Os resultados podem ver-se no Quadro 38.

A reserva mineral destes solos é baixa ou mediana, constituída principalmente por feldspatos. Na fracção pesada predominam os minerais opacos, aparecendo num dos perfis alguns que são característicos de zonas de metamorfismo (estaurolite e andaluzite).

Os horizontes superficiais denotam frequentemente um maior grau de meteorização.

Nos solos investigados, à excepção do Vcd, a «suite» mineralógica é sensivelmente a mesma ao longo do perfil. Naquele, porém, (perfil 29) nota-se uma descontinuidade litológica entre os horizontes A1 e B. É, pois, viável tal ocorrência mas, certamente, não a regra geral.

6.12.4 — *Mineralogia da argila*

Os resultados da análise química dos colóides minerais de horizontes de 5 perfis representativos das quatro Famílias deste Grupo de solos são apresentados no Quadro 39. A análise térmica diferencial de alguns desses materiais encontra-se no Gráfico 9 e os valores extraídos do radiograma de um deles no Quadro 40.

Todas as técnicas utilizadas para a identificação dos minerais das argilas dos Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Calcários indicaram a presença de ilite e caulinite, predominando uma ou outra indistintamente, associadas ou não a óxidos de ferro.

No solo da Família Vcc a análise química mostrou terem os colóides minerais um carácter fersialítico e serem possivelmente ilite e óxidos de ferro (92). A capacidade de troca catiónica, estimada pelo processo

QUADRO 38

ANÁLISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS
DE MATERIAIS CALCÁRIOS

Localidade Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %							
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Turm.	Zir.	Clo.	Epíd.	Est.	Est.	Andal.	Opacos
-238 ...	5871	Ap	3,000	2,860	95,33	85	15	0,140	4,67	1	1	—	—	—	—	—	98
	5872	B	1,378	1,343	97,46	85	15	0,035	2,54	2	1	4	—	—	—	—	93
-287 ...	6805	A1	0,349	0,299	85,67	60	40	0,050	14,33	—	2	7	2	—	—	—	89
	6806	B	2,250	2,024	89,96	55	45	0,226	10,04	—	2	4	1	—	—	—	93
- 29 ...	9101	A1	0,719	0,674	93,74	95	5	0,045	6,26	9	11	—	—	—	2	—	78
	9102	B	2,302	2,182	94,79	95	5	0,120	5,21	20	6	—	—	6	8	2	58
-243 ...	4699	Ap	5,334	5,157	96,50	95	5	0,187	3,50	2	5	—	—	24	—	—	69
	4700	B	4,387	4,178	95,24	90	10	0,209	4,76	—	—	—	—	8	—	—	92
	4701	C	2,426	2,228	91,84	95	5	0,198	8,16	—	4	—	—	8	—	—	88

Feldsp. = feldspatos; Turm. = turmalina; Zir. = zircão; Clo. = clorite; Epíd. = epidoto; Est. = esfena; Est. = estauroilite; Andal. = andaluzite.

QUADRO 39

ANÁLISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS CALCÁRIOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Humidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Vcc -287 ..	6806	B	20-60	4,40	10,65	32,10	48,60	29,40	20,00	0,80	1,4	2,6	2,8	0,9
Vcd - 29 ..	9101	A1	0-20	2,30	9,10	41,40	47,00	24,60	21,60	0,80	1,8	3,3	4,5	0,7
Vcd - 29 ..	9102	B	20-60	2,40	8,30	42,20	50,80	23,90	25,10	1,00	1,6	2,7	4,7	0,6
Vcd -241 ..	4751	A12	2-25		12,50	41,10	37,60	4,18	32,69	0,73	1,9	2,1	26,2	0,1
Vcm-243 ..	4699	Ap	0-20		10,90	48,10	35,11	10,47	23,81	0,87	2,6	3,4	12,1	0,3
Pvc -221 ..	4695	B	45-80		9,94	42,40	35,51	9,72	24,76	1,03	2,2	2,9	11,6	0,3

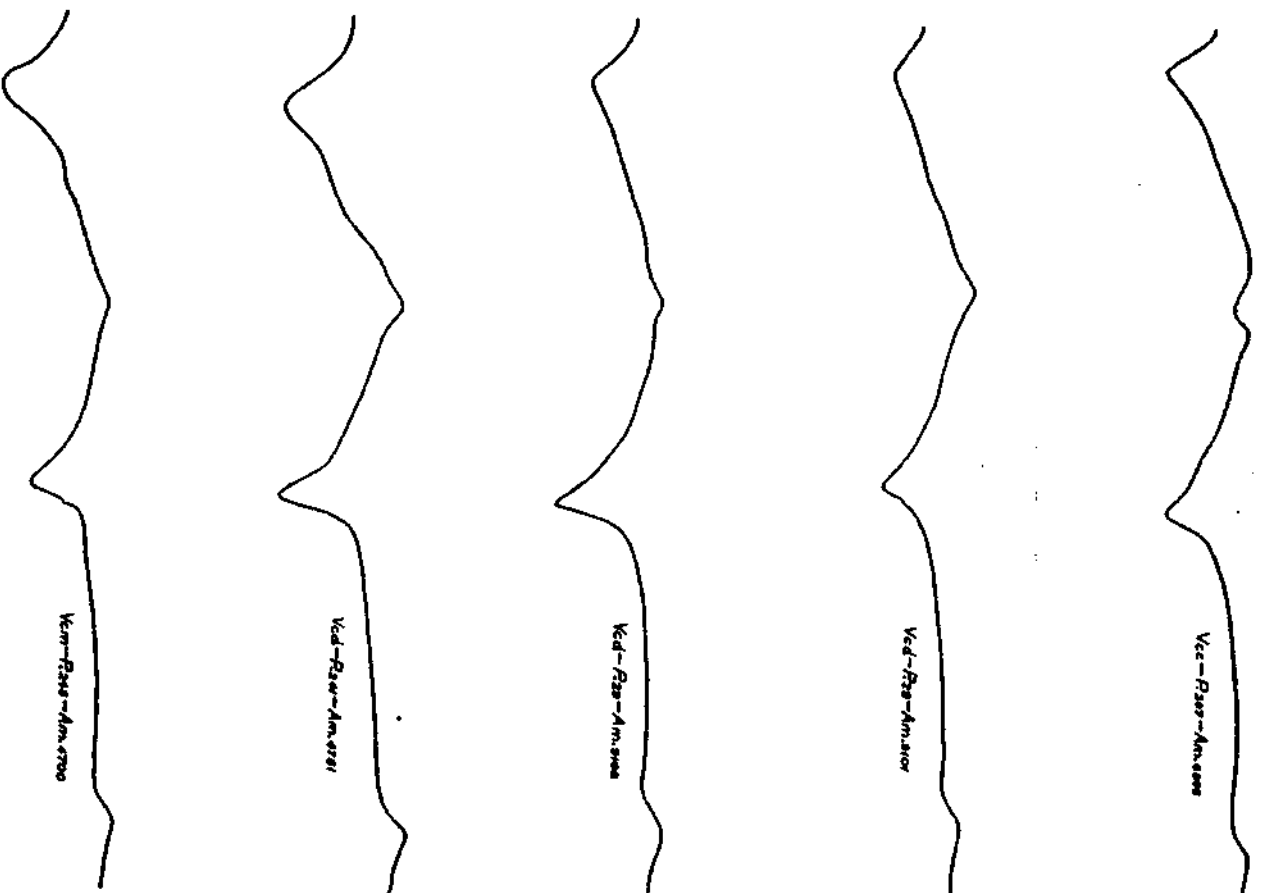


GRAFICO 9
*Análise térmica diferencial dos colóides minerais
de Solos Mediterâneos Vermelhos e Amarelos
de Matéria Calcária*

QUADRO 40

VALORES DE d E I
EXTRAÍDOS DO RADIO-
GRAMA DOS COLÓIDES
MINERAIS DE UM SOLO
MEDITERRANEO VER-
MELHO E AMARELO
DE MATERIAIS
CALCÁRIOS

Vcd - P. 241 — Am. 4751

d (Å)	I
10	1
7,25	3
4,50	10
4,19	3
3,55	3
3,35	2
3,00	1
2,70	3
2,57	8
2,52	5
2,35	2
2,20	3
2,00	1
1,83	1
1,69	3
1,495	6
1,45	2
1,29	1
1,24	1

já anteriormente referido, é de cerca de 40 m. e./100 g. A análise térmica diferencial por meio de alguns índices ($P = 15$, $E = 11$, $S = 2,1$) (113, 32) e picos revela a existência de ilite, caulinite e «goethite».

Nas três amostras de solos da Família Vcd a análise química diz haver materiais fersialíticos e sugere a presença de ilite, caulinite e óxidos

de ferro (92), o que é confirmado pelos dois gráficos de análise térmica diferencial efectuados ($P = 17$ e 23 ; $E = 5,2$ e 4 ; $S = 2,3$ e $1,6$) (113) e pela estimativa da capacidade de troca catiónica das argilas. Uma das amostras foi sujeita à difracção por raios X. O digrama mostra riscas típicas da ilite, da caulinite e da «goethite», parecendo, pelas respectivas intensidades, que predomina a caulinite.

No solo Vcm os materiais coloidais têm carácter sialítico e a composição química sugere a presença de minerais 2:1 (92). A análise térmica diferencial revela serem aqueles do grupo dos montmorilonóides e das ilites.

A análise química e a capacidade de troca catiónica estimada da fracção argila do solo Pvc admitem a possibilidade de esta ser constituída por ilite.

6.12.5 — Micromorfologia

Cortes delgados dos horizontes A1 e B de um perfil idêntico ao n.º 241 e situado em local muito perto do dele (Vcd), dos horizontes A1 e B do perfil n.º 287 (Vcc) e dos horizontes Ap e B do perfil n.º 243 (Vcm) foram estudados sob o aspecto micromorfológico. Os resultados desse estudo são a seguir apresentados.

Vcc — Perfil 287

Horizonte A1 (Corte n.º 28). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico em transição para plectoamictico (106). Os grãos minerais encontram-se imersos numa massa relativamente densa castanho-avermelhada com muitas manchas negras, mas com certa porosidade. Aqueles são principalmente da fracção areia fina e limo, mas existem alguns mais grosseiros, sobretudo de quartzo ou até de calcite.

O plasma é castanho-avermelhado com manchas negras arredondadas, composto de minerais da argila e óxido de ferro, muito do qual se encontra sob a forma de precipitações de Iwatoka (107).

A porosidade não é grande, mas são relativamente numerosos os pequenos vacúolos que se observam no interior dos agregados. Na periferia destes, junto a pequenas fendas ou canais, nota-se uma acentuada acumulação de óxidos de ferro de cor negra, talvez produzida por difu-

são. Há, por vezes, embora raramente, algumas películas de argila descontinuas e de muito pequena espessura nas paredes dos canais do solo.

A matéria orgânica está completamente humificada e finamente distribuída por todo o plasma.

Horizonte B (Corte n.º 29). — O aspecto micromorfológico deste horizonte é semelhante ao do anterior. O «fabric» é porfiropéptico em transição para plectoamíctico (106) e o plasma continua a ser castanho-avermelhado com manchas negras, mas estas são agora bastante mais abundantes. Mantêm-se as precipitações de Iwatoka (107). A porosidade é um pouco menor; volta, porém, a observar-se um número apreciável de pequenos vacúolos no interior dos agregados e há bastantes fendas estreitas. Nas faces dos agregados e nas paredes dos poros há frequentes películas de argila contínuas mas pouco espessas.

A maior diferença reside, todavia, no facto de existir neste horizonte uma quantidade relativamente grande de concreções ferruginosas, negras à luz transmitida e vermelhas à luz reflectida, esféricas ou ovóides, de dimensões que chegam a 0,3 mm e com grãos minerais inclusos. Muitas delas mostram-se envelhecidas, limitando-se a alguns restos do que teriam sido originalmente.

O horizonte, sob o ponto de vista da micromorfologia, assemelha-se aos descritos por Kubiena (107) e por Osmond & Stephen (146) em «Terra Rossa».

Vcd — Perfil 3

Horizonte A1 (Corte n.º 22). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico em transição acentuada para plectoamíctico (106), o qual parece predominar em partes do corte. Os grãos minerais, sobretudo das fracções areia fina e limo, estão imersos num plasma não muito denso que apresenta bastantes vacúolos pequenos, tendendo um pouco para esponjoso. A cor deste é castanho-avermelhada a negra em luz transmitida e, na quase totalidade, vermelha viva em luz reflectida. Os óxidos de ferro são, pois, muito abundantes; uma vez que com Nicols cruzados quase todo o plasma é isotrópico. Onde a cor negra não domina são evidentes as precipitações de Iwatoka (107).

A matéria orgânica está completamente humificada e finamente repartida pelo plasma; não se vêem quaisquer restos de vegetais.

A porosidade é relativamente elevada e para ela contribuem principalmente os vacúolos ou cavidades já referidos e também as fendas ou canais que separam os agregados.

Observam-se algumas, não muitas, pequenas concreções arredondadas com grãos minerais inclusos, parte das quais se mostra envelhecida, restando delas apenas fragmentos.

Nas faces de alguns agregados e nas paredes de certos poros há pequenas, descontinuas e muito finas películas de argila. O aspecto, porém, não é muito frequente em todo o corte.

Horizonte B (Corte n.º 23). — Este corte, de que se apresenta uma fotografia na Figura 14, difere do anterior principalmente por apresentar um aspecto muito mais denso. A porosidade é muitíssimo menor, continuando embora a existir vacúolos no seio dos agregados que são, porém, de minúsculas dimensões e em menor número. Há bastantes fendas entre os agregados anisóformes que parecem devidas a fenómenos de contracção.

O plasma apresenta as mesmas cores do horizonte anterior mas, em certas partes, é quase completamente negro e poucos grãos minerais se vêem imersos nele.

Nas faces dos agregados há bastantes películas de argila contínuas e relativamente espessas, do tipo «illuviation cutans» (34); percebe-se, porém, que muitas delas estão revestidas de óxidos de ferro que impedem a perfeita observação da sua orientação.

Há um número de concreções ferruginosas menor do que no horizonte anterior. As observadas apresentam características idênticas às da camada superior.

Numa pequena zona do corte vê-se um «fabric» em bandas (106), com óxidos de ferro dispostos em faixas lineares verticais alternadamente castanho-avermelhadas e negras, no meio das quais há muitas partículas de limo, lembrando um processo de precipitação cíclica.

A micromorfologia deste corte é também, nas suas linhas gerais, a de uma «Terra Rossa» (107, 146).

Vcm — Perfil 243

Horizonte Ap (Corte n.º 26). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico mas em transição para plectoamíctico (106) porque, embora poucos, se observam alguns vacúolos no interior dos agregados.

Os grãos minerais, sobretudo da fracção areia fina, estão imersos num plasma denso castanho-avermelhado constituído principalmente por minerais da argila a que se associam óxidos de ferro. Parte destes está sob a forma de precipitações de Iwatoka (107).

Há muitas massas coloidais birrefringentes no interior dos agregados, algumas das quais parecem películas de argila a obstruir antigos poros. Outras talvez sejam formações do tipo «stress cutans» (34).

Rodeando grãos minerais observam-se, por vezes, películas de argila e/ou segregações periféricas de óxidos de ferro. Não se viram concreções ferruginosas.

A matéria orgânica está completamente humificada e finamente repartida pelo plasma, não se encontrando grumos ou restos vegetais.

A estrutura é granulosa muito fina, sendo frequentes agregados aproximadamente esféricos de menos de 1 mm de diâmetro. A porosidade entre os agregados é muito grande.

Horizonte B (Corte n.º 27). — O «fabric» deste horizonte é porfirítico do tipo porfiropéptico (106), diferindo do anterior por apresentar bastante menor porosidade.

Os grãos minerais, das fracções areia fina e limo (esta parece ser agora mais abundante), estão imersos num plasma denso, castanho-avermelhado como no horizonte anterior, mas agora com muitas manchas grandes, mais ou menos arredondadas, negras e isotrópicas de óxidos de ferro que, à luz incidente, são vermelhas. Continuam a observar-se precipitações de Iwatoka (107) e massas bi refringentes no interior dos agregados.

Há películas de argila nas faces de alguns agregados; são, porém, descontínuas e pouco espessas. Todavia, nas paredes de certos poros e à volta de alguns grãos minerais são bastante mais espessas e contínuas.

A estrutura é anisoforme média e a porosidade é relativamente pequena e composta quase exclusivamente por canais entre os agregados, alguns resultantes de fendilhamento por contracção.

Existem agregados com acumulação periférica de óxidos de ferro negros e vêem-se algumas concreções ferruginosas negras, densas, de diâmetro nunca excedendo 3 mm.

A micromorfologia parece confirmar a classificação destes solos como Vermelhos Mediterrâneos em transição para Barros. Na verdade o perfil aqui estudado apresenta aspectos característicos de cada um dos agrupamentos.

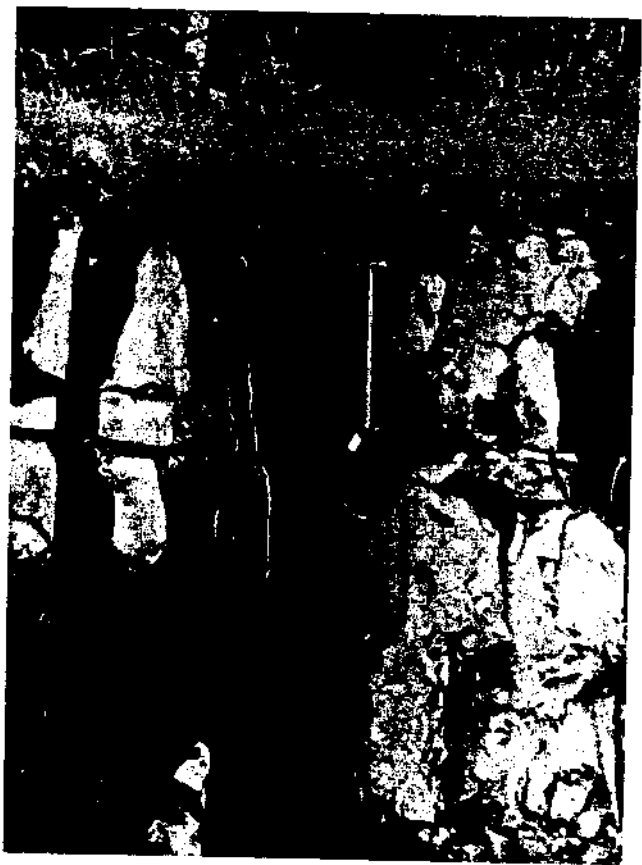


Figura 13 — Perfil de um Solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo de calcários compactos ou dolomias (Vcd — barreira de estrada junto a Fátima).

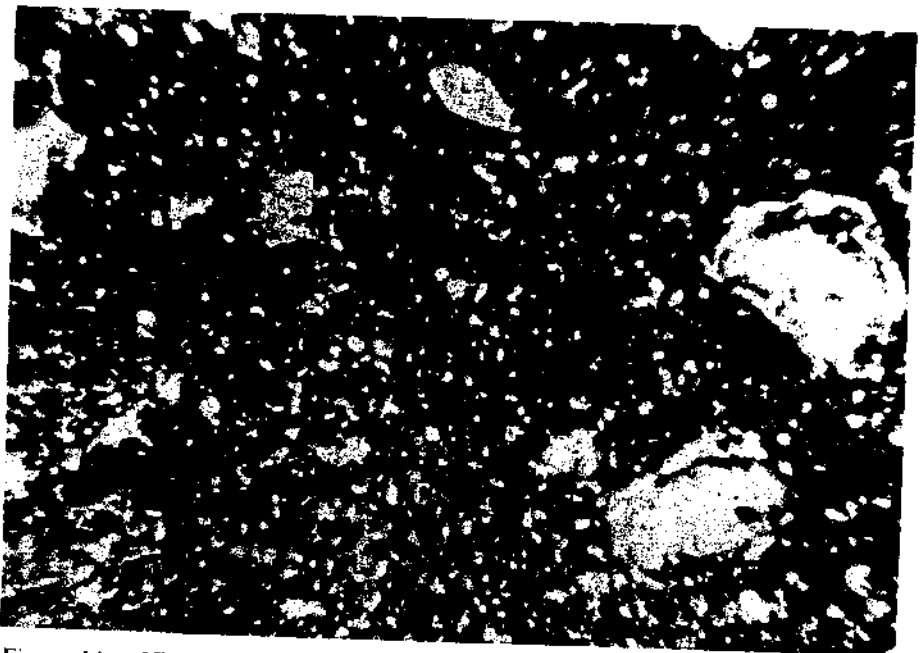


Figura 14 — Agregados de solo.

6.12.6 — Considerações sobre a gênese

Os Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos (mais frequentemente apenas designados por Vermelhos) de Materiais Calcários têm sido os mais estudados e discutidos desde sempre, até porque alguns autores só a estes deram o nome de Solos Mediterrâneos. Neles se inclui a chamada «Terra Rossa», estreitamente ligada aos países de clima mediterrâneo. Por estas razões parece oportuno fazer aqui um apanhado do que se conseguiu rebuscar na literatura da especialidade sobre tais solos que possa contribuir para o esclarecimento da sua gênese. Esta tem sido objecto de imensa controvérsia, assemelhando uns estes solos a laterites (159), outros considerando-os solos fósseis (24, 122) e ainda outros afirmando que eles são os únicos característicos da região mediterrânea em que o clima favorece a rubefacção (4, 159).

A origem do nome «Solo Mediterrâneo Vermelho» é difícil de encontrar, mas o de «Terra Rossa» é atribuído a Zippe, que em 1853 o utilizou para designar certos solos vermelhos (204), e que na realidade é um velho nome italiano dado às terras de cor vermelha das regiões de relevo do tipo «karstic». Os especialistas de solos têm denominado, em geral, Solos Mediterrâneos Vermelhos todos os solos de cor vermelha que frequentemente se encontram nas regiões mediterrâneas assentes, na sua maior parte, em calcários compactos ou dolomias, podendo ainda aparecer sobre grés calcários mais ou menos compactos, incluindo assim no agrupamento, pelo menos alguns autores, os por nós designados por Solos Calcários Vermelhos. Só recentemente se nota uma certa tendência para uma separação semelhante à por nós indicada, distinguindo os Solos Calcários (não argiluvitados) dos Solos Argiluvitados Pouco Insaturados, podendo estes ser Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos ou Pardos e derivados ou não de materiais calcários. Tal é, por exemplo, a orientação recentemente adoptada na Carta dos Solos da Europa, na escala 1:1 000 000, em elaboração pelo Grupo de Trabalho Europeu de Cartografia e Classificação dos Solos (73).

Durand (69) utiliza o termo Solos Mediterrâneos Vermelhos para designar uma associação de solos formados a partir de «Terra Rossa» em regiões de relevo do tipo «karstic», podendo englobar Solos Podzólicos, Solos Insaturados Ácidos ou Não Ácidos, Solos Descalcificados, Solos Calcários e Solonetz mas sempre com afloramentos de rocha cal-

cária. A designação «Terra Rossa» é reservada pelo autor para designar um tipo de paisagem e não uma associação de solos bem definida.

Bramão et al. (30), sem os descrever, indicam que os Solos Vermelhos Mediterrâneos se formam em clima mediterrâneo a partir de calcários diversos, xistos, pórfiros, arenitos e areias e parecem constituir um grande grupo zonal.

Duchaufour (63) classifica os solos tratados neste capítulo no grupo dos Solos Ferruginosos de Clima Quente, que se caracterizam por um perfil A (B) C ou ABC, ricos em óxidos de ferro muito individualizados, os quais subdivide em Solos Rubefactos e em Solos Ferruginosos Tropicais, hidromórficos e não hidromórficos. Aos Solos Rubefactos pertencem os Solos Mediterrâneos Vermelhos, que podem ser argiluvitados, não argiluvitados (estes formados ou não sobre material originário de «Terra Rossa») e empardecidos («brunifiés»).

Segundo o mesmo autor, os Solos Ferruginosos desenvolvem-se em climas quentes medianamente húmidos onde a alteração química é mais rápida do que nos climas temperados e peja qual se dibertam grandes quantidades de óxidos férricos que impregnam toda a massa do perfil, uma vez que a pH 7 e na presença de pequena quantidade de matéria orgânica (como acontece nestes solos) não se dão migrações ou dão-se com moderada intensidade; esses óxidos, não sendo fixados nem mascarados pelo húmus, imprimem ao perfil a sua cor vermelha característica. Nos climas com estação seca bem marcada a alumina está na totalidade combinada com a sílica sob a forma de caulinite, enquanto nos Solos Ferralíticos dos climas mais húmidos existe alumina livre. Na região mediterrânea o clima seco favorece a rubefacção. Aqui os Solos Ferruginosos formam-se apenas em condições microclimáticas bem definidas, mas nas regiões tropicais aparecem de forma mais generalizada; por outro lado os Solos Mediterrâneos Vermelhos resultaram muitas vezes dum processo pedogenético antigo que ocorreu num período em que o clima foi diferente do actual, podendo, pois, ser considerados como solos relictos, na definição de Kubiena (107), ou seja, como solos fósseis não soterrados. Os Solos Vermelhos actuais, na opinião de Duchaufour, parecem existir sobretudo em climas mediterrâneos húmidos e sub-húmidos (*).

(*) Na opinião do mesmo autor nos climas mediterrânicos áridos e semiáridos predominam os Solos Calcimórficos de Estepe.

mas não representam o climax florestal, que é um Solo Pardo Florestal ou um Solo Vermelho empardecido à superfície, pois só se encontram em áreas quase desprovidas de vegetação e de grandes contrastes microclimáticos, especialmente no que diz respeito à economia de água no solo.

Tem-se de facto constatado em Portugal que sob floresta mediterrânea os Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos (de materiais calcários ou não) apresentam um horizonte A empardecido, sobretudo por influência da maior percentagem de matéria orgânica que possuem. Esse facto, todavia, não parece suficiente para lhes modificar a classificação que deve tomar por base a cor do horizonte B e não a do horizonte superficial.

Duchaufour (63) opina que é nos climas mediterrâneos húmicos que se dá a migração do ferro e da argila para os horizontes inferiores e se formam os solos argiluvitados em que os horizontes superficiais são pardos e os subjacentes, iluviados, vermelhos; o solo vermelho inicial e agora fóssil teve, pois, ao que parece, o papel de uma autêntica rocha-mãe, a qual sofreu uma evolução pedológica recente por acção do clima e da vegetação actuais, tal como Klinge (104), Graçanin (88) e outros o admitem.

A «Terra Rossa», que parece existir principalmente em três das Famílias portuguesas dos Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Calcários (Vcc, Vcd e Pvc) é definida por Duchaufour (63) como uma argila vermelha de descalcificação misturada com elementos detríticos quartzosos mais ou menos grosseiros de origem sedimentar que enche as fendas dos calcários duros nas regiões de climas quentes, cujo conjunto foi sujeito a intensa rubefacção.

Os Solos Mediterrâneos desenvolvidos em «Terra Rossa» quando sob a floresta climax de azinheiras ou sobreiros são verdadeiros Solos Pardos («Sols Bruns»), segundo Braun-Blanquet (33), ou Solos Pardos Florestais Mediterrâneos, na opinião de Mancini (118), ao passo que sob as formações arbustivas dos calcários («garrigues») o húmus desaparece e o solo sofre rubefacção nos horizontes superficiais, isto é, o ferro libertado precipita após desidratação parcial (63).

Os solos que Mancini denomina Pardos Florestais Mediterrâneos apresentam um horizonte superficial de cor parda, são ricos em matéria orgânica e têm estrutura grumosa, características que são permanentes e relativamente independentes da rocha-mãe, ao passo que os horizontes inferiores são vermelhos ou doutras cores, calcários ou não, enriquecidos

ou não em ferro e argila por iluviação, características que dependem largamente da rocha subjacente, que pode ser calcária ou não. Distribuir-se-iam, portanto, em Portugal, por vários Grupos.

Como no caso dos solos atlânticos, a degradação destes solos por destruição da floresta dá lugar, como diz Duchaufour (63), a perfis muito diferentes. Logo que a floresta se segue uma formação arbustiva mais ou menos rala, tal como o «maquis», no caso das rochas siliciosas, ou a «garrigue», no das rochas calcárias, a parte superior do perfil modifica-se rapidamente: o húmus mineraliza-se, a estrutura é destruída e os óxidos de ferro libertados podem desidratar-se de novo sob a acção dos raios solares; mas é a erosão que tem o principal papel nesta evolução, arrastando os horizontes superficiais; sobre rocha-mãe rubefacta a parte pardacenta do perfil desaparece e afloram os horizontes vermelhos; sobre rocha-mãe siliciosa esta quase vem à superfície e o novo solo é um Solo Litólico («Ranker à crosion») ou mesmo um Litossolo; sobre calcários não compactos forma-se uma Rendzina jovem ou inicial, pouco húmifera.

Embora tal evolução possa encontrar confirmação nalguns locais do nosso País, nem sempre assim sucede, pois os Solos Vermelhos Mediterrâneos bem desenvolvidos, de materiais calcários ou não, são frequentíssimos em zonas desprovidas de floresta. Isto não quer dizer que a erosão não tenha actuado e intensamente. Porém temos que admitir que no horizonte B, ou mesmo no C, postos à superfície, se desenvolveu então novo solo que frequentemente se tem que classificar no mesmo Grupo embora, nalguns casos, sem dúvida, se tenha passado a Solos Litólicos, a Solos Calcários, ou mesmo a Litossolos.

Kubiena (107) define «Terra Rossa» como um solo normalmente pobre em húmus, descarbonatado, vermelho vivo, vermelho-sombrio, cor de tijolo ou pardo-avermelhado, rico em colóides minerais, contendo hidróxido férrico em compostos mais ou menos desidratados, em regra sob a forma de concreções e de precipitações granuladas dispersas por toda a massa; a reacção é ligeiramente ácida ou neutra, sendo alcalinos apenas os solos que sofreram um enriquecimento secundário de carbonatos. O autor nada refere acerca do complexo de absorção, da natureza dos colóides minerais, da rocha-mãe e da maneira como eles se formam.

Stephens (190) descreve os solos de «Terra Rossa» da Austrália com cores que vão do pardo-avermelhado a vermelho, com fraca espessura e desenvolvendo-se exclusivamente sobre calcários compactos; a sua textura pode variar de arenosa a argilosa; nos solos mais ligeiros pode haver uma

certa diferenciação de horizontes, mas nos argilosos as texturas dos horizontes A e B são idênticas, mudando porém a estrutura de granulosa no horizonte superficial para nunciforme no subsolo; podem apresentar concreções ferruginosas, mas a sua presença não é obrigatória. Estes solos aparecem na Austrália em climas húmidos ou sub-húmidos, especialmente onde há acentuadas diferenças de pluviosidade de estação para estação; nas zonas temperadas e subtemperadas são substituídos pelos Solos Pardos Florestais. Pelas duas descrições apresentadas verifica-se existirem, pelo menos, dois tipos de solos vermelhos, ambos com a designação de «Terra Rossa».

O modo de formação dos solos englobados nesta designação mais geralmente aceite é o descrito por Reifenberg (159, 161) que resumiremos a seguir, o qual indica ser este o tipo de solos mais característico do grupo dos solos de montanha derivados de calcário nas regiões mediterrâneas, inteiramente um produto dum clima de estações húmidas e secas alternantes. Todavia nem todos os calcários dão origem a «Terra Rossa»; os não compactos diz o autor que raramente a originam, o que, até certo ponto, se confirma em Portugal, por só se ter reconhecido uma Família de Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Calcários formada a partir de margas ou calcários margosos (Vcm), cuja representação não é muito grande, sobretudo proporcionalmente às restantes Famílias e que estabelece uma transição para os Barros.

A «Terra Rossa» desenvolve-se sobre calcários e na ausência de húmus num meio em que o pH oscila entre 7,0 e 7,5. Os solos apresentam, em regra, relativamente elevada percentagem de sais que, segundo Reifenberg, a intensa evaporação faz subir à superfície durante a maior parte do ano. A pequena quantidade de matéria orgânica existente está saturada de cálcio, o que a impede de ser um colóide protector do ferro. No Inverno a humidade e a temperatura relativamente elevadas produzem hidrólise acentuada dos sesquióxidos e da sílica dispersos no calcário ao mesmo tempo que este se dissolve e se desloca em profundidade.

Os solos de «Terra Rossa», relativamente à sua rocha-mãe calcária, mostram-se grandemente enriquecidos em sesquióxidos e em sílica. Em comparação com os solos das regiões de climas húmidos apresentam quantidades apreciáveis de sais alcalinos e alcalino-terrosos. O elevado teor de ferro e o baixo teor de húmus são os responsáveis pela cor vermelha que, por vezes, é muito intensa. A reacção é alcalina, a textura mais

ou menos limosa e há, frequentemente, concreções calcárias ou ferruginosas.

O modo de formação destes solos é então, segundo Reifenberg, o seguinte: o ferro e o alumínio são dissolvidos na rocha-mãe e sujeitos a migração. A dissolução não se pode dar, porém, senão por intermédio dum colóide protector que, como já se viu, não pode ser o húmus; seria antes a sílica que interviria, uma vez que se tem comprovado que os solos de silício podem dissolver o ferro do calcário em pH alcalino. O autor afirma assim que o ácido silícico tem o papel de colóide protector e torna possível a migração do ferro na presença de cálcio. A «Terra Rossa» forma-se por dissolução e lavagem dos carbonatos sobretudo durante o Inverno, aparecendo simultaneamente solos férricos graças à acção da sílica hidrolizada. Estes solos migram para a superfície na época seca e não floculam senão quando encontram as soluções mais concentradas da parte superior do solo. O cálcio proveniente da dissociação do bicarbonato de cálcio pode ter um papel importante nesta floculação. Ao flocular os sesquióxidos envolvem as outras partículas do solo. Acrescenta ainda Reifenberg que nas maiores altitudes ou sob floresta a cor do solo torna-se muito escura devido ao elevado teor de húmus.

Agafonoff (4), embora admitindo este modo de formação, é de opinião que estes solos não se desenvolvem senão a partir de calcários ou dolomias com resíduo insolúvel inferior a 0,5 %. E acrescenta que se os solos férricos migram para a superfície podem também evidentemente deslocar-se para os horizontes inferiores.

Muir (141), sem procurar explicar a génese destes solos, descreve perfis deles com o aspecto de Solos Pardos Florestais formados sobre rocha-mãe vermelha que se aproximam dos que Reifenberg encontrou nas maiores altitudes e que possuem argilas do grupo da caulinite, quartzo, hematite e micas. Refere também que das análises apresentadas por Reifenberg e Braun-Blanquet se pode concluir que a «Terra Rossa» perde ferro em relação à rocha-mãe, admitindo que ela se forme directamente a partir do calcário. Para este autor a verdadeira questão seria conhecer a forma sob que se apresentam os óxidos.

A teoria de formação da «Terra Rossa» apresentada por Reifenberg e secundada por outros especialistas não parece ter em conta os trabalhos de Lebedeff (110), confirmados posteriormente por Dervieux (54), Gèze (83), Rode (167) e outros, que mostram que, na ausência de uma toalha de água, os movimentos ascensionais atribuíveis à capilaridade

são muito reduzidos. Por outro lado Reifenberg, como comenta Durand (71), não diz o que acontece aos solos ferri-silícicos formados no Inverno e que aguardam o Verão para sofrer qualquer movimentação enquanto se dá a lavagem do calcário. Agafonoff admite que eles se possam deslocar em profundidade, o que complica ainda mais a hipótese do movimento ascensional.

Certos autores citados por Reifenberg, tais como Leiningen (111), Tucan (198) e Zippe (204) pensam, ao contrário, que a «Terra Rossa» não seria mais do que uma formação residual de materiais insolúveis, tendo o calcário sido dissolvido e arrastado por lavagem para fora do perfil e aproximando-se estes solos de certas laterites formadas em condições idênticas.

Mais recentemente Hollstein (149), Marcellin (122) e Bordas & Mathieu Reverdy (24) apresentaram nova teoria. Na opinião destes autores a designação «Terra Rossa» deveria reservar-se para os solos vermelhos formados sobre calcários, embora se possam formar solos semelhantes sobre rochas sem carbonatos. A «Terra Rossa» não seria um horizonte iluvial (sem que isso significasse a possibilidade de se darem fenómenos de acumulação que não contribuíam para a sua formação) mas sim uma formação coluvial. Ela seria, na realidade, uma argila de descalcificação de calcários, à custa dos quais se formaria, que se teria misturado com um complexo detrítico de proveniência desconhecida; esta mistura seria bastante íntima e resultante de incessantes acções coluviais. Esta «Terra Rossa» constituiria então a rocha-mãe dos solos actuais.

Esta teoria tem levantado um certo número de questões, como por exemplo o de saber-se em que condições se teria formado a «Terra Rossa» que, apesar de rocha-mãe actual, não se furtou à acção de processos pedogenéticos que a classificam como autêntico paleossolo (149, 160), e ainda a dificuldade de compreender como ainda existem solos desta natureza, se atendermos ao facto conhecido de em clima mediterrâneo a erosão arrastar das montanhas uma espessura média de 2 mm de solo por ano, ou seja 4 metros desde Jesus Cristo (71).

Gaucher (79), estudando os solos rubefactos do segundo nível de terraços do Vale do Chélif, da Argélia, demonstrou que estas formações correspondem a um clima característico duma época passada que se julga ser o Tirreniano (Pleistocénico Superior). Formações análogas foram estudadas noutro local da Argélia por Arambourg et al. (6), as quais seriam devidas a arastamentos característicos do Wurmiano Pluvioso (Holocé-

nico). Nestes dois casos trata-se, sem dúvida, de formações que podem muito bem considerar-se depósitos sedimentares, o que não sucede sempre.

Durand (71), por entender, e muito bem, que a maior parte destas teorias peca pela razão dos seus autores procurarem adaptar os factos à hipótese da zonalidade dos solos vermelhos e não acumular observações para chegar a uma teoria, faltando na maior parte dos casos um estudo completo dos solos com dados analíticos de todos os horizontes (e não apenas de um deles e da rocha-mãe), tentou aclarar os factos investigando com grande pormenor sete perfis de «Terra Rossa», quatro sobre calcários compactos, dois sobre dolomias e um sobre material coluviado.

Desse estudo conclui o autor o seguinte:

- 1) Em todo o perfil tiveram lugar sucessivas pedogéneses que se traduzem nos horizontes superficiais por um aumento relativo do teor de sílica e, nos horizontes inferiores, por um enriquecimento relativo de sesquióxidos em comparação com os horizontes suprajacentes ou com a rocha-mãe.
- 2) A rocha subjacente não é sempre a única rocha-mãe do solo, pois adições de origem eólica misturaram-se por vezes com os produtos da sua alteração.
- 3) As argilas destes solos são constituídas por uma mistura de caulinite e de illite, a que excepcionalmente se podem juntar micas hidratadas.
- 4) Os teores de fósforo total são sempre muito baixos, raramente excedendo 1‰, mas os teores de potássio são muitas vezes elevados.
- 5) A textura dos solos formados a partir de dolomias é em geral mais grosseira do que a dos outros solos.
- 6) Os valores das razões $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ nunca excedem 2,0 o que, na opinião de Martin & Doyne (125), chegaria para poder incluir estes solos no grupo dos lateríticos.

A análise química total do solo comparada com a da rocha-mãe e interpretada de maneira idêntica à utilizada por Mohr & Van Baren (139) permite ao autor supor que a «Terra Rossa» é um solo em que

nos tempos antigos se acumularam sesquióxidos e que evolui actualmente, sob a influência da pedogénese local, conforme os casos, para Solos Insaturados, Ácidos ou não, Calcários ou Descarbonatados, ou ainda para Solonetz Magnesianos e mesmo, em certas regiões, para Solos Podzólicos (143).

A «Terra Rossa» parece, portanto, ter-se formado sob a influência dum clima antigo do tipo tropical, tendo a floresta desempenhado um papel de filtro separador (72) da fase migradora solúvel, constituída inicialmente por carbonatos de cálcio ou de magnésio e posteriormente por sílica solúvel, enquanto os sesquióxidos se mantiveram fixados pela argila neo-formada e sofreram uma acumulação relativa. As migrações de carbonatos e de sílica podem evidentemente ter-se continuado simultaneamente.

Esta pedogénese assemelha-se à que nos tempos actuais permite a acumulação relativa de sesquióxidos nas zonas tropicais. Cessou, porém, no meio do Quaternário. As observações de Aubreville (10) e de Heinzelin (94) confirmam estas variações do clima e as suas consequências. Por outro lado, Gèze (82) tinha já demonstrado a existência de solos fósseis na África Equatorial Francesa.

A «Terra Rossa», na opinião de Durand, será então equivalente aos solos lateríticos de planalto devidos à acumulação relativa dos elementos absorvidos pela argila, a qual é da mesma natureza nos dois tipos de solos. A pobreza em fósforo da «Terra Rossa» e o seu relativamente elevado poder fixador deste elemento parecem confirmar esta hipótese. As argilas lateríticas assim formadas puderam misturar-se nas diaclases com sedimentos de origem eólica (36, 67, 121, 122), mas o facto essencial mantém-se: são argilas residuais da descalcificação dos calcários compactos ou das dolomias que evoluíram a seguir ou simultaneamente, uma vez que esta evolução é possível (172), no sentido de uma acumulação relativa de sesquióxidos por perda de sílica. Prescott & Pendleton (154) indicam que Russell já houvera feito comparação idêntica da «Terra Rossa» com as laterites, cujos óxidos vermelhos são, na sua opinião, de qualquer modo produtos residuais. Esta hipótese é confirmada pelas análises das águas de drenagem das zonas em que há «Terra Rossa», apresentadas por Durand (71), que, comparadas com as doutras regiões, são relativamente mais ricas em sílica, embora se constata que estes solos eliminam presentemente menos sílica do que os solos lateríticos da África Ocidental Francesa. Portanto, se a evolução é a mesma, a sua intensi-

dade é certamente diferente. O estudo de certos depósitos da Argélia efectuado por outros autores contribui também para provar a antiguidade da pedogénese laterítica da «Terra Rossa».

Robinson (164) criticou esta teoria, que ele denominou teoria residual de formação da «Terra Rossa», sendo o seu principal argumento que, por dissolução dos carbonatos do calcário, o material obtido não lembra de forma alguma a «Terra Rossa». Com isto concordam ainda hoje outros cientistas, como por exemplo o Prof. Franz, da Austria (*). Durand (71) acrescenta, porém, que se não deve esquecer que no laboratório a dissolução do carbonato de cálcio é obtida por ataque com ácido clorídrico ou acético, os quais dissolvem, além daquele composto, também os óxidos de ferro, enquanto na natureza o calcário é dissolvido pelo anidrido carbónico ou por ácidos orgânicos fracos que se não apoderam do ferro e dos sesquióxidos fixados pela argila do solo.

Roch (165) nega a origem eluvial da «Terra Rossa» mas, ao que parece, sem sérios fundamentos. A presença de sílica insolúvel ou quartzo não constitui um obstáculo à teoria «laterítica» referida de formação da «Terra Rossa», uma vez que esse quartzo facilitaria até, na opinião de Powers & Eleizalde (153) a infiltração e o arrastamento da sílica solúvel.

A acumulação relativa de sesquióxidos constitui o primeiro termo da formação da «Terra Rossa»; em certos casos, como já se mencionou, parece que elementos estranhos à rocha-mãe vieram juntar-se por transporte eólico e puderam misturar-se aos elementos residuais da rocha-mãe por acção das águas, por soliflucção ou por colúviação. Marcellin (121, 122), para ilustrar o processo, apresenta a seguinte fórmula:

Terra Vermelha = Argila de descalcificação X + Complexo Detrítico D

Porém Durand (71) constatou que na Argélia, em geral, não existe o complexo detrítico. Admite contudo aquela fórmula desde que D possa ter o valor zero e «Terra Vermelha» seja sinónimo de «Terra Rossa».

Embora a adição de poeiras eólicas esteja demonstrada em certos locais por meio de estudos petrográficos, bem como a sua infiltração entre as diaclases e as «dollines» dos calcários juntamente com as argilas de descalcificação, não é todavia necessário atribuir-lhes uma origem vul-

cânica (164) nem torná-las responsáveis por qualquer acção na coloração da «Terra Rossa».

A análise do solo total referente ao horizonte superficial duma «Terra Rossa» da Palestina apresentada por Reifenberg (159) mostra que houve uma perda considerável de carbonatos e uma perda muito importante de ferro, enquanto a perda de sílica foi muito pequena. Isto não está de acordo com o que Durand (71) encontrou em solos semelhantes da Argélia, o que talvez se possa explicar pelo facto de somente um horizonte ter sido analisado, precisamente aquele mais afectado pela evolução actual do solo; um estudo completo de todos os horizontes talvez levasse a resultados algo diferentes.

Mc Intyre (132), Norris & Rogers (144) e Stace (188) compararam o que eles denominam «Terra Rossa» com Rendzinas do Sul da Austrália. Ambos os tipos de solos estão descarbonatados (o que parece estranho para Rendzinas), são bem estruturados (estrutura de granulosa a nunci-forme) e apresentam transição abrupta para o calcário subjacente. As análises mostram que os dois grupos de solos são idênticos, diferindo apenas na cor. O estudo mineralógico indicou que as argilas são caulinite e illite e um pouco de micas hidratadas na «Terra Rossa»; a clorite tende a ser mais abundante nos solos mais vermelhos, mas como mineral residual. A macroporosidade da «Terra Rossa» está fortemente influenciada pelos complexos organo-férricos mas não há nenhuma diferença significativa, neste aspecto, entre ela e as Rendzinas.

Autores russos incluem a «Terra Rossa» no grupo dos «Krasnozems». Os estudos destes solos feitos por Darasselia (51), Gorbounov (86) e Sabachvili (171), sobretudo os dois últimos, mostram que eles aparecem na costa do Mar Negro, na parte sudoeste do Cáucaso, onde a sua formação é acompanhada dum empobrecimento em sílica e bases e dum enriquecimento em hidróxidos de alumínio e de ferro, o que provoca a sua cor vermelha. Este tipo de alteração tem um carácter menos pronunciado de alteração laterítica do que as laterites e pode considerar-se como típico naquelas regiões da Rússia (171).

Para Polynov (152) estes solos vermelhos subtropicais, tal como as laterites dos países tropicais, formar-se-iam durante vários períodos geológicos. O início desta pedogénese situar-se-ia na era Terciária e continuaria no presente. Não admite a identidade entre a crosta vermelha de alteração ou «Krasnozem» e as laterites, que só se formariam a partir de rochas ricas em ferro, tais como diabases, basaltos, etc. A diferença, diz

(*) Comunicação verbal.

o autor, é que nas laterites o ferro acumula-se na parte superior do perfil, enquanto nos «Krasnozems» distribui-se por todo o perfil de maneira uniforme.

Os perfis estudados por Sabachvili (171) mostram que o solo actual é o resultado duma sucessão de pedogénese diferentes. A primeira ocasionou lavagem de sílica e acumulação de sesquióxidos, o que confirma as ideias de Polynov respeitantes à antiguidade da sua formação que não teve sempre a mesma orientação evolutiva.

As análises indicam que, presentemente, a tendência é para uma acumulação relativa importante de sílica e muito menos intensa de ferro à superfície. As relações SiO_2/R_2O_3 são inferiores a 1,5 e até perto de 1,0, a reacção do solo é ácida e a espessura é muito grande, atingindo por vezes 10 metros. Para uns estes solos seriam fósseis, mas para outros seriam actuais.

Para Klinge (103) a «Terra Rossa» de Espanha é um solo fóssil não soterrado que, sob a acção de clima e vegetação diversos, evolui superficialmente para Solo Pardo Florestal (em clima mediterrâneo bastante húmido), para Rendzina (em encostas, por mistura com material calcário) e para Solo Pardo das Estepes ou mesmo Solo Com Crosta Calcária nas regiões mais secas. Nas zonas mais áridas não existiria, portanto, na sua opinião, «Terra Rossa».

Segundo Albareda e Hoyos de Castro (2) a «Terra Rossa» é um solo que apresenta certa analogia com a «Terra Fusca» e que é pobre em húmus, totalmente descalcificado, pobre em bases, geralmente plástico (existe uma variedade terrosa, sem plasticidade), compacto, erosionável, em cujo perfil não existe um horizonte de enriquecimento de carbonatos. Difere da «Terra Fusca» por o horizonte (B) ou B ser muito vermelho e por apresentar normalmente separações irreversíveis de ferro sob a forma de manchas e grumos floculados de cor vermelha viva à luz incidente e de tal estabilidade que permanecem mesmo que o solo seja transportado. Ambas as «Terras» têm, porém, ferro peptizado na massa do solo e podem apresentar concreções ferruginosas arredondadas.

O clima do solo, dizem aqueles autores, deve ser muito seco no Verão e por isso se forma sobre rochas calcárias compactas que não retêm a humidade; o Inverno é relativamente húmido, permitindo a desintegração do calcário, mas o Verão, muito quente e seco, proporciona as condições climáticas favoráveis à sua formação; deste modo o ferro floculado desidrata-se fortemente e adquire a cor vermelha característica

destas formas de ferro, bem como a sua estabilidade. Sobre margas, na sua opinião, não se forma «Terra Rossa», o que parece não se verificar inteiramente em Portugal.

Acrescentam ainda que a «Terra Rossa» pode apresentar uma lavagem da massa fundamental peptizada pelo ácido silícico coloidal; daí resulta um enriquecimento gradual em ferro, que é maior que o das substâncias coloidais insolúveis do calcário, o que tem sido uma das maiores dificuldades encontradas para explicar a sua génese. Se a lavagem é extrema chega-se à «Terra Rossa», pobre em ácido silícico, rica em sesquióxidos, não plástica, com contextura de esponja, formada pelas separações geliformes irreversíveis de ferro. Também para eles, a «Terra Rossa» parece ser um solo fóssil, sendo muito difícil saber se se trata dum solo autóctone ou não. Deve esperar-se encontrar «Terra Rossa» autóctone em solos de pequena espessura, situados em zonas rochosas, onde é difícil a impurificação por outros materiais, que sejam mais quentes e secos no Verão, de vegetação escassa, sobre calcários muito puros e onde o clima seja mediterrâneo.

Blanck (19), que estudou bastante este tipo de solos, indica como condições necessárias para a formação de «Terra Rossa» as seguintes:

- a) rocha calcária de alto grau de pureza;
- b) subsolo permeável (a existência de uma camada impermeável tornaria impossível a separação do ferro do calcário; por outro lado a acumulação de água numa camada obstará a que a superfície do solo ficasse seca no Verão, condição indispensável, ao que parece, para a formação destes solos);
- c) forte aquecimento e dessecação superficial no Verão; nestas circunstâncias dá-se uma migração ascendente da solução (o que já foi, até certo ponto, rebatido atrás) que arrasta consigo bases e talvez soles facilmente deslocáveis, pelo que a reacção fica noutra ou ligeiramente alcalina; além disso, a elevação da temperatura impede a acumulação de matéria orgânica;
- d) rápida destruição do húmus;
- e) pequena formação de húmus, o que facilita a satisfação da alínea anterior;
- f) pequena adição de material proveniente de silicatos;
- g) desnudamento superficial.

Na Grécia, mais particularmente na Ática, os solos vermelhos do tipo «Terra Rossa» apresentam diversos graus de maturidade, segundo Nevros & Zvorykin (143). Em certos casos forma-se um horizonte endurcido por carbonatos, demonstrando que durante a estação húmida se deu uma acumulação em profundidade. À superfície a acumulação do ferro e do alumínio é fraca, o que prova talvez que a sua subida durante o Verão é real mas reduzida devido à baixa humidade existente. Pelo contrário, na Morávia a «Terra Rossa» apresenta-se argiluvada e o calcário foi enérgicamente arrastado para fora do perfil. Nas variedades podzólicas, dizem os autores, a lavagem dos carbonatos é acompanhada duma acumulação de ferro e de alumínio, tendendo os solos para Podzóis. Isto parece provar, mais uma vez, que a «Terra Rossa» é um solo fóssil que serve de rocha-mãe, na Ática, a Solos Insaturados ou Descarbonatados e, na Morávia, a Solos Podzólicos.

Os vários estudos de solos de cor vermelha da Argélia indicam que as «Terras Rossas» e os Solos Calcários (ou Rendzinas) Vermelhos se formaram sob a acção de uma pedogénese de feição laterítica (ou ferralítica) durante uma época de clima quente e húmido muito diferente do actual. Estes solos serviram depois de rocha-mãe dos solos actuais. A pedogénese recente dos solos vermelhos, que tende a empobrecer os horizontes superficiais em ferro e talvez até em alumínio, seria devida à formação de húmus bruto, ao passo que a pedogénese antiga seria devida a um húmus florestal de decomposição rápida (62).

Não se pretendeu neste trabalho estudar em profundidade a génese dos Solos Mediterrâneos portugueses ou de quaisquer outros; antes sim classificá-los e caracterizá-los e aproveitar os elementos obtidos para com eles fazer apenas algumas considerações pedogenéticas.

Nos perfis estudados, embora se tenha encontrado uma descontinuidade litológica ou impurificação da camada superior num solo (Vcd), parece não haver muitas dúvidas sobre a origem dos materiais do solo: eles provêm dos calcários sobre que se encontram, por dissolução destes. Não se exclui, evidentemente, a possibilidade de contaminação com materiais doutras origens nalguns casos. Em época remota, de clima diferente do actual, actuaram sobre os resíduos dos calcários processos de laterização ou de rubefacção, não parecendo que os primeiros tenham prevalecido longamente. Sobre as possibilidades de actuação desses processos

dissertar-se-á no capítulo seguinte. A esta pedogénese ter-se-ia seguido a actual, aparentemente encaminhada no sentido da argiluviação.

Os Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Calcários apresentam muitas características semelhantes às dos Solos Ferruginosos (ou Fersialíticos) Tropicais, tal como foram recentemente definidos para a Carta dos Solos de África (57). Com efeito, têm uma relação limo/argila elevada, um horizonte B «textural» e grau de saturação superior a 50 %. O ferro livre não será, talvez, tão abundante como em muitos dos solos tropicais e a capacidade de troca catiónica é, possivelmente, frequentes vezes, mais elevada do que nestes. Por outro lado, embora a relação $Si\ O_2/Al_2\ O_3$ seja sempre um pouco superior a 2 e a $Si\ O_2/R_2\ O_3$ muitas vezes inferior a 2, como nos Solos Fersialíticos Tropicais, na argila dos Solos Mediterrâneos parece haver a tendência para predominar a ilite sobre a caulinite, (excluindo evidentemente os do Subgrupo Para-Barros), o que não acontece naqueles.

Conclui-se, portanto, que alguns Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Calcários ter-se-ão de distinguir dos Solos Ferruginosos Tropicais apenas por se encontrarem em regiões de clima mediterrâneo, porque as restantes características serão idênticas.

6.13 — SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS

6.13.1 — Descrição-geral das Famílias

Os Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Não Calcários subdividem-se nas seguintes 8 Famílias:

- de gneisses ou rochas afins (Vgn)
- de rochas cristalofílicas básicas (Pv)
- de xistos (Vx)
- de material coluviado de solos derivados de xistos (Pvx)
- de arenitos (Vtc)
- de «rañas» ou depósitos afins (Sr)
- de «rañas» ou depósitos afins, com materiais lateríticos (Sr*)
- de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas afins (Vm).

As duas últimas pertencem a Subgrupos diferentes dos das 6 anteriores.

As descrições gerais destas Famílias são apresentadas nas páginas seguintes.

Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de gneisses (Vgn)

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo-avermelhado; franco-arenoso ou franco; estrutura granulosa fina fraca; friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte B — 15 a 40 cm; pardo-avermelhado ou vermelho-amarelado; franco ou franco-argiloso; estrutura granulosa média moderada a fraca; friável a firme; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: material grosseiro proveniente da desagregação de gneisses ou de rochas afins.

Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de rochas cristalofílicas básicas (Pv)

Horizonte A1 — 15 a 30 cm; pardo-avermelhado, castanho-avermelhado ou vermelho; franco-argiloso ou, por vezes, franco; estrutura granulosa fina a média moderada a forte; friável; pH 5,5 a 7,0.

Transição nítida para

Horizonte B — 10 a 40 cm; vermelho, vermelho-escuro ou castanho-avermelhado; argiloso; estrutura subangulosa fina ou média moderada a forte; há algumas películas de argila nas faces dos agregados; firme; pH 5,5 a 7,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário: mistura de material semelhante ao do horizonte anterior com fragmentos de rocha, fazendo transição para a rocha-mãe (rochas cristalofílicas básicas).

Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de xistos (Vx)

Horizonte A1 — 15 a 25 cm; pardo-avermelhado ou vermelho; franco ou franco-argiloso; estrutura granulosa fina fraca a moderada; friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte B — 20 a 50 cm; vermelho-escuro, pardo-avermelhado ou vermelho-amarelado; argiloso; estrutura granulosa média moderada ou anisoforme subangulosa fina moderada; vêem-se algumas películas de argila nas faces dos agregados; firme; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual ou difusa para

Horizonte C — Material originário: mistura de material semelhante ao do horizonte anterior com fragmentos de rocha, fazendo transição para a rocha-mãe (xistos argilosos ou xistos cristalofílicos não básicos).

Por vezes aparecem, subjacentemente ao horizonte C, camadas que muito se assemelham à «argile tachetée» dos franceses.

Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de material coluviado de solos derivados de xistos (Pvx)

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo-avermelhado ou pardo-amarelado; franco, com bastantes elementos grosseiros rolados ou subangulosos (quartzitos e xistos); estrutura granulosa fina fraca a moderada; friável a firme; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte BC — Espessura variável, em geral superior a um metro; semelhante ao anterior, mas de cor mais avermelhada ou mais amarelada, de consistência firme e com maior percentagem de argila; notam-se algumas películas de argila nas faces dos agregados.

Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de arenitos (Vtc)

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo ou pardo-amarelado, por vezes com alguns fragmentos rolados de quartzitos (cascalho ou pedras miúdas); franco-arenoso a franco-argilo-arenoso; estrutura granulosa média fraca; friável; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte B — 15 a 60 cm; amarelo, amarelo-avermelhado, pardo-avermelhado ou vermelho; por vezes pardo com muitas manchas pequenas muito distintas amareladas ou avermelhadas; argiloso; estrutura prismática média moderada composta de prismática média e muito fina moderada a forte; notam-se algumas películas de argila nas faces dos agregados; firme e rijo; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário proveniente de arenito de grão fino.

Estes solos erosionam com facilidade, sendo vulgar o adelgaçamento da 1.ª camada; nesse caso os amanhos culturais misturam os horizontes A e B e a camada superficial mostra-se então amarelada ou avermelhada mais rica em argila e entorroadada, diminuindo a erodibilidade.

Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelados de «rañas» ou depósitos afins (Sr)

Horizonte A1 — 15 a 25 cm; castanho-avermelhado ou pardo-avermelhado; franco-arenoso a franco-argilo-arenoso, normal-

mente com alguns ou bastantes elementos grosseiros subangulosos (quartzo e quartzitos); estrutura granulosa fina moderada ou fraca; friável; por vezes com pequenas concreções ferruginosas; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte B — 20 a 50 cm; vermelho-escuro ou castanho-avermelhado ou pardo-amarelado; franco a argiloso, com maior percentagem de argila do que o horizonte A; normalmente com bastantes elementos grosseiros; estrutura anisoforme subangulosa fina moderada a fraca; existem películas de argila nas faces dos agregados; friável a firme; por vezes com pequenas concreções ferruginosas; pH 5,5 a 7,0.

Horizonte C — Material detrítico, em geral pouco consolidado, do tipo «raña».

Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de «rañas» ou depósitos afins, com materiais lateríticos (Sr)*

Estes solos apresentam um perfil muito semelhante aos da Família anterior (Sr), deles diferindo por apresentarem no horizonte C ou subjacentemente couraças ferruginosas e por baixo destas uma camada argilosa vermelha com muitas manchas pequenas e médias cinzentas claras (plintite não endurecida ou argila «tachetée»). Em todos os horizontes existem normalmente concreções ferruginosas de tamanho variável.

Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Vm)

Horizonte A1 — 15 a 30 cm; pardo-avermelhado; franco ou franco-argilo-arenoso, quase sempre com algum saibro da rocha-mãe; estrutura granulosa média e fina moderada; aderente, plástico, friável, pouco rijo; pH 6,0 a 6,5.

Transição nítida para

Horizonte B — 15 a 50 cm; vermelho ou pardo-avermelhado; franco-argiloso ou argiloso, apresentando películas de argila nas faces dos agregados; estrutura prismática grosseira forte ou moderada composta de angulosa grosseira moderada ou forte; por vezes com superfícies polidas («slickensides»); plástico a muito plástico, firme; pH 6,5 a 7,0.

Transição gradual ou nítida para

Horizonte C — Material originário proveniente da desagregação de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins.

Os Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Não Calcários desenvolvem-se em relevo normal, por vezes subnormal.

Os solos da Família *Vgn* são frequentes na região de Arraiolos. Os da Família *Pv* encontram-se nas áreas de Alter do Chão, Elvas, Montemor-o-Novo e Beja. Os da Família *Vx* abundam sobretudo na Serra de Ossa, na zona Beja-Mértola e na Serra de Espinhaço de Cão. Os da Família *Pux* foram mais cartografados na base das encostas da Serra de S. Mamede. Os da Família *Vtc* existem principalmente no Sotavento do Algarve. Os das Famílias *Sr* e *Sr** apresentam-se em manchas relativamente grandes na região de Odemira, na charneca de Garvão, na área da Tanganheira (Sines) e nas proximidades de Ferreira do Alentejo. E os da Família *Vm* são frequentes na região de Beja.

Na Figura 15 pode ver-se o perfil de um Solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo de xistos (*Vx*—P. 459) fotografado próximo da Barragem da Bravura (Odeáxere, Algarve) e na Figura 16 o de um Solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo de «rañas» ou depósitos afins, com materiais lateríticos (*Sr**) situado nas proximidades de Tanganheira (Cercal do Alentejo).

6.13.2 — Dados analíticos físicos e químicos

Dados analíticos relativos a 6 Perfis de 4 das Famílias atrás descritas são apresentados no Quadro 41. Um perfil pertence à segunda Família

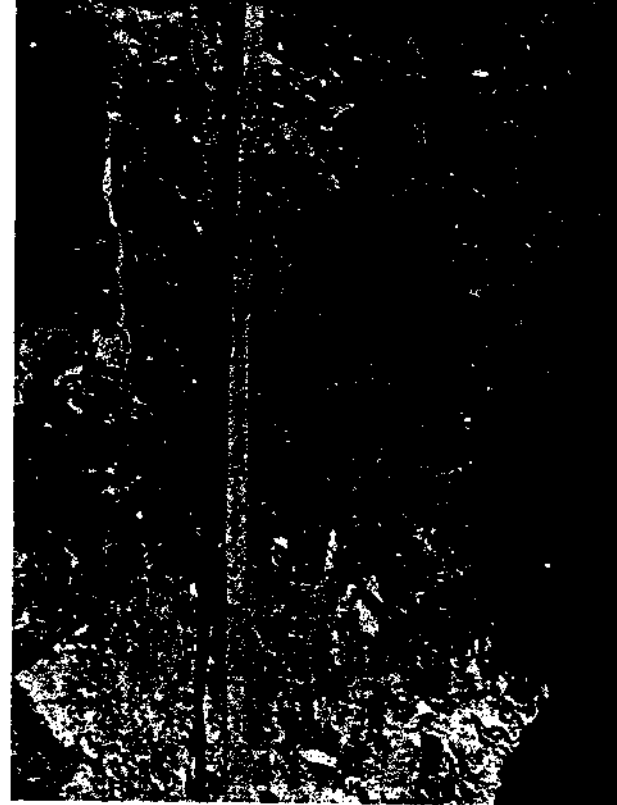


Figura 15 — Perfil de um Solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo de xistos (*Vx*-P. 459 — próximo da Barragem da Bravura, Algarve).

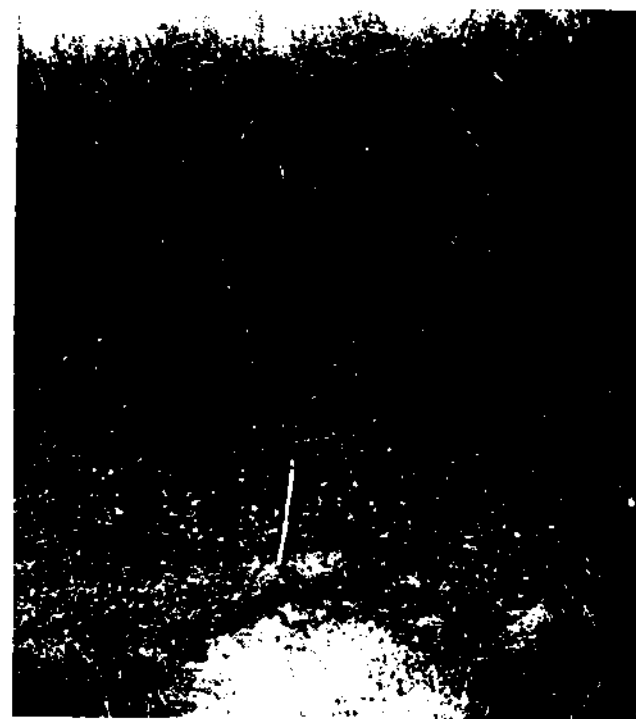


Figura 16 — Perfil de um Solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo de «rañas» ou depósitos afins, com materiais lateríticos (*Sr**)—barreira de estrada junto a Tanganheira). Sob o martelo vê-se a couraça ferruginosa e a argila «tachetée».

QUADRO 41

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Pv-220	5878	Ap	0-20		12,7	31,4	24,1	31,8	1,64	0,95	0,120	7,9	1,42	0,00	6,5	5,81	4,32	0,39	0,34	1,50
	5879	B	20-40		7,2	16,7	21,8	54,3	0,93	0,54	0,070	7,7	1,60	0,15	7,0	15,30	4,40	0,03	1,78	3,40
Vx-459	9382	A1	0-15	45,5	15,4	18,1	39,4	27,1	4,13	2,40	0,200	12,0	1,32		5,8	5,07	2,92	0,72	0,32	4,60
	9383	B2	15-50	16,5	4,7	5,7	34,4	55,2	1,06	0,62	0,150	4,1	1,57		5,3	1,85	1,60	0,38	0,42	4,20
Vx-460	9385	Ap	0-18	38,0	14,9	13,8	41,0	30,3	4,62	2,68	0,210	12,8	1,70		5,0	8,73	0,61	0,36	0,40	5,30
	9386	B2	18-65	32,0	17,5	10,3	30,6	41,6	1,04	0,60	0,110	5,5	1,98		5,2	6,60	0,34	0,13	0,25	3,10
Vtc-389	9540	Ap	0-22	10,5	29,7	22,4	13,0	34,9	1,33	0,77	0,070	11,0	1,72	Vest.	7,9	10,60	0,76	0,31	0,28	0,00
	9541	B	22-80	3,0	17,6	16,8	13,4	52,2	0,18	0,11	0,020	5,5	1,52	0,00	7,7	11,60	2,70	0,25	0,56	0,00
	9542	BC	80-100	27,5	33,4	13,3	10,5	42,8	0,17	0,10	0,020	5,0	3,72	0,00	6,6	7,56	0,57	0,14	0,76	1,10
Sr*-299	8188	Ap	0-25		23,2	43,4	15,7	17,7	1,05	0,61	0,060	10,2	1,75		5,9	1,93	Vest.	0,21	0,28	2,00
	8189	A3	28-53		24,4	35,3	16,0	24,3	0,20	0,12	0,012	10,0	1,36		6,4	2,20	2,00	0,17	0,27	1,00
	8190	B2	63-75		25,0	28,4	11,0	35,6	0,12	0,07			4,43		6,4	2,85	1,25	0,07	0,60	1,00
	8191	C1	87-117		32,9	15,1	9,5	42,5	0,14	0,08			2,18		6,2	2,54	1,32	0,11	0,43	1,00
	8192	C2 cn	122-137		38,9	10,2	7,1	43,8	0,06	0,04			3,02		6,2	2,54	1,32	0,10	0,67	1,60
	8193	C3	140-165		30,0	12,7	10,0	47,3	0,08	0,05			2,94		6,0	3,62	3,00	0,12	1,50	2,70
Sr*- 4	9401	Ap	0-20	29,0	26,1	51,6	13,1	9,2	3,20	1,86	0,099	17,0	1,03		5,3	1,44	0,48	0,23	0,38	3,50
	9402	B	20-35	48,5	29,3	42,2	16,0	12,5	0,96	0,56	0,043	13,0	1,21		5,5	1,28	0,48	0,07	0,16	2,00
	9403	BC1 cn	35-75	62,0	31,4	23,2	15,5	29,9	0,55	0,32	0,016	20,0	1,84		5,4	1,64	2,17	0,08	0,13	1,00
	9404	BC2 cn	75-140	67,5	33,4	14,7	11,0	40,9	0,58	0,34	0,022	15,5	2,12		4,6	1,50	2,15	0,10	0,29	3,10

B

QUADRO 41

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS

A

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pF 2,0 %	Água a pF 2,7 %	Água a pF 4,3 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Allen						Inicial	Constante
1,50	10,86	12,36	87,9	1,22		35,90	6,85	10,70	97,50	31,45	24,40	21,25	14,30	10,10	2,59	4,05
3,40	21,51	24,91	86,4	1,16		48,05	12,28	3,99	99,00	46,60	30,70	26,90	17,83	12,87	2,35	3,72
4,60	9,03	13,63	66,3	1,08	1,08	49,34	0,00	45,80	87,20	45,50	37,70	30,50	13,50	24,20	0,43	0,52
4,20	4,25	8,45	50,3	1,20	1,12	51,20	7,52	32,50	92,00	45,85	39,20	34,90	19,78	19,42	0,27	0,43
5,30	10,10	15,40	65,6	0,92	0,92	52,60	0,00	51,25	78,60	57,60	41,90	40,10	13,12	28,78	0,90	0,80
3,10	10,32	13,42	76,9	1,11	1,13	51,40	1,66	43,45	91,85	46,50	33,70	33,40	15,45	18,25		
0,00	11,95	11,95	100,0													
0,00	12,41	12,41	100,0													
1,10	9,03	10,13	89,1													
2,00	2,42	4,42	54,8	1,48	1,48	37,5	0,00	18,70	97,80	25,40	22,50	15,40	4,50	18,00	2,04	2,59
1,00	4,64	5,64	82,3	1,37	1,36	39,3	0,81	10,45	99,50	28,70	19,10	16,60	5,20	13,90	7,75	6,40
1,00	4,77	5,77	82,7	1,30	1,30	41,3	0,00	4,16	99,80	32,10	21,70	13,20	8,50	13,20	16,60	14,70
1,00	4,40	5,40	83,3	1,26	1,24	43,8	1,35	2,22	99,80	35,30	18,80	14,70	9,96	8,84	24,90	17,25
1,60	4,63	6,23	74,3	1,30	1,26	45,1	3,54	3,25	99,80	36,10	18,00	15,10	10,87	8,13	34,00	23,30
2,70	8,24	9,94	82,9	1,29	1,20	44,2	7,67	16,70	96,00	36,90	30,90	24,60	14,50	16,40	0,65	0,16
3,50	2,50	6,00	41,7													
2,00	2,00	4,00	50,0													
1,00	4,00	5,00	80,0													
3,10	4,00	7,10	56,3													

B

(Pv), dois à terceira (Vx) (*), um à quinta (Vtc) e dois à sétima (Sr*). Não é possível, de momento, apresentar elementos sobre perfis da primeira Família (Vgn), da quarta (Pvx), da sexta (Sr) e da sétima (Vm).

A textura das camadas superficiais destes solos é geralmente ligeira ou mediana. No horizonte B a percentagem de argila aumenta muito, dando à curva de distribuição do material coloidal a forma característica dos Solos Argiluvitados. O teor orgânico é baixo, por vezes mediano em solos não sujeitos à cultura agrícola; decresce, porém, rapidamente com a profundidade. A relação C/N é baixa a atestar uma rápida decomposição dos restos vegetais ou animais. Nota-se, todavia, que a tendência, sobretudo em solos não intensivamente cultivados, é para os valores característicos do «mull» florestal (63). A quantidade de ferro livre é mediana ou elevada; a sua distribuição é nitidamente reveladora de forte migração para os horizontes inferiores em que, por vezes, a percentagem deste elemento é superior ao dobro da das camadas superficiais.

A capacidade de troca catiónica é, na maioria dos casos, baixa ou mesmo muito baixa. O ião cálcio predomina sobre os restantes. Nuns solos o magnésio tem valores muito reduzidos e noutros medianos ou até altos. O potássio de troca é, em regra, baixo enquanto o sódio, comparativamente, apresenta valores elevados. O grau de saturação, de especial significado taxonómico nestes solos, é alto ou muito alto, sempre superior a 50 %. O pH nunca é inferior a 5,0 e indica que a reacção vai de moderadamente ácida a neutra.

Há, infelizmente e por agora, relativamente poucos elementos de natureza física. Em todo o caso pode dizer-se que a expansibilidade parece ser baixa (excepto no perfil de Pv onde existe pequena percentagem de montmorilonóides e certamente nos solos Vm), a estabilidade da microestrutura elevada ou muito elevada, a capacidade de campo mediana ou alta e a capacidade utilizável dos primeiros 50 cm mediana. A porosidade da terra fina tem valores moderados e a permeabilidade é lenta ou moderada, às vezes com tendência para rápida; em condições naturais deverá, porém, ser sempre lenta nos horizontes de acumulação de argila.

(*) Os perfis n.º 459 e 460 de Vx foram, noutro trabalho, classificados como «Ultustals» (14).

6.13.3 — Mineralogia da areia fina

Os resultados da análise mineralógica de todos os perfis de que se apresentaram dados analíticos físicos e químicos encontram-se no Quadro 42.

A reserva mineral destes solos, embora frequentemente pequena, é, por vezes, apreciável e constituída por feldspatos que se não diferenciaram. Na fracção pesada, cuja percentagem é quase sempre baixa, há apenas praticamente minerais muito estáveis. No perfil de *Pv* abunda o epidoto; tal facto é devido à composição da rocha-mãe que é um xisto metamórfico epidótico. Nos restantes perfis estudados há um grande predomínio dos minerais opacos.

As diferenças qualitativas e quantitativas dos minerais pesados nos vários horizontes de cada solo não indicam diferenças no material originário; exceptua-se o caso do perfil n.º 299 da Família *Sr** em que parece haver uma descontinuidade litológica do horizonte B2 para o C1. É, portanto, viável que a couraça ferruginosa do horizonte C_{2cn} se tenha formado em material originário diferente do que deu origem aos horizontes suprajacentes que se teriam depositado mais tarde. Todavia há que acentuar que nem sempre assim deveria ter sucedido, como o prova a «suite» mineralógica do perfil n.º 4 da mesma Família.

6.13.4 — Mineralogia da argila

A análise química dos colóides minerais do horizonte B de quase todos os perfis atrás estudados e ainda do horizonte C₃ do perfil n.º 299 (*Sr**) é apresentada no Quadro 43. A análise térmica diferencial de quase todos esses materiais e ainda dos colóides minerais do horizonte B dos perfis n.ºs 251 (*Vx*) e 259 (*Vtc*) encontra-se no Gráfico 10. Os valores extraídos dos radiogramas de três daqueles materiais pode ver-se no Quadro 44.

Todas as técnicas utilizadas na identificação dos minerais da argila destes solos indicam a presença de caulinite e ilite, dominando umas vezes uma outras vezes outra, acompanhadas ou não de óxidos de ferro. Nos solos *Vm*, do Subgrupo Para-Barros, de que se não apresentam dados analíticos, é de presumir a existência de uma certa percentagem de montmorilonóides.

QUADRO 42

ANALISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE SOLOS MEDITERRANEOS VERMELHOS E AMARELOS
DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %							
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Zir.	Epíd.	Esf.	Turm.	Andal.	Est.	Clor.	Opacos
-220	5878	Ap	2,754	1,487	53,99	70	30	1,267	46,01	—	70	—	—	—	—	6	24
	5879	B	2,181	1,139	52,22	75	25	1,042	47,78	—	64	—	—	—	—	—	36
c-389	9540	Ap	3,074	2,941	95,67	95	5	0,133	4,33	8	—	13	21	—	5	—	53
	9541	B	3,589	3,504	97,63	90	10	0,085	2,37	10	—	4	14	—	1	—	71
	9542	BC	3,100	3,038	97,10	95	5	0,062	2,90	12	—	3	15	—	2	—	68
c-459	9382	A1	1,534	1,490	97,13	40	60	0,044	2,87	18	—	—	2	—	—	—	80
	9383	B2	0,878	0,847	96,47	30	70	0,031	3,53	12	—	—	—	—	—	—	88
c-460	9385	Ap	1,220	1,184	97,05	x	x	0,036	2,95	3	2	—	—	—	—	—	95
	9386	B2	1,374	1,336	97,23	55	45	0,038	2,77	—	—	—	—	—	—	—	100
	9387	C & R	2,284	2,228	97,55	25	75	0,056	2,45	2	—	1	—	—	—	—	97
*-299	8188	Ap	5,828	5,599	96,07	80	20	0,229	3,93	9	—	2	6	—	—	—	83
	8189	A3	4,842	4,685	96,75	90	10	0,157	3,25	7	—	3	3	—	—	—	87
	8190	B2	5,785	5,559	96,09	95	5	0,226	3,91	6	—	2	4	—	—	—	88
	8191	C1	3,104	2,959	95,33	95	5	0,145	4,67	3	—	3	6	2	—	—	86
	8192	C2 cn	2,335	2,169	92,89	92	8	0,166	7,11	3	—	1	4	2	—	—	90
	8193	C3	4,059	3,860	95,10	90	10	0,199	4,90	4	—	1	4	—	—	—	91
*- 4	9401	Ap	5,094	4,937	96,92	98	2	0,157	3,08	1	—	9	19	—	7	—	64
	9402	B	2,363	2,234	94,54	98	2	0,129	5,46	1	—	7	13	—	4	—	75
	9403	BC1 m	2,654	2,596	97,79	95	5	0,058	2,21	5	—	4	13	—	5	—	73
	9404	BC2 m	1,611	1,569	97,36	98	2	0,042	2,64	2	—	1	6	—	1	—	90

Feldsp. = feldspatos; Zir. = zircão; Epíd. = epidoto; Esf. = esfena; Turm. = turmalina; Andal. = andaluzite; Est. = estauroilite; Clor. = clorite; x = significa presença de um mineral de que não foi possível determinar a percentagem.

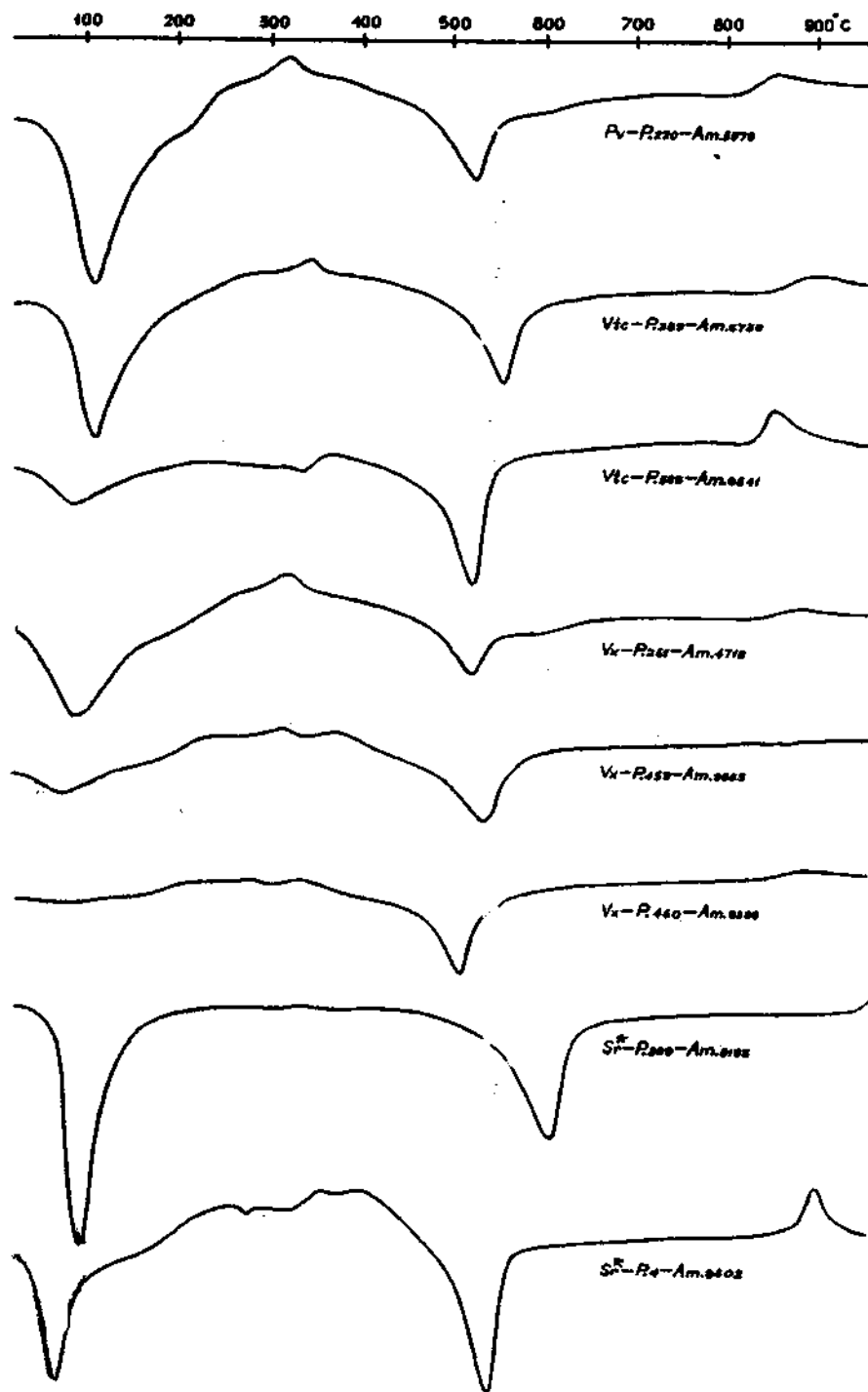


GRAFICO 10

Análise térmica diferencial das amostras.

QUADRO 43

ANÁLISE QUÍMICA DOS COLÓIDES MINERAIS DE SOLOS MEDITERRÂNEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS NÃO CALCÁRIOS

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	Umidade %	Perda por ignição %	Si O ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ti O ₂ %	Relações moleculares			
											Si O ₂ /R ₂ O ₃	Si O ₂ /Al ₂ O ₃	Si O ₂ /Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
Pv-220	5879	B	20-40	10,00	9,30	40,80	35,10	21,50	9,50	4,10	2,5	7,2	5,1	1,4
Vtc-389	9541	B	22-80	2,50	10,00	40,70	39,70	20,20	18,70	0,80	2,6	3,7	5,4	0,7
Vx-459	9383	B2	15-50	3,30	7,80	42,50	49,20	9,30	39,30	0,60	1,6	1,9	12,2	0,2
Vx-460	9386	B2	18-65	1,90	8,50	40,60	44,20	11,30	32,20	0,70	1,7	2,1	9,6	0,2
Sr*-299	8190	B2	63-75		11,35	42,80	36,60	6,15	29,73	0,72	2,1	2,5	18,9	0,1
Sr*-299	8193	C3	140-165		9,76	46,70	46,00	11,12	34,11	0,77	1,9	2,3	11,3	0,2
Sr*- 4	9402	B	20-35	3,60	15,30	37,10	38,00	10,50	27,10	0,40	1,8	2,7	9,4	0,2

QUADRO 44

VALORES DE d E I EXTRAÍDOS DOS RADIOGRAMAS
DOS COLÓIDES MINERAIS DE SOLOS MEDITERRA-
NEOS VERMELHOS E AMARELOS DE MATERIAIS
NÃO CALCÁRIOS

Vtc - P. 259 — Am. 6739		Vx - P. 251 — Am. 4718		Sr* - P. 299 — Am. 8193	
d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I
10	2	10	1	7,25	5
7,25	2	4,9	1	4,45	10
4,95	1	4,45	10	4,10	1
4,45	10	4,15	1	3,55	4
4,20	3	3,49	1	2,70	1
3,90	1	3,33	3	2,55	1
3,55	2	3,00	1	2,40	2
3,35	6	2,55	7	2,20	1
3,25	1	2,00	1	1,70	2
3,05	1	1,49	3	1,485	3
2,70	1				
2,57	8				
2,45	2				
2,37	1				
2,00	1				
1,71	3				
1,56	1				
1,50	5				
1,35	1				
1,29	3				

No solo *Pv* a análise química demonstra o carácter sialítico da fracção argilosa e a existência de minerais do grupo 2:1. A capacidade de troca catiónica, estimada pelo processo já anteriormente referido, é de cerca de 40 m.e./100 g, sugerindo ser a illite o mineral predominante. A análise térmica diferencial mostra que há illite, possivelmente alguma caulinite de baixo grau de cristalinidade ($P = 15$; $E = 5,2$) (113) e vestígios de montmorilonóides, o que é confirmado pelo estudo por raios X de materiais doutros solos com comportamento térmico semelhante.

Dois perfis de *Vtc* foram investigados. Apenas de um deles se fez a análise química. Esta sugeriu a existência de minerais 2:1 (92) e indicou um nítido carácter sialítico dos materiais. A análise térmica diferencial dos colóides desses perfis revela que há sobretudo ilite associada a alguma caulinite mal cristalizada e, num deles, «goethite». O radiograma da argila do perfil n.º 259 apresenta riscas características desses três minerais, não se podendo porém afirmar se há predomínio da ilite ou da caulinite.

Os perfis de *Vx* estudados possuem ilite possivelmente associada a «goethite». Assim o provaram a análise química, a capacidade de troca catiónica estimada, a análise térmica diferencial e a difracção por raios X (esta apenas de um deles). As relações $Si\ O_2/R_2\ O_3$ e $Si\ O_2/Al_2\ O_3$ indicam um carácter fersialítico ou ligeiramente ferralítico.

Os materiais argilosos de *Sr** são constituídos por caulinite (às vezes haloisite), «goethite» e/ou hematite e, possivelmente, ilite. A análise química demonstra que eles são fersialíticos ou sialíticos mas sugere, atendendo às percentagens de sílica e dos vários sesquióxidos, que há possivelmente caulinite acompanhada de óxidos de ferro (92). A capacidade de troca estimada é relativamente baixa, inferior a 20 m. e./100 g. A análise térmica diferencial, por meios dos índices P e E (113) e S (205), indica que estão presentes a ilite e a caulinite e, num dos perfis, talvez a haloisite ($S = 2,8$). A difracção por raios X dos colóides do perfil n.º 299 revelou a presença de riscas típicas da caulinite e da hematite e de algumas da ilite, faltando, porém, desta a de 10 Å.

6.13.5 — Micromorfologia

Fizeram-se cortes delgados dos horizontes Ap e B do perfil n.º 220 (Pv), dos Ap e B do perfil n.º 389 (Vtc), dos A1 e B2 do perfil n.º 459 (Vx) e ainda dos Ap, B, B C1 en (côrrea ferruginosa) e C2 (argila «tachetée») do perfil n.º 4 (Sr*), cujo estudo micromorfológico se apresenta a seguir.

Pv — Perfil 220

Horizonte Ap (Corte n.º 24). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiróptico, nalguns pontos em transição para plectoamítico (106).

Os grãos minerais, de areia fina mas sobretudo de limo, estão imersos num plasma denso de cor castanho-avermelhada tingido porém, na sua maior parte mas de forma parcial, de negro. O plasma é constituído por minerais da argila e óxidos de ferro. Estes estão dispersos sobre aqueles ou existem concentrados em manchas negras, à luz transmitida, e vermelhas, à luz reflectida, ou em precipitações de Iwatoka (107) que são numerosas.

A porosidade é relativamente pequena e apresenta-se principalmente sob a forma de fendas estreitas, quase sempre de traçado caprichoso, algumas das quais parecem resultantes de fenómenos de contracção.

São raras as concreções ferruginosas e todas de diâmetro inferior a 0,5 mm.

Há algumas massas coloidais birrefringentes no interior dos agregados e películas de argila pouco espessas e descontínuas nas paredes das fendas ou rodeando grãos minerais.

Horizonte B (Corte n.º 25). — O aspecto assemelha-se muito ao do corte anterior. Os óxidos de ferro parecem estar, porém, mais disseminados pelo plasma, dando-lhe um aspecto mais anegrado à luz transmitida. Todavia o plasma, no geral, não é isotrópico.

A grande diferença está em que são aqui abundantes, espessas e contínuas as películas de argila nas faces dos agregados, os quais se mostram anisoformes. A argiluviação é, pois, evidente até porque se observam espessamentos das películas em constricções dos espaços intergranulares (Figura 17).

As concreções ferruginosas são raras, mas algumas parecem envelhecidas.

Em muitas facetas a micromorfologia deste solo assemelha-se à dos «Rotlehms» de Kubiena (107) e à dos Solos Vermelhos sobre rochas eruptivas de Chipre descritos por Osmond & Stephen (146).

Vtc — Perfil 389

Horizonte Ap (Corte n.º 9). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiróptico (106). Acontece, porém, que o esqueleto mineral representa uma percentagem muitíssimo maior do que a do plasma, talvez na razão de 4 para 1 ou mesmo superior, tornando a microestrutura semelhante à «braced structure» de Jongerius (102).

Os grãos minerais, principalmente das fracções areia grossa e fina, estão completamente rodeados e ligados entre si por um plasma castanho-avermelhado ou negro, à luz transmitida, e alaranjado ou amarelado, à luz reflectida, o qual é constituído por minerais da argila e óxidos de ferro em que se dissemina alguma matéria orgânica totalmente humificada. Inclusas nele há grãos de limo.

A porosidade é muito pequena.

Observam-se raras películas de argila, muito pouco espessas e descontínuas, nas faces de alguns agregados.

Horizonte B (Corte n.º 10). — Neste corte, apesar de predominar ainda o esqueleto mineral, o plasma é muito abundante. O «fabric» é, na mesma, porfiropéptico (106).

Os grãos minerais, agora um pouco menos abundantes, são principalmente das fracções areia grossa e fina.

O plasma é avermelhado ou amarelado mas essencialmente birrefringente. Dominam nele os minerais da argila, sendo os óxidos de ferro menos abundantes. Imersos no plasma argiloso há inúmeras partículas de limo.

São muito frequentes as películas de argila nas faces dos agregados e nas paredes de alguns poros. Elas são espessas e contínuas, sem dúvida do tipo «illuviation cutans» (34). No interior dos agregados observam-se também estruturas coloidais birrefringentes que são ou «stress cutans» (34) ou autênticas películas de argila que obturaram antigos poros. À volta de grãos minerais, sobretudo dos de maiores dimensões, há também formações de argila fortemente orientada.

Vêem-se raras concreções ferruginosas, algumas das quais aparentam um certo envelhecimento. Nalguns pontos do plasma há precipitações de Iwatoka (107).

Vx — Perfil 459

Horizonte A1 (Corte n.º 17). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico (106). Os grãos minerais, das fracções areia fina e limo e alguns da areia grossa, estão imersos num plasma denso, com raros vacúolos, mas com algumas fendas muito finas provocadas por secagem.

O plasma é castanho-avermelhado mais ou menos escuro com algumas manchas quase negras. Na sua maior parte é birrefringente e constituído por minerais da argila associados a óxidos de ferro que lhe imprin-



Figura 17 — Microfotografia do horizonte B de Pv (P. 220 — Corte n.º 25 — Nicols paralelos — x130): continua película de argila tingida de óxidos de ferro em toda a face de um agregado, espessando-se de cima para baixo a demonstrar o movimento descendente dos colóides. A fotografia está orientada, correspondendo a parte de cima à parte superior do horizonte.

mem a cor avermelhada, os quais dominam as zonas negras isotrópicas ou quase. Estas têm cor vermelha viva à luz reflectida, ao passo que a restante parte do plasma se mostra de cor alaranjada. Neste abundam precipitações de Iwatoka (107) e partículas de limo.

A matéria orgânica está finamente distribuída pelo plasma, não se encontrando quaisquer restos vegetais; há, porém, alguns, embora raros, grumos orgânicos de dimensões nunca excedendo 0,2 mm, talvez dejectões da fauna do solo.

Existem numerosas concreções ferruginosas negras (à luz reflectida têm cor vermelha viva) com partículas de limo e argila inclusas. O seu tamanho vai de poucas décimas de milímetro até mais de 3 mm. Muitas são esféricas ou ovóides, algumas são oblongas; uma destas apresentava quase 1 cm de comprimento. Frequentemente aparentam sintomas de envelhecimento, isto é, estão em vias de destruição.

Nas paredes das fendas ou canais entre os agregados e principalmente à volta dos maiores grãos minerais e das concreções ferruginosas existem algumas películas de argila, por vezes de espessura apreciável, superior até a 0,1 mm. No seio dos agregados há também algumas acumulações orientadas de argila.

A porosidade não é muito baixa mas para ela contribuem apenas as fendas muito finas de secagem e, sobretudo, os espaços entre os agregados de uma estrutura granulosa.

Horizonte B2 (Corte n.º 18). — O «fabric» deste corte, de que se apresenta uma fotografia na Figura 18, é porfirítico do tipo porfirópéptico (106). Os grãos minerais, quase exclusivamente das fracções limo e areia fina, estão imersos numa massa muito densa de plasma. Este é castanho-avermelhado com manchas escuras quase negras. À luz reflectida a parte avermelhada mostra-se alaranjada e a negra de cor vermelha viva. A primeira é constituída por argila com alguns óxidos de ferro e a segunda principalmente por óxidos de ferro, possivelmente hematite.

O plasma está recortado por numerosíssimas fendas provocadas por contracção durante a secagem, representando estas toda a porosidade do corte que, por conseguinte, é bastante pequena. Nele se observam precipitações de Iwatoka (107).

Há um número apreciável de concreções ferruginosas negras, quase sempre com algumas partículas minerais (limo e argila) inclusas, de formas esféricas, ovóide ou oblonga. As suas dimensões são em geral inferiores a 1 mm, mas nas oblongas chega-se a 4 mm de comprimento. Algu-

mas parecem envelhecidas, mas outras aparentam juventude, estando em plena formação.

A volta das concreções ferruginosas e dos maiores grãos minerais e ainda ao longo das fendas há muito frequentes películas de argila contínuas e espessas que chegam a atingir 0,5 mm. No interior dos agregados limitados pelas fendas de secagem há muitas estruturas birrefringentes de colóides minerais orientados. Pela maior concentração dos óxidos de ferro na parte central dos agregados há como que uma tendência para um concrecionamento geral do horizonte.

As principais características que distinguem, portanto, este horizonte do anterior são menor porosidade, maior densidade do plasma e muitíssimo maior quantidade de películas de argila e de estruturas coloidais interiores birrefringentes e orientadas.

A descrição micromorfológica deste solo corresponde grandemente às de «Rottlehm» feitas por Kubiena (107) ou por Osmond e Stephen (146). Ela parece também indicar que, além da rubefacção, o processo de laterização actuou em certa altura sobre este material (108).

Sr — Perfil 4*

Horizonte Ap (Corte n.º 12). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéptico (106) em que predomina o esqueleto mineral e não o plasma. Grãos minerais, quase exclusivamente de quartzo, das fracções limo, areia fina e areia grossa, e ainda concreções ferruginosas estão fortemente ligados uns aos outros por um plasma intersticial castanho com algumas pequenas manchas avermelhadas, amareladas ou negras. O arranjo lembra a «braced structure» de Jongerius (102).

O plasma mostra-se amarelado à luz reflectida. Deve ser constituído por óxidos de ferro e minerais da argila mais ou menos fortemente associados. Nele existem bastantes precipitações de Iwatoka (107).

Alguns grãos de quartzo, sobretudo os maiores da fracção areia grossa, têm a sua superfície crivada de minúsculas concavidades, o que parece indicar ataque por solução (37).

A matéria orgânica está dispersa pelo plasma e não há restos vegetais; há apenas alguns, muito poucos, grãos orgânicos de dimensões diminutas.

Existem numerosas concreções ferruginosas, negras à luz transmitida e vermelhas ou cor de laranja à luz reflectida, esféricas, ovóides ou oblon-

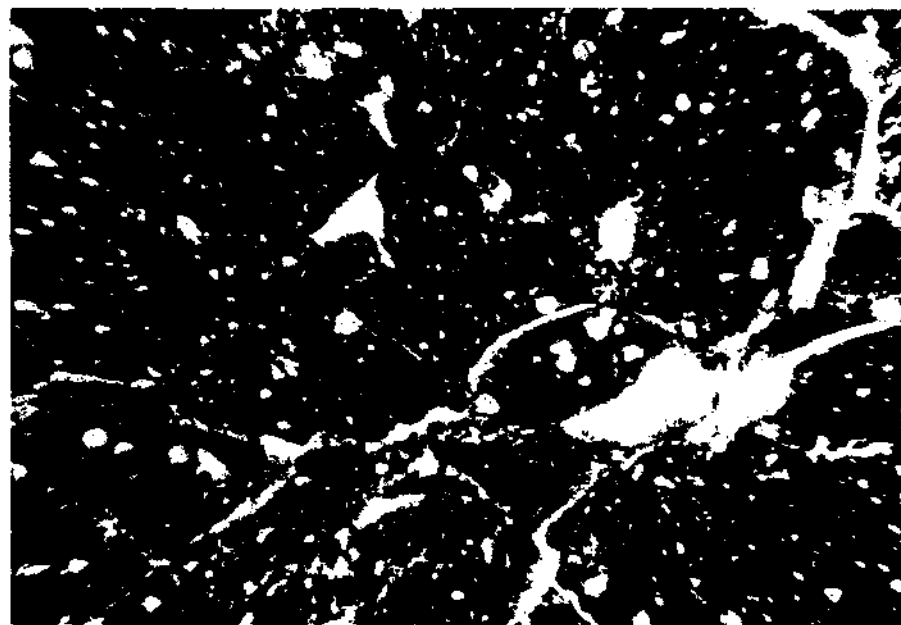


Figura 18 — Microfotografia do horizonte B2 de Vx (P. 459 — Corte n.º 18 — Nicol paralelos — x 35): «fabric» porfiropéptico; grãos minerais imersos num plasma avermelhado, denso, com precipitações de Iwatoka, recortado por fendas de contracção. Concreções ferruginosas com grãos minerais incluídos.

gas, com dimensões que vão de poucos décimos de milímetro até mais de 1 cm, com ou sem grãos de quartzo das fracções limo e areia fina inclusos.

A porosidade entre os agregados é grande mas no seu interior é praticamente nula. Nas faces de algumas unidades estruturais observam-se películas de argila que se espessam até alguns décimos de milímetro em constricções de canais, demonstrando que a migração descendente dos colóides é um facto. Estas películas mostram-se avermelhadas por óxidos de ferro, os quais não chegam, todavia, a impedir a observação de birrefringência.

Horizonte B (Corte n.º 13). — O aspecto micromorfológico deste corte apresenta grandes semelhanças com o anterior. As principais diferenças consistem em ser evidente uma maior percentagem de minerais da argila e uma abundância enorme de películas de argila nas paredes dos canais e fendas do solo e até à superfície das maiores concreções. Essas películas chegam a atingir mais de 0,5 mm de espessura (Figura 19).

Nas concreções ferruginosas, muito abundantes, há, por vezes, acumulações esféricas mais intensas de óxidos de ferro, parecendo que possuem outras concreções interiores. Há nelas também, nalguns casos, segregações lineares de ferro e grãos de quartzo da fracção areia grossa.

Couraça ferruginosa do horizonte BC1 cn (Corte n.º 61). — Neste corte observa-se que grandes grãos de quartzo e grandes concreções ferruginosas, ambos por vezes com mais de 2 mm de diâmetro, se encontram fortemente cimentados por um plasma denso constituído por minerais da argila e óxidos de ferro em que estão imersas inúmeras partículas de quartzo das fracções limo e areia fina (Figura 20).

Os maiores grãos de quartzo apresentam a superfície crivada de minúsculas cavidades resultantes de ataque por solução (37), algumas das quais estão preenchidas com óxidos de ferro. Outros têm estrutura aglomerática (ou em agregados) e julga-se, por isso, serem de quartzo secundário, o qual é comum nos solos em que o processo de laterização (não apenas o de rubefacção) actuou em circunstâncias em que a sílica foi impedida de migrar profundamente e acabou por preencher algumas cavidades (108).

As concreções ferruginosas são muito abundantes e mostram sempre grãos de quartzo das fracções areia e limo inclusos, muitos dos quais aparentam ter sido atacados por solução.

O plasma é castanho-avermelhado (nalguns pontos amarelado) ou negro, dependendo da quantidade e qualidade dos óxidos de ferro pre-

sentes. É constituído por minerais da argila e óxidos de ferro e tem cor vermelha ou amarelada à luz reflectida. Os primeiros mostram birrefringência e os segundos são isotrópicos. Nela se observam segregações mais ou menos lineares de ferro e algumas estruturas birrefringentes que se assemelham a películas de argila que obturaram antigos poros.

Há alguns canais ou fendas cujas paredes estão quase sempre revestidas de relativamente espessas películas de argila mais ou menos impregnadas de óxidos de ferro que lhes imprimem cor avermelhada mas que lhes não eliminam completamente a birrefringência.

Horizonte C2 (argila «atchelée») (Corte n.º 14). — Alguns grandes grãos de quartzo secundário (com estrutura aglomerática ou em agregados) e primário (com cavidades de ataque por solução) estão rodeados por um plasma argiloso, com relativamente pequena quantidade de partículas de limo e areia fina quartzosas nele inclusas e com alguns pequenos vacúolos. Parece, pois, tratar-se de um «fabric» plectoamíctico com tendência para porfiropéptico (106).

O plasma tem cor cinzento-amarelada e apresenta manchas dispersas castanho-avermelhadas. À luz reflectida a parte acinzentada mostra a mesma coloração enquanto a segunda passa a vermelho vivo. Esta última, isotrópica ou quase, é dominada por óxidos de ferro, enquanto a outra é constituída por minerais da argila birrefringentes. O ferro que inicialmente existiria na parte acinzentada deve ter migrado total ou parcialmente para as zonas de concentração de cor avermelhada.

No seio do plasma há muitas estruturas coloidais birrefringentes impregnadas ou não de óxidos de ferro, correspondendo talvez a antigos poros ou fendas agora obturados.

Nas faces dos agregados e de alguns grãos minerais há películas de argila, por vezes de espessura apreciável.

6.13.6 — Considerações sobre a génese

Como já se referiu, grande parte dos autores associam aos Solos Vermelhos Mediterrâneos exclusivamente a chamada «Terra Rossa» ou os solos dela derivados. Não foi esse o critério adoptado neste trabalho. Todos os Solos Argiluvitados Pouco Insaturados com cores avermelhadas ou amareladas nos horizontes A ou B ou em ambos, desenvolvidos em climas com características mediterrâneas, foram incluídos na Subordem



Figura 19 — Microfotografia do horizonte B de Sr* (P. 4 — Corte n.º 13 — Nicols paralelos — x 130): película de argila muito espessa tingida de óxidos de ferro ao longo de um canal quase fechado pela acumulação de colóides.

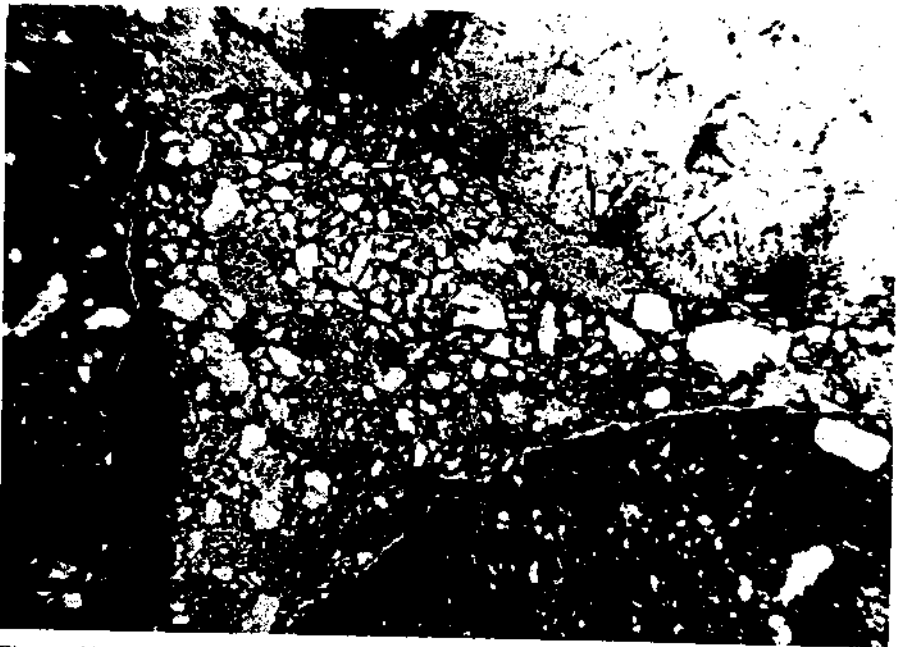


Figura 20 — Microfotografia da couraça ferruginosa do horizonte BC1cn de Sr* (P. 4 — Corte n.º 61 — Nicols paralelos — x 35): nas partes esquerda e inferior vêem-se parcialmente duas concreções ferruginosas com grãos de quartzo inclusos; na parte superior direita há um grande grão de quartzo secundário; no centro da fotografia nota-se o plasma de grãos de quartzo, argila e óxidos de ferro.

dos Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos, quer fossem ou não derivados de materiais calcários, tendo este facto sido tomado em consideração a um nível taxonómico inferior, isto é, abaixo do Grupo.

Duchaufour (63), Durand (68) e Bramão et al. (31) já tinham alargado ou admitido o alargamento da designação de Solos Mediterrâneos a solos derivados de rochas não calcárias. A orientação seguida presentemente pelo Grupo de Trabalho Europeu de Cartografia e Classificação de Solos tem também o mesmo sentido (73).

Tal como se referiu para solos semelhantes derivados de materiais calcários, é possível que uma pedogénese antiga em que predominou a ferralitização (ou laterização) e/ou a rubefacção (ou ferruginação) se tenha dado numa época de clima diferente do de agora, a que se seguiu uma outra, a actual, actuando sobre os solos iniciais que serviram para tal de material originário.

É ponto assente que o clima de Portugal teve características muito diferentes nos períodos glaciares e nos interglaciares, como de resto sucedeu no resto da Europa, na América e na Ásia.

Zbyszewski (203) refere que nos tempos glaciares o ar frio do centro e do norte da Europa, então ocupados pelos glaciares, desceu até à Península Ibérica e a outros países mediterrâneos. Portugal encontrava-se nessa altura numa zona húmida e nevava abundantemente no Inverno. O clima Wurmiano da Serra da Estrela, onde então se deu uma glaciação, devia ser comparável ao do norte da Escócia, e o do litoral setentrional do país ao actual da cidade da Guarda. Em comparação com as temperaturas médias mensais do tempo presente em todo o país, as diferenças entre as temperaturas mensais de Verão do Wurmiano deviam ser muito maiores do que entre as de Inverno. Durante o Inverno a temperatura era mais elevada do que a da Alemanha setentrional, mas no Verão era muito mais baixa. As precipitações anuais eram muito maiores do que actualmente, mas distribuídas duma maneira mais uniforme por todo o ano. Durante o Verão os ciclones extratropicais traziam chuvas intensas. A evaporação era menor. No norte do país as zonas acima de 850 metros de altitude estavam desprovidas de florestas, limite esse que no sul subia para 1100 metros. A cotas inferiores dominava a floresta em que se encontravam com, certa frequência, «*Pinus silvestris*», «*Fagus sylvatica*», «*Quercus robur*», «*Taxus baccata*», «*Ilex aquifolium*», «*Betula verrucosa*», «*Acer montana*», «*Crataegus monogyna*», «*Sorbus aucuparia*», «*Cornus sanguinea*», «*Corylus avellana*», «*Pi-*

nus sp.», «*Malus* sp.», etc. Todavia algumas espécies subtropicais de folhas persistentes, conhecidas depois do Pliocénico, puderam sobreviver até aos nossos dias nalguns locais protegidos do sul do país. Na cordilheira central e nos planaltos do norte havia zonas cobertas apenas de arbustos e plantas herbáceas.

Ao contrário, nos tempos interglaciares o clima de Portugal devia ser semelhante aos das regiões mediterrâneas ou ao da África do Norte, portanto um pouco mais quente do que o actual. O país devia estar coberto de florestas até aos planaltos elevados da Serra da Estrela, em que se encontrariam pinheiros mansos, azinheiras, zambujeiros, castanheiros, nogueiras, árvores de fruto e videiras. Nas regiões mais baixas predominavam as florestas de espécies de folhas persistentes e rijas do tipo mediterrâneo. A flora mediterrânea, com o «*Rhododendron*», devia estender-se até muito mais ao norte, enquanto as espécies próprias das floras da Europa Ocidental e Central se deviam ter retirado para o norte do país ou para as montanhas do Sul, onde ainda hoje se encontram. A vegetação interglaciária era muito próxima da actual, sendo frequentemente difícil saber se uma flora é daqueles períodos ou de agora. Entre as espécies mais notáveis dos tempos interglaciares citam-se «*Chamaerops humilis*» e «*Adiantum reniforme*». Na fauna, além das espécies actuais, havia rinocerontes, elefantes, hipopótamos, hienas e «*Felis pardus*». A presença de tufo calcários nos vales das ribeiras, dando lugar a cascatas, pequenas falésias, etc. é indicação, na opinião de Zbyszewski, dum clima subtropical marítimo do tipo mediterrâneo. Durante as épocas interglaciares o mar deve ter penetrado bastante no interior dos estuários dos principais rios e nas planuras do litoral (203).

Não parece, portanto, haver muitas dúvidas sobre a existência, nos períodos interglaciares, de condições favoráveis à rubefacção e mesmo até à ferralitização, que se realizaram em materiais de toda a natureza, quer calcários quer não calcários, segundo processos já atrás descritos.

Nesses períodos se devem ter formado as couças ferruginosas que são frequentes em solos derivados de «rañas» e as argilas «tachtées» que se observam nestes e noutros Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos.

As couças resultam duma acumulação de sesquióxidos livres, acumulação que pode ser absoluta, por chegada de tais compostos provenientes doutros horizontes do mesmo perfil ou doutros perfis, ou relativa, por migração de outros elementos, tais como bases, sílica, etc. (55).

Os sesquióxidos, especialmente os de ferro, desidratam-se e cristalizam depois e, por fim, endurecem.

Segundo Duchaufour (63) há três tipos de formação de couças: de erosão, hidromórficas ou de toalha de água e de acumulação relativa.

As couças de erosão são consequência da degradação de solos florestais por erosão dos horizontes superficiais provocada pela destruição da floresta pelo homem. O horizonte B desses solos, enriquecido em sesquióxidos de ferro por migração descendente e ascendente e por vezes oblíqua, acaba por aflorar à superfície e endurecer. São estas as couças das savanas secundárias que ocupam vastas regiões em África.

As couças de toalha de água ou hidromórficas são mais localizadas do que as anteriores e resultam de migração e concentração em certos horizontes dos óxidos de ferro existentes no estado ferroso numa toalha de água. Formam-se em zonas planas ou depressões em que a toalha freática é pouco profunda, migrando o ferro de baixo para cima, ou em locais de encostas em que o declive muda e aflora uma toalha de água. Em ambos os casos o ferro precipita, por oxidação, no estado férrico e predomina bastante sobre a alumina.

As couças de acumulação relativa, as mais raras, resultam do desaparecimento quase completo da sílica e dos catiões cálcio, magnésio e potássio do solo com consequente concentração dos sesquióxidos de ferro e sobretudo de alumínio. Estas couças exigem condições especiais para se formar, nomeadamente clima húmido, rocha-mãe básica, boa drenagem externa e ausência de cobertura florestal. Sob elas, ao contrário das dos tipos anteriores, não se observa a zona «tachtée».

As couças encontradas em Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos derivados de «rañas» são todas do segundo tipo, quer de planura quer de encosta, e cobrem sempre zonas «tachtées». Apresentam talvez excessiva quantidade de quartzo, algum do qual é secundário.

As «rañas», segundo Ribeiro & Feio (162), são formações sedimentares de vários metros de espessura constituídas por quantidades maiores ou menores de fragmentos grosseiros angulosos ou imperfeitamente rolados (quartzitos, quartzo, xistos argilosos e metamórficos, lídites, serpentina, etc) metidos numa massa argilosa ou argilo-arenosa de cor mais ou menos avermelhada em que se podem reconhecer elementos de xistos ou granitos. Os fragmentos grosseiros apresentam sempre uma grande variação de tamanhos, o que permite distingui-los dos terraços, e frequentemente têm uma superfície externa polida e uma «patine» averme-

lhada ou amarelada escura devida a uma concentração periférica dos óxidos de ferro provocada por desidratação. As «rañas» podem ser de planície ou de base de encosta; estas formaram-se sob um clima relativamente árido com chuvas impetuosas concentradas e violentas de modo a arrastar os materiais das encostas desnudas. Foram as rochas menos resistentes à meteorização (xistos argilosos e granitos) que deram origem aos materiais finos das «rañas». As condições que presidiram à formação destes materiais parecem ter sido idênticas às dos pedimentos áridos e semiáridos do oeste dos Estados Unidos e que predominaram no oeste ibérico, tendo as «rañas» sido depositadas em planuras produzidas por pedimentação à custa do recuo dos flancos das montanhas (162).

As «rañas» parecem enquadrar-se em Portugal no Pliocénico Superior, num período imediatamente anterior às variações climáticas do início do Quaternário e posterior aos últimos movimentos orogénicos (162). Nos períodos interglaciares, especialmente no Tirreniano e no Wurmiano, ter-se-ia então dado a rubefacção ou ferralitização dos solos e formado as couraças que hoje se observam (e até a «patine» dos elementos grosseiros).

Os Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Não Calcários apresentam muitas semelhanças com os «Rotlehms» de Kubiena (107), como se viu no estudo micromorfológico. Estes são descritos como solos fósseis existentes no sul da Europa de perfil A (B) C, com um horizonte A delgado e pobre em húmus; a espessura do horizonte (B) é pequena em comparação com a que é frequente nas regiões tropicais, onde tais solos são formações actuais. A sua textura é pesada, de grande coerência, compacidade e plasticidade. A massa fundamental dos «Rotlehms» é rica em ácido silícico coloidal que protege o hidróxido de ferro; este apenas em parte se apresenta irreversivelmente segregado em concreções, depósitos e manchas vermelhas. Nestes solos a desintegração química é forte e há pobreza de bases e de substâncias nutritivas. Quando há enriquecimento em carbonatos estes são de natureza secundária. Uma lavagem acentuada de sílica e uma separação geliforme do ferro podem dar lugar a uma forma de «Rotlehm», denominada «terrosa», de maior permeabilidade, menos pesada, de menor capilaridade e mais facilmente cultivável.

Nem todas as características dos solos portugueses deste Grupo permitirão a sua inclusão pura e simples nos «Rotlehms», mas não há dúvida de que mostram forte tendência para isso.

Frequentemente observam-se perfis de Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos de Materiais Não Calcários em que o horizonte A é, no todo ou em parte, constituído por um sedimento mais ou menos arenoso diferente do material originário da parte subjacente do solo. A presença de linhas de pedra confirma imediatamente a descontinuidade litológica. Todavia todo o conjunto está sob a alçada da pedogénese actual, orientada na formação do mesmo tipo de solo derivado de um único material originário.

Tomando em consideração a recente definição de Solos Ferruginosos (ou Fersialíticos) Tropicais (57), é indubitável que muitos dos solos portugueses estudados neste capítulo caem dentro daquele agrupamento. E os que, por qualquer característica, tenham de ser dele excluídos não deixam por isso de se situar numa posição de «intergrade» para esses solos. A não ser que a circunstância de se desenvolverem em climas não tropicais os tenha forçosamente que separar a um nível taxonómico superior.

6.14 — Podzóis

6.14.1 — Descrição-geral das Famílias

Na Ordem dos Solos Podzolizados foram definidas duas Subordens: a dos Podzóis Não Hidromórficos e a dos Podzóis Hidromórficos, ambas subdivididas consoante existe ou não surraipa dura ou branda, contínua ou descontínua.

Seis Famílias de Podzóis se encontram no País a sul do Tejo:

Podzóis (Não Hidromórficos) Sem Surraipa:

— de areias ou arenitos (Ap)

Podzóis (Não Hidromórficos) Com Surraipa:

— de ou sobre arenitos consolidados (Ppt)

— de areias ou arenitos (Pz)

— de materiais arenáceos pouco consolidados (Ppr)

Podzóis Hidromórficos Sem Surraipa:

— de areias ou arenitos (Aph)

Podzóis Hidromórficos Com Surraipa:

— de areias ou arenitos (Pzh).

Apresentam-se a seguir as descrições gerais destas Famílias.

De notar que o horizonte A₂ dos solos das Famílias *Ppt* e *Ppr* é pouco espesso e frequentemente se encontra incorporado no A₁ ou disperso no B; nalguns casos é mesmo inexistente. Pelo contrário, nas restantes Famílias de Podzóis Com Surraipa tal horizonte é sempre bastante nítido e bem desenvolvido.

Podzóis (Não Hidromórficos) Sem Surraipa de areias ou arenitos (Ap)

Horizonte A₁ — 15 a 30 cm; pardo, pardo-acinzentado-escuro ou cinzento-escuro; arenoso; sem agregados; solto; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida para

Horizonte A₂ — 0 a 40 cm, por vezes com prolongamentos para o horizonte subjacente; pardo-pálido, cinzento-pardacento-claro ou cinzento-claro; arenoso; sem agregados; solto; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida ondulada, irregular ou descontínua para

Horizonte B₂ — 40 a 65 cm; pardo-amarelado, amarelo-pardacento, amarelo, castanho ou vermelho-amarelado, de cor uniforme ou em manchas; arenoso; sem agregados; solto; pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário de areia ou arenito em geral pouco consolidado.

Podzóis Com Surraipa de ou sobre arenitos consolidados (Ppt)

Horizonte A₁ — 15 a 25 cm; pardo-acinzentado mais ou menos escuro; arenoso ou arenoso-franco; sem agregados; solto; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte A₂ — 0 a 15 cm; idêntico ao anterior mas ligeiramente mais claro, por vezes inexistente, incorporado no primeiro ou disperso pelo segundo.

Transição nítida, ondulada, irregular ou descontínua para

Horizonte B₂ — 15 a 30 cm; pardo ou pardo-amarelado com manchas mais escuras ferruginosas; arenoso a franco-arenoso com surraipa descontínua nodulosa constituída por areia aglutinada por óxidos de ferro e matéria orgânica; sem agregados; solto; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Material originário arenoso que assenta, a pouca profundidade, em arenito consolidado que é ou não a rocha-mãe do solo.

Estes solos distinguem-se dos da Família *Pz* pela menor espessura ou inexistência do horizonte A₂ e pela natureza da surraipa que é sempre descontínua e nodulosa e do tipo «ortstein».

Podzóis (Não Hidromórficos) Com Surraipa de areia ou arenitos (Pz)

Horizonte A₁ — 15 a 25 cm; pardo-acinzentado-escuro, cinzento-escuro ou muito escuro; arenoso ou arenoso-franco; sem agregados, solto ou fofo; pH 5,0 a 6,5.

Transição nítida para

Horizonte A2 — 15 a 30 cm; por vezes com prolongamentos para o horizonte subjacente; pardo-pálido, cinzento-pardacento-claro ou cinzento-claro; arenoso ou arenoso-franco; sem agregados; solto; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida, ondulada, irregular ou descontínua, para

Horizonte B2 h — 0 a 30 cm, portanto por vezes inexistente; pardo-acinzentado-escuro; arenoso a franco-arenoso com surraipa branda, geralmente descontínua, constituída por areia aglutinada por matéria orgânica e óxidos de ferro (surraipa branda ou «orterde»).

Transição gradual para

Horizonte B2 ir — 10 a 30 cm; castanho-escuro; arenoso a franco-arenoso, total ou parcialmente aglutinado principalmente por óxidos de ferro (surraipa dura ou «ortstein»); a surraipa, quando descontínua, apresenta-se em blocos de dimensões variáveis.

Transição nítida para

Horizonte C — Material originário constituído por areia ou arenito em geral pouco consolidado; ocasionalmente desenvolve-se um fragimperme na sua parte superior.

Podzóis Com Surraipa de materiais arenáceos pouco consolidados (Ppr)

Horizonte A1 — 15 a 25 cm; pardo-acinzentado ou pardo-acinzentado-escuro; arenoso ou arenoso-franco; sem agregados ou com estrutura granulosa grosseira fraca; solto ou muito friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida para

Horizonte A2 — 0 a 15 cm; idêntico ao anterior mas ligeiramente mais claro, por vezes inexistente; incorporado no primeiro ou disperso pelo segundo.

Transição nítida, ondulada, irregular ou descontínua para

Horizonte B1 — 0 a 20 cm; castanho-escuro; arenoso ou arenoso-franco; sem agregados ou com estrutura granulosa grosseira fraca; solto ou muito friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte B21 — 0 a 20 cm; castanho-escuro; arenoso; com surraipa descontínua nodulosa, constituída por areia e/ou saibro aglutinados por óxidos de ferro e matéria orgânica; sem agregados; solto; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte B22 — 15 a 60 cm; pardo-amarelado-escuro ou pardo-amarelado; arenoso, com surraipa descontínua nodulosa (nódulos normalmente de pequenas dimensões) constituída por areia e/ou saibro aglutinados por óxidos de ferro e matéria orgânica; sem agregados; solto; pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte C — Materiais arenáceos pouco consolidados em geral de cor amarelada ou amarelo-avermelhada.

A não existência de B1 coincide normalmente com a ausência de B21. O horizonte B resume-se então ao B22 (nesse caso B2) que tem sempre mais de 40 cm de espessura. É vulgar existir um arenito subjacente.

Podzóis Hidromórficos Sem Surraipa de areias ou arenitos (Aph)

Horizonte A1 — 25 a 40 cm; cinzento-escuro ou muito escuro; arenoso; sem agregados ou com estrutura granulosa fina ou média fraca; solto ou muito friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida para

Horizonte A2 — 15 a 45 cm; cinzento-claro, por vezes cinzento-escuro com muitas manchas pequenas, médias ou grandes, distintas, cinzentas-claras; arenoso; sem agregados ou com estrutura granulosa fina ou média fraca; solto ou muito friável; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida ondulada, irregular ou descontínua para

Horizonte B2, B2g — 30 a 45 cm; pardo-acastanhado-escuro ou castanho, por vezes com algumas manchas pequenas, médias ou grandes, distintas, cinzentas; arenoso; sem agregados ou com estrutura granulosa fina ou média fraca; solto ou muito friável.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte C, Cg — Material originário constituído por areia ou arenito.

O lençol freático, no Inverno, chega a cobrir totalmente o perfil e, no Verão, frequentemente, o horizonte C e parte do B estão submersos.

Podzóis Hidromórficos Com Surraipa de areias ou arenitos (Pzh)

Horizonte A1 — 15 a 25 cm; cinzento-escuro ou muito escuro; arenoso; sem agregados; solto; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida para

Horizonte A2 — 25 a 50 cm; cinzento-claro ou cinzento, por vezes com algumas manchas cinzentas mais escuras ou acastanhadas; arenoso; sem agregados; solto; pH 5,0 a 6,0.

Transição nítida, ondulada, irregular ou descontínua para

Horizonte B2 — 20 a 45 cm; cinzento, castanho ou pardo-amarelado; arenoso ou arenoso-franco; total ou parcialmente aglutinado por matéria orgânica e/ou óxidos de ferro (surraipa); pH 5,0 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte C, Cg — Material originário de textura ligeira que assenta em camada com apreciável percentagem de argila e acen-
tuadamente reduzida, por vezes com concreções ferru-
ginosas, sobre a qual se encontra o lençol freático, pelo
menos durante os períodos húmidos, o qual chega a
atingir parte do horizonte B.

Os Podzóis Não Hidromórficos desenvolvem-se, em regra, em relevo normal ou plano. Os Podzóis Hidromórficos formam-se sempre em relevo plano ou côncavo.

Os Podzóis aparecem principalmente na faixa ocidental a sul do Tejo em que existem materiais arenáceos do Pliocénico, do Pleistocénico e do Miocénico e ainda na charneca da margem esquerda do referido rio.

Na Figura 21 apresenta-se o perfil de um Podzol Não Hidromórfico Com Surraipa de areias ou arenitos (Pz) e na Figura 22 o de um Podzol Hidromórfico Sem Surraipa de areias ou arenitos (Aph), ambos fotografados na região Alcácer do Sal — Grândola.

6.14.2 — Dados analíticos físicos e químicos

Dados analíticos de 6 perfis, um da primeira Família (Ap), um da segunda (Ppt), dois da terceira (Pz), um da quinta (Aph) e um da sexta (Pzh) são apresentados no Quadro 45.

Estes solos têm textura muito ligeira, predominando as fracções areia grossa e fina, mais frequentemente a primeira, sobre as restantes. O teor orgânico nos horizontes A1 (ou Ap) é bastante baixo. Diminui rápida e drasticamente nos horizontes A2 para aumentar no B2, comprovando a migração do húmus do horizonte eluvial para este último. A relação C/N é relativamente elevada, embora não tão alta quanto é comum encon-

trar-se nos Podzóis doutras regiões (*); cai, porém, dentro dos limites do «Moder» (63), reconhecido no estudo micromorfológico. No horizonte A2 a quantidade de azoto reduz-se tanto que aquela razão aproxima-se de infinito. No horizonte B ela é frequentemente superior à dos horizontes A1 e C. Isto pode ser devido ao facto do material orgânico iluviado ser um pouco mais rico em carbono ou resultar de uma menor fixação de amoníões nos minerais da argila desse horizonte (38). As quantidades de ferro livre são sempre bastante baixas, mas a sua distribuição ao longo do perfil ilustra nitidamente os fenómenos de eluviação e iluviação a que estes solos estão sujeitos. Nos Podzóis Hidromórficos nota-se uma tendência para ainda mais baixos valores desse elemento.

A capacidade de troca catiónica é muito baixa, raramente excedendo 6 m.e./100 g. O cálcio é o ião predominante; o magnésio é às vezes extremamente diminuto e os valores de sódio de troca são quase sempre muito superiores aos de potássio. O grau de saturação é muito elevado e a reacção do solo é apenas moderadamente ácida, o que é pouco vulgar em Podzóis e pode também ser resultante de um processo de degradação (147) ou nova evolução (63).

A expansibilidade é nula, a capacidade de campo quase sempre muito baixa (excepto no perfil de *Ppt*) e a capacidade utilizável dos 50 cm superficiais é baixa ou muito baixa, com algumas excepções em que pode chegar a mediana. A permeabilidade é frequentemente muito rápida.

6.14.3 — Mineralogia da areia fina

Os resultados da análise mineralógica da areia fina de quatro perfis, três de Podzóis (Não Hidromórficos) Com Surraipa, dois da Família *Pz* e um da Família *Ppt* e outro de Podzóis Hidromórficos Sem Surraipa (*Aph*) são apresentados no Quadro 46.

A reserva mineral dos perfis estudados é muito baixa e constituída exclusivamente por feldspatos não diferenciados, admitindo-se porém que neles predomine a microclina, o mais resistente deles todos. Na fracção

(*) Todos os perfis estudados não apresentavam horizontes O (raramente observáveis a sul do Tejo) em que a razão C/N seria possivelmente mais elevada e mais próxima da de um húmus bruto ou «Mor».

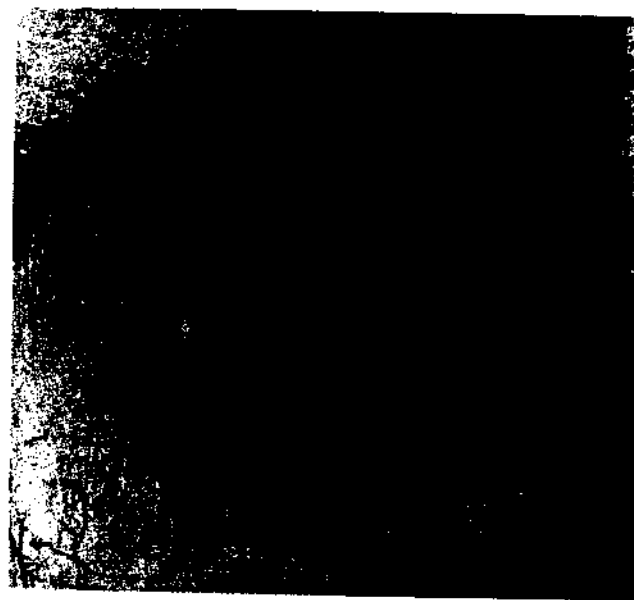


Figura 21 — Perfil de um Podzol Não Hidromórfico Com Surraipa de areias ou arenito (*Pz* — próximo da estrada Alcácer do Sal-Grândola).

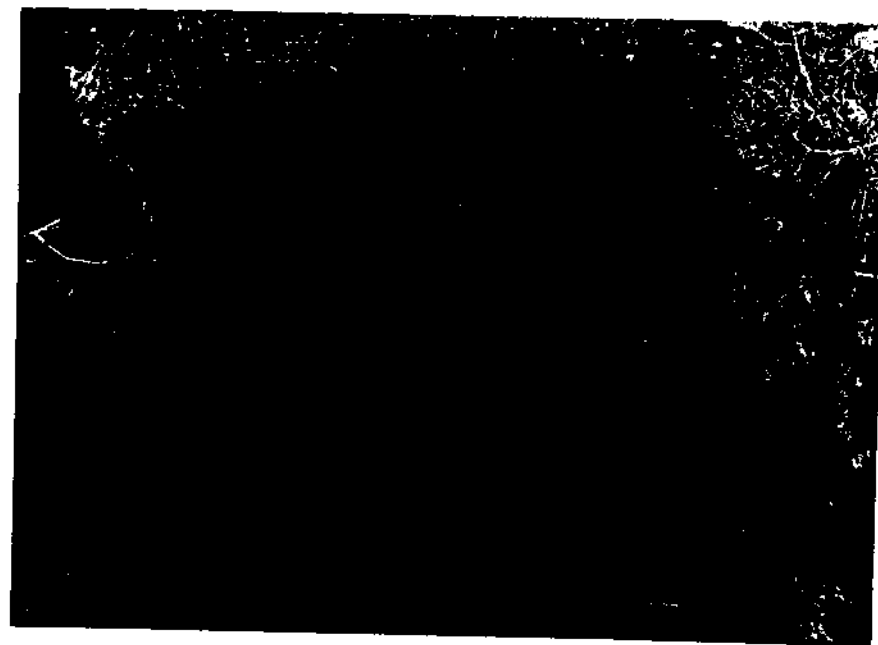


Figura 22 — Perfil de um Podzol Hidromórfico Sem Surraipa de areias ou arenito (*Aph* — na estrada Alcácer do Sal-Grândola).

QUADRO 45

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE PODZÓIS

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %							Ca	Mg	K	Na	H
Ap -311	7428	A1	0-20		82,1	7,1	4,4	6,4	0,59	0,34	0,020	17,0	0,35	6,1	2,37	0,52	0,04	0,18	1,00
	7429	A2	20-60		85,6	3,6	4,4	6,4	0,07	0,04	Vest.		0,33	6,0	1,37	Vest.	0,04	0,14	0,60
	7430	B2	60-120		63,8	31,8	0,0	4,4	0,22	0,13	0,020	6,5	0,50	6,0	1,37	Vest.	0,03	0,16	1,00
	7431	C	120-150		86,2	3,4	3,4	6,4	0,12	0,07	0,010	7,0	0,30	6,1	2,90	Vest.	0,04	0,12	0,60
Pz -303	8344	Ap	0-20		28,6	55,0	8,2	8,2	0,72	0,42	0,026	16,1	0,17	5,3	1,84	0,32	0,06	0,22	1,50
	8345	A2	20-45		16,1	66,7	8,6	8,6	0,19	0,11	Vest.		Vest.	5,8	1,50	Vest.	0,05	0,23	0,50
	8346	B2	50-75		55,3	23,5	8,6	12,6	0,40	0,23	0,015	15,3	0,58	5,9	1,99	0,82	0,17	0,47	1,00
	8347	B3C	85-97		36,8	30,8	11,0	21,4	0,33	0,19	Vest.		0,63	6,2	1,87	0,85	0,11	0,30	0,50
	8348	C	110-140		28,8	25,5	12,3	33,4	0,02	0,01	Vest.		0,82	5,8	1,52	0,40	0,07	0,20	0,50
Pz -314	7401	A1	0-25		92,0	1,0	3,5	3,5	0,94	0,55	0,030	18,3	0,76	6,3	1,50	0,44	0,05	0,14	0,50
	7402	A2	25-73		91,8	1,4	3,4	3,4	Vest.	Vest.	Vest.		Vest.	6,1	1,37	0,44	0,04	0,18	0,30
	7403	B21	73-130		83,9	7,7	3,4	5,0	0,29	0,17	0,010	17,0	0,41	5,9	1,37	0,44	0,04	0,22	2,50
	7404	B22	130-145		88,4	3,3	4,9	3,4	0,32	0,19	0,020	9,5	0,24	5,8	1,37	0,44	0,03	0,18	1,40
Ppt- 62	7773	Ap	0-25		45,3	39,5	8,0	7,2	1,06	0,62	0,040	15,5	0,18	5,2	1,44	Vest.	0,06	0,27	1,50
	7774	B2	25-50		45,3	33,7	10,2	10,8	0,55	0,32	0,030	10,7	0,34	5,6	1,84	Vest.	0,08	0,08	1,50
	7775	C	50-75		30,9	5,7	7,5	55,9	0,52	0,30	0,030	10,0	1,15	5,1	9,40	4,17	0,25	0,42	7,00
Aph-307	9471	Ap	0-36	0,0	14,7	80,0	2,6	2,7	2,41	1,40	0,070	20,0	0,55	5,7	2,35	0,30	0,12	0,14	1,50
	9472	A2	36-57	0,0	8,0	87,4	3,1	1,5	0,70	0,41	0,020	20,5	Vest.	6,0	1,93	0,15	0,08	0,16	1,00
	9473	B2	57-96	0,0	43,3	53,6	0,8	2,3	0,75	0,44	0,020	22,0	Vest.	5,9	4,31	0,22	0,02	0,18	1,50
	9474	C	96-116	0,0	96,8	2,5	0,5	0,2	0,11	0,06	0,006	10,0	Vest.	6,1	0,53	Vest.	0,10	0,41	0,50
Pzh-315	7424	Ap	0-20		53,8	32,2	7,6	6,4	2,05	1,19	0,054	22,0	0,39	5,7	3,18	0,44	0,05	0,32	1,40
	7425	A2	20-67		64,8	20,8	8,0	6,4	0,04	0,03			Vest.	5,9	2,38	Vest.	0,03	0,28	0,50
	7426	B2	67-90		67,0	12,2	8,0	12,8	0,10	0,06	0,010	6,0	0,40	5,9	6,37	Vest.	0,04	0,16	0,50
	7427	C	90-135		62,4	12,0	4,8	20,8	0,20	0,12	0,020	6,0	0,96	5,8	6,37	0,36	0,08	0,08	1,00

B

QUADRO 45

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE PODZOIS

A

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pF 2,0 %	Água a pF 2,7 %	Água a pF 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A. C. M. para água			Middl.	Allen						Inicial	Constante
1,00	3,11	4,11	75,7	1,65	1,65	29,00	0,0	7,70	93,30	17,70	2,57	1,62	0,75	1,82	49,60	23,10
0,60	1,55	2,15	72,0	1,66	1,66	33,70	0,0	6,76	92,50	20,40	2,37	1,32	0,92	1,45	77,40	45,00
1,00	1,56	2,56	60,9	1,67	1,67	32,40	0,0	9,63	88,50	19,30	1,86	1,22	0,95	0,91	77,30	21,80
0,60	3,06	3,66	83,7	1,65	1,65	30,80	0,0	6,64	95,00	18,70	2,48	1,42	0,80	1,68	63,40	18,10
1,50	2,44	3,94	61,9	1,55	1,55	30,80	0,0	46,00	92,90	19,70	8,75	5,00	0,70	8,05	0,82	1,16
0,50	1,78	2,28	78,1	1,72	1,72	29,10	0,0	50,30	91,10	17,00	5,55	3,50	0,39	5,16	0,39	0,64
1,00	3,45	4,45	77,5	1,65	1,65	28,90	0,0	27,30	92,80		10,37	6,40	2,64	7,73	1,45	1,78
0,50	3,13	3,63	86,2	1,43	1,43	25,10	0,0	47,70	91,50	17,50	12,16	8,90	3,97	8,19	0,75	0,93
0,50	2,19	2,69	81,4	1,33	1,33	39,30	0,0	48,60	88,30	27,70	21,21	16,70	7,84	13,37	0,92	0,48
0,50	2,13	2,63	81,0	1,72	1,72	12,90	0,0	15,70	87,20	7,60	1,91	1,34	0,84	1,07	66,70	33,70
0,30	2,03	2,33	87,1	1,78	1,78	19,90	0,0	14,70	86,50	11,20	1,70	1,18	0,67	1,03	34,10	22,10
2,50	2,07	4,57	45,4	1,71	1,71	23,00	0,0	1,67	94,00	13,50	3,31	2,53	1,24	2,07	40,30	24,90
1,40	2,02	3,42	59,1	1,71	1,71	19,80	0,0	9,40	90,30	11,60	3,21	1,93	1,10	2,11	29,60	22,10
1,50	1,77	3,27	54,1	1,63	1,63	30,80	0,0	33,40	94,90	18,90	11,80	7,20	1,86	9,94	3,16	3,18
1,50	2,00	3,50	57,1	1,55	1,55	32,50	0,0	26,90	97,50	20,90	15,00	7,10	2,91	12,09	2,65	2,49
7,00	14,24	21,24	67,0	1,16	1,09	34,80	6,49	10,00	99,10	32,00	31,50	23,40	15,80	15,70	3,64	2,44
1,50	2,91	4,41	66,0	1,50	1,50	36,00	0,0	38,20	84,60	23,90	8,60	5,80			11,68	7,57
1,00	2,32	3,32	69,9	1,55	1,55	33,70	0,0	33,25	90,70	21,80	5,30	2,98	1,40	3,90	42,45	28,30
1,50	4,73	6,23	75,9	1,57	1,57	34,70	0,0	28,25	82,80	22,60	3,50	2,10	1,20	2,30	64,01	29,55
0,50	1,04	1,54	67,5	1,64	1,64	35,80	0,0	70,00	60,00	21,80	1,70	0,80	0,66	1,04	147,55	75,20
1,40	3,99	5,39	74,0	1,62	1,62	26,90	0,0	17,40	93,90	16,60	7,71	4,45	1,59	6,12	5,70	4,53
0,50	2,69	3,19	84,3	1,79	1,79	25,10	0,0	34,20	92,60	14,10	6,20	3,15	0,68	5,52	1,60	1,97
0,50	6,57	7,07	92,9	1,78	1,78	24,00	0,0	26,40	95,50	13,50	6,00	2,90	0,81	5,19	1,43	1,80
1,00	6,91	7,91	87,3	1,52	1,52	22,20	0,0	76,50	72,50	14,70	13,00	10,00	5,85	7,15	0,29	0,54

B

QUADRO 46

ANALISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE PODZÓIS

Estação Perfil	Amostra número	Horiz- onte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %								
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Turn.	Zir.	Est.	Est.	Sil.	Andal.	Epid.	Rút.	Opacos
-303 ...	8344	Ap	4,783	4,686	97,97	98	2	0,097	3,03	26	6	2	6	—	—	—	—	60
	8345	A2	2,221	3,171	98,45	98	2	0,050	1,55	x	x	x	—	—	x	—	—	x
	8346	B2	3,266	3,131	95,87	98	2	0,135	4,13	39	3	5	4	3	3	—	—	43
	8347	B3C	3,490	3,278	93,92	98	2	0,212	6,08	36	4	8	1	—	3	—	—	48
	8348	C	4,180	3,975	95,10	95	5	0,205	4,90	41	2	8	2	—	4	—	—	43
-314 ...	7401	A1	0,671	0,639	95,23	90	10	0,032	4,77	31	7	6	2	—	8	—	—	46
	7402	A2	2,007	1,921	95,71	85	15	0,086	4,29	29	5	6	4	—	7	—	—	49
	7403	B21	0,407	0,324	79,60	90	10	0,083	21,40	25	3	7	4	—	5	2	—	54
	7404	B22	0,375	0,323	86,13	85	15	0,052	13,87	27	5	2	6	—	3	—	—	57
- 62 ...	7773	Ap	2,840	2,758	97,11	90	10	0,082	2,89	14	11	9	—	—	3	—	2	61
	7774	B2	4,279	4,127	96,45	75	25	0,152	3,55	15	13	8	—	—	4	—	2	58
	7775	C	0,912	0,898	98,46	70	30	0,014	1,54	8	10	6	—	—	3	—	3	70
-307 ...	9471	Ap	3,812	3,768	98,84	98	2	0,044	1,16	39	6	10	16	—	5	—	—	24
	9472	A2	3,523	3,472	98,55	95	5	0,051	1,45	52	8	8	11	—	3	—	1	17
	9473	B2	3,861	3,826	99,09	95	5	0,035	0,91	54	7	10	8	—	5	—	—	16
	9474	C	3,375	3,353	99,35	95	5	0,022	0,65	56	4	7	12	—	7	—	—	14

Feldsp. = feldspatos; Turn. = turmalina; Zir. = zircão; Est. = esfena; Est. = estauroilite; Sil. = silimanite; Andal. = andaluzite; Epid. = epidoto; Rút. = rútilo; x = sig. presença de um mineral d que não foi possível determinar a percentagem.

pesada há apenas minerais bastante estáveis, alguns dos quais, como a estauroilite, a silimanite e a andaluzite, são provenientes de rochas metamórficas. Os opacos e a turmalina são proporcionalmente muito abundantes. Nos Podzóis Com Surraipa há a tendência para ser maior a percentagem de minerais pesados no horizonte B2.

Através da relação quartzo/feldspatos verifica-se que as camadas inferiores dos perfis estão, em regra, menos meteorizadas que as superficiais (170).

Não se notam diferenças importantes qualitativas ou quantitativas da «suite» dos minerais pesados que evidenciem quaisquer discontinuidades litológicas.

6.14.4 — Mineralogia da argila

Fez-se a análise térmica diferencial dos colóides minerais do horizonte B2 do perfil n.º 303 de um Podzol (Não Hidromórfico) Com Surraipa (Pz). A respectiva curva é apresentada no Gráfico 11. Ela indica que o mineral predominante deve ser a illite possivelmente associada a alguma caulinite de baixa cristalinidade, dado o pequeno valor do índice P (113). A presença de matéria orgânica está bem assinalada no gráfico por uma reacção exotérmica entre cerca de 200°C e um pouco acima de 400°C.

6.14.5 — Micromorfologia

Efectuaram-se cortes delgados dos horizontes Ap, A2 e da surraipa do B2 do perfil n.º 303 de um Podzol (Não Hidromórfico) Com Surraipa (Pz). O respectivo estudo é a seguir apresentado.

Pz — Perfil 303

Horizonte Ap (Corte n.º 47). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéctico (nalguns pontos porfiropéptico) (106), mas de natureza especial. Sucede que o esqueleto mineral predomina imenso sobre o plasma que não representa mais do que 20 % do corte.

Os grãos minerais, na quase totalidade arredondados, da fracção areia grossa e de quartzo, estão rodeados e ligados entre si por um plasma

castanho-escuro que ocupa os pequenos interstícios existentes, assemelhando-se o conjunto à «braced structure» de Jongerius (102).

O plasma é isotrópico e, à luz reflectida, de cor parda. É constituído por óxidos de ferro e húmus disperso, vendo-se nele muitíssimos grânulos orgânicos minúsculos (raros excedem 0,1 mm de diâmetro) e partículas de limo. Apesar de apresentar quase nula porosidade não tem aspecto de muito denso devido à sua grumoseidade ou floculabilidade. Os grãos minerais isolados estão quase sempre desprovidos de plasma, o mesmo acontecendo nas superfícies que eles apreentam expostas aos canais ou fendas do solo.

A matéria orgânica, parte em pequenos grumos e parte dispersa, parece ser do tipo «Moder» (107), embora se não observem restos vegetais; mas isto não é de estranhar se se atentar em que o solo está sujeito ao cultivo. Os grânulos orgânicos devem ser sobretudo dejeções da fauna ou elementos coprogéneos, podendo o húmus ser classificado como «Moder» fino (101).

Horizonte A2 (Corte n.º 48). — O «fabric» é intertêctico, embora nalguns sítios pareça aglomerático (106). Os grãos minerais de areia grossa quartzosa não apresentam películas à sua volta; estão apenas ligados entre si por faixas intergranulares de plasma, sendo grande a porosidade entre essas faixas e tendo o conjunto um aspecto frouxo, pouco coerente. Aqui e além acontece até que os grãos estão completamente livres, desligados das pequenas porções de plasma que ocupam os espaços entre eles.

O plasma é pardo à luz transmitida e mantém-se pardo ou mostra-se ligeiramente amarelado à luz reflectida. É constituído por partículas de limo e óxidos de ferro, estes isotrópicos. Há alguns minúsculos grânulos orgânicos incorporados nele.

A estrutura é laminar fraca. São relativamente frequentes os canais horizontais entre os agregados. Como não se verifica qualquer gradação de cor ou de constituição do topo para o fundo dos agregados, o «fabric» assemelha-se ao «isobanded» de McMillan & Mitchell (133).

Surraipa do horizonte B2 (Corte n.º 63). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfiropéctico, num ou noutro ponto com forte tendência para porfiropéptico (106), mas em que predomina imenso o esqueleto mineral sobre o plasma (Figura 23).

Os grãos minerais, mais ou menos arredondados, quartzosos e da fracção areia grossa, estão cimentados entre si por um plasma pardo ou

castanho, isotrópico, que se mostra alaranjado ou amarelado à luz refletida. Esse plasma, constituído por óxidos de ferro, alguma matéria orgânica e certa quantidade de argila silicatada, mostra-se mais concentrado ao redor dos grãos (que por isso aparentam ter uma película periférica mais escura) e nele estão incluídas partículas de limo.

Nalguns pontos há pequeníssimas acumulações ferruginosas, negras e densas, que se assemelham a concreções mas que nem sempre são arredondadas, tomando frequentemente a forma do espaço intergranular em que se concentraram.

O aspecto micromorfológico deste corte pouco difere do de «ortstein» apresentado por Kubiena (107), mas apresenta menor porosidade do que o descrito e fotografado pelo «Soil Survey Staff» americano (186).

6.14.6 — Considerações sobre a gênese

Nos Podzóis o processo de formação do solo predominante é, evidentemente, a podzolização. Neste processo dá-se uma perda importante de sílica por destruição da parte mineral do complexo de absorção do horizonte A e a libertação duma certa quantidade de sesquióxidos que, juntamente com os colóides húmicos, migram para o horizonte B onde se acumulam. O complexo de absorção, cuja parte mineral é muitas vezes, mas nem sempre, principalmente constituída por caulinite, está sobretudo saturado por hidrogeniões, do que resulta uma forte acidez. O húmus presente é quase sempre do tipo «Mor», muito ácido e de decomposição lenta. Nos solos portugueses do Sul parece, porém, ser um «Moder» fino, talvez por influência de um processo de degradação (147) ou de nova evolução (63).

A podzolização resulta da acidificação acentuada do húmus que leva à formação de grandes quantidades de compostos orgânicos solúveis ou pseudo-solúveis (sobretudo polifenóis e ácidos orgânicos) que se deslocam para a parte inferior do perfil. Estes compostos não só se apoderam de todo ou quase todo o ferro livre dos horizontes A1 e A2 mas provocam também a degradação química mais ou menos completa da parte mineral do complexo de absorção, libertando-se sílica e alumina que migram também (191). Os óxidos de ferro e de alumínio entram na formação

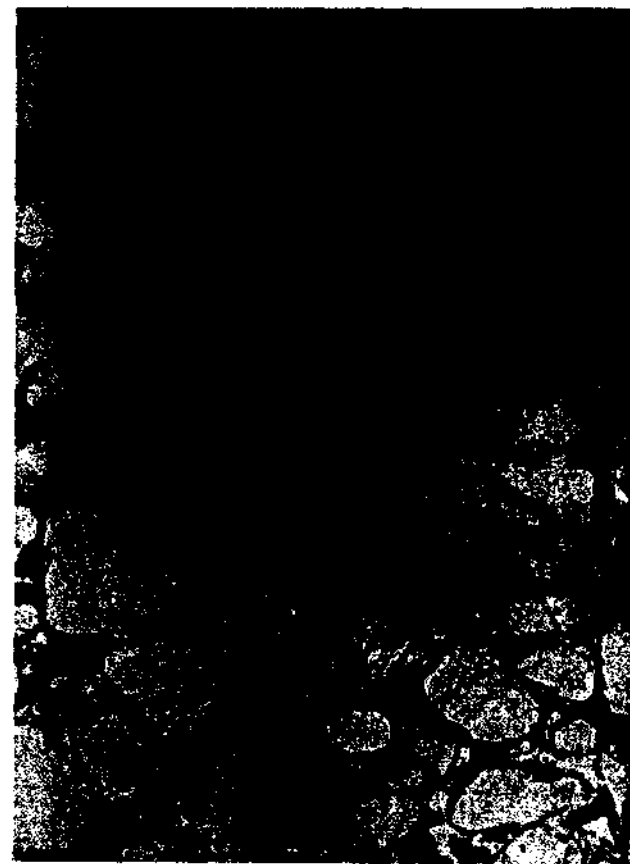


Figura 23 — Microfotografia da surraipa do horizonte B2 de Pz (P. 303 — Cort. n.º 63 — Nicols paralelos — x 35): grãos de quartzo cimentados entre si por um plasma que se mostra mais concentrado na periferia dos grãos; vêem-se algumas concentrações ferruginosas intergranulares.

de complexos com os compostos orgânicos solúveis que resistem à decomposição microbiana e são assim postos em movimento descendente (63).

Estudos realizados por Iarkov (98), Bétremieux (17) e Duchaufour & Jacquim (64), entre outros, parecem indicar que os compostos orgânicos solúveis passam, nos Podzóis, por duas fases: uma fase solúvel, que decorre em condições anaeróbias, durante a qual o ferro é mobilizado principalmente na forma ferrosa, e uma fase de insolubilização, por oxidação e polimerização no seio do horizonte B, em que os «precursores» se transformam em «ácidos húmicos» insolúveis e, simultaneamente, o ferro precipita sob a forma férrica. Os compostos mais solúveis mobilizam mais ferro e polimerizam-se mais lentamente e menos completamente do que os compostos com grandes moléculas; os primeiros migram para maiores profundidades do que os segundos, o que explica a formação do horizonte B2h por cima do B2ir no caso dos Podzóis de húmus e de ferro.

No horizonte A2 dos Podzóis praticamente nada mais fica do que quartzo; a própria sílica coloidal foi obrigada a migrar, como o provaram Duchaufour et al. (65) com o auxílio de raios X e do microscópio electrónico; este horizonte, intensamente eluviado, toma assim o aspecto de cinza, característico deste grupo de solos.

A surraipa é um horizonte de acumulação endurecido que resulta da cimentação dos grãos de areia e de limo por colóides que formam uma película à volta daquelas partículas minerais e conduzem assim a um concrecionamento em massa. Os colóides cimentantes podem ser substâncias orgânicas, óxidos de ferro e sílica coloidal.

Os Podzóis Hidromórficos formam-se em locais mal drenados em que existe uma toalha freática temporária ou permanente a uma certa profundidade. A deslocação descendente dos compostos húmicos é grandemente travada por aquela toalha. O horizonte A2 apresenta às vezes ainda apreciável teor de húmus. Os óxidos de ferro são em muitos casos pouco abundantes, mesmo no horizonte B, porque devido a encontrarem-se sobretudo no estado ferroso tendem a desaparecer do perfil. O horizonte glei subjacente, quando as águas subterrâneas são muito ácidas, apresenta poucas manchas ferruginosas e é muitas vezes pobre em ferro (60).

São condições favoráveis à podzolização um clima frio ou húmido, uma vegetação acidificante e uma rocha-mãe muito permeável e pobre em elementos alcalino-terrosos.

Nos climas boreais é sobretudo a baixa temperatura média anual, que conduz a uma decomposição muito lenta e à acidificação da matéria orgânica, a responsável pela podzolização que é aí um processo generalizado. Em climas atlânticos, pelo contrário, é a elevada pluviosidade, ligada a grande nebulosidade, que indirectamente favorece a podzolização que tem então de ser auxiliada por outros factores ecológicos, tais como vegetação, rocha-mãe ou uma evolução especial do húmus florestal.

Os Podzóis atlânticos não são climáticos (só os boreais e os alpinos o são); resultam antes de uma degradação sendo nessas regiões a podzolização um fenómeno localizado (63). Os Podzóis boreais estão em equilíbrio biológico com a floresta resinosa climática e caracterizam-se frequentemente pela presença dum «Mor» de tipo «activo» e bastante rico em catiões de troca que asseguram uma nutrição mineral e azotada suficiente para as resinosas bem providas de micorrizas. Os Podzóis atlânticos, pelo contrário, muitas vezes empobrecidos por um processo de lavagem preparatório mais ou menos prolongado, são caracterizados pela presença dum «Mor inactivo» e o conjunto das suas propriedades pode tornar-se muito desfavorável a toda a vegetação, com excepção das Ericáceas ou de certas resinosas muito pouco exigentes, como o pinheiro bravo; a maior parte das folhosas não encontra neles condições para viver (63).

Nas regiões atlânticas a vegetação é o agente activo da podzolização, uma vez que esta se dá apenas quando os restos vegetais têm elevada razão C/N, são pobres em elementos orgânicos hidro-solúveis e se decompõem lentamente, dando origem a húmus bruto. A eficácia da vegetação está porém dependente da natureza da rocha-mãe, a qual pode facilitar ou contrariar a podzolização. A permeabilidade e o teor em elementos alcalinos e sobretudo em alcalino-terrosos da rocha-mãe constituem, neste sentido, dois factores fundamentais. Os compostos orgânicos solúveis não actuam sobre os horizontes minerais a não ser que a sua infiltração se dê profundamente; por outro lado, se o meio é pouco ácido, eles são rapidamente metabolizados ou neutralizados e perdem toda a sua eficácia; é portanto em areias, em arenitos mais ou menos grosseiros ou em rochas eruptivas bastante ácidas que, nessas regiões, se desenvolvem os Solos Podzolizados.

A presença de Podzóis nas partes mais meridionais de Portugal, sobretudo a sul do rio Tejo, onde é mais acentuada a influência mediterrânea, é de certo modo extraordinária, pelo que alguns cientistas estran-

geiros têm posto em dúvida a sua existência (*). Já, porém, em 1940, Botelho da Costa & Sardinha de Oliveira (48) afirmavam que havia, sem dúvida, podzolização na região de Pegões. Todas as Cartas de Solos publicadas depois dessa data assinalam Podzóis nas manchas pliocénicas do sul do país, tendo porém Bramão et al. (30) os designado Podzóis Fósseis.

É nossa opinião que são, na região agora em causa, a natureza do material originário, extremamente permeável, silicioso e pobre em alcalinos e alcalino-terrosos, e a vegetação, composta grandemente por pinheiros ou Ericáceas ou ainda gramíneas acidófilas, os factores fortemente responsáveis pela podzolização. Em relação ao clima, apesar das suas características acentuadamente mediterrâneas, não deve deixar de se tomar em consideração que no semestre de temperatura mais baixa caem entre 400 e 700 mm de chuva; é portanto neste período que o processo de podzolização actua para, certamente, se anular durante a época seca.

Nas áreas ocupadas por Podzóis a sul do rio Tejo existem largas áreas povoadas de sobreiros. Segundo A. Oliveira (145), nas condições climáticas presentes e sob floresta de «*Quercus suber*», deveria formar-se um Solo Pardo, sem lavagem, com um alto nível de «húmus doce»; por intervenção humana, porém, através de cortes exagerados da floresta e de incêndio e arranque da vegetação arbustiva e subarbustiva, desencadeia-se uma série de processos favoráveis à Podzolização. No caso extremo de invasão por Ericáceas a quantidade de húmus torna-se abundante e ácido e o solo pode caminhar para a podzolização total.

É possível, porém, que, tal como Bloomfield tem constatado com certo espanto para algumas espécies não resinosas; o sobreiro possua também algum poder podzolizante. O trabalho de M. L. Matos (127) parece não eliminar essa possibilidade.

Muitos perfis de Podzóis observados a sul do Tejo revelam um princípio de destruição da surraipa presente no horizonte B2. A podzolização aparenta não prosseguir já e está-se, provavelmente, em face de nova evolução (63) ou de degradação (147) do solo. Para tal devem

(*) No VII Congresso Internacional de Ciência do Solo realizado em Agosto de 1960 em Madison, Wisconsin, U. S. A., Madame Lobova, ilustre pedologista russa, ao discutir-se um trabalho por nós apresentado disse ser impossível existirem Podzóis no Sul de Portugal devendo antes tratar-se de Solos Gleis ou outros.

contribuir a erosão resultante das lavouras e das desmoitas (rapão) sucessivas, a mobilização e a mistura dos vários horizontes superficiais pelas práticas culturais e a mudança de vegetação. Talvez seja esta uma das razões, generalizada a toda a área assim representada na Carta dos Solos de Portugal, que levou Bramão et al. (30) a introduzir a designação de Podzóis Fósseis.

6.15 — SOLOS SALINOS

Na Ordem dos Solos Halomórficos apenas uma Subordem foi estabelecida, a dos Solos Salinos, distinguindo-se nestes os que apresentam salinidade moderada e os de salinidade elevada e, em ambos, os que se desenvolvem em formações aluvionais ou derivam de rochas detríticas.

6.15.1 — Descrição-geral das Famílias

Os Solos Salinos derivados de rochas detríticas, quer de salinidade moderada quer de salinidade elevada, não foram por agora subdivididos em mais de uma Família cada um, a despeito dos seus perfis poderem apresentar apreciável heterogeneidade, pelo facto da sua representação ser muito pequena e ocuparem áreas muito restritas (foram apenas cartografadas até agora algumas manchas na região de Vila do Bispo).

Para os formados em materiais aluvionais, em grande parte aluviões marítimas, (frequentes na costa sul do Algarve e nas fozes dos principais rios do Alentejo), adoptou-se critério idêntico ao utilizado para os Aluviossolos Modernos e Antigos e para os Solos de Baixas. Portanto, por convenção, foram subdivididos em Famílias consoante a textura das camadas superficiais e a presença ou ausência de carbonatos nessas camadas. Não se desprezou, porém, a marcação de Fases quando para tal houvesse razões.

Eis as Famílias estabelecidas para cada Subgrupo:

Solos Salinos de Salinidade Moderada de Aluviões:

- de textura ligeira, sem carbonatos (Asl)
- idem, com carbonatos (Aslc)

- de textura mediana, sem carbonatos (As)
- idem, com carbonatos (Asc)
- de textura pesada, sem carbonatos (Asa)
- idem, com carbonatos (Asac)

Solos Salinos de Salinidade Moderada de Rochas Detríticas:

- não discriminados (S)

Solos Salinos de Salinidade Elevada de Aluviões:

- de textura ligeira, sem carbonatos (Assl)
- idem, com carbonatos (Asslc)
- de textura mediana, sem carbonatos (Ass)
- idem, com carbonatos (Assc)
- de textura pesada, sem carbonatos (Assa)
- idem, com carbonatos (Assac)

Solos Salinos de Salinidade Elevada de Rochas Detríticas:

- não discriminados (Ss).

Diz-se que a salinidade é moderada quando o grau de salinidade das camadas superficiais (em geral os primeiros 40 cm) é nulo, baixo (menos de 0,1 % de sais, expresso em cloreto de sódio) ou mediano (de 0,1 % a 0,2 %), podendo o das camadas inferiores (de 40 a 100 cm) ser baixo ou médio (ou alto apenas no caso das camadas superficiais terem grau de salinidade nulo ou baixo). A salinidade é elevada quando o grau de salinidade das camadas superficiais é mediano (percentagem de sais, expressa em cloreto de sódio, compreendida entre 0,1 e 0,2) ou alto (superior a 0,2 %), sendo o das camadas inferiores sempre alto.

A determinação da salinidade é feita no campo com um teste à base de nitrato de prata. Daí o uso de tais limites expressos em percentagens de cloreto de sódio. O teor de 0,1 % corresponde, na maioria dos nossos solos, a uma condutividade do extracto de saturação de 2 a 4 mmhos/cm e de 0,2 % a 4 a 8 mmhos/cm.

As definições de textura ligeira, mediana e pesada já foram indicadas ao tratarem-se os Aluviossolos e os Solos de Baixas.

A presença ou ausência de carbonatos em cada mancha cartografada, cuja indicação adquire grande importância como se verá adiante, não significa que se trate duma área homogênea a este respeito; indica-se apenas uma dominância. É sabido que nos Solos Salinos de Aluviões marítimas há frequentemente uma complexa distribuição de carbonatos, estando a presença destes dependente muitas vezes, da possibilidade de povoamento por fauna calcária que procura as partes do terreno mais arejadas e de diferenças na quantidade e actividades do fitoplâncton (205).

Como atrás se referiu, muitos Solos Salinos apresentam fortes sintomas de hidromorfismo. Considerou-se, porém, a salinidade um factor de maior peso taxonómico, pelo que estes solos não foram incluídos na ordem dos Solos Hidromórficos.

6.15.2 — Dados analíticos físicos e químicos

Como mero exemplo, apresentam-se no Quadro 47 dados analíticos de quatro perfis representativos de outras tantas Famílias de Solos Salinos de Aluviões. Lamenta-se não ser possível apresentar completos elementos de natureza física.

Em todas as amostras foram determinados os cátions de troca totais e os do extracto de saturação, obtendo os do solo por diferença. Estes exprimiram-se em miliequivalentes por 100 gramas de solo e também em percentagem da capacidade de troca catiónica.

Os quatro perfis estudados são, sem dúvida, de Solos Salinos, mas os três últimos (Asac - P. 112, Ass - P. 323 e Assa - P. 403), devido a possuírem mais de 15 % de sódio de troca, têm de classificar-se como Solos Salinos e Sódicos (26, 163). Pertencem todos ao Grupo dos «Solonchaks», dada a presença de sais solúveis em quantidades substanciais. Atendendo às definições propostas por Ivanova & Rosanov (99), o perfil de Asc (P. 123) é um «Solonchak cálcico» porque as razões $(Na + K)/(Ca + Mg)$ e Ca/Mg são respectivamente inferior e superior a 1. O perfil de Asac (P. 112) tem um horizonte Ap de «Solonchak» magnésifero porque ambas as razões são inferiores à unidade; os horizontes C1 e C2 são de «Solonchak» sódico e magnésifero porque neles a segunda razão é menor do que 1 e a primeira, embora superior a 1, é inferior a 4; e os horizontes C3 e C4 são de «Solonchak» sódico porque as razões $(Na + K)/(Ca + Mg)$ são superiores a 4. O perfil de Ass (P. 323) tem

DR

Ur

SA

tais

5

7

7

5

3

3

3

3

3

3

3

3

QUADRO 47

DADOS ANALITICOS FISICOS E QUIMICOS DE SOLOS HALOMORFICOS
(SOLOS SALINOS)

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C ~ K	Ferro livre %	Carbonatos %	Salinidade em Cl Na % (*)	pH	Catões permutáveis totais (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %									Ca	Mg	K	Na	H
Asc -123...	7 985	Ap	0-35		11,8	55,9	10,8	21,5	1,49	0,87	0,050	17,4		6,5	0,05	8,4	8,10	2,08	0,16	2,95	0,00
	7 976	C2	50-90		5,0	52,0	8,6	34,4						Vest.	0,04	8,3	3,30	3,80	0,57	3,10	0,00
Asac-112...	7 968	Ap	0-30		1,0	7,7	21,3	70,0	2,49	1,45	0,150	9,7		4,0	0,04	8,6	5,90	7,60	0,57	3,50	0,00
	7 969	C1	30-50		0,3	3,3	22,2	74,2	1,71	0,99				0,8	0,16	8,7	1,80	10,00	4,35	20,00	0,00
	7 970	C2	50-80		0,2	21,7	20,5	57,6	0,65	0,38	0,067	5,7		Vest.	0,20	8,2	3,00	9,00	8,20	21,00	0,00
	7 971	C3	80-95		0,7	26,1	19,6	53,6						0,0	0,65	7,7	2,70	7,30	7,63	35,90	0,00
	8 265	C4	95-110		2,4	35,4	18,4	43,8						0,0	> 1,00	5,6	0,80	2,58	2,00	32,30	3,00
Ass -323...	10 261	Ap	0-20	0,0	0,8	21,4	44,8	33,0	5,44	3,16	0,200	15,8		0,0	0,30	6,2	7,40	5,10	2,20	6,40	2,15
	10 262	C1	20-40	0,0	0,8	18,2	43,4	37,6						0,0	0,55	5,7	5,70	3,98	2,54	13,30	2,70
	10 263	C2	40-80	0,0	1,7	21,9	41,4	35,0						0,0	> 1,00	4,2	3,70	3,96	3,04	23,60	7,00
Assa-403...	9 556	Ap	0-25	3,0	1,6	38,7	23,7	36,0	2,76	1,60	0,130	12,3		0,4	> 1,00	7,6	8,10	9,00	9,60	172,00	0,00
	9 557	C1	25-70	0,0	2,4	20,1	39,5	38,0						0,0	> 1,00	7,4	9,30	23,10	11,90	200,50	0,08

(*) Estimada com base na condutividade do extracto de saturação e na percentagem de água do extracto, por meio dum quadro do U. S. Salinity Laboratory (1963).

B

QUADRO 47

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS HALOMÓRFICOS
(SOLOS SALINOS)

A

H	Cátions permutáveis no ext. sal. (m. e./100 g)				Conduti- vidade no ext. sal. mmhos/cm	Água na pasta saturada %	Cátions permutáveis no solo (m. e./100 g)					S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Cátions permutáveis %			
	Ca	Mg	K	Na			Ca	Mg	K	Na	H				Ca	Mg	K	Na
0,00	0,09	0,62	0,12	2,22	1,95	35,4	7,21	1,46	0,04	0,73	0,00	9,44	9,44	100,0	76,4	15,5	0,4	7,7
0,00	0,40	0,11	0,50	2,90	1,66	38,8	2,90	2,69	0,07	0,20	0,00	5,86	5,86	100,0	49,5	45,9	1,2	3,4
0,00	0,38	0,17	0,17	0,25	1,00	55,3	5,52	7,43	0,40	3,25	0,00	16,60	16,60	100,0	33,3	44,8	2,4	19,5
0,00	0,37	0,48	0,75	1,91	5,11	55,5	1,43	9,52	3,60	18,09	0,00	32,64	32,64	100,0	4,4	29,2	11,0	55,4
0,00	0,57	0,45	0,75	2,33	5,14	65,0	2,43	8,55	7,45	18,67	0,00	37,10	37,10	100,0	6,5	23,0	20,1	50,4
0,00	0,78	1,29	2,29	8,60	16,73	60,4	1,92	6,01	5,34	27,30	0,00	40,57	40,57	100,0	4,7	14,8	13,2	67,3
3,00	0,60	0,50	1,61	15,45	36,79	59,2	0,20	2,08	0,39	16,85	3,00	19,52	22,52	86,7	0,9	9,2	1,7	74,8
2,15	0,51	4,96	1,33	3,65	8,29	56,6	6,89	0,14	0,87	2,75	2,15	10,65	12,80	83,2	53,8	1,1	6,8	21,5
2,70	0,50	3,87	1,50	7,38	17,41	53,6	5,20	0,11	1,04	5,92	2,70	12,27	14,97	81,9	34,7	0,7	6,0	39,5
7,00	0,76	2,10	2,70	15,95	30,67	59,3	2,94	1,86	0,34	7,65	7,00	12,79	19,79	89,9	14,9	9,4	1,7	38,7
0,00	2,56	6,26	8,62	35,30	64,28	59,0	5,54	2,74	0,98	136,70	0,00	145,96	145,96	100,0	3,8	1,9	0,7	93,6
0,08	1,85	5,18	6,32	28,20	60,03	66,6	7,45	17,92	5,58	172,30	0,08	203,25	203,33	99,9	3,7	8,8	2,7	84,7

B

os horizontes Ap e C1 de «Solonchak cálcico» porque as razões $(Na + K)/(Ca + Mg)$ são inferiores a 1 e as Ca/Mg superiores a 1; o horizonte C2 é de «Solonchak» sódico e cálcico dado que a primeira razão é superior a 1 e inferior a 4 e a segunda é maior do que 1. O perfil de Assa é nitidamente um «Solonchak» sódico, pois possui uma primeira razão muito superior a 4; nele a quantidade de sódio existente no complexo de absorção é enormíssima.

O perfil de Ass estudado apresenta um pH baixo nos horizontes inferiores, o que é resultante da formação de «cat clay», de que a seguir se tratará.

6.15.3 — Considerações sobre a génese

Os Solos Halomórficos são, como atrás se disse, aqueles que apresentam quantidades excessivas de sais solúveis e/ou teor relativamente elevado de sódio de troca no complexo de absorção. Estes solos podem dividir-se em «Solonchak», «Solonetz» e «Solodi», de acordo com o perfil que apresentam e o processo de formação que neles actuou.

Os «Solonchaks», formados pelo processo denominado salinização, possuem no horizonte superficial uma acumulação de sais solúveis de sódio, cálcio, magnésio e potássio, principalmente cloretos e sulfatos e alguns carbonatos e bicarbonatos que, às vezes, se concentram à superfície, por capilaridade, sob a forma de uma crosta branca. No complexo de troca predominam muito frequentemente o cálcio e o magnésio sobre o sódio, pelo que o pH raramente sobe acima de 8,5. A elevada concentração de sais evita a dispersão dos colóides, não sendo, por isso, inteiramente desfavorável a estrutura do solo.

A drenagem dos «Solonchaks», em certas condições, ocasiona a perda de sais solúveis e um aumento da percentagem de sódio no complexo de saturação em detrimento das de cálcio e magnésio. Então o pH sobe e os colóides orgânicos e inorgânicos dispersam-se e migram para as camadas inferiores do perfil. Assim, sob um horizonte A delgado e friável desenvolve-se um horizonte B muito argiloso, de cor muito escura ou negra e com estrutura colunar muito característica. Formam-se, desta forma e através dum processo denominado solonização, os «Solonetz», altamente desfavoráveis para a agricultura não só pelas suas características químicas causadoras de elevada toxicidade mas também pelas nocivas propriedades físicas.

Se uma drenagem adequada for mantida num «Solonetz», este pode eventualmente sofrer um intenso processo de lavagem e transformar-se, por solodização, num «Solodi», com um A2 de cor clara e de textura relativamente ligeira sobre um horizonte B acastanhado e pesado, do tipo «textural». No complexo de troca o hidrogénio toma um lugar importante.

Sob o ponto de vista do comportamento das culturas os Solos Halomórficos costumam ser, de preferência, subdivididos em Solos Salinos e Solos Sódicos (26, 163).

Solos Salinos são os que contêm uma quantidade de sais solúveis suficientes para prejudicar o desenvolvimento da maioria das plantas cultivadas. Neles a condutividade do extracto de saturação é superior a 4 mmhos/cm à temperatura de 25°C.

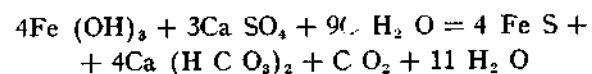
Solos Sódicos são os que contêm sódio de troca em quantidade suficiente para prejudicar o desenvolvimento da maioria das plantas cultivadas, quer a percentagem de sais solúveis seja grande ou pequena.

Aqueles Solos Sódicos em que a percentagem de sais solúveis os torna também Salinos denominam-se Solos Salinos e Sódicos (26).

Os Solos Halomórficos reconhecidos a sul do Tejo apresentam todos perfil do tipo dos «Solonchak» e parecem ser também essencialmente Solos Salinos ou Solos Salinos e Sódicos.

Como já atrás se referiu, a quase totalidade dos Solos Halomórficos portugueses são formados em materiais aluvionais, em grande parte aluviões marítimas. Estes sedimentos depositados e invadidos pelas águas do mar contêm normalmente mais magnésio, potássio e sódio de troca e menos cálcio do que os solos não halomórficos. Além disso, porque a água dos oceanos possui cerca de 2 g/l de sulfatos (a dos rios têm apenas à volta de 70 mg/l), aqueles sedimentos apresentam elevada percentagem destes sais.

Se no solo existem condições anaeróbias os sulfatos podem sofrer uma redução e transformar-se em sulfuretos. Este processo de redução é muitíssimo complicado e nele intervêm fenómenos químicos e biológicos. É, porém, representável pela seguinte equação, em que $C\ H_2\ O$ designa a matéria orgânica (207):



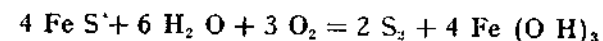
Como se pode calcular, exige-se para a realização desta reacção um fornecimento natural de sulfatos, a presença de matéria orgânica pouco decomposta e de bactérias redutoras daqueles sais e, evidentemente, condições anaeróbias. O oxigénio necessário para a oxidação das substâncias orgânicas só pode ser obtido a partir dos sulfatos, para o que é precisa uma certa energia; por isso o processo de oxidação anaeróbia do material orgânico, muito menos intenso do que o aeróbio, leva a que as bactérias se limitem a actuar sobre os restos de organismos mais frescos ou menos decompostos que se tornam então essenciais à realização da redução dos sulfatos.

O sulfureto de ferro que se forma é de cor negra; vestígios apenas deste composto são suficientes para dar ao solo uma cor intensamente preta, que é frequente observar-se em muitos dos nossos Solos Salinos.

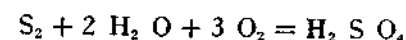
Além do $Fe\ S$ insolúvel produz-se também gradualmente enxofre elementar que frequentemente se combina com o primeiro para formar pirites ($Fe\ S_2$), também de cor preta, mas em regra não tão uniformemente distribuídas como o $Fe\ S$ e sob a forma de esferas microscópicas, não imprimindo por isso ao solo uma cor escura tão acentuada. Os sedimentos em que a redução dos sulfatos se dá há muito tempo deixam então de ser pretos para passarem a cinzentos ou cinzento-azulados.

Acumula-se assim no solo uma grande quantidade de enxofre, a qual é proporcional aos teores de argila e de húmus (207).

Os solos em discussão, quando protegidos da invasão das marés e drenados, começam a ser penetrados mais intensamente pelo ar, dando-se então oxidações. O sulfureto de ferro oxida-se muito facilmente de acordo com a seguinte equação:



Esta oxidação pode ser puramente química, mas acelera-se bastante por acção de bactérias, nomeadamente o «*Thiobacillus thioparus*». Em geral o enxofre é apenas um produto intermediário porque é também rapidamente oxidado. Todavia, em circunstâncias especiais, pode encontrar-se sob a forma de eflorescências de cor clara ou de uma turvação das águas. A sua oxidação, que se produz quase exclusivamente por acção do «*Thiobacillus thiooxydans*», obedece à equação:



Forma-se então ácido sulfúrico (e também sulfato de ferro) que, em solos calcários, reage com os carbonatos:

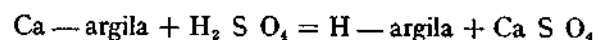


Uma grande quantidade de gesso resulta desta reacção, de tal modo que durante alguns anos a solução do solo fica saturada deste sal. Ele pode até apresentar-se sob forma cristalizada, por supersaturação da solução, principalmente em fendas e canais onde aflore humidade. Formam-se, também, evidentemente, sulfatos de magnésio e de sódio de maior solubilidade que o gesso.

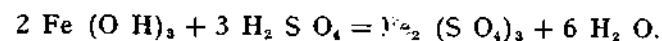
As pirites (Fe S_2) oxidam-se da mesma forma que o Fe S mas, como a sua oxidação é mais difícil, leva muito mais tempo, geralmente vários anos (207).

Após a drenagem dos Solos Salinos o desaparecimento da cor negra é uma boa indicação do desenvolvimento de condições aeróbias no perfil. Nos solos jovens limosos da Holanda a total mudança de cor nos 50 cm superficiais faz-se, em média, em cerca de 4 anos (206).

Se os solos não contêm carbonato de cálcio ou apresentam apenas pequenas quantidades deste sal, o ácido sulfúrico vai reagir com os cátions de troca do complexo de absorção:



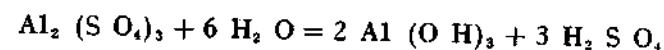
Mas os cátions de troca nestes solos são geralmente insuficientes para a completa neutralização do ácido sulfúrico e do sulfato de ferro; então estes compostos reagem com o alumínio do solo dando origem a sulfato de alumínio, $\text{Al}_2(\text{S O}_4)_3$, e o ácido sulfúrico, só por si, ataca o ferro também existente no solo segundo a equação:



Os sulfatos de ferro e de alumínio em reacção ácida, pois são provenientes dum ácido forte e de bases muito fracas. Nos solos em que isto se dá chega-se a valores de pH entre 1 e 2, mas os mais vulgares são os de 2 a 3.

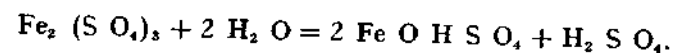
Por acção das chuvas o ácido sulfúrico e os sulfatos de ferro e de alumínio são por vezes arrastados para fora do perfil e então o pH do solo pode subir, dado que diminui a concentração daqueles compostos.

Aqueles sulfatos só podem existir em casos de baixo pH. Se este aumenta eles hidrolizam-se e transformam-se noutros compostos. O sulfato de alumínio, se não for totalmente lavado para as camadas profundas do solo, dá origem a hidróxido de alumínio, que precipita, e a ácido sulfúrico, que pode ser arrastado pelas águas de drenagem:

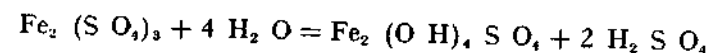


Na maioria dos casos a hidrólise do sulfato de ferro não é tão completa e formam-se compostos intermédios, desde o próprio sulfato — $\text{Fe}_2(\text{S O}_4)_3$ — aos produtos resultantes de hidrólise total — $\text{Fe}(\text{O H})_3$ e $\text{H}_2\text{S O}_4$.

Uma hidrólise rápida é, por exemplo, esta:



Uma mais forte é a seguinte:



Em todas estas reacções acontece que o sistema consome água, extrai ácido sulfúrico aos compostos iniciais e dá origem a alguns sulfatos básicos de ferro insolúveis.

A parte do sulfato de ferro — $\text{Fe}_2(\text{S O}_4)_3$ — que não foi hidrolizada pode considerar-se constituída por Fe_2O_3 e 3S O_3 . Parece, então, que a formação de ácido sulfúrico se dá gradualmente e que, durante todo este processo de hidrólise, diferentes produtos intermédios mais ou menos ácidos aparecem. Têm-se encontrado compostos com 2,7, 1,7 e 1,3 partes de S O_3 para 1 parte de Fe_2O_3 . À medida que a percentagem de S O_3 diminui decresce também a acidez. O produto $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 1,3\text{S O}_3$ é já neutro (207).

Todos estes produtos intermédios ácidos e também o produto final neutro, chamados sulfatos ferrosos básicos, têm uma coloração amarela (de limão). Na maioria dos Solos Salinos não calcários a presença de manchas amarelas é indício seguro de forte acidez. Tais solos, muito

ácidos e com manchado dessa cor, são denominados «cat clays» (206). As «cat clays» são totalmente inférteis e a sua recuperação é geralmente muito difícil e anti-económica. Há pois que tomar todas as cautelas ao drenar e recuperar Solos Salinos em não deixar formar-se a «cat clay» porque se corre o risco de esterilizar o solo. E em muitos perfis observados até agora, sobretudo no Algarve, é corrente a existência de tais formações. O perfil n.º 323, aqui estudado, serve como bom exemplo. Esta foi a principal razão que levou a apresentar aqui considerações sobre a evolução do enxofre nos Solos Salinos, talvez a menos abordada de todas, uma vez que a maioria das atenções convergem sempre para o teor de sais, para a percentagem de sódio de troca e para as propriedades físicas dos solos em relação com aqueles valores.

6.16 — SOLOS HIDROMÓRFICOS

6.16.1 — Descrição-geral das Famílias

Na Ordem dos Solos Hidromórficos, de que se excluíram os Podzóis Hidromórficos e muitos Solos Salinos de acentuado hidromorfismo por razões já invocadas, estão estabelecidas doze Famílias uma das quais pertence à Subordem caracterizada pela presença de um horizonte eluvial nítido (Planossolos). Essas Famílias, reunidas em Subgrupos, são as seguintes:

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Aluviosolos:

- de aluviões ou coluviais, de textura ligeira (Cal)
- idem, calcários (Calc)
- de aluviões ou coluviais, de textura mediana (Ca)
- idem, calcários (Calc)
- de aluviões ou coluviais, de textura mediana (Ca)
- idem, calcários (Cac)
- de aluviões ou coluviais, de textura pesada (Caa)
- idem, calcários (Caac)

Solos Hidromórficos sem Horizonte Eluvial Para-Regossolos:

- de rochas detríticas arenáceas (Sg)

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Solos Argiluvitados Pouco Insaturados:

- de xistos ou grauvaques ou materiais de ambos (Pb)
- de rochas detríticas argiláceas (Sag)

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Barros:

- de rochas eruptivas ou cristalofílicas básicas (Cd)
- de margas, calcários margosos ou arenitos calcários (Pcz)

Solos Hidromórficos Com Horizonte Eluvial — Planossolos:

- de arenitos ou conglomerados argilosos (Ps)

As descrições gerais destas Famílias encontram-se nas páginas seguintes. Relativamente às 6 primeiras apenas se apresenta a descrição geral de uma delas, dando-se em nota indicação das características diferenciadoras das restantes cinco.

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial de aluviões ou coluviais de textura mediana (Ca)

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo-acinzentado, pardo-acinzentado-escuro ou cinzento-escuro; textura mediana (*); com estrutura granulosa média e fina moderada; aderente ou pouco aderente, plástico ou pouco plástico; friável, pouco rijo; pH 6,0 a 8,0.

Transição abrupta ou nítida para

Horizonte Bg — 30 a 90 cm; cinzento muito escuro ou preto; franco-argiloso, por vezes argiloso; com estrutura prismática ou anisoforme angulosa média moderada; aderente, plástico, friável ou firme, rijo ou muito rijo; pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual para

(*) As designações de textura ligeira, mediana e pesada são as indicadas para os Aluviosolos e Solos de Baixas.

Horizonte Cg — Material originário de origem aluvionar ou coluvionar de constituição algo variável mas em geral de cor menos escura, de textura mais ligeira e de menor grau de estrutura do que o horizonte superior.

Os solos do mesmo Subgrupo mas de textura ligeira (Cal) distinguem-se destes por terem um horizonte A1 com textura ligeira e menor percentagem de argila nos horizontes inferiores. Os de textura pesada (Caa), pelo contrário, têm maior percentagem de argila nos horizontes inferiores e o A1 é franco-argiloso ou argiloso. A presença de carbonatos no perfil determina a distinção de três outras Famílias: *Calc*, *Cac* e *Caac*.

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial de rochas detriticas arenáceas (Sg)

Horizonte A1, Alg — 25 a 60 cm; pardo-acinzentado ou cinzento mais ou menos escuro, por vezes tem algumas ou muitas manchas de tamanho variável acastanhadas ou amareladas; arenoso ou arenoso-franco; sem agregados; solto; pH 5,5 a 7,0.

Transição gradual para

Horizonte ACg, Bg — 40 a 70 cm; cinzento mais ou menos escuro com muitas manchas de tamanho variável acastanhadas ou amareladas; arenoso a franco-arenoso; em geral sem agregados; solto ou muito friável; pH 6,0 a 7,0.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte Cg — Material acentuadamente reduzido proveniente de rochas detriticas arenáceas que assenta, em regra, em camada impermeável.

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial de xistos ou grauvaques ou materiais de ambos (Pb)

Horizonte A1 — 15 a 30 cm; pardo-pálido ou pardo-acinzentado; franco ou franco-argiloso; com estrutura anisoforme subangu-

losa grosseira ou muito grosseira fraca ou moderada composta de granulosa fina fraca; friável ou firme; pH 6,0 a 7,0.

Transição gradual para

Horizonte Bg — 10 a 50 cm; pardo-acinzentado ou cinzento-oliváceo com pontuações ferruginosas; franco-argiloso ou argiloso; com estrutura anisoforme subangulosa média fraca a massiça; firme e muito rijo; pH 6,0 a 7,5.

Transição gradual para

Horizonte C, Cg — Material originário: mistura de material terroso com fragmentos de rocha em transição para rocha-mãe, que é um xisto ou um grauvaque ou materiais deles provenientes, em geral acumulados por coluviação.

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial de margas ou calcários margosos ou arenitos calcários (Pcz)

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo-acinzentado mais ou menos escuro; franco-arenoso a franco-argiloso com alguns, bastantes ou muitos elementos grosseiros rolados (de saibro a calhaus) de quartzo; com estrutura granulosa média e fina moderada; aderente ou pouco aderente, plástico ou pouco plástico, friável e rijo; efervescência nula ao pH 6,5 a 8,0.

Transição abrupta para

Horizonte Bg — 30 a 40 cm; cinzento ou cinzento-escuro; franco-argiloso ou argiloso com alguns ou bastantes elementos grosseiros rolados, cuja quantidade diminui, em geral, com a profundidade; com estrutura prismática grosseira moderada ou fraca, tendendo às vezes para massiça; muito

aderente, muito plástico, firme e muito rijo; efervescência nula ao C1H; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual ou nítida para

Horizonte C, Cg — Material originário proveniente de margas ou calcários margosos ou arenitos argilo-calcários.

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial de rochas detríticas argiláceas (Sag)

Horizonte A1, A1g — 10 a 15 cm; cinzento-escuro ou muito escuro com muitas manchas ferruginosas castanhas ou negras pequenas e médias; franco-arenoso, por vezes franco; com estrutura granulosa média e grosseira forte; friável; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte A3, A3g — 20 a 30 cm; cinzento com muitas manchas pequenas castanhas, negras e cinzentas-claras; franco-arenoso, por vezes franco; com estrutura subangulosa média e fina moderada; friável a firme; pH 5,5 a 6,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte Bg — 30 a 60 cm; cinzento com muitas manchas distintas e médias pardas, castanhas, amareladas e cinzentas-escuras; argiloso; com estrutura prismática média moderada ou forte que com a profundidade passa a fraca ou mesmo massiça; aderente, plástico, muito firme e muito ou extremamente rijo; pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual ou nítida para

Horizonte C, Cg — Formações detríticas argiláceas, principalmente arenitos argilosos e argilas, com sintomas mais ou menos intensos de fenómenos de redução.

Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial de rochas eruptivas ou cristalofílicas básicas (Cd)

Horizonte A1 — 20 a 30 cm; pardo-acinzentado-escuro ou cinzento-escuro; franco-arenoso a franco-argiloso; com estrutura anisófora angulosa grosseira composta de granulosa média e fina moderada, ou somente granulosa média e fina moderada; aderente ou pouco aderente; plástico ou pouco plástico; friável e rijo; pH 6,0 a 7,0.

Transição abrupta para

Horizonte B2g — 20 a 50 cm; cinzento ou cinzento-escuro; franco-argilo-arenoso a argiloso; com estrutura prismática grosseira moderada com tendência para massiça; muito aderente, muito plástico, muito ou extremamente firme, muito ou extremamente rijo; pH 7,0 a 8,0.

Transição gradual para

Horizonte B3g — 10 a 30 cm; horizonte parecido com o anterior mas de cinzenta-olivácea e de restantes características um pouco menos vincadas.

Transição nítida para

Horizonte C, Cg — Material originário proveniente da meteorização de rochas eruptivas ou cristalofílicas básicas.

Planossolos de arenitos ou conglomerados argilosos (Ps)

Horizonte A1 — 20 a 35 cm; pardo ou castanho; franco-arenoso, com alguns elementos grosseiros (quartzo e quartzitos) e por vezes concreções ferruginosas; com estrutura granulosa fina fraca; muito friável ou friável; pH 5,0 a 6,5.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte A2 — 10 a 20 cm; pardo-esbranquiçado ou pardo-amarelado-claro; franco-arenoso, com alguns elementos grosseiros (quartzo e quartzitos) e quase sempre com concreções ferruginosas de tamanho variável cuja quantidade aumenta com a profundidade; sem agregados ou com estrutura granulosa fina fraca; muito friável ou solto; pH 5,0 a 6,5.

Transição nítida para

Horizonte B2, B2g — 20 a 60 cm; pardo-amarelado por vezes com laivos amarelados, acinzentados ou azulados; franco-argilo-arenoso a argiloso, com alguns elementos grosseiros (quartzo e quartzitos); com estrutura massiça a prismática grosseira fraca; muito firme e muito ou extremamente rijo; pH 5,0 a 6,5.

Horizonte C, Cg — Material originário proveniente da meteorização de arenitos ou conglomerados de cimento argiloso, por vezes com laivos amarelados, acinzentados ou azulados, fazendo transição para a rocha-mãe.

Os Solos Hidromórficos formam-se sempre em relevo plano ou côncavo.

Os solos das Famílias *Cal*, *Calc*, *Ca*, *Cac*, *Caa* e *Caac* são frequentes em quase todas as formações aluvionares. Os das Famílias *Sg* têm-se encontrado nalgumas baixas da faixa litoral arenosa do Alentejo e na região de Ponte de Sor. Os da Família *Pb* são característicos das baixas mal drenadas do chamado «Campo Branco», na região Castro Verde-Almodôvar. Os da Família *Pcz* aparecem sobretudo na área da Cabeça Gorda (Beja), entre Aljustrel e Montes Velhos e nas proximidades de Ferreira do Alentejo (junto à Aldeia das Ruínas). Os da Família *Sag* são comuns na região de Alcochete. Os da Família *Cd* existem na região de Évora e nos arredores de Cuba. E os da Família *Ps* abundam na área entre Aljustrel e Ferreira do Alentejo e também próximo de Tavira.

Na Figura 24 pode ver-se o perfil de um Solo Hidromórfico Sem Horizonte Eluvial de aluviões ou coluviais de textura mediana (Ca) fotografado nas proximidades de Faro do Alentejo.



Figura 24 — Perfil de um Solo Hidromórfico Sem Horizonte Eluvial de aluviões ou coluviais de textura mediana (Ca — próximo de Faro do Alentejo).

6.16.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Dados analíticos respeitantes a sete perfis doutras tantas Famílias (só uma de aluviões ou coluviais) são apresentadas no Quadro 48.

As texturas dos Solos Hidromórficos são muito variáveis de Família para Família, indo desde a arenosa até à franco-argilosa (ou mesmo argilosa). A percentagem de argila é sempre maior no horizonte B que frequentemente pertence ao tipo «textural». O teor orgânico é geralmente baixo, inferior a 3 %, diminuindo com a profundidade, umas vezes rápida outras gradualmente. As razões C/N são baixas ou medianas e decrescem quase sempre nos horizontes inferiores. As quantidades de ferro livre distribuem-se principalmente de acordo com os movimentos da toalha freática, sendo maiores na zona ou zonas de oscilação. No perfil de *Ps* estudado existiam muitas concreções ferruginosas nos horizontes A2 e B2lg o que, por deficiente amostragem no laboratório, não é mostrado pelos dados analíticos. O mesmo deve ter acontecido nalguns horizontes doutros solos.

A capacidade de troca catiónica é também muito variável, dependendo da percentagem de matéria orgânica e do quantitativo e qualitativo dos colóides minerais. O cálcio é o ião dominante. Nos horizontes de alguns solos o magnésio de troca apresenta valores bastante altos, só comuns em «Solonetz» magnésíferos (71). Os teores de potássio de troca são quase sempre baixos ou mesmo muito baixos, ao passo que os de sódio são, em certos casos, bastante altos, sobretudo em horizontes inferiores onde é possível a existência de uma certa salinidade ou de um carácter sódico (pouco acentuado) por virtude da percentagem de sais das águas subterrâneas. O grau de saturação é sempre superior a 75 % e a reacção varia de ligeiramente ácida a moderadamente alcalina.

A expansibilidade é baixa ou nula, excepto nos solos em que existem montmorilonóides (Para-Barros) e ainda no horizonte B do perfil de *Sag* em que apenas há illite e caulinite ou haloisite; já se tem, porém, constatado que isso é viável em minerais da argila não do grupo dos primeiros (15). A estabilidade da microestrutura é em regra muito elevada; nos horizontes argilosos do perfil de *Sag* revelou-se, porém, medianamente a muito pouco estável. A capacidade de campo é mediana ou alta e a capacidade utilizável dos 50 cm superficiais é elevada, sempre superior a 60 mm de água. A porosidade da terra fina é mediana (ou baixa nalguns horizontes inferiores mais argilosos) e a permeabilidade é

moderada a lenta ou mesmo nula nas camadas argilosas e massiças que existem em alguns solos desta Ordem, o que se tornaria mais evidente se as determinações tivessem sido feitas em condições naturais.

6.16.3 — *Mineralogia da areia fina*

Os resultados da análise mineralógica da areia fina de quatro perfis, um de Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial de xistos ou grauvaques ou materiais de ambos (Pb), outro de rochas detriticas argiláceas (Sag), outro de rochas eruptivas ou cristalofílicas básicas (Cd) e outro de Planossolos (Ps), podem ver-se no quadro 49.

Verifica-se que nestes solos existe uma pequena reserva mineral, principalmente em feldspatos não diferenciados. É, evidentemente, uma excepção o solo Cd, derivado de rochas básicas, em que essa reserva é grande, quer na fracção leve quer na pesada (que representa elevada percentagem da areia fina), onde há apreciáveis quantidades de hornblenda.

De um modo geral constata-se através de índices para a fracção leve ou pesada (170) que os horizontes superficiais têm um mais avançado grau de meteorização do que os inferiores.

Não há sintomas evidentes de descontinuidades litológicas a não ser no horizonte II C2 g do perfil de Ps que, além de apresentar carbonatos, destruídos na preparação da amostra, tem epidoto, não revelado nas camadas superiores.

6.16.4 — *Mineralogia da argila*

A análise química dos colóides minerais dos horizontes B de 6 perfis, um de cada uma das Famílias descritas à excepção das derivadas de aluviões, é apresentada no Quadro 50. A análise térmica diferencial dos mesmos materiais encontra-se no Gráfico 12 e os valores extraídos do radiograma de um deles (Pb) estão no Quadro 51.

No solo Sg a análise química, a capacidade de troca catiónica, estimada segundo o método já anteriormente referido, e a análise térmica diferencial indicam que os colóides minerais devem ser constituídos por caulinite e possivelmente alguma illite e óxidos de ferro.

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS HIDROMÓRFICOS

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C/N	Ferro livre %	Carbonatos %	pH	Cátions permutáveis (m. e./100 g)				
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %								Ca	Mg	K	Na	H
Ca -413	9570	A1	0-30	5,0	5,8	29,9	35,7	28,6	2,52	1,50	0,160	9,4	0,89	Vest.	8,0					0,40
	9571	B2g	30-70	0,0	9,1	20,8	35,5	34,6	1,09	0,65	0,070	9,3	0,78	0,70	8,5					0,20
	9572	B3g	70-120	0,0	16,2	38,6	21,4	23,8					0,75	0,10	8,6					0,00
	9573	Cg	120-140	3,5	37,5	31,2	13,3	18,0					1,75	1,70	8,6					0,00
Sg -340	7821	A1p	0-20		19,0	61,4	9,8	9,8	2,10	1,22	0,100	12,2	0,27		5,9	4,73	1,96	0,08	0,60	2,00
	7822	A1	20-60		22,8	61,2	4,0	12,0	1,21	0,70	0,060	11,7	0,12		6,9	4,69	2,18	0,05	0,44	0,50
	7823	B1g	60-75		16,0	63,8	4,0	16,2	0,82	0,48	0,040	12,0	0,38		6,9	4,00	3,07	0,10	0,38	1,00
	7824	B2g	75-90		14,0	62,6	3,1	20,3	0,69	0,40	0,040	10,0	0,59		6,4		1,92	0,09	0,12	0,50
Pb -257	6741	Ap	0-15		8,9	24,4	33,2	33,5	1,86	1,08	0,130	8,3	0,40		6,9	8,71	2,06	0,19	0,81	1,50
	6742	Bg	20-55		9,2	14,4	29,4	47,0	1,28	0,74	0,110	6,7	0,71		7,5	7,25	2,06	0,16	0,33	0,80
Sag- 1	7445	A1g	0-12		40,3	31,5	18,9	9,3	2,29	1,33	0,080	16,6	0,44		6,1	12,12	1,09	0,19	0,28	2,00
	7446	A3g	12-30		40,8	26,8	17,8	14,6	0,75	0,44	0,041	10,7	0,56		6,2	5,50	2,27	0,12	0,30	1,60
	7447	B2g	30-60		20,2	16,1	16,9	46,8	0,72	0,42	0,041	10,2	0,93		6,1	5,56	3,74	0,33	0,35	1,10
	7448	B3g	60-85		13,4	15,6	19,2	51,8	0,62	0,36	0,035	10,3	0,98		6,3	5,00	5,18	0,36	1,30	0,50
	7449	C	85-110		19,6	15,6	18,6	45,9	0,52	0,30	0,030	10,0	1,08		6,6	2,71	5,82	0,33	1,90	1,10
Cd -412	9566	Ap	0-30	8,0	39,5	27,2	15,7	17,6	0,86	0,50	0,080	6,3	0,80		6,3	4,82	1,52	0,11	0,30	1,50
	9567	B2g	30-75	16,0	30,7	27,5	13,3	28,5	0,36	0,21	0,030	7,0	0,76		7,5	14,34	4,01	0,03	3,91	0,00
	9568	B3g	75-90	0,0	31,6	24,4	7,8	36,2	0,94	0,14	0,020	7,0	0,52		8,8	20,25	3,02	0,10	1,27	0,00
	9569	C	100-120	8,5	60,4	22,8	6,7	10,1					0,92		8,6	17,00	6,60	0,06	4,30	0,00
Pcz-452	9653	Ap	0-30	12,0	34,6	31,0	16,3	18,1	1,44	0,84	0,080	10,5	0,66	0,20	8,0	12,20	7,00	0,47	0,36	0,30
	9654	Bg	30-85	14,0	22,9	20,1	20,7	36,3	0,31	0,18	0,020	9,0	0,54	Vest.	7,9	13,40	7,20	0,15	0,67	1,70
	9655	C	85-110	65,5	37,5	11,8	12,6	38,1			0,010		0,56	2,10	8,4	34,47	4,40	0,06	0,30	0,00
Pe -292	7165	A1	0-10		41,0	31,5	15,8	11,7	0,86	0,50	0,039	12,8	0,48	0,00	6,0	3,60	1,68	0,09	0,24	1,50
	7166	A2	10-25		39,4	26,6	17,0	17,0	0,46	0,27	0,037	7,3	0,57	0,00	6,0	4,15	3,10	0,10	0,24	2,50
	7167	B21g	25-45		38,3	19,7	15,2	26,8	0,35	0,20	0,025	8,0	0,69	0,00	5,9	7,10	4,35	0,06	0,19	1,70
	7168	B22g	50-80		29,6	26,3	13,0	31,1	0,12	0,07	0,017	4,1	0,68	0,00	6,0	9,50	6,20	0,06	0,30	1,60
	7169	C1g	80-95		49,3	11,0	8,5	31,2					0,77	0,00	6,6					
	7170	II C2g	95-120		30,7	20,2	11,9	37,2					0,45	5,50	8,2					0,50

B

QUADRO 48

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS HIDROMÓRFICOS

A

H	S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %	Densidade aparente		Porosidade %	Expansi- bilidade %	Estabilidade da microestrutura		Capaci- dade máxima para a água %	Água a pH 2,0 %	Água a pH 2,7 %	Água a pH 4,2 %	Água disponível %	Permeabilidade (cm/h)	
				Seco ao ar	A C. M. para água			Middl.	Alta						Inicial	Constante
0,40	19,20	19,60	97,7													
0,20	14,60	14,80	98,7													
0,00	10,00	10,00	100,0													
0,00	10,60	10,60	100,0													
2,00	7,37	9,37	78,7	1,22	1,22	44,90	0,00	12,80	100,00	36,70	15,60	9,40	3,74	11,86	4,42	5,38
0,50	7,36	7,81	94,2	1,25	1,25	43,00	0,00	13,40	99,70	34,80	11,90	6,30	3,10	8,80	7,06	7,32
1,00	7,55	8,55	88,3	1,27	1,27	41,20	0,00	22,80	99,40	32,40	14,00	8,40	4,13	9,87	4,39	5,23
0,50				1,28	1,28	37,90	0,00	15,50	91,50	29,60	19,60	7,70	5,14	14,46	4,84	4,31
1,50	11,77	13,27	88,6	1,18	1,18	47,10	0,22	37,30	96,40	40,20	33,50	30,80	6,43	27,07	1,97	3,71
0,80	9,80	10,67	91,8	1,23	1,21	45,60	0,39	36,40	97,20	37,30	32,80	28,10	8,70	24,10	1,67	1,62
2,00	13,68	15,68	87,2	1,45	1,45	38,20	0,00	37,10	94,40	26,30	22,50	19,20	4,07	18,43	1,20	1,49
1,60	8,19	9,79	83,4	1,54	1,54	32,80	0,00	46,80	94,30	21,30	18,20	12,10	4,28	13,92	1,11	1,04
1,10	9,98	11,08	90,1	1,30	1,16	39,70	11,80	71,20	67,40	34,20	36,10	31,90	15,30	20,80	0,00	0,00
0,50	11,84	12,34	95,9	1,25	1,10	37,30	13,77	84,20	26,50	34,00	38,80	33,30	15,40	23,40	0,00	0,00
1,10	10,76	11,86	90,8	1,25	1,10	41,00	14,10	87,40	20,60	37,30	36,80	30,20	14,70	22,10	0,00	0,00
1,50	6,75	8,25	81,8	1,42	1,40	40,34	1,28	29,25	97,20	28,76	23,90	17,90	5,63	18,27	1,94	2,00
0,00	22,29	22,29	100,0	1,27	1,14	48,23	1,15	32,45	93,60	45,56	36,50		15,10	21,40	0,25	0,25
0,00	24,64	24,64	100,0	1,21	1,07	51,47	14,95	33,70	94,50	47,96	41,80	37,00	17,68	24,12	0,22	0,13
0,00	27,96	27,96	100,0	1,29	1,26	45,10	2,75	40,10	90,60	35,77	20,30	15,50	8,94	11,36	8,03	5,07
0,30	20,03	20,33	98,3	1,10	1,15	50,00	4,29	10,45	90,80	44,30	26,00	21,30	8,61	17,39	12,78	11,22
1,70	21,42	23,12	92,6	1,04	1,20	50,60	14,58	13,35	99,60	48,60	37,50	33,80	15,93	21,57	0,40	0,42
0,00	39,23	39,23	100,0	0,92	1,13	53,60	23,60	10,69	96,80	58,70					0,31	0,37
1,50	5,61	7,11	78,9	1,54	1,54	36,90	0,00	3,45	95,80	24,20	16,20	11,80	3,70	12,50	2,07	2,36
2,50	7,59	10,09	75,3	1,37	1,37	36,50	0,00	23,30	96,30	26,70	13,60	12,80	5,30	8,30	3,80	3,00
1,70	11,70	13,40	87,4	1,19	1,16	41,30	3,27	7,73	98,00	36,00	28,60	14,80	9,80	18,80	9,80	5,97
1,60	16,06	17,66	90,9	1,22	1,15	42,30	6,90	7,69	97,80	36,80	28,80	18,40	11,90	16,90	3,44	2,56
				1,19	1,09	39,70	9,27	6,04	97,50	36,50	24,40	22,30	17,80	6,40	8,98	5,78
0,50	33,00	33,50	98,5	1,06	0,99	51,60	7,87	4,02	98,80	52,40	29,30	22,10	17,40	11,90	18,90	10,25

B

QUADRO 49

ANÁLISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE SOLOS HIDROMÓRFICOS

Amostra número	Hori- zonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %		Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %									
			Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	Peso g	%	Mosc.	Turm.	Zir.	Esf.	Rút.	Est.	Epíd.	Horn.	Clor.	Opacos
6741	Ap	2,779	2,666	95,93	100	—	0,113	4,17	—	—	14	—	—	—	—			86
6742	Bg	1,774	1,704	96,05	98	2	0,070	3,95	—	—	11	—	—	—	—			89
7445	A1g	5,087	4,961	97,52	95	5	0,126	2,48	2	7	18	6	1	—	—			66
7446	A3g	4,923	4,783	97,16	90	10	0,140	2,84	—	3	16	8	—	—	—			71
7447	B2g	3,429	3,342	97,46	85	15	0,087	2,54	2	3	13	5	—	—	—			77
7448	B3g	4,433	4,264	96,19	85	15	0,169	3,81	3	2	5	3	—	—	—			87
7449	C	3,478	3,306	95,05	90	10	0,172	4,95	—	7	16	5	—	—	—			72
9566	Ap	4,080	3,545	86,89	70	30	0,535	13,11	—	—	6	—	—	—	—	17	14	63
9567	B2g	3,783	3,255	86,06	75	25	0,527	13,94	—	—	11	—	—	—	—	22	10	57
9568	B3g	2,373	1,939	81,64	65	35	0,436	18,36	3	—	8	—	—	—	—	31	12	46
9569	C	2,254	1,461	64,85	65	35	0,792	35,15	1	—	6	—	—	—	—	36	9	48
7165	A1	2,223	2,120	95,32	97	3	0,104	4,68	—	x	—	x	—	—	—			x
7166	A2	5,000	4,654	92,67	95	5	0,368	7,33	—	5	8	2	—	2	—			83
7167	B21g	4,370	4,129	94,38	95	5	0,246	5,62	—	6	6	3	—	1	—			84
7168	B22g	4,602	4,356	93,44	100	—	0,306	6,56	—	14	6	4	—	1	—			75
7169	C1g																	
7170	II C2g	5,200	5,029	95,97	95	5	0,211	4,03		7	5	4		2	1			81

feldsp. = feldspatos; Mosc. = moscovite; Turm. = turmalina; Zir. = zircão; Esf. = esfena; Rút. = rútilo; Est. = estauroilite; Epíd. = epídoto; Horn. = hornblenda; Clor. = clorite; presença de um mineral de que não foi possível determinar a percentagem

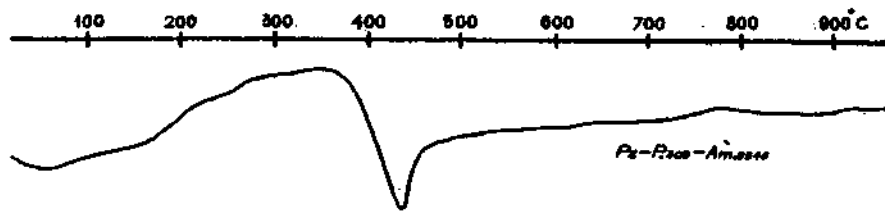
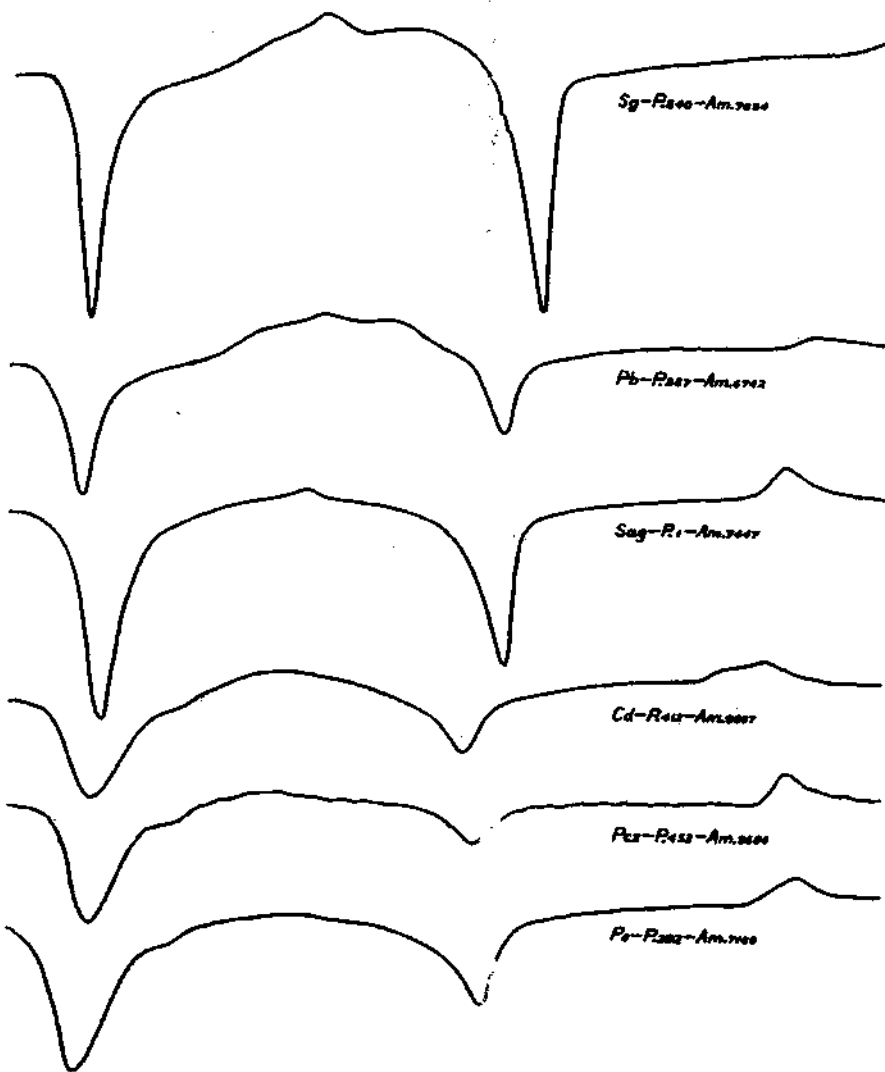


GRAFICO 11
*Análise térmica diferencial dos colóides
minerais de Podzóis*



QUADRO 51

VALORES DE d E I
EXTRAÍDOS DO RADIO-
GRAMA DOS COLÓIDES
MINERAIS DE UM SOLO
HIDROMÓRFICO

Pb - P. 257 — Am. 6742

d (Å)	I
10	3
7,25	3
4,90	1
4,45	10
4,10	1
3,55	4
3,32	6
3,19	2
2,95	1
2,85	1
2,55	10
2,45	1
2,37	1
2,23	1
2,12	1
2,00	2
1,65	1
1,35	1
1,49	5
1,35	1
1,29	1

A análise química dos colóides do solo *Pb* sugere a presença de ilite (92). A capacidade de troca catiónica estimou-se em cerca de 17 m. e./100 g. Os índices P e E , extraídos do gráfico da análise térmica diferencial, indicam também a existência de ilite, talvez associada a caulinite de baixo grau de cristalinidade. A difração por raios X revelou a presença de riscas características da ilite e da caulinite de intensidades

semelhantes, pelo que as suas quantidades relativas serão talvez muito próximas.

No solo *Sag* a análise térmica diferencial mostrou que há illite associada a caulinite ou talvez haloisite ($P = 23$, $E = 1$, $S = 2,8$) (113, 32). A análise química e a capacidade de troca catiónica estimada (18 m. e./100 g) não contrariam aquela determinação.

Os solos *Cd* e *Pcz* do Subgrupo Para-Barros têm minerais do grupo dos montmorilonóides. A análise química e a capacidade de troca catiónica estimada (90 e 60 m. e./100 g, respectivamente) assim o indicam, o mesmo acontecendo com a análise térmica diferencial que permite acrescentar ainda a possível presença de illite, nos primeiros, e de caulinite, nos segundos.

Nos Planossolos (*Ps*) a análise química, a capacidade de troca catiónica estimada e a análise térmica diferencial possibilitaram saber-se que existem montmorilonóides associados a uma certa percentagem de caulinite.

Em resumo, parece poder afirmar-se que nos Solos Hidromórficos estudados até agora os colóides minerais são illites ou caulinites, predominando umas ou outras consoante os casos. Nos Para-Barros e Planossolos há, porém, montmorilonóides, possivelmente associados àqueles minerais.

6.16.5 — Micromorfologia

O estudo micromorfológico dos horizontes *Ap* do perfil n.º 257 (*Pb*) e dos horizontes *A2* e *B22g* do perfil n.º 292 (*Ps*), efectuado em cortes delgados, é a seguir apresentado.

Pb — Perfil 257

Horizonte Ap (Corte n.º 59). — O «fabric» é porfirítico do tipo porfirópéptico (106), mas em que o esqueleto mineral representa uma percentagem muito baixa em relação à do plasma. Aquele compõe-se de relativamente poucos grãos minerais de areia fina e de limo grosseiro, mais destes do que dos primeiros. O plasma tem cor cinzento-olivácea (cinzento-amarelada à luz reflectida) e é constituído por argila silicatada, alguns óxidos de ferro mais ou menos hidratados e partículas de limo fino. Tem um aspecto muito denso, vendo-se apenas algumas fendas

muito finas e muito curtas. Imersas nele há grânulos de matéria orgânica de dimensões diminutas, possivelmente dejeções da fauna do solo.

Existem muitas concreções ferruginosas, esféricas ou quase, negras à luz transmitida e, à luz reflectida, vermelhas na parte central e amareladas ou alaranjadas na periferia, o que deve resultar de diferente grau de hidratação. Umas são muito densas e uniformes, outras apresentam grãos minerais inclusos. As suas dimensões vão desde alguns décimos de milímetro até mais de 3 mm de diâmetro. Mostram, por vezes, indícios de envelhecimento.

A porosidade do material é, como facilmente se depreende, diminuta, uma das razões porque a produtividade destes solos é baixa.

Na Figura 25 mostra-se uma fotografia deste corte.

Ps — Perfil 292

Horizonte A2 (Corte n.º 52). — O «fabric» é plectoamféctico, em muitos sítios em transição para porfirópéptico (106). Os grãos minerais, essencialmente de quartzo e das fracções areia grossa e fina, estão imersos num plasma que rodeia as partículas e as liga umas às outras mas que possui acentuada porosidade em vacúolos de tamanho variável que chegam a atingir 3 mm de diâmetro. Em certas zonas, pouco frequentes, a porosidade é, porém, praticamente nula.

O plasma é constituído por numerosíssimos grãos de limo embebidos em óxidos de ferro e alguma argila silicatada, imprimindo os óxidos à massa um isotropismo geral de que só se destacam as partículas limosas.

O aspecto saliente deste corte, de que se apresenta uma fotografia na Figura 26, é que, rodeando muitos dos vacúolos, sobretudo os maiores, existem auréolas relativamente largas de plasma amarelado. A restante parte do plasma tem cor parda, à luz transmitida, e amarelada, à luz reflectida, mas as auréolas, sob esta mesma luz, são de um tom amarelo mais escuro ou mesmo alaranjado. Estas auréolas devem ser devidas a concentrações de ferro trazido em solução nas águas ascensionais através dos vacúolos e que precipitou aí logo que as condições do meio o permitiram, tendo sofrido uma certa difusão para o interior.

Vêem-se algumas acumulações ou concreções negras de ferro (vermelhas à luz reflectida) com partículas de quartzo inclusas; pela sua forma parecem preencher antigos vacúolos. Sendo assim pode aventar-se a hipótese das auréolas, em fase mais avançada, sofrerem maior desidratação e dar origem a concreções por preenchimento de espaço vacuolar.

Pela presença de algumas fendas, entre os agregados, de orientação paralela à superfície do solo constata-se que a estrutura tem tendência para laminar; e como os agregados não mostram gradações de cor ou de constituição duma face para a outra o «fabric» assemelha-se ao «iso-banded» de McMillan & Mitchell (133).

Horizonte B22g (Corte n.º 53). — Como a quantidade de vacúolos é apreciavelmente menor, o «fabric» deste horizonte aproxima-se muito mais do porfiropéptico do que do plectoamíctico (106) do horizonte anterior. Em todo o caso observam-se ainda alguns vacúolos com auréolas idênticas às descritas no A2.

O plasma tem características semelhantes, mas a argila silicatada birrefringente abunda agora. Vêm-se películas de argila à volta dos grãos minerais e nas paredes dos poros. Nas faces dos agregados são raras. Consta-se, portanto, que, embora a argiluviação seja um facto, grande parte da argila é formada «in situ».

O esqueleto mineral é ainda composto por areias grossa e fina quartzosas e inúmeras partículas de limo continuam a estar integradas no plasma.

Observam-se algumas concreções ferruginosas negras com grãos minerais inclusos, as quais têm forma arredondada e diâmetros entre 1 e 2 mm.

A estrutura deixou, neste horizonte, de ser laminar e passou a anisforme angulosa ou prismática.

6.16.6 — Considerações sobre a génese

Os Solos Hidromórficos são solos sujeitos a encharcamento temporário ou permanente. A água, mais ou menos enriquecida em matéria orgânica, provoca intensos fenómenos de redução, sobretudo dos óxidos de ferro, em todo ou parte do seu perfil. O ferro ferroso, bastante solúvel, movimenta-se duns pontos para outros do perfil do solo, podendo precipitar, sob a forma férrica, onde encontre condições favoráveis à oxidação.

Os fenómenos de redução do ferro tornam-se particularmente evidentes no solo pela existência de cores quase neutras com ou sem manchas doutras cores, que são características dos chamados horizontes glei.

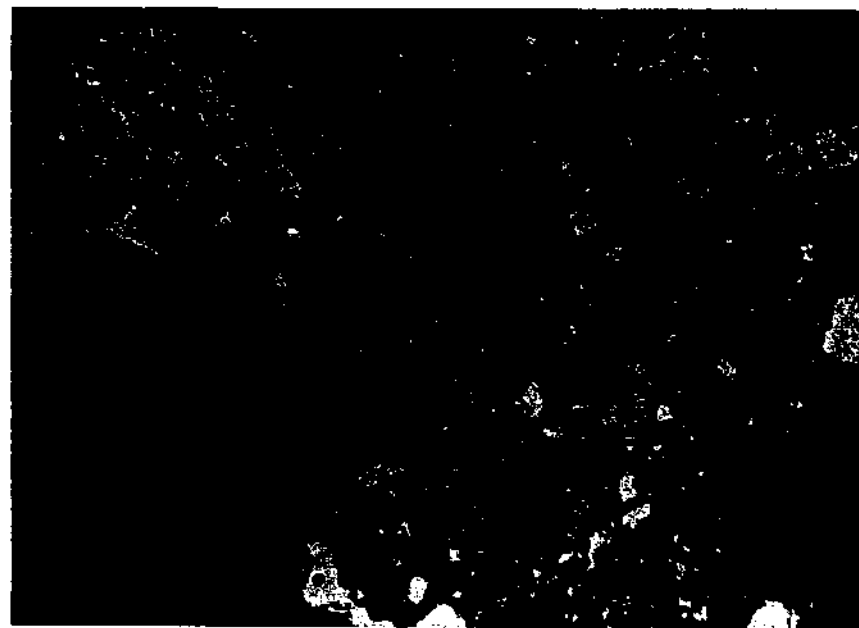


Figura 25 — Microfotografia do horizonte Ap de Pb (P. 257 — Corte n.º 59 — Nicol. paralelos — x 35): «fabric» porfiropéptico; poucos grãos minerais imersos num plasma muito denso; concreções ferruginosas com grãos inclusos.



Figura 26 — Microfotografia do horizonte A2 de Ps (P. 292 — Corte n.º 52 — Nicol. paralelos — x 35): «fabric» plectoamíctico; grãos de quartzo num plasma com bastante vacúolos rodeados de auréolas em que predominam óxidos de ferro hidratados; vê-se uma grande concreção ferruginosa com grãos minerais inclusos preenchendo um vacúolo.

Nos solos sem estrutura uma cor de fundo de croma igual ou inferior a 1 com ou sem manchas ou tonalidades mais azuis do que 10 Y (da escala de Munsell) são sintomáticas de forte gleização. Em material estruturado as faces dos agregados têm, em geral, cor de fundo de croma igual ou inferior a 2 com algumas manchas pouco distintas; a sua parte interior pode apresentar muitas manchas muito distintas que, em regra, são rodeadas por uma malha intrincada de veios de croma baixo.

Se a gleização não é muito forte os sintomas de redução do ferro constam normalmente de algumas ou muitas manchas distintas ou muito distintas de croma superior a 2 no material sem estrutura, ou, se o material está bem estruturado, de uma cor de fundo de croma superior a 2 com poucas ou algumas manchas pouco distintas ou distintas nas faces dos agregados e algumas ou muitas manchas distintas ou muito distintas no seu interior.

Os Solos Hidromórficos que em Portugal, a sul do Tejo, não apresentam um horizonte eluvial estão quase sempre sujeitos a encharcamento permanente em parte ou em todo o seu perfil por acção de uma toalha freática que sofre oscilações mais ou menos profundas com as estações. A migração do ferro ferroso é, na maioria dos casos, ascendente, formando-se manchas e concreções ferruginosas na zona de oscilação da toalha freática por precipitação dos óxidos férricos. A zona mais duramente encharcada, em que predominam os fenómenos de redução, apresenta cor cinzenta, por vezes esverdeada, devido à acumulação do ferro ferroso.

Nos Planossolos existe, sob um A2, um horizonte B bastante argiloso, devido em parte à formação intensa de argila «in situ» e em parte à argiluviação que há muito se dá nestes solos bastante meteorizados e envelhecidos e que é favorecida pelas condições topográficas planas em que se situam. Este horizonte é compacto e pouco permeável. Na época húmida as camadas suprajacentes depressa se saturam após as chuvas e a água estagna, formando-se assim uma toalha temporária por cima do horizonte B. Durante o período de estagnação da água os óxidos de ferro reduzem-se e solubilizam-se. Ao entrar-se nos meses secos a água evapora-se ou escoar-se por zonas de drenagem preferencial existentes já na época húmida mas agora sem compensação pluvial. O ferro ferroso concentra-se então à volta das pequenas raízes, que vão absorvendo os restos da humidade outrora em excesso, e precipita sob a forma férrica, formando-se concreções e manchas ferruginosas, sobretudo abundantes na

parte inferior do horizonte A2. Os óxidos de ferro não se deslocam senão em pequenas distâncias, da ordem de alguns centímetros. Quanto ao horizonte B, apenas há transformações ao longo e nas proximidades dos locais de drenagem preferencial durante a época húmida. Nesses canaliculos dá-se o arrastamento do ferro solubilizado para fora do horizonte; daí a existência de veios muito claros. Por deslocação lateral o ferro acaba por precipitar nas proximidades dos veios de drenagem; daí a presença de manchas ferruginosas à volta desses veios.

Tem-se assim que o processo de formação dos Planossolos é assaz diferente do dos restantes Solos Hidromórficos. Todavia julga-se que, no caso dos solos esbranquiçados de xisto (Pb), que dominam no chamado «Campo Branco» do Baixo-Alentejo, ambos os processos de formação actuam, variando porém as respectivas intensidades de local para local. É a favor desta hipótese o facto de, tal como no caso dos Planossolos, estes solos se apresentarem extremamente secos e compactos na época seca o que, aliado ao facto de serem excessivamente «frios» ou asfixiantes no Inverno, os torna pouco favoráveis às culturas, a não ser após tratamento adequado, nos casos em que é viável. Muitas vezes, porém, a sua pequena espessura efectiva ajuda ainda a complicar o problema.

6.17 — SOLOS TURFOSOS COM «MUCK»

6.17.1 — Descrição-geral das Famílias

Os Solos Orgânicos Hidromórficos apresentam apenas uma Subordem, a dos Solos Turfosos Com «Muck», de que foram reconhecidas as duas Famílias seguintes:

Solos Turfosos Com «Muck»:

- sobre materiais arenosos (Sp)
- sobre materiais argilosos (Spg)

As respectivas descrições-gerais são apresentadas a seguir.

Solos Turfosos Com «Muck» sobre materiais arenosos (Sp)

Horizonte O — 20 a 40 cm; preto ou cinzento muito escuro; constituído por elevada percentagem de matéria orgânica (restos de plantas, principalmente raízes em diversos estados de decomposição) associada ou não a algum material arenoso, o que lhe confere baixa densidade aparente; pH 4,5 a 5,5.

Transição nítida para

Horizonte A1 — 20 a 70 cm; preto ou cinzento muito escuro; arenoso a franco, húmifero ou ainda orgânico, com algum material sobretudo arenoso; com menos restos vegetais que o horizonte anterior; solto ou de estrutura granulosa ou subangulosa média ou grosseira fraca ou moderada; friável a firme; pH 4,5 a 5,5.

Transição nítida para

Horizonte C — Areia pardo-acinzentada mais ou menos clara com ou sem manchas pequenas, médias e grandes, distintas, pretas ou cinzentas muito escuras; solta. Esta camada assenta, em regra, a profundidade variável, numa outra intensamente reduzida e de baixa permeabilidade.

O lençol freático no Inverno pode chegar à superfície do solo e no Verão raramente está a mais de 1 m de profundidade. Quando cultivados o horizonte O pode não existir.

Solos Turfosos Com «Muck» sobre materiais argilosos (Spg)

Horizonte O — 20 a 40 cm; preto ou cinzento muito escuro; constituído por elevada percentagem de matéria orgânica (restos de plantas, principalmente raízes, em diversos estados de decomposição) associada ou não a algum material mi-

neral das fracções argila, limo e areia, o que lhe confere baixa densidade aparente; pH 5,0 a 5,5.

Transição abrupta ou nítida para

Horizonte A1 — 20 a 60 cm ou mais, cinzento ou pardo-acinzentado com algumas ou muitas manchas médias e grandes distintas pretas, pardo-acinzentadas ou cinzentas; franco-arenoso a argiloso húmífero ou ainda orgânico com algum material mineral em que é apreciável a percentagem de argila; estrutura massiça; muito firme.

Transição nítida ou gradual para

Horizonte C — 20 a 70 cm; cinzento-oliváceo com muitas manchas pequenas e médias distintas cinzentas-oliváceas-escuras; franco-argilo-arenoso a argiloso húmífero ainda com restos vegetais em decomposição; estrutura massiça; muito aderente e muito plástico. Frequentemente esta camada assenta em areia pardo-acinzentada mais ou menos clara.

O lençol freático no Inverno pode chegar à superfície do solo e no Verão raramente está a mais de 1 m de profundidade. Quando cultivados o horizonte O pode não existir.

Os Solos Turfosos Com «Muck» formam-se em relevo côncavo ou plano.

Os solos das duas Famílias atrás descritas têm sido encontrados em pequenas manchas na região Alcácer do Sal - Comporta e ainda próximo de Ponte de Sor.

6.17.2 — *Dados analíticos físicos e químicos*

Dados analíticos respeitantes a dois perfis, um de cada uma das Famílias descritas, são apresentados no Quadro 52.

O teor orgânico dos dois perfis estudados satisfaz os requisitos do «histic epipedon». Com efeito o horizonte A11p do Solo Sp que, por estar cultivado, deveria ter só mais de 17,8 % de matéria orgânica, possui 18,44 %; o horizonte A12 é uma camada orgânica por ter mais de

QUADRO 52

DADOS ANALÍTICOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS TURFOSOS COM «MUCK»

A

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Profundidade cm	> 2 mm %	< 2 mm				Matéria orgânica %	C orgânico %	N total %	C - N	Ferro livre %	pH
					Areia grossa %	Areia fina %	Limo %	Argila %						
Sp -308 ...	9 475	A11p	0-22	0,0	29,6	14,5	42,2	13,7	18,44	10,70	0,530	20,2	0,29	4,6
	9 476	A12	22-62	0,0	7,2	37,3	45,8	9,7	23,10	13,40	0,570	23,5	Vest.	5,0
	9 477	Cg	76-96	0,0	93,0	6,4	0,4	0,2	0,45	0,26	0,060	4,3	Vest.	5,8
Spg-513 ...	10 408	A11p	0-33	0,0	38,7	27,4	13,1	20,8	26,92	15,62	0,630	24,0	0,97	5,5
	10 409	Bg	33-54	0,0	18,4	7,3	27,1	47,2	9,06	5,26	0,260	20,2	0,44	5,1
	10 410	B Cg	62-90	0,0	14,0	17,3	21,9	46,8	9,58	5,56	0,200	27,8	2,20	2,4

A**B**

pH	Catiões permutáveis (m. e./100 g)					S m. e./100 g	T m. e./100 g	V %
	Ca	Mg	K	Na	H			
4,6	6,84	0,43	0,15	0,32	15,50	7,74	23,24	33,3
5,0	12,90	0,70	0,40	0,12	20,40	14,12	34,52	40,9
5,8	1,59	Vest.	0,17	0,83	0,50	2,59	3,09	83,8
5,5	17,00	1,55	0,19	0,87	8,10	19,61	27,71	70,7
5,1	12,50	1,60	0,23	1,14	6,10	15,47	21,57	71,8
2,4	7,30	1,60	0,02	0,23	39,40	9,15	48,55	18,9

B

22 % de matéria orgânica; o horizonte A1lp do solo *Spg* apenas poderá desviar-se da definição de «histic epipedon» por ter um pouco mais de 30 cm de espessura, uma vez que o seu teor orgânico é superior ao mínimo exigido, isto é, 24,1.

As razões C/N são elevadas, aproximando-se muito das atribuídas ao húmus bruto.

A capacidade de troca catiónica é mediana ou alta — excepto no horizonte Cg do solo *Sp* — devido à quantidade de colóides do solo, quer minerais quer orgânicos. O grau de saturação não é, em geral, muito elevado e a reacção do solo é moderada ou fortemente ácida. No horizonte B Cg do perfil de *Spg* encontrou-se o pH 2,4, o que deve ser resultante da presença de ácido sulfúrico e sulfatos de ferro e de alumínio formados por processos idênticos aos descritos anteriormente na discussão da génese dos Solos Salinos.

6.17.3 — *Mineralogia da areia fina*

Os resultados da análise mineralógica da areia fina do perfil n.º 308 (Sp) encontram-se no Quadro 53.

A reserva mineral é quase nula, limitada apenas a uma pequena percentagem de feldspatos. Na fracção pesada constata-se a presença de estauroilite, um mineral proveniente de rochas metamórficas.

Não existem neste perfil diferenças qualitativas ou quantitativas da «suite» mineralógica indicadoras de diferenças do material litológico, de condições de deposição ou do grau de meteorização dos vários horizontes.

6.17.4 — *Considerações sobre a génese*

Os Solos Hidromórficos Orgânicos apresentam grandes quantidades de materiais orgânicos de origem vegetal e animal que se acumularam porque um conjunto de factores impediu ou retardou muito a sua decomposição. Na maioria dos casos é o excesso de humidade em grande parte do ano que, reduzindo drásticamente o arejamento do solo, conduz à acumulação. Poucos microrganismos podem viver em tal meio de modo que a decomposição e humificação da matéria orgânica são muitíssimo lentas.

QUADRO 53

ANÁLISE MINERALÓGICA DA AREIA FINA DE UM SOLO TURFOSO COM «MUCK»

Unidade e Perfil	Amostra número	Horizonte	Peso da areia fina g	Fracção leve		Mineralogia da fracção leve %	Fracção pesada		Mineralogia da fracção pesada %				
				Peso g	%	Quartzo	Feldsp.	%	Turm.	Est.	Zir.	Opacos	
Sp-308	9475	A11p	0,806	0,764	94,79	95	5	5,21	31	12	8	7	42
	9476	A12	0,548	0,519	94,71	95	5	5,29	29	5	2	9	45
	9477	Cg	4,250	4,029	94,80	100	—	5,20	28	11	7	5	49

Feldsp. = feldspatos; Turm. = turmalina; Est. = esfena; Est. = estauroilite; Zir. = zircão.

Se a maior parte dos materiais orgânicos acumulados estão ainda bastante puros, isto é, muito pouco decompostos, podendo identificar-se as plantas originais, tem-se uma Turfa («Peat», em língua inglesa). Se, porém, eses materiais estão já bem decompostos, não sendo aquela identificação possível, está-se então frente a um «Muck». Neste caso o teor mineral (ou quantidade de cinzas) é superior ao das turfas.

Os Solos Turfosos encontrados a Sul do Tejo estão só temporariamente saturados de água e sujeitos a flutuações importantes da toalha freática. A camada de materiais orgânicos acumulados não é excessivamente espessa e estes encontram-se muito decompostos. Em geral estão a ser cultivados, pelo que a sua camada superior se encontra, por vezes, fortemente mineralizada, dificilmente se podendo já considerar orgânica.

Tudo parece indicar que estes solos correspondam aos «Anmoors» de Kubiena (107). Nestes existe uma mistura íntima entre a matéria mineral e a matéria orgânica bem decomposta, sendo o conjunto frequentemente compacto e plástico. A toalha freática é pouco profunda mas pode descer bastante durante a época seca, diminuindo muito, neste período, o teor de humidade do solo.

O «Anmoor» é caracterizado pelo desenvolvimento de duas faunas sucessivas: uma aquática, proliferando na época em que o solo está saturado de humidade, e outra aeróbia, própria do período seco. Qualquer delas entra em vida latente quando as condições lhe são desfavoráveis. É esta actividade relativamente intensa durante todo o ano a causa da boa humificação dos materiais orgânicos e da sua íntima mistura com a matéria mineral.

Os Solos Orgânicos apresentam em regra quantidades de enxofre acima das usuais noutros solos. Em condições de hidrôrmorfismo, isto é, anaeróbias, podem dar-se fenómenos de redução semelhantes aos descritos no capítulo dos Solos Salinos e aparecerem, nalgumas camadas inferiores, reacções fortemente ácidas. Assim sucedeu no perfil de Spg estudado, como já se referiu.

6.18 — AFLORAMENTOS ROCHOSOS

Associados a muitos dos solos descritos aparecem às vezes afloramentos rochosos de composição litológica diversa.

Até agora têm-se cartografado os seguintes agrupamentos:

- de basaltos ou doleritos ou outras rochas eruptivas básicas afins (Arb)
- de calcários ou dolomias (Arc)
- de arenitos calcários (Arct)
- de calcários cristalinos associados a outras rochas cristalofílicas (Arcx)
- de dioritos ou gabros (Ard)
- de granitos ou quartzodioritos (Arg)
- de gneisses ou rochas afins (Argn)
- de pórfiros (Arp)
- de quartzitos ou rochas afins (Arq)
- de sienitos (Ars)
- de arenitos (Art)
- de xistos ou grauvaques (Arx)

7 — AGRADECIMENTOS

Trabalhos como este têm forçosamente que resultar da colaboração directa ou indirecta e mais ou menos importante de diversas pessoas e entidades. Isso não nos desobriga, porém, de a todos citar e agradecer a sua participação.

Sua Excelência o Secretário de Estado da Agricultura, os Ex.^{mas} Senhores Director-Geral dos Serviços Agrícolas, Presidente e Vice-Presidente da Junta de Investigações Agronómicas e Director e Subdirector da Estação Agronómica Nacional mostraram-se sempre interessados pelo progresso deste estudo e muito nos facilitaram a sua realização.

A Comissão Orientadora do Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário, de maneira muitíssimo especial o Eng.^o Agr.^o João Maria Cabral, tornou, em grande parte, possível a elaboração deste trabalho, não só permitindo a utilização de elementos exclusivos do Serviço, como auxiliando-nos em várias circunstâncias e de diversas maneiras.

Os nossos colaboradores do S. R. O. A. no levantamento da Carta de Solos de Portugal e da Carta de Capacidade de Uso do Solo muito nos ajudaram na obtenção de elementos morfológicos das várias unidades pedológicas e na colheita de amostras. Com justiça há, porém que destacar dentre eles os Eng.^{os} Agr.^{os} João Faustino Fernandes, Manuel Teixeira Bessa, Alfredo Constantino, Fernando Vasconcellos, Teodósio Salgueiro e Maurício Soares da Fonseca.

Aos colegas do Departamento de Solos da E. A. N. Eng.^{os} Agr.^{os} Fernando Câmara de Freitas, António Antunes da Silva e Vítor Ferreira Malha e seus colaboradores, de nível universitário ou secundário, quer

da E. A. N. quer da M. E. A. U., se deve a análise física e química de todas as amostras, havendo que salientar a sua constante boa vontade e desinteressado auxílio, chegando ao sacrifício dos seus próprios trabalhos.

O Dr. J. Bailim Pissarra, então do Grupo de Trabalho de Pedologia da M. E. A. U., deu-nos uma colaboração extraordinária nos estudos mineralógicos das fracções areia fina e argila. Sem ela os resultados obtidos seriam certamente de qualidade muito inferior.

Aos Serviços de Cartografia do S. R. O. A. se fica a dever o desenho dos gráficos de análise térmica diferencial, sendo de destacar a boa vontade e cooperação dos Eng.^{os} A. Rhodes Sérgio e Saul Silva.

O Dr. J. Lima de Faria e alguns dos seus auxiliares do Laboratório de Técnicas Físico-Químicas Aplicadas à Mineralogia e Petrologia da J. I. U. foram de enorme amabilidade, permitindo e auxiliando o estudo por difracção por raios X dos colóides minerais e demonstrando um espírito de colaboração que deve ser enaltecido.

Ao Eng.^o L. Aires Barros e seus colaboradores do Laboratório de Estudos Petrológicos e Paleontológicos da J. I. U. se fica devendo a preparação das lâminas de solos para estudo micromorfológico.

Os Eng.^{os} Agr.^{os} da M. E. A. U. Nélso Duarte e Quintino Rogado tiveram a amabilidade de nos auxiliar em certos assuntos abordados neste trabalho.

O Eng.^o Agr.^o J. Almeida Alves, do Laboratório Químico-Agrícola Luís António Rebelo da Silva, prestou-nos, sempre que foi necessário, pronta e gentil colaboração, substituindo-nos até em determinadas tarefas com o fim de nos deixar assim mais tempo livre para empreendermos este estudo.

O ajudante de laboratório da E. A. N. Vasco Lourenço, com a sua reconhecida competência, deu-nos importante ajuda na obtenção de todo o material fotográfico.

Os dactilógrafos do S. R. O. A. José Loureiro e Carlos Correia foram de uma dedicação inexcedível e de grande proficiência na execução do original, o mesmo se podendo dizer em relação às escriturárias Maria Amália Costa e Maria Teresa Bernardes na revisão do mesmo.

A todos, do mais graduado ao mais modesto, se deseja exprimir o nosso imenso reconhecimento e apresentar os mais vivos agradecimentos pelo muito que, de uma forma ou outra, lhes ficamos a dever. A nossa gratidão vai ainda para aqueles, e muitos foram, que se ofereceram para nos auxiliar mas cujos serviços não chegaram a ser necessários. Mas nem

por isso deixaram de revelar uma camaradagem que nunca é demais encarecer.

Finalmente à esposa e filha queremos agradecer a compreensão manifestada por mais um período de «tensão» e o amparo e carinho com que nos rodearam, através de várias vicissitudes, durante a preparação deste trabalho.

SUMMARY

This book is the result of many years devoted to the study of the soils of Portugal by the author, who is directing the Soils Map of Portugal and the Land Capability Map of Portugal, both being published at a scale of 1:50,000.

After the presentation, in Chapter 2, of somewhat detailed indications about material and methods used in this study, either in the field or in the laboratory, and, in Chapter 3, of a brief record of the evolution of soil classification in general, a review of previous classifications of the soils of Southern Portugal, namely those by Del Villar, Bramão *et al.*, Botelho da Costa, and Sacramento Marques, is presented in Chapter 4.

In Chapter 5 the author presents a new classification of the soils of Portugal, south of Tagus river.

Taxonomic categories are Order, Suborder, Group, Subgroup, and Family. The scheme of classification is as follows:

- 1 — Incipient Soils
 - 11 — Lithosols
 - 111 — Lithosols of Sub-humid and Semi-arid climates
 - (11 Families: Eb — Ec — Ed — Eg — Egn — Ep — Eq — Et — Etc — Ets — Ex) (*)
 - 12 — Regosols
 - 121 — Regosols of Sub-humid and Semi-arid climates
 - 1211 — Psammo-Regosols
 - (1 Family: Rg)
 - 1212 — Para-Hydromorphic Psammo-Regosols
 - (1 Family: Rgc)
 - 13 — Alluvial Soils
 - 131 — Modern Alluvial Soils
 - 1311 — Non-calcareous
 - (3 Families: Al — A — Aa)

(*) Soil Families are indicated here only by their cartographic symbols.

- 1312 — Calcareous
(3 Families: Alc — Ac — Aac)
- 132 — Old Alluvial Soils
 - 1321 — Non-calcareous
(3 Families: Atl — At — Ata)
 - 1322 — Calcareous
(3 Families: Atlc — Atc — Atac)
- 14 — Colluvial Soils
 - 1401 — Non-calcareous
(3 Families: Sbl — St — Sba)
 - 1402 — Calcareous
(3 Families: Sblc — Sc — Sbac)
- 2 — Litholic Soils
 - 21 — Humic Litholic Soils
 - 211 — Humic Litholic Soils of Mountainous Climates
 - 2111 — Normals
(2 Families: Mns — Max)
 - 2112 — Para-Lithosols
(Shallow phases of the Normals)
 - 22 — Non-Humic Litholic Soils
 - 221 — Non-Humic Litholic Soils of Sub-humid and Semi-arid climates
 - 2211 — Normals
(10 Families: Par — Pg — Pga — Pgm — Ppg — Psn — Pt — Vf — Vt — Vts)
 - 2212 — Para-Lithosols
(Shallow phases of the Normals)
- 3 — Calcareous Soils
 - 31 — Brown Calcareous Soils
 - 311 — Brown Calcareous Soils of Sub-humid and Semi-arid Climates
 - 3111 — Normals
(8 Families: Pc — Pcg — Pcr — Pcs — Pct — Pcx — Ptc — Rc)
 - 3112 — Para-«Barros»
(1 Family: Pc')
 - 3113 — Para-Lithosols
(1 Family: Pcd)
 - 32 — Red Calcareous Soils
 - 321 — Red Calcareous Soils of Sub-humid and Semi-arid Climates
 - 3211 — Normals
(6 Families: Vac — Vc — Vcr — Vcs — Vct — Vcx)
 - 3212 — Para-«Barros»
(1 Family: Vc')

- 4 — «Barros» (Vertisols)
 - 41 — Black «Barros»
 - 411 — Non-Calcareous Black «Barros»
(1 Family: Bp)
 - 412 — Calcareous Black «Barros»
 - 4121 — Strongly Decarbonated
(1 Family: Bpc)
 - 4122 — Slightly Decarbonated
(1 Family: Cp)
 - 4123 — Non-Decarbonated
(1 Family: Cpc)
 - 42 — Dark Reddish-Brown «Barros»
 - 421 — Non-Calcareous Dark Reddish-Brown «Barros»
(1 Family: Cb)
 - 422 — Calcareous Dark Reddish-Brown «Barros»
 - 4221 — Strongly Decarbonated
(1 Family: Bvc)
 - 4222 — Slightly Decarbonated
(1 Family: Cpv)
 - 4223 — Non-Decarbonated
(1 Family: Cbc)
- 5 — «Sols Léssivés» Not Strongly Unsaturated
 - 51 — Brown Mediterranean Soils
 - 511 — Brown Mediterranean Soils from Calcareous Rocks
 - 5111 — Para-«Barros»
(2 Families: Pac — Pbc)
 - 5112 — Para-Hydromorphic
(1 Family: Pdc)
 - 512 — Brown Mediterranean Soils from Non-Calcareous Rocks
 - 5121 — Normals
(4 Families: Pgn — Png — Ppx — Px)
 - 5122 — Para-«Barros»
(1 Family: Pm)
 - 5123 — Para-Hydromorphic
(5 Families: Pag — Pagx — Pd — Pmh — Ppm)
 - 52 — Red-Yellow Mediterranean Soils
 - 521 — Red-Yellow Mediterranean Soils from Calcareous Rocks
 - 5211 — Normals
(5 Families: Pvc — Scv — Vcc — Vcd — Vcv)
 - 5212 — Para-«Barros»
(1 Family: Vcm)
 - 522 — Red-Yellow Mediterranean Soils from Non-Calcareous Rocks
 - 5221 — Normals
(6 Families: Pv — Pvx — Sr — Vgn — Vtc — Vx)

- 5222 — Para-«Barros»
(1 Family: Vm)
- 5223 — With Plinthitic Materials
(1 Family: Sr*)
- 5224 — Para-«Sols Lössivés» Strongly Unsaturated
(Families not established)

6 — Podzolized Soils

- 61 — Podzols (Non-Hydromorphic)
 - 611 — Podzols Without «Ortstein»
(1 Family: Ap)
 - 612 — Podzols With «Ortstein»
(3 Families: Ppr — Ppt — Pz)
- 62 — Hydromorphic Podzols
 - 621 — Hydromorphic Podzols Without «Ortstein»
(1 Family: Aph)
 - 622 — Hydromorphic Podzols With «Ortstein»
(1 Family: Pzh)

7 — Halomorphic Soils

- 71 — Saline Soils
 - 711 — Saline Soils of Medium Salinity
 - 7111 — From Alluvium
(6 Families: Asl — Ask — As — Asc — Asa — Asac)
 - 7112 — From Detrital Rocks
(1 Family: S)
 - 712 — Saline Soils of High Salinity
 - 7121 — From Alluvium
(6 Families: Assl — Assc — Ass — Assc — Assa — Assac)
 - 7122 — From Detrital Rocks
(1 Family: Ss)

8 — Hydromorphic Soils

- 81 — Without Eluvial Horizon
 - 8101 — Para-Alluvial Soils
(6 Families: Cal — Calc — Ca — Cac — Caa — Caac)
 - 8102 — Para-Regosols
(1 Family: Sg)
 - 8103 — Para-«Barros»
(2 Families: Cd — Pcz)
 - 8104 — Para-«Sols Lössivés» Not Strongly Unsaturated
(2 Families: Pb — Sag)
- 82 — With Eluvial Horizon
 - 821 — Planosols
(1 Family: Ps)

9 — Hydromorphic Organic Soils

- 91 — Mucky Soils
(2 Families: Sp — Spg)

In Chapter 6 a complete characterization of all these soils is made and their genesis is discussed. General morphological descriptions of every Soil Family are presented, accompanied by the study of selected and representative profiles, which includes physical and chemical analysis of the soil, mineralogy of fine sand, mineralogy of clay (chemical analysis, DTA, and X-rays diffraction) and micro-morphology of some horizons.

Incipient Soils are soils either without natural genetic horizons or with only the beginnings of horizons. In general, they show C or (A)C profiles. The absence of genetic horizons in these soils is mainly due to scarcity of time for their development.

Lithosols have C or (A)C profiles and are characterized by stony, dominantly mineral, often thin (A) horizons that merge into or rest on shattered hard rock at no great depth below the surface. Their effective depth is normally not over 10 cm. They may be derived from basalts, limestones, dolomites, diorites, gabbros, granites, granodiorites, gneisses, granite porphyries, sandstones, shales, graywackes, and schists. Physical and chemical analytical data are presented on Table 1. In these soils parent rock has been exposed for a comparatively short period mainly due to accelerated erosion which removes the fine-textured materials produced by weathering. Physical desintegration predominates over chemical alteration. The latter is confined to formation of clay from easily weatherable minerals and to partial solution of carbonates (whenever calcareous rocks are parent rocks). There is a certain equilibrium between weathering and erosion, what is established at a rather small thickness of the solum.

Regosols have also (A)C profiles but differ from Lithosols in that the rocks from which they are formed are unconsolidated deposits. All Regosols of Southern Portugal are *Psammo-Regosols* i. e. sandy soils derived from sands. Physical and chemical analytical data are presented on Table 2, and mineralogy of coarse and fine sand on Table 3. The scarce vegetation and the absence of weatherable minerals are partly responsible for the small development of these soils.

Alluvial Soils are soils developing from transported and relatively recently deposited material (alluvium) with little or no modification of the original materials by soil-forming processes. *Alluvial Soils* are subdivided into *Modern* and *Old Alluvial Soils*. The former are still receiving depositions from time to time; the latter do not receive any more additions by flooding, being, in general, geological terraces. Soil Families of both Groups are established according to texture and

presence or absence of lime in the profile. Table 4 includes physical and chemical analytical data for some Families of *Modern Alluvial Soils*; Table 5 concerns *Old Alluvial Soils*.

Colluvial Soils are *Incipient Soils* derived from colluvium. Soil Families are also established according to texture and absence or presence of carbonates in the profile.

Litholic Soils are soils with AC or AlA (cambic B) horizons developed on non-calcareous materials. They are subdivided into *Humic* and *Non-Humic Litholic Soils*. In all *Litholic Soils* the dominant soil forming factor is parent rock, which is under stronger physical weathering than chemical alteration, being comparatively small both the clay formation and the iron segregation and almost nul the migration of non-soluble materials.

Humic Litholic Soils have high content of organic matter in the Al and are derived from granites, syenites, and shales. Tables 6, 7, 8, and 9 include physical and chemical data of the sol, mineralogical analysis of fine sand, chemical analysis of clay, and X-rays diffraction data, respectively, of a profile of a *Humic Litholic Soil* derived from syenite. Graph 1 shows the differential thermal analysis of the clay of the B horizon; Picture 1 shows the profile studied, and Picture 2 presents the micromorphology of the Al horizon. The high content of humus of these soils is mainly due to the small rate of decomposition of organic matter at the comparatively high altitudes where they occur, where low temperatures are dominant during several months.

Non-Humic Litholic Soils, all of sub-humid and semi-arid climates, have low content of organic matter and are developed on granites, granodiorites, granite porphyries, syenites, sandstones, and conglomerates. Physical and chemical analytical data of several profiles are on Table 10; mineralogy of fine sand on Table 11; chemical analysis of clay of the B horizon of a soil derived from syenite is on Table 12; differential thermal analysis of this same material is on Graph 2. In warmer climates under which they develop, the comparatively scarce vegetation and the long-lasting human influence by cultivation and erosion are important factors determining the rather low content of organic matter of these soils. Some Families of this Suborder have red colour; they are lithochromic soils, as micromorphology has revealed that processes of rubefaction and or laterization have acted upon the geological materials from which, later on, the soils were derived.

Calcareous Soils are soils with AC or AlAC (cambic B) horizons occurring on calcareous materials. Calcium carbonate is always distributed throughout the profile. They are all of sub-humid and semi-arid climates. They are subdivided into *Brown Calcareous Soils* and *Red Calcareous Soils*.

Several profiles of different Families of *Brown Calcareous Soils* are studied on Tables 13 (physical and chemical analysis of the soil), 14 (mineralogy of fine

sand), 15 (chemical analysis of clay), 16 (X-rays diffraction), and Graph 3 (differential thermal analysis); Picture 3 shows the micromorphology of the Cca horizon of a soil derived from chalk. Data for *Red Calcareous Soils* are presented on Tables 17 (physical and chemical analysis of the soil), 18 (mineralogy of fine sand), 19 (chemical analysis of clay), 20 (X-rays diffraction), and Graph 4 (differential thermal analysis); Picture 4 shows the profile of a soil derived from chalk, and Picture 5 shows the micromorphology of the Ap horizon of the same soil.

Calcareous Soils are closely related to the very high content of carbonates of the parent rocks, but their genesis is also strongly determined by the type of somewhat arid climates where they occur. These soils are a more or less calcareous residue of the parent rock. Complex of absorption is entirely saturated and there are no indications of clay illuviation. Chemical alteration, as expressed by new formation of clay and segregation of iron oxides, is almost nul due to the excess of carbonates and the aridity of the climate. Percolating waters take by solution a certain amount of carbonates that precipitate and accumulate somewhere in the profile, but a large percentage of them are left throughout the solum. If contents of iron and aluminium are low, part of the silica may migrate; but, in general, most of it stays under the form of phyllosilicates (illite, kaolinite or, in case of intergrades to «Barros», montmorillonoids). Cca horizons show nodules, concretions, pseudo-mycelium, powder, «croutes», or other types of accumulation of carbonates. Due to the scarce vegetation cover, to the aridity of the climate, and also to cultivation, content of humus of these soils is low. Humus is usually a «calic mull» or a «moder of rendsina mulliform».

Red Calcareous Soils are supposed to have been partly or entirely decarbonated and subject to rubefaction processes in ancient times when climatic conditions were particularly favorable; later on, recalcification or secondary calcification occurred, which present conditions cannot make disappear. Where vegetation cover or mineralogical composition of parent rock have not favour rubefaction of the calcareous materials, *Brown Calcareous Soils* have developed, sometimes side by side of *Red Calcareous Soils*.

Some *Calcareous Soils* of Southern Portugal are derived from shales, granites, diorites or gabbros associated to calcareous materials. These calcareous deposits may have been precipitated in former lakes, the waters of which were particularly rich of calcium carbonate.

«Barros» have all characteristics of Vertisols. They are ABC soils (cambic or argillic B) of heavy texture. The clay consists mainly of expanding clay minerals. When dry, they show cracks that may be more than 15 cm wide. Tenacity is very high. They may develop on basic igneous rocks, calcareous sandstones or marls. «Barros» are subdivided into *Black «Barros»* and *Dark Reddish-Brown «Barros»*. Both Suborders may be calcareous or non-calcareous.

When calcareous they may be slightly or strongly decarbonated. Data for *Black «Barros»* are presented on Tables 21 (physical and chemical analysis of soil), 22 (mineralogy of fine sand), 23 (chemical analysis of clay), 24 (X-rays diffraction), and Graph 5 (differential thermal analysis); Picture 6 shows a profile of a *Black «Barros»* derived from diorites or gabbros, and Picture 7 presents the micromorphology of the B horizon of the same soil. Similar data for *Dark Reddish-Brown «Barros»* are presented on Tables 5, 26, 27, 28, and Graph 6, respectively; Figure 8 shows a profile of one of these soils derived from a basic metamorphic rock and Picture 9 presents the micromorphology of the Ap horizon of the same soil.

Black «Barros» are developed from basic rocks under somewhat arid climate and somewhat poor drainage. Plagioclases more or less calcic, pyroxenes, amphiboles and accessory minerals produce, by chemical alteration, silica (that stays mostly in the soil as the leaching process is not intensive), iron and aluminium (that remain in the soil under the form of hydroxides), and alkali and earth-alkali elements (that also do not move down in large quantities). Conditions are favourable for the formation of clay minerals of 2:1 type, with calcium, magnesium and potassium in the lattice, which may associate to humus to form organo-mineral complexes responsible for the dark colour of the soil.

Dark Reddish-Brown «Barros» follow a somewhat similar soil-forming process. Their reddish colour is probably due to a different mineralogical composition of the parent materials, as mineralogical study of the fine sand revealed a tendency for higher percentage of opaque mineral as compared to that of *Black «Barros»*. But it is possible that *Black «Barros»* have been, in ancient times, under somewhat hydromorphic conditions that impeded rubefaction, what never occurred in those areas where *Dark-Reddish Brown «Barros»* are found now.

Some Families of «*Barros»* are strongly decarbonated, others are only slightly decarbonated showing lime concretions in the profile, and others are entirely calcareous. Carbonates found in these soils are partly due to weathering of parent rock and, in many cases, partly from calcareous deposits precipitated in former lakes, in the bottom of which occurred basic rocks.

«*Sols Lössivés» Not Strongly Unsaturated* show an A B C horizon sequence. The profile has a textural or argillic B horizon with strong blocky structure and clay coatings on ped surfaces. Base saturation of the B is over 35 % and increases or remains constant with depth from B to C or D.

Those soils of this Order developed under climates of Mediterranean characteristics are called *Mediterranean Soils*. These may be *Brown* or *Red-Yellow Mediterranean Soils*, and both may be developed from calcareous or non-calcareous materials. *Brown Mediterranean Soils* have, in general, colors of

chroma and value lower than 5/8 in the 7, 5 YR or 10YR hues, and *Red-Yellow Mediterranean Soils* have reddish or yellowish A or B or both horizons.

Data of one profile of a *Brown Mediterranean Soil from Calcareous Materials* are on Tables 29 (physical and chemical analysis of soil), 30 (mineralogy of fine sand) and 31 (chemical analysis of clay). Data for several profiles of *Brown Mediterranean Soils from Non-Calcareous Materials* are on Tables 32 and 33 (physical and chemical data of the soil), 34 (mineralogy of fine sand), 35 (chemical analysis of clay), 36 (X-rays diffraction), and Graph 8 (differential thermal analysis); Picture 10 shows a profile of a *Para-«Barro» Brown Mediterranean Soil* derived from diorites or granodiorites. Picture 11 presents a profile of a *Para-Hydromorphic Brown Mediterranean Soil* derived from the same types of rocks, and Picture 12 shows the micromorphology of the B2 horizon of a *Brown Mediterranean Soil* derived from shales.

Tables 37, 38, 39, 40, and Graph 9 show, respectively, physical and chemical data of the soil, mineralogy of fine sand, chemical analysis of clay, X-rays diffraction of clay, and differential thermal analysis of clay of several profiles of *Red-Yellow Mediterranean Soils from Calcareous Materials*. Similar data for *Red-Yellow Mediterranean Soils from Non-Calcareous Materials* are shown, respectively, on Tables 41, 42, 43, 99, and Graph 10. Picture 13 shows a profile of a *Red-Yellow Mediterranean Soil* from limestone and Picture 14 presents the micromorphology of the B horizon of the same soil; Picture 15 shows a profile of a *Red-Yellow Mediterranean Soil* derived from shales or schists, and Picture 16 presents the profile of a similar soil with plinthitic materials formed on «rañas»; Picture 17 shows the micromorphology of the B horizon of a *Red-Yellow Mediterranean Soil* derived from basic metamorphic rocks; Picture 18 shows the micromorphology of the B2 horizon of a similar soil derived from shales or schists; Picture 19 shows a thick clay cutan in the B horizon of a similar soil derived from «rañas»; and Picture 20 shows the micromorphology of plinthite occurring in the same soil of Picture 19.

Mediterranean Soils have a textural B with clear indications of clay illuviation. Although many authors are not well convinced of clay migration under Mediterranean climates, this movement seems to be a fact, as micromorphological studies have shown. But most of the clay of the B horizon is formed in «situ» directly from original minerals or by neogenesis processes.

Those *Mediterranean Soils* derived from calcareous materials are entirely decarbonated, being the leaching of carbonates probably more intensive under a climate somewhat different from the prevailing nowadays.

The colour of *Brown Mediterranean Soils* may result partly from the formation of a brown coating around soil particles, caused by deposition of

hydrated iron oxide almost completely flocculated, or may be partly due to the presence of iron peptized by colloidal silica in the ground mass of the soil, forming fluid birefringent structures, as result of currents of plasma, and even iron concretions due to diffusibility of iron and to some moist conditions. The former situation is typical on Meridional Brown Earth and the latter on «Braunlehm» or «Terra fusca». All *Brown Mediterranean Soils* of Southern Portugal are intergrades between those two groups of soils, being closer to Meridional Brown Earths the Subgroup of «Para-Barros», and more of the Braunlehm type the others, although mineral reserve and exchangeable cations are higher than usually pointed out for Braunlehms.

Red-Yellow Mediterranean Soils of Portugal seem to have been subject to several processes of pedogenesis, the first being those predominantly of laterization and/or rubefaction and the last those of clay illuviation which occurred on materials formed by previous genesis.

Under Mediterranean types of forest these soils have frequently brownish A horizons, mainly due to higher content of organic matter; but this is not sufficient to change their classification, as the B horizon remains reddish or yellowish.

Red-Yellow Mediterranean Soils from calcareous materials show micromorphology identical to that described for «Terra rossa». Most of their Families are derived from limestones, dolomites or marls which have been solubilized, the residue of which is the present soil material; in some cases there is the possibility of contamination with detrital materials from other sources. One Soil Family is derived from marls or marly materials, proving that the statement of some authors that these soils are only developed on hard limestones is not correct.

Red-Yellow Mediterranean Soils from non-calcareous materials are also quite common in Portugal. They may be derived from gneisses, shales, schists, sandstones, «rañas», and colluvium.

All these soils show micromorphology somewhat similar to that described by Kubiena for «Rotlehm». Although they may not be true «Rotlehms», they have many characteristics in common. A few Soil Families of this Group have ferruginous cuirasses (of the hydromorphic type) formed during interglacial periods; under the cuirasse is quite frequent the presence of «zones tachetées». These cuirasses present many quartz grains, some of which seem to be of secondary quartz, as shown by their agglomeratic structure.

Some of the *Red-Yellow Mediterranean Soils* of Portugal appear to be intergrades to «Sols ferrugineux tropicaux», particularly those derived from non-calcareous materials. In fact they have high silt/clay ratio, textural B, and degree of saturation usually above 50 %. Besides their occurrence under

Mediterranean climates, the differentiating characteristics are probably content of free iron and exchange capacity, which are, respectively, lower and higher.

Podzolized Soils are A B C soils with a spodic B horizon. In Southern Portugal only *Podzols*, either *Hydromorphic* or *Non-Hydromorphic*, occur within this Order. They are developed on sands or sandstones and may have or not continuous or discontinuous layers of «ortstein» or «orterde».

Physical and chemical data of several profiles of *Podzols* are on Table 45, and mineralogical analysis of fine sand on Table 46. Picture 21 shows a profile of a *Non-Hydromorphic Podzol* and Picture 22 a *Hydromorphic Podzol*; Picture 23 presents the micromorphology of the «ortstein» of a *Podzol*.

The siliceous nature of parent material and the type of vegetation (mainly of pine-trees, Ericaceae and acidophyllic Graminae) are the main factors responsible for podzolization under a Mediterranean type of climate. Under cork-trees, a species quite frequent on the region where *Podzols* occur in the South, the destruction by man of the native shrubs and other plants usually associated to this type of forest aids the development of a different flora much more favourable to podzolization.

In several areas podzolization seems to be now hampered by destruction of natural vegetation and/or cultivation, as the «ortstein» shows some indications of being under degradation.

Halomorphic Soils are soils the properties of which are determined by the presence of neutral or alkali salts or both. Those occurring in Southern Portugal are *Saline Soils* which contain enough salts so distributed in the profile that they interfere with the growth of most crops. Exchangeable sodium, although high, is lower than 15 % of total exchangeable bases and pH is less than 8.5. They are subdivided into *Saline Soils of Medium Salinity* (soluble salts less than 0.2 %) and *Saline Soils of High Salinity* (soluble salts above 0.2 %). *Saline Soils*, which correlate well with Solonchaks, occur generally on alluvium but, in a few cases, may develop on detrital rocks. «Cat clays» have been observed in some places. Physical and chemical data of several profiles of these soils are shown on Table 47.

Hydromorphic Soils are mineral soils characterized by an excess of water all or part of the time, which causes intense reduction in all or part of the profile. *Hydromorphic Podzols* and *Hydromorphic Saline Soils* are excluded from this Order, as hydromorphism is considered to be less important under the taxonomic point of view than, respectively, podzolization and presence of neutral or alkali salts.

Hydromorphic Soils may have or not eluvial horizon. Those without A2 are usually Gley Soils and may occur on eruptive or metamorphic rocks,

sandstones, conglomerates, shales, marls, limestones, and alluvium or collovium. According to their secondary soil-forming process they are intergrades to other Orders, what is indicated at the Subgroup level. Those with A2 horizon are *Planosols*, i. e. soils with an eluvial horizon in abrupt transition to a claypan, developed on flat or nearly flat uplands; the content of free iron is high in the lower part of the A2, being generally under the form of concretions. Picture 24 shows a profile of a *Hydromorphic Soil Without Eluvial Horizon* developed on alluvium. Table 48 includes physical and chemical analytical data of several *Hydromorphic Soils*; Table 49 presents mineralogy of fine sand; Table 50, chemical analysis of clay; Table 51, X-rays diffraction of clay; and Graph 12, differential thermal analysis of clay. Picture 25 shows the micromorphology of the Ap horizon of a *Hydromorphic Soil Without Eluvial Horizon* developed on shales, and Picture 26 the micromorphology of the A2 horizon of a *Planosol*.

Hydromorphic Organic Soils are *Hydromorphic Soils* with a very high content of organic materials that have accumulated at the surface under conditions of permanent or almost permanent saturation of water. Soils of this Order occurring in Southern Portugal have organic horizons of the «muck» type that lay either on sandy or clayey materials; they are now only temporarily saturated with water and most of them are under cultivation. Table 52 presents physical and chemical analysis of two profiles of these soils, and Table 53, the mineralogical analysis of fine sand of one of them.

BIBLIOGRAFIA

1. ALBAREDA, J. M., BURRIEL, F. & TABOADELA, M. — Manganese total en relación con el color de las tierras negras andaluzas — *An. Edaf. Fis. Veg.*, 7 (3):439-488, 1948.
2. — & HOYOS DE CASTRO, A. — *Edafologia* — SAETA, Madrid, 1955.
3. AGAFONOFF, V. — Les sols rouges méditerranéens de France et leur roches-mères — *C. R. Acad. Sci.*, 197 (14), 1933.
4. — Sols types de Tunisie — *An. S. B. A. T.*, 12-13, 1935-1936.
5. AGARVAL, R. R. & MUKERJEE, P. — Studies on Bundelkhand soils of the United Provinces. II — Chemical composition of the clay fraction in relation to the process of soil formation — *Indian Jour. Agric. Sci.*, 16:483-491, 1946.
6. ARAMBOURG, C. et al — Les grottes paléolithiques des Beni Seghoual (Algérie) — *Arch. Int. Pal. Hum.*, 13, Paris, 1934.
7. ARENS, P. L. — A study on the differential thermal analysis of clays and clay minerals — Wageningen, 1951.
8. ASSUNÇÃO, C. T. & GARRIDO, J. — Tables pour la détermination des minéraux au moyen des rayons X — *Bul. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cién. Lisboa*, 20-21 (6.^a Série), 1953.
9. AUBERT, G. & HENIN, S. — *C. R. Acad. Sci.*, 220:330-332, 1945.
10. AUBREVILLE, A. — Erosion et bovalisation en Afrique Noire Française — *Agron. Trop.*, 7-8:339-357, 1947.
11. BALBINO, L. R. — Análise mecânica dos solos. Método usado no Departamento de Solos da Estação Agronômica Nacional — *Agron.*, 36 (3):139-147, 1953.
12. — Correção dum solo halomórfico. Estudo laboratorial comparativo entre o Kriliium, Flotal e o gesso — *Agron. Lusit.*, 16:231-281, 1954.
13. BALDWIN, M., KELLOGG, C. E. & THORP, J. — Soil classification. *Soils and Men* — *U. S. D. A. Agr. Ybk.*, 979-1001, 1938.

14. BARRADAS, J. A. T. A. — Principais solos evoluídos derivados de xistos existentes em Portugal — Rel. Fin. Curso Eng. Agr. — I. S. A. — Lisboa, 1961 (Cicl.).
15. BARSHAD, I. — Adsorptive and swelling properties of clay-water system — *Proc. 1st. Nat. Conf. Clays and Clay Tech. S. Francisco Bul.*, 169:70-77, 1955.
16. BESSA, M. T. — Caracterização por Séries das unidades de solos do S. R. O. A. — Ppg. Pm, Pmg e Pmh — S. R. O. A., Lisboa, 1959 (Dact.).
17. BÉTREMIEUX, R. — Étude expérimentale de l'évolution du fer et du manganèse dans les sols — *An. Agron.*, 3:193-295, 1951.
18. BIROT, P. — Les grandes zones climatiques, phytogéographiques et pédologiques du globe — *Fac. Lille*, 1952.
19. BLANCK, E. — Einführung in die genetische Bodenlehre — Göttingen, 1949.
20. BLOOMFIELD, C. — Translocation of iron in podzol formation — *Nature Land*, 170, 1952.
21. — A study of podzolization. II — The mobilization of iron and aluminium by Scots pine needles — *Jour. Soil Sci.*, 4 (1):5-16, 1953.
22. — A study of podzolization. VI — The immobilization of iron and aluminium — *Jour. Soil Sci.*, 6 (2):284-293, 1955.
23. — Le déplacement des sesquioxides et de l'argile dans les sols — *African Soils*, 3:488-506, 1955.
24. BORDAS, J. & MATHIEU-REVERDY, G. — Essai de Pédologie Méditerranéenne — Imprim. Nationale, Paris, 1943.
25. BOULAIN, J. — Étude des sols des plaines du Chélif — *Trav. Sect. Agrol. Pedol. Min. Algérie Étude Reg. n° 7*, 1957.
26. BOWER, C. A. et al. — Report of the Nomenclature Committee appointed by the Board of Collaborators of the U. S. Salinity Laboratory — *S. S. A. Proc.*, 22 (3):270, 1958.
27. BRAJNIKOV, R. — Recherche sur la formation appelée argile à silex dans le bassin de Paris — *Rev. Géog. Phys. Géol. Dyn.*, 10 (1-2), 1937.
28. BRAMÃO, D. L. — Caulinite e haloisite. Seu estudo nos Solos Vermelhos — *Agron. Lusit.*, 14 (2):127-172, 1952.
29. — & VEIGUINHA, A. S. — Alguns métodos de análises usados no Departamento de Solos da E. A. N. — *Rev. Agron.*, 31:30-36, 1943.
30. — et al. — Carta dos Solos de Portugal (Representação Preliminar) — *Est. Agron. Nac.*, Lisboa, 1949.
31. — et al. — The Soil Map of Portugal — *Trans. IV Int. Cong. Soil Sci.*, 1:290-296, 1950.
32. — Criteria for the characterization of kaolinite, hallosyte, and a related mineral in clays and soils — *Soil Sci.*, 73:273-287, 1952.
33. BRAUN-BLANQUET, J. — La forêt d'yeuse languedocienne — *Sta. Int. Géob. Méditer. Alp.*, Montpellier, 1936.
34. BREWER, R. — Cutans: their definition, recognition, and interpretation — *Jour. Soil Sci.*, 11 (2):280-292, 1960.

35. BREWER, R. & SLEEMAN, J. R. — Soil structure and fabric: their definition and description — *Jour. Soil Sci.*, 11 (1):172-185, 1960.
36. CABOUAT, D. & MARCELIN, P. — Sur la formation et l'âge de quelques terres rouges de la région nimoise — *Bul. Soc. Languedoc. Géographie*, 25 (2), 1955.
37. CADY, J. G. — Rock weathering and soil formation in the North Carolina Piedmont region — *S. S. A. Proc.*, 15:337-342, 1950.
38. CARDOSO, J. C. — Sequence relationships of Clarion, Lester, and Hayden soil catenas — Ph. D. Thesis — Iowa State Univ., 1957 (Dact.).
39. — Aspectos genéticos dos principais solos do mundo — *Agros*, 42 (1-2), 1959.
40. — Horizontes do solo. Definição, nomenclatura e simbologia — S. R. O. A., Lisboa, 1959 (Cicl.).
41. — & FERNANDES, J. F. — Normas para a observação e descrição de perfis e para a colheita de amostras — S. R. O. A., Lisboa, 1958 (Cicl.).
42. CAYEUX, L. — Constitution de la terre arable. Du rôle de l'analyse minéralogique dans l'analyse des terres — *Rev. Vitic.*, 12 (23), 1905.
43. COFFEY, G. N. — A study of the soils of the United States — U. S. D. A. — *Bur. Soils Bul.*, 85, 1912.
44. COSTA, J. V. BOTELHO DA — Características e distribuição dos solos dos territórios portugueses. I — Classificação geral dos solos de Portugal. Lições da Cadeira de Pedologia e Conservação do Solo — I. S. A., Lisboa, 1952-1953 (Cicl.).
45. — Grandes grupos de solos. Lições da Cadeira de Pedologia e Conservação do Solo — I. S. A., Lisboa, 1952-1953 (Cicl.).
46. — Características e distribuição dos solos dos territórios portugueses. 2 — Descrição sumária dos solos da metrópole. Lições da Cadeira de Pedologia e Conservação do Solo — I. S. A., Lisboa, 1954-1955 (Cicl.).
47. — & ALVES, J. A. — The determination of the moisture equivalent by the suction method and the shifting of the pF curve of stored soil samples — *Jour. Agric. Sci.*, 32:294-297, 1942.
48. — & OLIVEIRA, A. S. — Aspectos agrológicos do terreno pliocénico de Pegões — *Rev. Agron.*, 28:141-167, 1940.
49. CROWTHER, E. M. — The relationship of climatic and geological factors to the composition of soil clay and the distribution of soil types — *Proc. Royal Soc. Bul.*, 107:1-30, 1930.
50. DAN, J. — Proposal for the classification of Israel soils — *Inst. Soil Sci. Israel. Spec. Bul.*, 24, 1959.
51. DARASSELIA, M. C. — Les Krasnozems de l'U. R. S. S. et leur utilisation pour les cultures sub-tropicales — *Com. V Cong. Int. Sci. Sol — Ed. Ac. Sc. U. R. S. S.*, 1954 (cit. em 71).
52. DAVIDSON, S. E. & PAGE, J. B. — Factors influencing swelling and shrinking in soils — *S. S. A. Proc.*, 20:320-324, 1956.
53. DEMOLON, A. & BASTISSE, E. M. — Rôle vecteur de la silice dans les phénomènes géophysiques et physiologiques — *An. Agron.*, 265-297, 1944.

54. DERVIEUX, F.—La nappe phréatique du Souf (région d'El-Oued), Algérie.
II—Étude du renouvellement de la nappe. Contribution à l'étude des phénomènes capillaires dans un milieu pulvérulent—*Terres et Eaux*, 29, 1957.
55. D'HOORE, J.—L'accumulation des sesquioxides libres dans les sols tropicaux — *Publ. I. N. E. A. C. — Série Scient.*, n° 62, 1954.
56. — Cartes des Sols d'Afrique—S. P. — C. C. T. A., 1960.
57. — Quatrième dessin: nouvelles définitions provisoires des principaux éléments d'unités cartographiques—Réunion Proj. Conj. n° 11—Carte des Sols—C. C. T. A. / C. S. A. 1960 (Cicl.).
58. DIAS, J. C. S.—As argilas dos solos da Huila. Contribuição para a sua caracterização mineralógica — *Memórias J. I. U.*, 12, 1959.
59. DIENEMANN, W. & BURE, O.—Les roches utiles à l'Allemagne—Stuttgart, 1929.
60. DIETRICH, H.—Untersuchungen zur Morphologie und Genese grundwasserbeeinflusster Sandböden im Gebiet des nordostdeutschen Diluviums—*Archiv. f. Forstwesen*, 7:577-640, 1958.
61. DOKUTSCHAEV, V. V.—Abridged historical account and critical examination of the principal soil classification existing—*Trans. St. Petersburg Soc. Nat.*, 10:64-67, 1879.
62. DUCHAUFOR, P.—L'action des divers types d'humus sur les processus d'enrichissement dans le sol forestier—*Rev. For. Franc.*, 12:887-897, 1957.
63. — Précis de Pédologie—Masson & Co, Edit. Paris, 1960.
64. — & JACQUIN, F.—Note sur l'évolution de la matière organique dans les sols—*C. R. Acad. Agric.*, 1959 (cit. em 63).
65. — MILLOT, G. & MICHAUD, R.—Étude des éléments fins de quelques types de sols de climat atlantique—*An. Géol. Appl. Prosp. Min.*, 3:31-62, 1950.
66. DUPLAIX, S.—Détermination microscopique des minéraux des sables—*Leibr. Polytechn. ch. Béranger*, Paris, 2^e Edit., 1958.
67. DURAND, J. H.—Sur une terre rouge les environs de Boghari—*Bul. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 42:39-44, 1951.
68. — Les sols d'Algérie — *Gouv. Gen. Algérie Serv. Ét. Scient. Pédol.*, n° 2, 1954.
69. — Sur quelques sols dits «rouges méditerranéens» — *Rap. VI Cong. Int. Sci. Sol.*, 1956 (cit. em 71).
70. — Les sols irrigables (étude pédologique)—Alger, 1958.
71. — Les sols rouges et les croutes en Algérie — *Dir. Hydraul. Equip. Rural Ét. Gen.*, n° 7, 1959.
72. EHRHART, H.—La genèse des sols en tant que phénomène géologique—Masson & Co, Paris, 1956.
73. European Working Party on Soil Classification and Survey—Soil Map of Europe. Tentative definitions of soil units, 1960 (Cicl.).
74. FALLOU, F. A.—Pedologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde—Dresde, 1862 (cit. em 84).

75. FIGUEIREDO, F. E. A.—A Terra. Apontamentos de Geologia Agrícola—Livr. Clássica Editora, Lisboa, 2.^a Ed., 1924.
76. FERREIRA, J. T.—Solos Cromopsâmicos da Huila—Rel. Fin. Curso Eng. Agr. I. S. A., Lisboa, 1960 (Cicl.).
77. FISHER, H. J. (Edit.) et al—Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists—Washington, 1950.
79. GAUCHER, G.—Sur l'âge des sols rouges Nord-Africains—*C. R. Conf. Pédol. Médit.*, 373-376, 1947.
80. GEDROIZ, K. K.—Der adsorbierende Bodenkomplex und die adsorbierten Bodenkationen als Grundlage der genetischen Bodenklassifikation—*Kolloidehen Beihefte*, 1-112, 1929.
81. GERASSIMOV, L. P.—Sols des régions méditerranéennes de l'Afrique — *Rap. VI Cong. Int. Sci. Sol.*, 5:189-193, 1956.
82. GÈZE, B.—Paléosols et sols dus à l'évolution actuelle. Leur importance relative en Pédologie théorique et appliquée—*An. E. N. A. Montpellier*, 4 (27):263-288, 1947.
83. — Carte de reconnaissance des sols du Liban au 1/200 000—*Min. Agric. Rep. Libanaise*, 1956.
84. GLINKA, K. D.—The Great soil groups of the World and their development (Transl. by C. F. Marbut)—Edward Bros—Ann. Arbor, Michigan, 1927.
85. GOMES, A. P. & SILVA, A. A.—A curva teórica do pF e a sua importância na economia da água do solo. *Garcia de Orta*, 8:231-241, 1960.
86. GORBOUNOV, N. I.—Composition minéralogique des Krasnozems—*Rap. V Cong. Int. Sci. Sol — Ed. Acad. Sci. U. R. S. S.*, 1956 (cit. em 71).
87. GRAÇANIN, M.—To the problem of evolution of soil structure — *Trans. IV Int. Cong. Soil Sci.*, 1:40-43, 1950.
88. GRAÇANIN, Z.—Die Beziehungen zwischen roterden und waldgesellschaften des Kroatischen Karstgebietes — *Rap. VI Cong. Int. Sci. Sol.*, 5:443-446, 1956.
89. GRILO, J. T. T.—Contribuição para uma Carta-Esboço dos solos de Portugal — Rel. Fin. Curso Eng. Agr. I. S. A., Lisboa, 1953 (Dact.).
90. GRIM, R. E.—Clay Mineralogy—McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, 1953.
91. GROVER, B. L.—Simplified air permeameters for soil in place—*S. S. S. A. Proc.*, 14:414-418, 1955.
92. GUENNELON, R.—Analyses des silicates d'alumine (minéraux argileux). Possibilités d'utilisation des complexones—*An. Agron.*, 10 (1):77-98, 1959.
93. HARTMAN, F.—Fortökologie—G. Fromme, Vienne, 1952.
94. HEINZELIN, J.—Sols, Paléosols et Désertifications anciennes dans le Secteur Nord Oriental du Bassin du Congo — *Publ. I. N. E. A. C.*, 1952.
95. HENDRICKS, S. B. & ALEXANDER, L. T.—Minerals present in soil colloids. I—Descriptions and methods for identifications—*Soil Sci.*, 48:257-275, 1939.

96. HILLEBRAND, W. F. & LUNDELL, G. E. F.—Applied inorganic analysis—John Wiley & Sons, New York, 8th Ed., 1944.
97. HISSINK, D. J.—Base exchange in soils—*Trans. Faraday Soc.*, 551-617, 1925.
98. IARKOV, S. P.—Dynamique saisonnière de certains processus dans les sols—*Rap. VI Cong. Int. Sci. Sol.*, 5:401-405, 1956.
99. IVANOVA, E. N. & ROSANOV, A. N.—Classification des sols salés—*Pedology*, 7:44-52, 1939 (cit. em 70).
100. JENNY, H.—Factors of soils formation. A system of quantitative Pedology—McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, London, 1941.
101. JONGERIUS, A.—Etude micromorphologique des sols sableux secs des bois et bruyères aux Pays-Bas—*Rap. VI Cong. Int. Sci. Sol.* E: 353-357, 1956.
102. ——— Morphologic investigations of soil structure—*Stichting Voor Bodemkartering Bodenkundige Studies* n° 2, 1957.
103. KLINGE, H.—Contribución al conocimiento de los suelos recientes relictos e fósiles sobre roca caliza del Norte de España—*An. Edaf. Fis. Veg.*, 16 (2):203-258, 1957.
104. ——— Ueber spanische Terra-Rossa—Vorkommen und die Möglichkeiten ihrer zeitlichen Einordnung auf Grund bodengeographischer Studien—*Zeitsch. f. Pflanzenenernähr.*, 76 (3):223-231, 1957.
105. KRUMBEIN, W. C. & PETTIJOHN, F. J.—Manual of sedimentary petrography—Appleton-Century-Crofts, Inc. New York, 1938.
106. KUBIENA, W. L.—Micropedology—Collegiate Press, Inc. Ames, Iowa, 1938.
107. ——— Claves sistemáticas de suelos—Cons. Sup. Investing. Cient., Madrid, 1952.
108. ——— Rubefizierung und laterisierung—*Rap. VI Cong. Int. Sci. Sol.* E: 247-249, 1956.
109. LANG, R.—Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde—Stuttgart, 1920.
110. LEBEDEV, A. F.—The movement of ground and soil waters—*Trans. I Int. Cong. Soil Sci.*, 1:459-494, 1927.
111. LEININGEN, E. G. Z.—Entstehung und Eigenschaften der Roterde—*Int. Mitt. f. Bodenk.*, 7:12, 1917.
112. LOSSAINT, P.—Etude expérimentale de la mobilisation du fer des sols sous l'influence des litières forestières—*Fac. Sci.*, Strasbourg, 1959 (cit. em 63).
113. MACEDO, J. M. M. B. & PÓVOAS, J. A.—Acerca da utilização de alguns índices derivados das curvas de A D—Em publicação em *Garcia de Orta*, Lisboa, 1961.
114. MACKENZIE, R. C.—Free iron-oxide removal from soils—*Jour. Soil Sci.*, 35:167-172, 1954.
115. ——— Methods for separation of soil clays in use at the McCauley Institute for Soil Research—*Clay Min. Bul.* 13:4-6, 1955.

116. MACKENZIE, R. C. (Ed.)—The differential thermal investigation of clays—London, 1957.
117. MAIGNIEN, R.—Les sols subarides en A. O. F.—*Rap. VI Cong. Int. Sci. Sol.*, 4:23-27, 1954.
118. MANCINI, F.—Delle terre brune d'Italia—*An. Acad. Ital. Sci. For.* III—Firenze, 1955.
118. MARBUT, C. F.—A scheme for soil classification—*Trans. I Int. Cong. Soil Sci.*, 4:1-31, 1927.
120. ——— Soils of the United States—*U. S. D. A. Atlas of American Agriculture*, Pt. 3, 1936.
121. MARCELIN, P.—Sur le problème des terres rouges—*Bul. Soc. Languedoc. Géog.*, 1942.
122. ——— Observation sur des terres et des sols en région méditerranéenne. I—Terres et sols en costière—Nîmes, 1947.
123. MARQUES, F. F. M.—Ensaio comparativo de alguns métodos para a determinação da matéria orgânica dos solos—*Rel. Fin. Curso Eng. Agr. I. S. A.*, Lisboa, 1945 (Dact.).
124. MARQUES, F. S.—Legenda provisória dos solos e afloramentos rochosos cartografados a sul do Tejo. Caracterização geral dos solos—*S. R. O. A.*, Lisboa, 1958 (Dact.).
125. MARTIN, F. J. & DOYNE, H. C.—Laterite and lateritic soils in Serra Leone. I. *Jour. Agric. Res.*, 17:530-546, 1927, 20:135-143, 1930.
126. MATEOS, J. P.—El estudio mineralógico de las arenas—*An. Edaf. Fis. Veg.*, 7 (3):643-657, 1948.
127. MATOS, M. L.—Sobre a relação solo-planta na podzolização. Contribuição para o seu estudo laboratorial—*Rel. Fin. Curso Eng. Agr. I. S. A.*, Lisboa, 1956 (Cicl.).
128. MATTSON, S.—The laws of soil colloidal behaviour. III—Isoelectric precipitates—*Soil Sci.*, 30:459-495, 1930.
129. ——— The laws of soil colloidal behaviour. IV—Isoelectric precipitates—*Soil Sci.*, 31:57-77, 1931.
130. MAZOYER, R.—Utilization de la méthode colorimétrique au jaune titane pour la dosage du magnésium dans les extraits de sol—*An. Int. Nat. Rech. Agron.*, Série A, 4:257-261, 1953.
131. MC ALEESE, D. M., MC CONAGHY, S. & MITCHELL, W. A.—Studies on the basaltic soils of Northern Ireland—*Jour. Soil Sci.*, 9 (1):66-88, 1958.
132. MC INTYRE, D. S.—The effect of free ferric oxide on the structure of some Terra Rossa and Rendzina soils—*Jour. Soil Sci.*, 7 (2):302-306, 1956.
133. MC MILLAN, N. J. & MITCHELL, J.—A microscopic study of platy and concretionary structures in certain Saskatchewan soils—*Canad. Jour. Agric. Sci.*, 33 (2):178-183, 1953.
134. MEHLICH, A.—Rapid determination of cation and anion exchange properties and pH of soils—*Jour. Assoc. Off. Chem. Wash.*, 36:445-457, 1953.
135. MELLOR, J. W. & THOMPSON, H. V.—A treatise on quantitative inorganic analysis—Charles Griffin & Co. Ltd., London, 2nd Ed., 1938.

136. MENSCHING, H.—Les problèmes de la terre rouge méditerranéenne—*Photo. und Forschung.*, 7 (2):33-39, 1956.
137. MEYER, A.—Über einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa—*Chemie der Erde*, 2:209-347, 1926.
138. MILL, J. STUART—A system of logic—Harper & Bros, New York, 8th Ed., 1891.
139. MOHR, E. C. J. & VAN BAREN, F. A.—Tropical soils—Interscience Publ. London, New York, 1954.
140. MONTARLOT, G.—Description sommaire des principaux types de sols observés dans la zone héraultaise irrigable par le canal dérivé du Rhône—*Bul. Soc. Languedoc. Géog.*, 26 (3), 1955.
141. MUIR, A.—Notes on Syrian soils—*Jour. Soil Sci.*, 2:163-182, 1951.
142. NEUSTRUEV, S. S.—Genesis of Soils—*Russian Pedol. Investig.* III—Acad. Sci. U. R. S. S., 1927.
143. NEVROS, K. I. & ZVORYKIN, I. A.—Investigations on Red soils of Attica, Greece—*Soil Sci.*, 41:397-416, 1936.
144. NORRISH, K. & ROGERS, L. E. R.—The mineralogy of some Terra Rossa and Rendzinas of South Australia—*Jour. Soil Sci.*, 7 (2):294-301, 1956.
145. OLIVEIRA, A. L. F.—Relações entre o solo e a vegetação no Pliocénico a sul do Tejo. Solo—*D. G. S. F. A. — Est. Inf. n.º 6*, B 3, 1953 (Cicl.).
146. OSMOND, D. A. & STEPHEN, I.—The micropedology of some red soils from Cyprus—*Jour. Soil Sci.*, 8 (1):19-25, 1957.
147. PALLMAN, H.—Pédologie et Phytosociologie—*C. R. Conf. Pédol. Méditer.*, 1-36, 1947.
148. PASK, J. A. & TURNER, M. D. (Ed.)—Clays and clay technology—*California Dept. Nat. Res. Div. Mines Bul.*, 169, 1955.
149. PENDLETON, R. L.—Mediterranean Red soils—*C. R. Conf. Pédol. Méditer.*, 157-160, 1947.
150. PERY, G. A.—Estatística Agrícola—Conselho de Beja, 1883.
151. PIPER, C. S.—Soil and plant analysis—Univ. Adelaide, Austrália, 1942.
152. POLYNOV, B.—Das Mutter Gesteine als Faktor der Bodenbildung und als Kriterium für die Bodenklassifikation—*Soil Res.*, 2:165-180, 1930.
153. POWERS, W. L. & ELEIZALDE, L. M.—The leached Red soils of Northern Venezuela—*S. S. S. A. Proc.*, 8:396-402, 1943.
154. PRESCOTT, J. A. & PENDLETON, R. L.—Laterite and lateritic soils—*Com. Bur. Soil Sci. Techn.*, Com. 47, 1952.
155. PUJOS, A.—Terres rouges, noires, grises—*Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc. Trav. Sect. Pédol.*, 12:71-96, 1957.
156. RAMANN, E.—Bodenkunde—Verlag Julius Springer, Berlin, 1911.
157. RAVIKOVICH, A., PINES, F. & DAN, J.—Soils of the Central and Southern Negev—*Ford Found. Res. Proj.*, 211-238, 1957.
158. REIFENBERG, A.—Formation des sols de la région méditerranéenne—*Trans. III Int. Cong. Soil Sci.*, 1:306-310, 1935.
159. ——— Soils of Palestine—Thomas Murby, London, 1938.

160. REIFENBERG, A.—Some observations on Red soils—*C. R. Conf. Pédol. Méditer.*, 161-163, 1947.
161. ——— The soils of Syria and Lebanon—*Jour. Soil Sci.*, 3 (1):68-88, 1952.
162. RIBEIRO, O. & FEIO, M.—Les dépôts de type «raña» au Portugal—*C. R. XVI Cong. Int. Géog.*, Lisbonne, 1950.
163. RICHARDS, L. A. (Ed.)—Diagnosis and improvement of saline and alkali soils—U. S. D. A., Handbook 60, 1954.
164. ROBINSON, G. W.—Soils. Their origin, constitution and classification—Thomas Murby & Co., London, 3rd Ed., 1949.
165. ROCH, E.—Terra Rossa et bauxites—*C. R. S. G. F.*, 29-4-57:144-146, 1957.
166. ROCHA, A. T. & PISSARRA, J. E. B.—Notas de mineralogia e petrografia portuguesas. XIV—Novos elementos para o conhecimento petrográfico dos arredores da cidade de Beja—*Sep. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciê.*, 8 (1):53-76, 1959.
167. RODE, A. A.—Catégories et formes de l'eau du sol et les propriétés hydrologiques des sols—*Rap. VI Cong. Int. Sci. Sol.*, 1:135-148, 1956.
168. ROST, C. O. & ROWLES, A.—A study of factors affecting the stability of soil aggregates—*S. S. S. A. Proc.*, 5:421-423, 1940.
169. RUBIO, B. L. & PACHECO, J. J. R.—La valoración con permanganato potásico de la materia organica en tierras—*Ion* 39, 1944.
170. RUHE, R. V.—Geomorphic surfaces and the nature of soil—*Soil Sci.*, 82 (6):441-455, 1956.
171. SABACHVILI, M. N.—Les sols rouges subtropicaux de l'U. R. S. S.—*Com. V Cong. Int. Sci. Sol—Ed. Acad. Sci. U. R. S. S.*, 1954 (cit. em 71).
172. SEELYE, F. T., GRANGE, L. I. & DAVIS, L. H.—The laterites of Western Samoa—*Soil Sci.*, 46:23-31, 1938.
173. SEN, A.—Definition of laterite soil—*Bul. Indian Soc. Soil Sci.*, 2:9-13, 1939.
174. SHAW, C. F.—Profile development and the relationship of soils in California—*Proc. Pap. I Int. Cong. Soil Sci.*, 4:291-397, 1928.
175. ——— Some California soils and their relationship—Univ. Calif. Press, 1937.
176. SIBIRCEFF, N. M.—Pochvovedenie (Pedology)—St. Petersburg, 1900 (cit. em 84).
177. SIGMOND, A. A. J.—The principles of Soil Science—Thomas Murby & Co., London, 1938.
178. SILVA, A. A.—Determinação indirecta do coeficiente de emurchecimento—*Agros*, 39:217-229, 1956.
179. ——— Caracterização física do solo. Modificação do método de Keen-Raczkowski—*XXIII Cong. Luso-Esp. Prog. Ciê.*, 5:479-487, 1957.
180. ——— Água do solo disponível para as plantas. Um método de determinação da capacidade utilizável em solos com sais solúveis—*Agros*, 41:153-165, 1958.
181. ——— Comportamento físico de uma aluvião de Alvalade (Sado) e sua correcção. Estudo preliminar—*Agron. Lusit.*, 21:135-154, 1959.

182. SILVA, A. A. *et al*—Determinações físicas no solo. I—Determinação da condutividade eléctrica específica do extracto de saturação dum solo. II—Determinação de um índice de agregação por ascensão capilar—Com. M. E. A. U., Lisboa, 1961 (Cicl.).
183. SINGH, S.—A study of the Black Cotton soils with special reference to their coloration—*Jour. Soil Sci.*, 5 (2):289-299, 1954.
184. ——— The formation of dark-coloured clay-organic complexes in Black soils—*Jour. Soil Sci.*, 7 (1):43-58, 1955.
185. ——— & LAL, G.—Kankar composition as an index of the nature of soil profile—*Indian Jour. Agric. Sci.*, 16:328-342, 1946.
186. Soil Survey Staff—Soil Survey Manual—U. S. D. A., Handbook n° 18, 1951.
187. ——— Soil classification. A comprehensive system—7th approximation—U. S. D. A., 1960.
188. STACE, H. C. T.—Chemical characteristics of Terra Rossas and Rendzinas of South Australia—*Jour. Soil Sci.*, 7 (2):280-293, 1956.
189. STEBUTT, A.—Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde—Berlin, 1930.
190. STEPHENS, C. G.—A Manual of Australian soils—Com. Sci. Ind. Res. Org. Melbourne, Austrália, 1956.
191. TAMM, O.—Studier over jordmanstyper och deras forhallande till markens hydrologi i nordsvenska skogsterranger—*Medd. fr. statens skogsforsoksanst.*, Stockholm, 26:163-408, 1930.
192. THAER, A. D.—Grundsätze der rationellen Landwirtschaft—Vol. 1, 2, 3, 4, 1809-1810-1812 (cit. em 84).
193. THERON, J. & VAN NIEKERK, P. R.—The nature and origin of Black Turf soils—*S. Afric. Jour. Sci.*, 31:320-346, 1934.
194. THORNTHWAITE, C. W.—The climates of North America—*Geog. Rev.*, 21:633-654, 1931.
195. ——— An approach toward a rational classification of climate—*Geog. Rev.*, 38:55-94, 1948.
196. THORP, J. & SMITH, G. D.—Higher categories of soil classification: Order, Suborder, and Great Soil Groups—*Soil Sci.*, 67:117-126, 1949.
197. TRUOG, J. R. *et al*—Procedure for special type of mechanical and mineralogical soil analysis—*S. S. S. Proc.*, 1:101-112, 1936.
198. TUCAN, F.—Terra Rossa—*Naues. Jahrb. f. Min.*, 34, 1911.
199. VILENSKY, D. G.—Concerning the principles of genetic soil classification—*Cont. Stud. Soils Ukraina, U. S. S. S.*, 6:129-151, 1927.
200. VILLAR, E. H.—Los suelos de la Peninsula Luso-Iberica—Madrid, 1937.
201. ——— Tipos de suelos de especial interés del NO. de Marruecos—*Inst. Est. Afric.*, Madrid, 1949.
202. WHITNEY, M.—Soils of the United States—*U. S. D. A. Bur Soils Bul.*, 55, 1909.
203. ZBYSZEWSKI, G.—Le Quaternaire du Portugal—*Bol. Soc. Geol. Portugal*, 13 (1-2), 1958.
204. ZIPPE, F. X. M.—Weber die Groten und Höhlen von Adelsberg, Loeg, Planina und Loas—Viena, 1853.
205. ZONNEVELD, I. S.—A study of soil and vegetation of a freshwater tidal delta—*Stichting voor Bodenhartering Bodenkundige Studios n° 4*, Wageningen, 1960.
206. ZUUR, A. J.—Drainage and reclamation of lakes and of the Zuiderzee—*Soil Sci.*, 74:75-89, 1952.
207. ——— Soil Science of the Dutch endykements and polders—*Transl. Frank Tysen*, Wageningen, 1958 (Cicl.).
208. (Anónimo)—Instructions for Beckman flame spectrophotometer—*Beckman Bul.*, 259, 1951.