

Recebido em 20 de Dezembro de 1973

Aspectos micromorfológicos de solos de uma topossequência ocorrendo em zona tropical húmida (Superfície da Quibala - Angola) ⁽¹⁾

por

J. BENAYAS

Instituto de Edafología y Biología Vegetal — C. S. I. C. Madrid

•

R. PINTO RICARDO

Instituto Superior de Agronomia — Lisboa

Centro de Estudos de Pedologia Tropical — J. I. U. Lisboa

Com o presente trabalho estudam-se, do ponto de vista micromorfológico, dezassete amostras de horizontes subsuperficiais e inferiores de quatro perfis de solos que são frequentes em topossequências ocorrendo na região planáltica angolana de clima tropical húmido. Procura-se assim, através de tal caracterização, obter elementos fundamentais para se precisarem aspectos particulares da génese da sequência de solos em que esses perfis se integram.

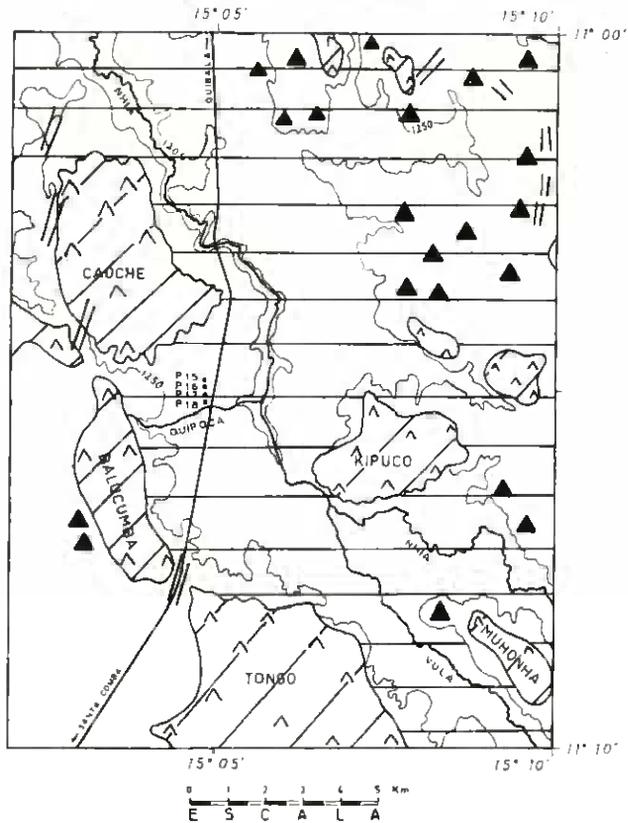
O trabalho resultou da colaboração entre o Centro de Estudos de Pedologia Tropical e o «Instituto de Edafologia y Biología Vegetal de

(1) Um resumo deste trabalho, com o título «Estudio micromorfológico de una catena de suelos en zona tropical húmeda (Angola)», foi apresentado na «VI Reunión del Grupo Español de Sedimentología» realizada em Granada (Espanha), em Abril de 1972.

Madrid», em cujo «Laboratório de Micromorfologia de Suelos» se efectuou a preparação das lâminas delgadas necessárias, bem como o seu estudo micromorfológico.

I. MATERIAL

Os perfis de solos estudados situam-se no concelho de Santa Comba (distrito de Cuanza Sul), localizando-se numa encosta da margem esquerda do rio Quipoca, pequeno afluente do Nhia (Fig. 1).



LEGENDA

- | | | | |
|--|-------------------------|--|---------------------------|
| | — ESCUDOS ROCHOSOS | | SUPERFÍCIE DA CELA |
| | — MONTES-ILHAS | | LINHAS DIVISÓRIAS DE ÁGUA |
| | — SUPERFÍCIE DA QUIBALA | | — LOCAL DA TOPOSSEQUÊNCIA |

Fig. 1 — Esboço geomorfológico da região onde ocorre a topossequência dos perfis estudados, com a localização destes

Os perfis encontram-se em correspondência com a formação geológica «Granitos, granodioritos e quartzodioritos (antecâmbrios e não datados)» (MOUTA, 1954), caracterizando-se litologicamente a zona da sua ocorrência por granitos de grão fino a médio, por granitos grosseiros porfiroides e por pórfiros graníticos (MARQUES & FURTADO, 1967). Do ponto de vista geomorfológico (Fig. 1), a topossequência encontra-se no limite meridional da Superfície da Quibala (MARQUES, 1971), a qual é cortada por três rios importantes (entre eles o Nhia) cujos afluentes, bem marcados na topografia regional, determinam a individualização na paisagem de grande número de elementos planálticos com extensos cimos quase planos e encostas de declive suave, em geral inferior a cerca de 4°. É num destes elementos planálticos que se localizam os perfis. O clima da região é, segundo a classificação de Thornthwaite, tropical húmido ($B_1 B'_3 ra'$), caracterizando-se por uma temperatura média anual compreendida entre 20 e 21°C, por uma precipitação anual de 1 200 a 1 400 mm e por apresentar durante o ano duas estações bem marcadas (M. P. A. M. & C. E. P. T., 1968; SILVEIRA, 1962). A vegetação sob que ocorrem os solos estudados é a «Mata de Panda» (GOSSWEILER, 1939; M. P. A. M. & C. E. P. T., 1968).

Os perfis de solos considerados neste estudo — perfis 15, 16, 17 e 18 — correspondem aos tipos de solos mais extensamente representados nas topossequências da região, sucedendo-se, pela ordem indicada, do cimo do elemento planáltico a que pertencem para a parte inferior, em direcção à margem do rio Quipoca. Apresentam-se, seguidamente, as suas principais características morfológicas, físico-químicas e mineralógicas.

Perfil 15 (Fig. 2)

Localização: Estrada Quibala-Cela, cerca de 315 m antes do rio Quipoca.

Litologia: Rocha eruptiva quartzífera.

Clima: Tropical húmido (B₁).

Vegetação: «Mata de Panda» de origem secundária.

Topografia: Relevo geral ondulado suave; perfil observado na bordadura de elemento planáltico com 1° de declive.

Altitude: Cerca de 1 226 m.

Descrição morfológica:

0 — 8 cm	Pardo escuro a pardo (7,5YR 3/2-4/2) (s); pardo escuro (7,5YR 3/2) (h); argilo-arenoso; agregação anisoforme média e fina moderada; compactidade pequena; consistência ligeiramente dura e dura (s); com muitas raízes finas e médias e poucas grossas. Grau de humidade — seco.
8 — 20 cm	Características de transição entre o horizonte anterior e o seguinte.
20 — 36 cm 43	Laranja (5YR 4/6) (s); vermelho escuro a vermelho (2,5YR 3/6-4/6) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média a grande; consistência dura e ligeiramente dura (s); com bastantes raízes finas e médias. Grau de humidade — seco.
36 — 73 cm 43	Laranja (5YR 4/8-5/8) (s); vermelho (2,5YR 4/6-5/6) (h); argiloso; sem agregação evidente; medianamente poroso; compactidade média a grande; consistência ligeiramente dura e dura (s); com algumas raízes finas e médias. Grau de humidade — pouco fresco.
73 — 153 cm	Laranja (5YR 5/8) (s); vermelho (2,5YR 4/8) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média a pequena; consistência friável e firme (h); com poucas glébulas ferruginosas, rijas, de diâmetro predominantemente inferior a 5 mm; com algumas raízes finas, médias e grossas. Grau de humidade — fresco.
153 — 220 cm	Laranja (5YR 5/8) (s); vermelho (2,5YR 4/8) (h); argiloso, com raros elementos grosseiros de quartzo (salbro anguloso e subanguloso e pedra angulosa); sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média a pequena; consistência friável e firme (h); com algumas glébulas semelhantes às do horizonte anterior; com algumas raízes finas e médias. Grau de humidade — fresco.
a 220 cm	Formação laterítica constituída por glébulas ferruginosas de dimensão variável que se consolidam em bancada com a profundidade.

Dados analíticos:

	0-8 cm	20-43 cm	43-73 cm	73-113 cm	113-153 cm	165-205 cm
TERRA FINA (< 2 mm)						
Análise granulométrica %						
2 — 0,2 mm	26,8	19,1	14,6	14,7	14,5	14,8
0,2 — 0,02 mm	30,0	22,6	20,9	22,9	23,5	22,6
0,02 — 0,002 mm	3,5	4,0	2,7	2,9	2,5	2,3
< 0,002 mm	39,7	54,3	61,8	59,5	59,5	60,3
Matéria orgânica %	3,0	1,0	0,6	0,4	0,3	0,3
pH (H ₂ O)	6,2	5,5	6,2	6,4	6,2	6,1
pH (KCl 1N)	5,0	4,6	5,2	5,7	5,6	4,9
Soma de bases de troca (S) me/100 g	4,22	0,57	1,28	1,58	1,55	0,27
Capacidade de troca catiônica (T _{8,1}) me/100 g	8,79	5,73	5,51	4,67	4,54	4,22
Grau de saturação (V) %	48,0	10,0	23,2	33,8	34,1	6,4
C orgânico %	1,76	0,57	0,34	0,23	0,18	0,16
N total %	0,091	0,032	0,015	0,013	0,010	0,009
C/N	19,3	17,8	22,7	17,7	18,0	17,8
AREIA (1-0,02 mm)						
Composição mineralógica % (apenas se consideram os minerais presentes em quantidades significa- tivas)						
Quartzo	98,7	97,3	98,8	97,6	98,6	97,9
Zircão	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Óxidos de ferro	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Agregados de argila	0,4	1,8	0,3	1,2	0,5	1,1
ARGILA (< 0,002 mm)						
Relações moleculares						
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,78	1,83	1,81	1,81	1,79	1,85
SiO ₂ /R ₂ O ₃	1,57	1,61	1,58	1,59	1,56	1,61
Composição mineralógica						
Caulinite %	85-95	85-95	85-95	85-95	85-95	85-95
Clorite (*)	D	O	D	O	O	O
Minerais interstratifica- dos (*)	O	O	V	O	O	O
Gibbsite (*)	V	D	V	V	V	V
Goetite %	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10

(*) Indicações semi-quantitativas: O — Ausência; D — Presença duvidosa; V — Vestígios.

Perfil 16 (Fig. 2)

Localização: Estrada Quibala-Cela, cerca de 215 m antes do rio Quipoca (a 100 m do perfil 15).

Litologia: Rocha eruptiva quartzífera.

Clima: Tropical húmido (B).

Vegetação: «Mata de Panda» de origem secundária.

Topografia: Relevo geral ondulado suave; perfil observado em encosta com 3° de declive (no terço superior da encosta do elemento planáltico).

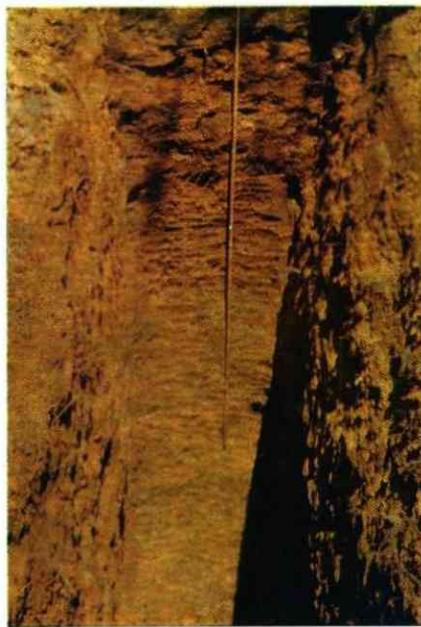
Altitude: Cerca de 1 222 m.

Descrição morfológica:

- | | |
|---------------------|---|
| 0 — 6 cm | Pardo acinzentado muito escuro a pardo acinzentado escuro (10YR 3/2-4/2) (s); pardo muito escuro a pardo acinzentado muito escuro (10YR 2/2-3/2) (h); franco-argilo-arenoso; sem agregação evidente; compactidade mínima; solto; com muitas raízes finas e médias. Grau de humidade — seco. |
| 6 — 18 cm | Características de transição entre o horizonte anterior e o seguinte. |
| 18 — 33 cm | Pardo forte a amarelo avermelhado (7,5YR 5/6-6/6) (s); pardo forte (7,5YR 5/6) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média a grande; consistência ligeiramente dura e dura (s); com bastantes raízes finas e médias. Grau de humidade — pouco fresco. |
| 33 — 78 cm | Amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) (s); pardo forte (7,5YR 5/8) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média a grande; consistência dura e ligeiramente dura (s); com algumas raízes médias, finas e grossas. Grau de humidade — pouco fresco. |
| 78 — 146 cm | Amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) (s); pardo forte (7,5YR 5/8) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média; consistência friável e firme (h); com poucas glébulas ferruginosas, rijas, de diâmetro inferior a 20 mm; com poucas raízes finas e médias. Grau de humidade — fresco. |
| 146 — 165 cm | Rosado (7,5YR 7/4) (s); amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média a pequena; consistência friável e firme (h); com algumas glébulas semelhantes às do horizonte anterior; com poucas raízes finas e médias. Grau de humidade — húmido. |
| 165 — 190 cm
197 | Rosado (7,5YR 7/4-8/4) (s); amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média a pequena; consistência friável e firme (h); com bastantes glébulas ferruginosas semelhantes às dos horizontes anteriores; com poucas raízes finas e médias. Grau de humidade — húmido. |
| a 190
197 | Formação laterítica constituída por glébulas ferruginosas que tendem a consolidar-se em bancada com a profundidade. |



Perfil 15



Perfil 16



Perfil 17

[Fotos M. Monteiro Marques]

Fig. 2 — *Aspecto morfológico dos perfis 15, 16 e 17*

Dados analíticos:

	0-6 cm	18-33 cm	40-70 cm	78-112 cm	112-146 cm	146-165 cm	165-197 cm
TERRA FINA (< 2 mm)							
Análise granulométrica %							
2 — 0,2 mm	34,5	18,1	12,9	14,9	13,8	13,3	14,0
0,2 — 0,02 mm	34,7	22,8	18,5	21,4	22,2	23,7	22,2
0,02 — 0,002 mm	3,6	1,6	2,5	1,8	2,8	3,3	2,6
< 0,002 mm	27,2	57,5	66,1	61,9	61,2	59,7	61,2
Matéria orgânica %	2,6	1,0	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
pH (H ₂ O)	6,3	5,8	5,9	5,8	5,9	5,9	5,9
pH (KCl 1N)	4,9	4,2	4,2	4,2	4,6	4,3	4,3
Soma de bases de troca (S) me/100 g	3,88	0,72	0,44	0,28	0,23	0,23	0,35
Capacidade de troca catiônica (T _{s,1}) me/100 g	7,99	5,82	6,08	4,85	4,77	4,69	4,72
Grau de saturação (V) %	48,6	12,4	7,2	5,8	4,8	4,9	7,4
C orgânico %	1,53	0,60	0,30	0,23	0,20	0,18	0,16
N total %	0,077	0,024	0,011	0,009	0,009	—	0,009
C/N	19,9	25,0	27,3	25,6	22,2	—	17,8
ARGILA (1-0,02 mm)							
Composição mineralógica % (apenas se consideram os minerais presentes em quantidades significativas)							
Quartzo	97,7	97,1	84,2	96,4	95,4	95,0	95,8
Microclina	0,4	0,6	0,1	0,3	0,3	0,3	0,0
Zircão	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Óxidos de ferro	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
Agregados de argila	1,0	1,5	14,8	2,4	3,3	3,9	3,4
ARGILA (< 0,002 mm)							
Relações moleculares							
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,89	1,89	1,90	1,88	1,93	1,90	1,96
SiO ₂ /R ₂ O ₃	1,74	1,75	1,76	1,74	1,80	1,78	1,84
Composição mineralógica							
Caulinite %	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95
Minerais micáceos (*)	V	D	O	O	O	O	O
Clorite (*)	D	D	D	D	O	O	O
Gibbsite (*)	V	V	V	D	D	D	V
Goetite %	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

(*) Indicações semi-quantitativas: O — Ausência; D — Presença duvidosa; V — Vestígios.

Perfil 17 (Fig. 2)

Localização: Estrada Quibala-Cela, cerca de 175 m antes do rio Quipoca (a 40 m do perfil 16).

Litologia: Rocha eruptiva quartzífera.

Clima: Tropical húmido (B₁).

Vegetação: «Mata de Panda» de origem secundária.

Topografia: Relevo geral indulado suave; perfil observado em encosta com 3° de declive (na transição do terço médio para o terço superior da encosta do elemento planáltico).

Altitude: Cerca de 1 220 m.

Descrição morfológica:

- | | |
|---------------------|--|
| 0 — 6 cm | Cinzento escuro a pardo acinzentado escuro (10YR 4/1-4/2) (s); negro a pardo muito escuro (10YR 2/1-2/2) (h); franco-argilo-arenoso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade pequena; consistência ligeiramente dura (s); com bastantes raízes finas e médias. Grau de humidade — seco. |
| 6 — 15 cm | Pardo acinzentado a cinzento pardacento claro (10YR 5/2-6/2) (s); pardo acinzentado muito escuro a pardo acinzentado escuro (10YR 3/2-4/2) (h); franco-argilo-arenoso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade pequena; consistência ligeiramente dura (s); com bastantes raízes finas e médias. Grau de humidade — seco. |
| 15 — 27 cm | Pardo amarelado claro (10YR 6/4) (s); pardo amarelado escuro (10YR 4/4) (h); argilo-arenoso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média; consistência dura (s); com bastantes raízes médias, finas e grossas. Grau de humidade — pouco fresco. |
| 27 — 76 cm | Pardo amarelado claro a pardo muito pálido (10YR 6/4-7/4) (s); pardo claro (7,5YR 6/4) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade grande a média; consistência dura (s); com bastantes raízes médias, finas e grossas, diminuindo com a profundidade. Grau de humidade — pouco fresco. |
| 76 — 119 cm
127 | Branco rosado a pardo muito pálido (7,5YR 8/2-10YR 8/3) (s); rosado (7,5YR 7/4) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média; consistência firme (h); com poucas raízes. Grau de humidade — fresco. |
| 119 — 162 cm
127 | Pardo muito pálido (10YR 8/3) (s); pardo muito pálido (10YR 7/4) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média; consistência firme (h); com raras raízes. Grau de humidade — fresco. |
| 162 — 240 cm | Branco (10YR 8/1) com bastantes a algumas manchas de cor ferruginosa, pequenas e pouco nítidas (s); argiloso, com pouco saibro quartzoso anguloso e subanguloso; sem agregação |

evidente; pouco poroso; compactidade pequena; consistência firme e friável (h); com raras glêbulas ferruginosas rijas e brandas, de diâmetro inferior a 5 mm; com bastantes acumulações de óxidos de ferro correspondentes às manchas; com raras raízes. Grau de humidade — fresco a húmido com a profundidade.

- 240 — ? cm Branco (10YR 8/1) com poucas manchas de cor ferruginosa, pequenas e mais nítidas do que as do horizonte anterior (s); argiloso, com algum saibro quartzoso anguloso e subanguloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade pequena; consistência friável (h); com poucas glêbulas ferruginosas rijas e brandas, de diâmetro inferior a 20 mm; com poucas acumulações de óxidos de ferro correspondentes às manchas; com raras raízes. Grau de humidade — húmido.

Dados analíticos:

	0-6 cm	6-15 cm	15-27 cm	27-43 cm	43-76 cm	80-120 cm	120-162 cm	162-207 cm	207-240 cm	240-263 cm
TERRA FINA (< 2 mm)										
Análise granulométrica %										
2 — 0,2 mm	32,5	30,4	21,8	13,6	12,4	12,2	12,9	12,9	13,1	12,7
0,2 — 0,02 mm	37,0	37,4	27,8	19,7	17,8	19,5	21,0	21,5	20,8	20,6
0,02 — 0,002 mm	5,3	4,3	2,3	2,4	1,8	1,9	2,6	2,8	4,3	3,7
< 0,002 mm	25,2	27,9	48,1	64,3	68,0	66,4	63,5	62,8	61,8	63,0
Matéria orgânica %	3,0	1,5	1,0	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
pH (H ₂ O)	6,6	5,9	5,9	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9	5,9
pH (KCl 1N)	5,4	4,5	4,3	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Soma de bases de troca (S) me/100 g	4,98	1,79	1,72	0,44	0,35	0,41	0,33	0,33	0,39	0,48
Capacidade de troca catiônica (T _{s,1}) me/100 g	8,27	5,64	5,72	4,99	5,23	5,01	4,53	4,24	4,15	4,18
Grau de saturação (V) %	60,2	31,7	30,1	8,8	6,7	8,2	7,3	7,8	9,4	11,5
C orgânico %	1,72	0,87	0,59	0,38	0,25	0,16	0,10	0,09	0,09	0,09
N total %	0,098	0,054	0,037	0,025	0,017	0,011	0,011	0,012	0,011	0,010
C/N	17,6	16,1	15,9	15,2	14,7	14,5	9,1	7,5	8,2	9,0
AREIA (1-0,02 mm)										
Composição mineralógica % (apenas se consideram os minerais presentes em quantidades significativas)										
Quartzo	98,2	98,0	93,3	82,8	91,0	93,2	95,4	93,5	88,1	93,1
Microclina	0,0	1,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,4	0,3	0,0	0,6
Plagioclases	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Zircão	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Oxidos de ferro	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6
Agregados de argila	0,5	0,0	5,6	16,3	8,1	5,3	3,0	5,4	11,1	5,5
ARGILA (< 0,002 mm)										
Relações moleculares										
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	2,00	2,01	2,01	2,02	2,00	2,06	2,04	2,08	2,01	2,10
SiO ₂ /R ₂ O ₃	1,89	1,90	1,90	1,92	1,91	1,98	1,97	2,02	1,95	2,05
Composição mineralógica										
Caulinite %	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95
Minerais micáceos (*) ...	O	O	O	V	O	V	V	V	V	O
Clorite (*)	D	D	D	D	D	D	D	D	O	O
Gibbsite (*)	V	V	V	V	D	D	O	O	O	O
Goetite %	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

(*) Indicações semi-quantitativas: O — Ausência; D — Presença duvidosa; V — Vestígios.

Perfil 18

Localização: Estrada Quibala-Ceia, cerca de 120 m antes do rio Quipoca (a 55 m do perfil 17).

Litologia: Rocha eruptiva quartzífera.

Clima: Tropical húmido (B₁).

Vegetação: «Mata de Panda» de origem secundária.

Topografia: Relevo geral ondulado suave; perfil observado em encosta com 3° de declive (na transição do terço médio para o terço inferior da encosta do elemento planáltico).

Altitude: Cerca de 1 218 m.

Descrição morfológica:

- | | |
|---------------------|--|
| 0 — 5 cm | Cinzeno escuro e cinzeno (10YR 4/1-5/1) (s); cinzeno muito escuro a negro (10YR 3/1-2/1) (h); franco-argilo-arenoso; sem agregação evidente; compactidade pequena; Irregularmente solto e com consistência branda (s); com bastantes raízes finas e grossas. Grau de humidade — seco. |
| 5 — 18 cm
22 | Zona de transição, correspondendo a penetrações do horizonte anterior e do seguinte. |
| 18 — 63 cm
22 | Branco (10YR 8/2) (s); com raras manchas pequenas acinzentadas (talvez devidas à actividade de formigas); pardo pálido a pardo muito pálido (10YR 6/3-7/3) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade grande a média; consistência ligeiramente dura e dura (s); com algumas raízes finas, médias e grossas. Grau de humidade — pouco fresco. |
| 63 — 117 cm | Branco (10YR 8/2) (s); pardo pálido a pardo muito pálido (10YR 6/3-7/3) (h); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média a grande; consistência ligeiramente dura e dura (s); com raras raízes. Grau de humidade — pouco fresco. |
| 117 — 180 cm
185 | Branco a cinzeno claro (10YR 8/2-7/2), com bastantes manchas pequenas brancas (10YR 8/1) (s); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade média; consistência firme (h); com raras raízes. Grau de humidade — fresco. |
| 180 — ? cm
185 | Branco (10YR 8/1-N8/), com bastantes manchas de cor ferruginosa pequenas e pouco nítidas (s); argiloso; sem agregação evidente; pouco poroso; compactidade pequena a média; consistência firme e friável (h); com bastantes acumulações de óxidos de ferro correspondentes às manchas; com raras raízes. Grau de humidade — húmido. |

Dados analíticos:

	0-5 cm	18-37 cm	37-63 cm	63-105 cm	117-146 cm	146-185 cm	185-227 cm	240-280 cm
TERRA FINA (< 2 mm)								
Análise granulométrica %								
2 — 0,2 mm	25,7	15,0	15,2	13,5	15,6	14,1	12,7	11,7
0,2 — 0,02 mm	35,4	23,8	24,8	21,0	22,6	23,3	21,9	20,7
0,02 — 0,002 mm	5,1	2,3	2,9	3,8	2,6	3,1	3,6	6,1
< 0,002 mm	33,8	58,9	57,1	61,7	59,2	59,5	61,8	61,5
Matéria orgânica %	3,5	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1
pH (H ₂ O)	6,3	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	5,8	5,8
pH (KCl 1N)	5,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Soma de bases de troca (S) me/100 g	6,56	0,35	0,49	0,44	0,62	0,58	1,14	1,20
Capacidade de troca catiônica (T _s) me/100 g	10,70	5,17	4,98	4,99	4,58	4,23	4,62	4,70
Grau de saturação (V) %	61,3	6,8	9,8	8,8	13,5	13,7	24,7	25,5
C orgânico %	2,01	0,37	0,29	0,22	0,12	0,10	0,05	0,06
N total %	0,133	0,024	0,020	0,014	0,010	0,008	0,008	0,007
C/N	15,1	15,4	14,5	15,7	12,0	12,5	6,3	8,6
AREIA (1-0,02 mm)								
Composição mineralógica % (apenas se consideram os minerais presentes em quantidades significativas)								
Quartzo	98,9	79,1	84,6	97,1	90,9	79,7	75,8	98,8
Microclina	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Zircão	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Oxidos de ferro	0,7	0,8	0,7	0,4	0,4	0,6	0,7	0,5
Agregados de argila	0,2	19,9	14,1	1,9	8,5	19,4	23,2	0,4
ARGILA (< 0,002 mm)								
Relações moleculares								
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	2,13	2,11	2,04	2,10	2,12	2,19	2,12	2,19
SiO ₂ /R ₂ O ₃	2,04	2,03	1,96	2,03	2,05	2,11	2,05	2,06
Composição mineralógica								
Caulinite %	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95	90-95
Montmorilonite (*)	V	O	V	V	V	V	V	V
Minerais interstratificados (*)	O	O	O	O	O	V	O	O
Goetite %	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

(*) Indicações semi-quantitativas; O — Ausência; V — Vestígios.

De acordo com a classificação estabelecida para os solos de Angola (M. P. A. M. & C. E. P. T., 1968), tendo em atenção as características morfológicas, físico-químicas e mineralógicas apresentadas pelos perfis, todos os solos aqui considerados se filiam nos Ferralíticos e, dentro destes, nos Fracamente Ferrálicos. A nível taxonómico mais baixo repartem-se pelos Fracamente Ferrálicos Vermelhos, *de rochas cristalinas quartzíferas* (perfil 15), Fracamente Ferrálicos Amarelos, *de rochas cristalinas quartzíferas* (perfil 16) e Fracamente Ferrálicos Pardacentos, *de rochas cristalinas quartzíferas* (perfis 17 e 18).

II. MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E MINERALÓGICA DOS SOLOS

Seguiu-se a terminologia e os métodos analíticos adoptados pelo Centro de Estudos de Pedologia Tropical e pela Missão de Pedologia de Angola e Moçambique (C. E. P. T., 1961; C. E. P. T., 1967).

ESTUDO MICROMORFOLÓGICO

Colheita das amostras de solo

Seguiu-se a técnica já utilizada noutros trabalhos sobre solos de Angola (CONDADO, 1969).

Preparação das lâminas delgadas

As técnicas utilizadas foram as que usualmente se seguem no «Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid» (HIGUERAS ARNAL, 1967).

As pequenas amostras monolíticas de solo foram impregnadas com uma resina sintética de poliéster — Cronolita 1 108, da Plastiform S. A. (Madrid) —, tendo-se usado como diluente o monostireno, como catalisador o peróxido de benzoilo e como activador o naftenato de cobalto (proporção 100 : 20 : 0,5 : 0,2). A impregnação fez-se no vácuo, à temperatura ambiente, tendo sido necessário um período de polimerização máximo de quatro a seis semanas.

Uma vez polimerizadas, as amostras transformadas em blocos endurecidos foram cortadas numa serra com disco de diamante (máquina Woco 200, da Firma Conrad — Alemanha) e um seu fragmento foi polido numa das faces. Para isso começou por se sujeitar o material a um desbaste com uma rectificadora de superfícies planas (da Firma Cornadó — Barcelona), passando-se depois a respectiva face por esmeril cada vez mais fino e submetendo-a, por fim, a uma máquina polidora adequada (polidora Buehler, da Firma Buehler Ltd. — E. U. A.).

Cada fragmento de bloco obtido foi então montado numa lâmina de tamanho petrográfico, pela face polida, utilizando-se para o efeito uma mistura de Cronolita 1 108, catalisador e activador. Procedeu-se, acto contínuo, ao desbaste e polimento da face não montada, bem como à cobertura da preparação com uma lamela adequada, para cuja fixação se recorreu igualmente à mistura acabada de referir.

Obtenção dos fotogramas

Os fotogramas, que são negativos da fotografia da lâmina do solo, foram obtidos com o projector de mesa TP 200 (Leitz) segundo a técnica de GEYGER & BECKMANN (1967). O aparelho está equipado com sistema de polarização e dispositivo fotográfico e tem a vantagem de poder estudar o corte delgado do solo numa superfície de projecção de 200 mm de diâmetro, sendo as ampliações de 10 : 1, 20 : 1, 50 : 1 ou 100 : 1 consoante a objectiva utilizada.

Conforme se preparam os fotogramas apenas com um nicol ou com nicóis cruzados, assim se obtém um *fotograma estrutural* (com a massa basal a branco e os vazios e grãos minerais a preto) ou um *fotograma mineral* (este com a massa basal e os vazios a branco e os grãos minerais a preto) (Fig. 3). Tais fotogramas permitem uma análise estrutural micromorfométrica das preparações de solo, segundo o método desenvolvido nos últimos anos da década de 50, em Reinbek (República Federal Alemã), por Kubiena e os seus colaboradores Beckmann e Geyger. Devido ao forte contraste entre o branco e o preto dos fotogramas, é possível a sua medição fotométrica e a determinação das percentagens de plasma, grãos minerais e vazios.

Na actualidade começa-se a substituir estes métodos quantitativos por processos óptico-electrónicos (JONGERIUS *et al.*, 1972) orientados, muito principalmente, para o estudo da porosidade com vista à resolução de problemas agrícolas.

No nosso caso, relativamente aos fotografamas obtidos para os diversos perfis da topossequência, não se foi além da sua análise comparativa pois um estudo micromorfométrico completo sairia dos objectivos do presente trabalho.

Análise micromorfológica

O estudo dos cortes delgados de solo foi efectuado com um microscópio petrográfico, tendo-se geralmente seguido a nomenclatura e as definições propostas por BREWER (1964).

A cor é expressa na escala de Munsell, por observação do corte delgado com luz transmitida. Para avaliação do grau de arredondamento dos grãos minerais, feita semiquantitativamente a partir da observação de 100 grãos por preparação, seguiu-se a escala de POWERS (1953).

III. RESULTADOS E SUA APRECIÇÃO

1. Grau de arredondamento dos grãos de quartzo

Perfil	Profundidade cm	Grau de arredondamento (em %)					
		Muito anguloso	Anguloso	Subangu- loso	Subarre- dondado	Arredon- dado	Muito arredon- dado
15	55- 61	2	36	45	16	1	0
	95-101	0	35	38	27	0	0
	182-188	0	33	45	22	0	0
16	55- 61	0	54	39	7	0	0
	92-98	0	47	45	8	0	0
	177-183	0	57	42	1	0	0
17	55- 61	0	54	45	1	0	0
	97-103	0	53	46	1	0	0
	185-191	0	60	40	0	0	0
	249-255	0	51	42	7	0	0
18	63- 69	0	46	50	4	0	0
	117-123	0	31	67	2	0	0
	160-166	0	9	90	1	0	0
	260-206	0	22	77	1	0	0
	257-263	0	18	81	1	0	0

2. Descrição micromorfológica dos cortes delgados

Perfil 15

Profundidade cm	Descrição micromorfológica
55- 61	Plasma laranja (5YR 6/8), com birrefringência muito escassa; grãos minerais na sua quase totalidade de quartzo, com heterometria muito pronunciada, predominando os graus de arredondamento anguloso, subanguloso e subarredondado; distribuição porfirosquelética; películas de iluviação em razoável quantidade, ferri-argílicas, com orientação forte a moderada, frequentemente não se encontrando associadas a superfícies naturais do solo actual; pápulas ocasionais, de textura contínua; pequena proporção de nódulos ferruginosos herdados, de translúcidos a opacos em corte delgado, com anisotropia variável; agregados de dimensão variável, entre cerca de 0,5 e 0,05 mm (predominam os maiores), sobretudo arredondados, subarredondados e mamiloformes, distribuindo-se irregularmente e em grande parte não se apresentando acomodados; vestígios de fitólitos e de restos vegetais.
95-101	Plasma, grãos e distribuição semelhantes aos do nível anterior; sem películas; vestígios de pápulas de textura contínua; pequena proporção de nódulos semelhantes aos do nível anterior, na sua maior parte herdados; grande quantidade de agregados semelhantes aos anteriores; vestígios de fitólitos e de restos vegetais.
182-188	Plasma laranja (5YR 5/8), com birrefringência muito escassa; grãos e distribuição semelhantes aos dos níveis anteriores; sem películas; vestígios de pápulas; razoável proporção de nódulos ferruginosos, de translúcidos a opacos e com anisotropia variável, sendo pouco frequentes os formados <i>in situ</i> ; razoável quantidade de agregados semelhantes aos dos níveis superiores; vestígios de litorrelíquias e de fitólitos; sem restos vegetais.
a 240	Laterite formada principalmente por cristais de goetite e hematite, distinguindo-se morfologicamente concreções e grãos de quartzo, cimentados por tais óxidos. Estes, além de constituírem as concreções e o cimento, podem também preencher algumas cavidades.

Perfil 16

Profundidade cm	Descrição micromorfológica
55- 61	Plasma amarelo avermelhado (7,5YR 6/8) e em que não se observa birrefringência; grãos de quartzo com heterometria muito pronunciada, predominando os graus de arredondamento anguloso e subanguloso; distribuição porfirosquelética; razoável quantidade de películas essencialmente ferri-argílicas, parte de iluviação, parte de

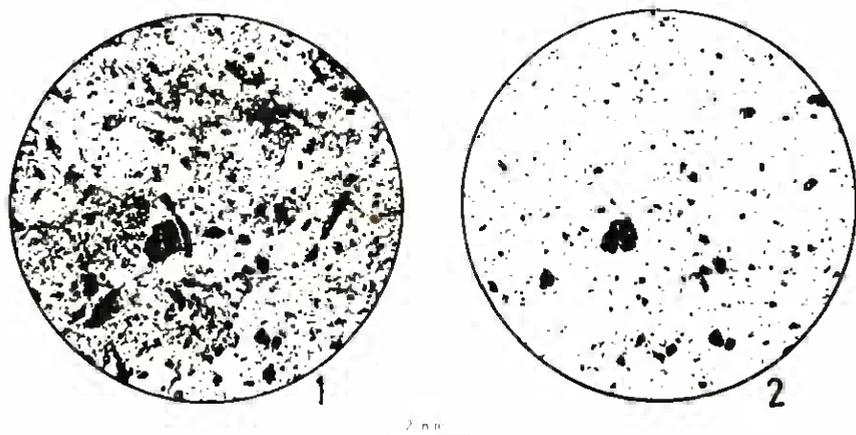


Fig. 3 — *Fotograma estrutural (1) e fotograma mineral (2) do perfil 15 (95-101 cm)*

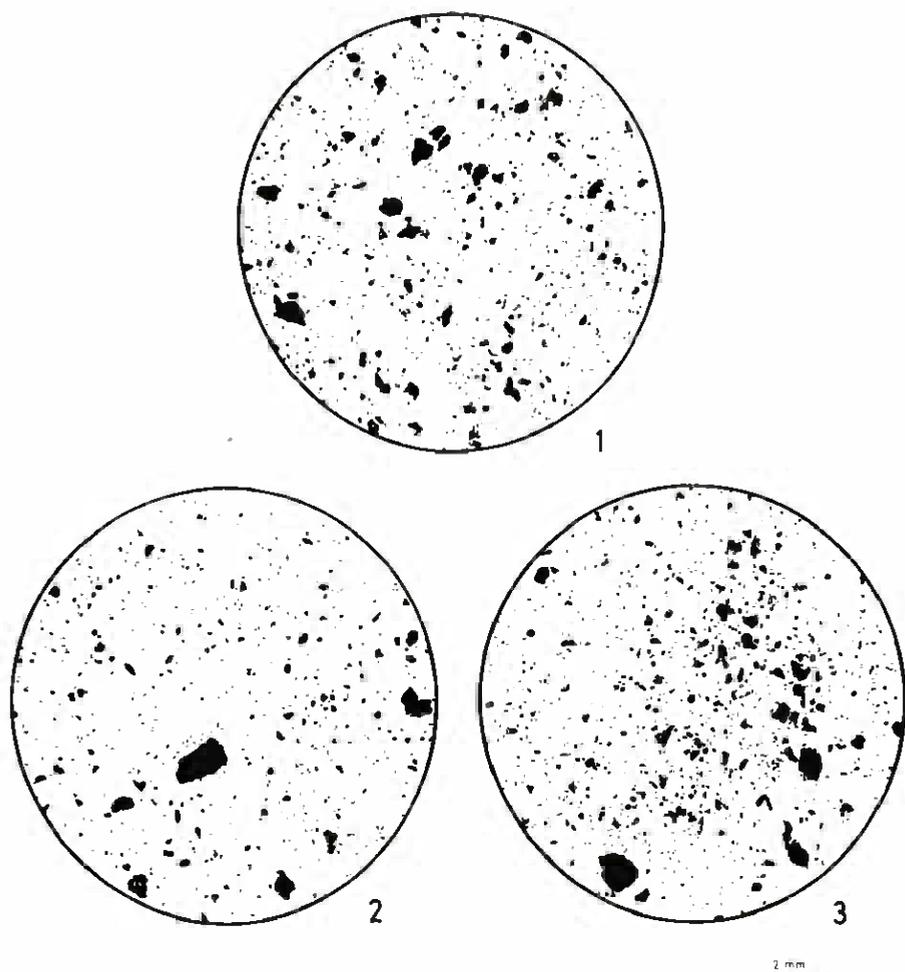


Fig. 4 — *Fotogramas minerais: 1 - Perfil 16 (92-98 cm); 2 - Perfil 17 (97-103 cm); 3 - Perfil 18 (63-69 cm)*

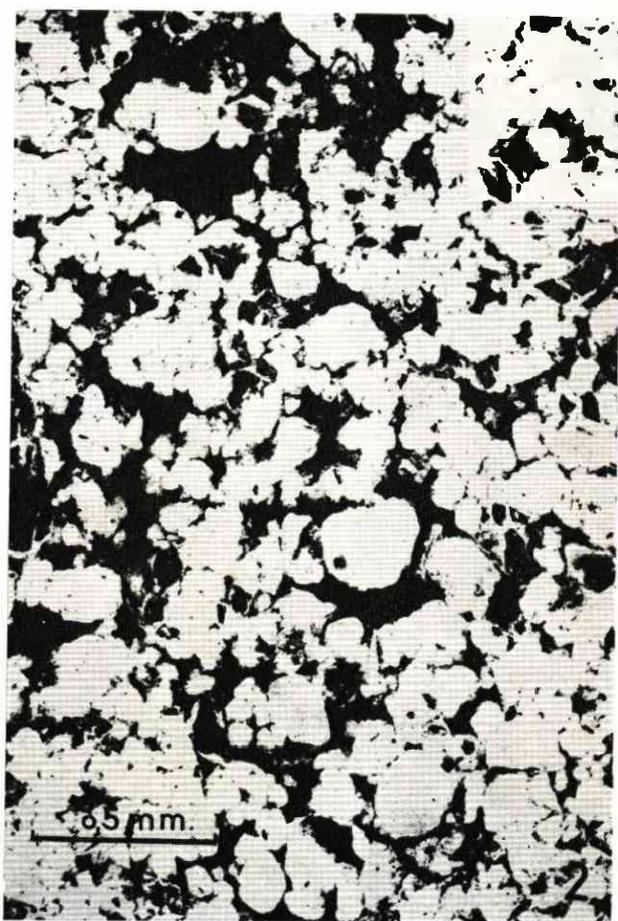


Fig. 5 — *Fotograma estrutural do perfil 15 (95-101 cm) mostrando a forma e a dimensão dos agregados*

- difusão, com orientação forte a moderada; pápulas ocasionais, de contextura contínua; pequena proporção de nódulos ferruginosos; agregados comuns, com características semelhantes às do perfil 15; vestígios de fitólitos e de restos vegetais.
- 92- 98 Plasma de cor pardo forte (7,5YR 5/8); birrefringência do plasma, grãos e distribuição semelhantes aos do nível anterior; sem películas; vestígios de pápulas; nódulos ferruginosos comuns; razoável quantidade de agregados como os anteriores; vestígios de fitólitos e de restos vegetais.
- 177-183 Plasma, grãos e distribuição semelhantes aos dos níveis anteriores; sem películas; vestígios de pápulas; grande proporção de nódulos ferruginosos, de translúcidos a opacos em corte delgado, com anisotropia variável, sendo pequena a quantidade dos nódulos herdados em comparação com os formados *in situ*; agregados em razoável quantidade, semelhantes aos dos níveis superiores; vestígios de fitólitos; sem restos vegetais.

Perfil 17

Profundidade cm	Descrição micromorfológica
55- 61	Plasma de cor pardo amarelada (10YR 5/8) e em que não se observa birrefringência; grãos de quartzo com predomínio dos graus de arredondamento anguloso e subanguloso, apresentando heterometria muito pronunciada; distribuição porfirósquelética; razoável quantidade de películas essencialmente de iluviação e ferri-argilicas; vestígios de pápulas; nódulos ferruginosos ocasionais; agregados comuns, semelhantes aos do perfil 15; vestígios de fitólitos e de restos vegetais.
97-103	Plasma amarelo (10YR 7/6); restantes características semelhantes às do nível anterior.
185-191	Plasma pardo amarelado claro (10YR 6/4) e em que não se observa birrefringência; grãos e distribuição semelhantes aos dos níveis anteriores; sem películas; vestígios de pápulas; nódulos ferruginosos comuns, sobretudo formados <i>in situ</i> ou em formação; agregados em razoável quantidade, como os do perfil 15; vestígios de fitólitos.
249-255	Plasma pardo muito pálido (10YR 7/3); restantes características semelhantes às do nível anterior, com exceção dos agregados que se encontram aqui em menor quantidade.

Perfil 18

Profundidade cm	Descrição micromorfológica
63- 69	Plasma pardo amarelado claro (10YR 6/4), no qual não se observa birrefringência; grãos de quartzo com heterometria muito pronunciada, predominando os graus de arredondamento anguloso e sub-

- anguloso; distribuição porfirosquelética; razoável quantidade de películas de iluviação, predominantemente constituídas por minerais de argila e por fraca proporção de óxidos de ferro, exibindo orientação forte a moderada e recobrindo vazios; pápulas ocasionais, de textura contínua; pequena proporção de nódulos ferruginosos em formação; poucos agregados com características semelhantes às do perfil 15; fitólitos ocasionais; vestígios de restos vegetais.
- 117-123 Plasma semelhante ao do nível anterior; predomínio do grau de arredondamento subanguloso sobre o anguloso, nos grãos de quartzo; distribuição porfirosquelética; razoável quantidade de películas semelhantes às do nível anterior; poucas pápulas; nódulos ferruginosos ocasionais, em formação; agregados em pequena quantidade; fitólitos ocasionais; sem restos vegetais.
- 160-166 Plasma de cor pardo muito pálida (10YR 7/3); birrefringência do plasma, grãos e distribuição semelhantes às do nível anterior; películas ocasionais; vestígios de pápulas e de nódulos ferruginosos em formação; agregados comuns, semelhantes aos do perfil 15; fitólitos ocasionais; ausência de restos vegetais.
- 200-206 Plasma, grãos e distribuição semelhantes aos do nível anterior; sem películas; vestígios de pápulas e de nódulos ferruginosos em formação; pequena quantidade de agregados; fitólitos ocasionais; ausência de restos vegetais.
- 257-263 Plasma, grãos e distribuição semelhantes aos dos dois últimos níveis; ausência de películas; vestígios de pápulas; pequena proporção de nódulos ferruginosos em formação; agregados ocasionais; vestígios de fitólitos; ausência de restos vegetais.

3. Considerações sobre os resultados obtidos

Há relativa aproximação entre os aspectos micromorfológicos fundamentais dos quatro perfis estudados. Pode assim fazer-se a sua apreciação conjunta, no entanto sem deixar de dar o devido destaque às diferenças tidas como mais relevantes.

O plasma constituinte dos solos apresenta birrefringência muito escassa ou nula, o que concorda com a composição da fracção argilosa (predominantemente material caulínico), pois, segundo ALTEMÜLLER (1971), a caulinite é um mineral que carece de boa orientação.

Os grãos minerais são na sua quase totalidade de natureza quartzosa, neles predominando claramente os graus anguloso e subanguloso (Figs. 3-2 e 4) mas existindo também grãos subarredondados cuja proporção diminui de forma marcada do perfil 15 para o 16 e, muito menos acentuadamente, do perfil 16 para o 17 e 18.

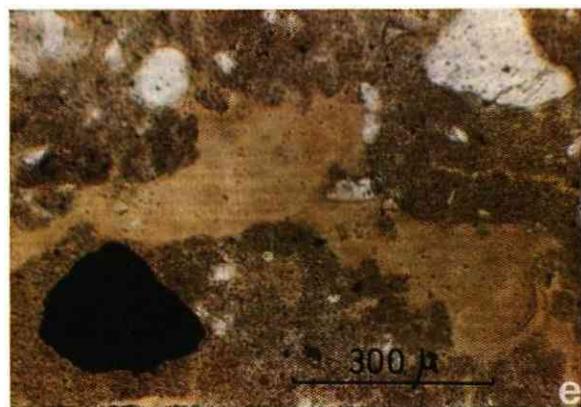
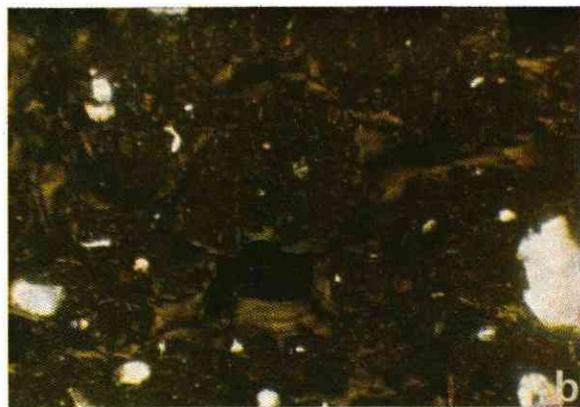


Fig. 6 — a - Laterite, observando-se parte de várias concreções cimentadas por óxidos de ferro e, além disso, grãos de quartzo com forma angulosa e subangulosa; b - A distribuição do plasma é porfiriosquelética e pode-se ver a birrefringência sobretudo em redor dos vazios (Perfil 15, a 55-61 cm; LP); c - Distribuição porfiriosquelética do plasma, vazios em forma de cavidades e grãos de quartzo angulosos e subangulosos; a argila iluviada enche parcialmente os vazios (Perfil 16, a 55-61 cm; LN); d - O mesmo aspecto anterior observado com nicos cruzados; e - Distribuição porfiriosquelética do plasma, destacando-se a presença de um nódulo sesquioxídico e de argila iluviada enchendo por completo os vazios (Perfil 17, a 97-103 cm; LN); f - O mesmo aspecto anterior observado com nicos cruzados

Os aspectos acabados de referir, revelados pela observação dos cortes delgados, concordam com os dados do capítulo I. Está-se pois em presença de material que sofreu intensa meteorização.

No que se refere à pedalidade, verifica-se o predomínio de agregados de formas arredondadas, subarredondadas e mamiloformes (Fig. 5), alguns apresentando-se parcialmente acomodados mas uma grande parte considerando-se não acomodados. O arranjo dos agregados não é regular, variando o diâmetro entre 0,05 e 0,40 mm mas predominando as maiores dimensões. O seu contorno e a posição dentro de cavidades sugerem para alguns deles uma origem influenciada pela fauna do solo.

Há evidência nítida da existência, nos níveis subsuperficiais e em níveis inferiores dos vários perfis, de películas essencialmente de iluviação, as quais se apresentam predominantemente constituídas pelos minerais de argila e por óxidos de ferro, diminuindo de forma progressiva a importância deste último componente do perfil 15 para o 18. As películas, cuja orientação é de forte a moderada, recobrem em geral vazios de condução, umas vezes sem os preencher (Fig. 6 — b, c, d) e outras preenchendo-os por completo (Fig. 6 — e, f). Com frequência as películas não recobrem superfícies naturais no estado actual do solo, facto que se explica pela reorganização do respectivo plasma depois da sua deposição. Este fenómeno estará pois na origem de algumas das pápulas observadas.

Pode assim concluir-se que, nos perfis considerados, houve iluviação de colóides minerais.

Estão presentes nódulos em todos os perfis, aumentando a sua proporção com a profundidade e diminuindo do perfil 15 para 18. São de natureza ferruginosa, herdados ou formados *in situ* (ou em formação) e translúcidos a opacos (em corte delgado); além disso apresentam-se com uma anisotropia variável. A quantidade de nódulos herdados em relação aos formados *in situ* diminui também do perfil 15 para o 18.

Nos perfis 15 e 16, a cerca de dois metros, aparece um nível de predomínio de nódulos ferruginosos que, com a profundidade, se consolidam ou tendem a consolidar-se em bancada laterítica (Fig. 6 — a), a qual é principalmente formada por óxidos de ferro — goetite e hematite (KUBIENA, 1962, 1970; SCHMIDT-LORENZ, 1964).

É normal em todas as amostras estudadas a presença de fitólitos (SMITHSON, 1958). Por vezes observam-se igualmente litorrelíquias.

Das características acabadas de apreciar pode portanto também afirmar-se que o material esteve sujeito a um certo transporte.

CONCLUSÕES

As conclusões que mais interessa destacar do estudo microformológico realizado são as seguintes:

- O material originário, ao qual corresponde uma meteorização intensa, esteve sujeito a um certo transporte;
- Deu-se uma iluviação moderada de argila, tendo este constituinte, depois de se haver depositado, sofrido um processo de reorganização.

AGRADECIMENTOS

Os autores exprimem os seus agradecimentos aos Drs. A. Sanches Furtado e M. Monteiro Marques, investigadores da Junta de Investigações do Ultramar, e ao pessoal analista do Centro de Estudos de Pedologia Tropical e da Missão de Pedologia de Angola e Moçambique pela colaboração dispensada na realização deste trabalho.

Agradecem igualmente aos Senhores A. Gil e E. Ortega, especialistas do «Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid (C. S. I. C.)», pela assistência na preparação dos cortes delgados do solo.

RESUMO

Estudam-se, do ponto de vista micromorfológico, algumas amostras de horizontes subsuperficiais e inferiores de quatro perfis de solos fracamente ferralíticos derivados de rochas cristalinas quartzíferas, os quais são frequentes em topossequências ocorrendo na região planáltica angolana de clima tropical húmido. Como aspectos mais relevantes, as observações efectuadas permitem concluir que em todos os perfis houve moderada iluviação de argila e, além disso, que o material originário de tais solos esteve sujeito a um certo transporte.

RESUMEN

Características micromorfológicas de suelos de una catena situada en zona tropical húmeda (Quibala-Angola)

Se estudian, desde el punto de vista micromorfológico, algunas muestras de horizontes subsuperficiales e inferiores de cuatro perfiles de suelos ligeramente ferralíticos derivados de rocas cristalinas cuaríferas. Los suelos estudiados son frecuentes en toposecuencias observadas en las regiones de la meseta angolana con clima tropical húmedo. Como aspectos más relevantes, las observaciones efectuadas permiten deducir que en todos los perfiles hubo iluviación moderada de arcilla y que el material originario de los suelos ha estado sujeto a un cierto grado de transporte.

SYNOPSIS

Micromorphological observations on soils of a toposequence occurring in a humid tropical region (Quibala-Angola)

Micromorphological data were obtained on samples of subsurface and lower horizon of four profiles of slightly ferrallitic soils derived from quartziferous crystalline rocks. The studied soils are frequent in toposequences occurring in the humid tropical climate regions of the Angolan Plateau. It was shown that in all profiles moderate clay iluviation had taken place and that the parent material of the soils had been subject to a certain degree of transport.

RESUME

Quelques aspects micromorphologiques de sols d'une toposéquence qui se trouve en région à climat tropical humide (Quibala-Angola)

On a étudié, du point de vue micromorphologique, quelques échantillons d'horizons subsuperficiels et inférieurs de quatre profils de sols faiblement ferrallitiques originés de roches cristallines quartzifères, lesquels sont fréquents en toposéquences qui se trouvent en Angola

dans les régions des plateaux à climat tropical humide. Les observations réalisées montrent que dans tous les profils il y a eu une illuviation modérée d'argile et, en outre, que le matériau originel de tels sols a été soumis à certain transport.

BIBLIOGRAFIA

- ALTEMÜLLER, H. J. — *Estudio y Clasificación de Materiales del Tamaño de la Arcilla en Lámina Delgada de Suelos*. Sevilla, Conferencia Seminario Micromorfología del Suelo (C. E. B. A. C.), 1971.
- BREWER, R. — *Fabric and Mineral Analysis of Soils*. New York, John Wiley, 1964, 470 p.
- CENTRO DE ESTUDOS DE PEDOLOGIA TROPICAL — *Informação Preliminar Acerca de Normas para Caracterização Morfológica dos Solos*. Lisboa, Junta de Investigação do Ultramar, 1961, 40 p., ciclostilado.
- CENTRO DE ESTUDOS DE PEDOLOGIA TROPICAL — *Informação Preliminar Acerca de Métodos Analíticos para Caracterização Física e Química dos Solos*. Lisboa, Junta de Investigaçõess do Ultramar, 1967, 86 p., ciclostilado.
- CONDADO, J. L. — *Micropedologia de Alguns dos mais Representativos Solos de Angola*. Lisboa, Mem. Junta Invest. Ultram. 2.ª sér. n.º 59, 1969, 142 p.
- GEYGER, E. & BECKMANN, W. — «Aparate und Methoden der mikromorphometrischen Strukturanalyse des Bodens». In: W. L. Kubiens (Editor), *Die mikromorphometrische Bodenanalyse*. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1967, pp. 36-57.
- GOSSWEILER, J. — *Carta Fitogeográfica de Angola*. Luanda, Governo Geral de Angola, 1939, 242 p.
- HIGUERAS ARNAL, A. — «Methoden und einrichtungen der Herstellung von Bodendünnschliffen in der Sektion für Mikromorphologie». In: W. L. Kubiens (Editor), *Die mikromorphometrische Bodenanalyse*. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1967, pp. 30-35.
- JONGERIUS, A., SCHOONDERBEEK, D. & JAGER, A. — «The application of the Quantimet 720 in soil micromorphometry». *The Microscope*, 20, 1972, pp. 243-254.
- KUBIENS, K. L. — «Die taxonomische Bedeutung der Art und Ausbildung von Eisenoxyhydratmineralien in Tropenböden». In: H. J. Altemüller & H. Frese, *Arbeiten aus dem Gebiet der Mikromorphologie des Bodens*. Weinheim, Verlag Chemie, 1962, pp. 95-103.
- KUBIENS, W. L. — *Micromorphological Features of Soil Geography*. New Brunswick, Rutgers Univ. Press, 1970, 254 p.
- MARQUES, M. MONTEIRO — «Algumas considerações de ordem geomorfológica, com prováveis implicações na génese dos solos, da superfície de Lussosso-Luati (Distrito de Cuanza Sul — Angola)». *Bol. Serv. Geol. Minas Angola*, Luanda, 23, 1971, pp. 41-49.

- MARQUES, M. MONTEIRO & FURTADO, A. F. A. SANCHES — «Contribuição para o estudo geológico da área ocupada pelo Colonato da Cela (Angola)». *Garcia de Orta*, Lisboa, 15, 1967, pp. 545-566.
- MISSÃO DE PEDOLOGIA DE ANGOLA E MOÇAMBIQUE & CENTRO DE ESTUDOS DE PEDOLOGIA TROPICAL — *Carta Generalizada dos Solos de Angola (3.ª Aproximação)*. Lisboa, Mem. Junta Invest. Ultram. 2.ª sér. n.º 56, 1968, 277 p.
- MOUTA, F. — *Notícia Explicativa do Esboço Geológico de Angola (1:2 000 000)*. Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, 1954, 148 p.
- POWERS, M. C. — «A new roundness scale for sedimentary particles». *J. Sed. Petrol.*, Silver Spring, 23, 1953, pp. 117-119.
- SCHMIDT-LORENZ, R. — «Zur mikromorphologie der Eisen-und Aluminiumoxydanreicherung beim Tornmineralabbau in Lateriten Keralas und Ceylons». In: A. Jongerlus (Editor), *Soil Micromorphology*. Amsterdam, Elsevier, 1964, pp. 95-107.
- SILVEIRA, M. M. — *Balanços Hídricos Elaborados pelo Método de Thornthwaite, para 223 Estações e Postos Climatológicos de Angola*. Luanda, Serviço Meteorológico de Angola, 1962, 223 p.
- SMITHSON, F. — «Grass Opal in British Soils». *J. Soil Sci.*, Oxford, 9, 1958, pp. 148-154.

