

ANÁLISES FÍSICAS: páginas 55-61

1. Análise granulométrica

Parâmetros físicos e químicos, importantes para o crescimento de plantas, são controlados pela textura, que determina a extensão da superfície específica. A textura expressa a distribuição percentual das partículas primárias e é determinada através da análise granulométrica.

O sucesso dessa análise depende sobretudo de dois fatores: (a) a preparação da amostra para assegurar perfeita dispersão de todos os seus agregados em partículas primárias, sem quebrá-las, e (b) um fracionamento adequado da amostra e seus separados (BAVER et al., 1972). Os agentes dispersantes usados são muito importantes e apresentam peculiaridades para cada caso (DAY, 1965). Entre nós, MEDINA & GROHMANN (1962) encontraram bons resultados com hidróxido de sódio e regulares com hexametáfosfato de sódio. Entretanto, LEPSCH & GROHMANN (comunicação pessoal) concluíram que o hidróxido de sódio sem pré-tratamento ácido não é adequado para dispersar solos com altos teores de bases trocáveis. Opta-se atualmente no laboratório da Seção de Pedologia pela mistura de hidróxido de hexametáfosfato de sódio, que vem levando sempre a resultados mais consistentes. Quanto à desagregação, usa-se a preconizada por GROHMANN & RAIJ (1973), consistindo em agitação lenta por tempo prolongado.

Objetivo: determinação da distribuição percentual das partículas primárias do solo.

Princípio: desagregação mecânica da amostra, dispersão e avaliação da proporção relativa das partículas primárias por sedimentação em meio aquoso.

Aparelhagem: agitador rotatório de Wiegner e balança analítica.

Reagentes e soluções:

a) Solução dispersante: dissolver 20 g de hidróxido de sódio em 5 litros de água destilada e adicionar 50 g de hexametáfosfato de sódio, agitando com agitador magnético até completa dissolução do reagente;

b) Água oxigenada a 30% (apenas quando necessário);

c) Solução de pirofosfato de sódio 0,1 M: pesar 44,6 g de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ e dissolver a 1 litro com água destilada.

Procedimento: em solos com menos de 5 % de matéria orgânica, não existe necessidade de pré-tratamento. Para solos com mais de 5 % de matéria orgânica, recomenda-se o pré-tratamento descrito em seguida (JORGE, 1980). Colocar uma amostra de cerca de 20 g (10 g para o método da pipeta) em copo de 800 ml, adicionar 200 ml de solução de pirofosfato de sódio 0,1 M e 50 ml de água oxigenada 30 %, no fim da tarde, e deixar em repouso durante a noite. No dia seguinte, aquecer a mistura em chapa aquecedora a 40°C, durante oito horas e agitar com bastão de vidro a cada duas horas. Para eliminar o excesso de água oxigenada, elevar a temperatura a 80°C até próximo da secura, lavar a amostra, centrifugar duas vezes com água destilada e eliminar o sobrenadante. Este material é diretamente usado para a dispersão.

Em solos com menos de 5 % de matéria orgânica, transferir para uma garrafa de Stohmann, 10 g da amostra mais 50 ml de solução dispersante, se se optar pelo método da pipeta (ver 1.1) ou 20 g de solo mais 100 ml da solução dispersante, se se optar pelo método do densímetro (ver 1.2). Utilizar agitador rotatório de Wiegner a 30 rpm, durante dezesseis horas. Transferir a suspensão para uma proveta calibrada de 500 ml (5 cm de diâmetro), passar por uma peneira com malha de 0,2 mm quando se referir ao triângulo do IAC (Figura 1) ou 0,053mm quando se referir ao triângulo do USDA (Figura 2) e completar o volume com água destilada. Lavar o material retido na peneira de 0,2 mm ou de 0,053 mm com um jato forte de água, secar a 150°C e pesar. O material retido na peneira de 0,2 mm é areia grossa (AG) e o retido na de 0,053 mm, areia total.

Na suspensão de solo determinar a argila e o silte e, por diferença, a areia fina (AF). A determinação da argila e do silte pode ser feita pelo método da pipeta (ver 1.1) ou do densímetro (ver 1.2)

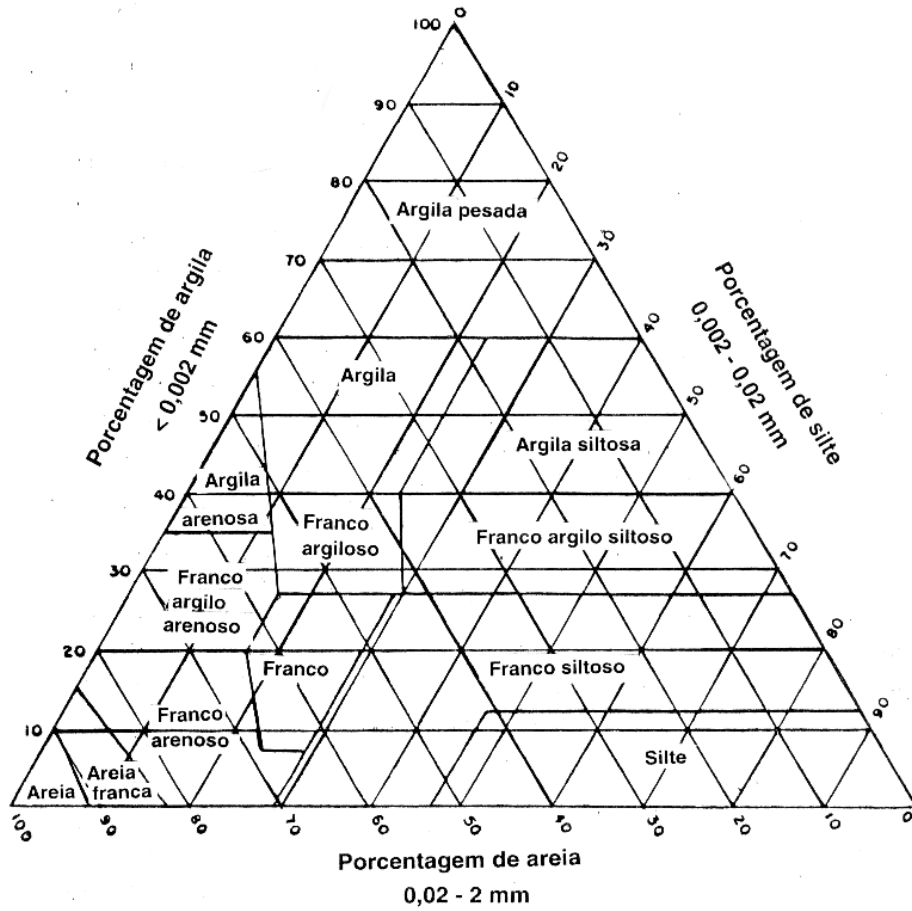


Figura 1 - Triângulo para determinação de classes texturais: IAC

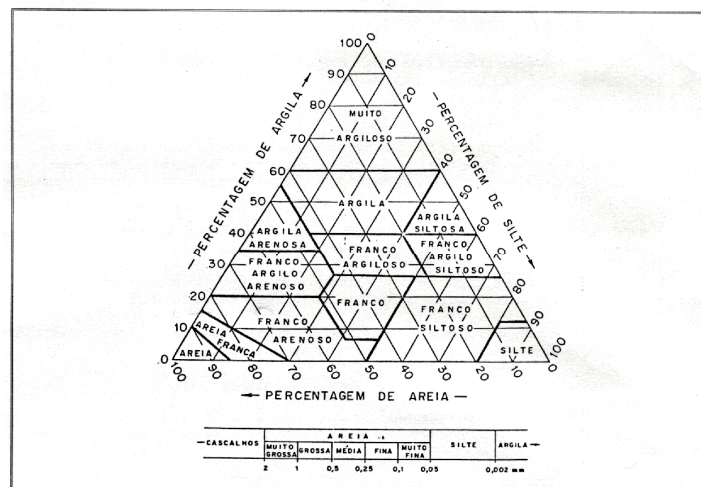


Figura 2 - Triângulo para determinação de classes texturais: USDA.

1.1 Método da pipeta

Procedimento: após completar o volume da proveta a 500 ml, agitar a suspensão por trinta segundos com um bastão contendo na extremidade inferior um êmbolo de borracha com diâmetro um pouco menor que o do cilindro, com movimento da boca para o fundo e vice-versa. Anotar o tempo (t).

Transcorrido o tempo necessário para a sedimentação da argila+silte e argila, seguindo a lei de Stokes, introduzir uma pipeta de 10 ml a uma profundidade de 10 cm para amostragem de argila+silte e de 5 cm para amostragem de argila, com sucção contínua para evitar turbilhonamento. (Quadro 1)

Transferir as alíquotas para cápsulas de porcelana previamente taradas (com aproximação de 0,0001 g) e secar a 105-110°C por no mínimo oito horas. Repetir o procedimento com a prova em branco, contendo a solução dispersante e água destilada.

Retirar as cápsulas da estufa, deixar esfriar em dissecador contendo cloreto de cálcio anidro e pesar rapidamente em balança com precisão de décimo milésimo de grama, para obter o peso da argila + dispersante (A+D) e da argila + silte + dispersante (A+S+D).

Cálculos: os resultados são expressos em porcentagem da terra fina seca ao ar. Das alíquotas pesadas, subtrair o peso do dispersante que no caso descrito, corresponde a cerca de 0,014 g.

Argila (%) na TFSA = [peso da argila+dispersante (A+D) - peso do dispersante (D)] x 500

Silte (%) na TFSA = [peso da argila+silte+dispersante (A+S+D) - peso da argila (A) - peso do dispersante (D)] x 500

Areia grossa (%) na TFSA = peso da areia grossa (AG) x 10

Areia fina (%) na TFSA = 100 - (%argila + %silte + %areia grossa)

Obs: Quando se utiliza a peneira 0,053 mm, o silte é obtido por diferença.

Quadro 1. Tempo necessário, a diferentes temperaturas; para sedimentação de partículas de solo com peso específico de 2,65. Para a argila ($d < 0,002\text{mm}$), considerou-se uma profundidade de 5 cm e para argila+silte ($< 0,02\text{mm}$), de 10cm⁽¹⁾.

Temp. °C	Argila (5 cm)		Argila+Silte (10 cm)	
	h	min	min	seg
10	5	13	6	14
11	5	05	6	03
12	4	55	5	54
13	4	48	5	44
14	4	40	5	35
15	4	33	5	27
16	4	25	5	19
17	4	18	5	10
18	4	13	5	03
19	4	05	4	55
20	4	00	4	48
21	3	55	4	41
22	3	50	4	34
23	3	43	4	28
24	3	38	4	22
25	3	33	4	15
26	3	28	4	10
27	3	23	4	04
28	3	20	3	59
29	3	15	3	54

onde (l) Equação de Stokes:
$$v = \frac{2}{9} \times g \times r^2 \frac{(D_p - D_{sol.})}{\eta}$$

$g = 980.7 \text{ cm/s}^2$ $r =$ raio da partícula: D_p peso específico da partícula (no caso = $2,65\text{g/cm}^3$). $D_{sol.}$ - peso específico da solução e $\eta =$ viscosidade da água à temperatura considerada.

1.2. Método do densímetro (BOUYOCOS, 1927, modificado)

Procedimento: como no método da pipeta, transferir a suspensão do solo, após agitação, para a proveta calibrada, passando por peneira com malha de 0,2 mm (ou 0,053 mm se usar o triângulo do USDA), completar o volume a 500 ml com água destilada. O peso do material retido na peneira 0,2 mm é o da areia grossa, e o do retido na peneira de 0,053 mm, o da areia total.

Agitar a suspensão no cilindro por trinta segundos, como descrito em 1.1. e anotar o tempo.

Após seis minutos de repouso, introduzir o densímetro na suspensão e proceder a sua leitura (A+S), equivalente a argila+silte. Agitar novamente e, após seis horas de repouso, proceder à leitura do densímetro, equivalente à argila (A). Posteriormente, proceder à leitura da prova em branco: com os dispersantes usados, situa-se ao redor de três. A leitura do densímetro é convertida em porcentagem de argila com auxílio dos quadros 2 e 3.

Cálculos:

Argila (%) na TFSA = valor convertido da leitura (A) ± correção da temperatura - 3;

Silte (%) na TFSA = valor convertido da leitura (A+S) ± correção da temperatura - 3 - porcentagem de argila (A);

Areia grossa (%) na TFSA = peso da areia grossa (AG) × 5

Areia fina (%) na TFSA = 100 - (argila% + silte% + areia grossa%).

Comentários: o método do densímetro é rápido, mas deve ser usado apenas para análises de rotina, onde não se exige muita precisão.

Para o êxito da análise granulométrica, usar o método da pipeta, considerando os seguintes pontos: constância na sucção das pipetagens, boa calibração das pipetas e correção devida ao peso do dispersante.

De acordo com as porcentagens de areia, silte e argila, os solos são agrupados em classes texturais, obtidas pelos triângulos representados nas figuras 1 e 2 para a classificação adotada pelo Instituto Agrônomo (MEDINA & GROHMANN, 1975) e pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (EUA, 1975) respectivamente. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo vem recomendando este último triângulo. Pode-se também utilizar o triângulo de classe simplificadas (Figura 3).

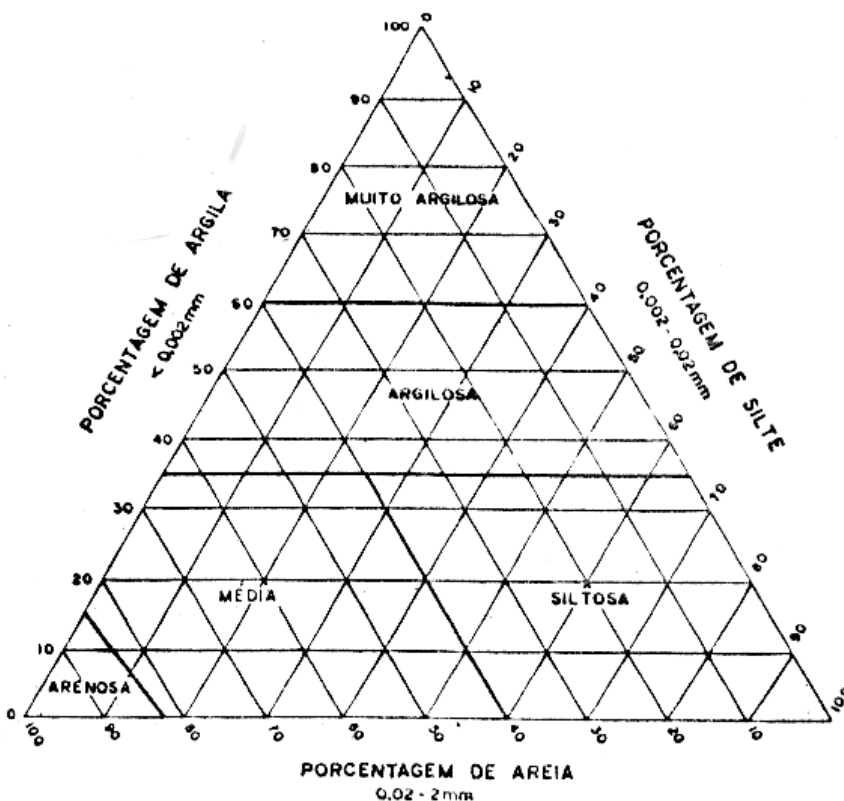


Figura 3 – Triângulo das classes texturais simplificadas: USDA.

Quadro 2 - Correção da leitura do densímetro de acordo com a temperatura da suspensão

Temperatura °C	Correção	
8,0	2.5	
11,0	2.5	
12,5	2.5	
14,0	2.0	
15,0	2.0	
16,0	2.0	
18,0	1.5	
19,0	1.0	
20,0	1.0	
21,0	0.5	↑ subtrair
22,0	0.0	
23,0	0.0	
24,0	0.0	
25,0	0.5	↓ somar
26,0	1.0	
26,5	1.5	
27,0	2.0	
28,0	2.0	
29,0	2.5	
30,0	2.5	
31,0	3.0	
31,5	3.0	
32,0	3.0	
34,0	3.5	
36,0	4.0	
38,0	5.0	
39,0	5.5	
40,0	6.0	
41,0	6.5	

Quadro 3 - Conversão da leitura do densímetro em argila ou argila+silte

Leitura %		Leitura %		Leitura %	
0,0	-	13,5	33,75	27,0	67,50
0,5	1,25	14,0	35,00	27,5	68,75
1,0	2,50	14,5	36,25	28,0	70,00
1,5	3,75	15,0	37,50	28,5	71,25
2,0	5,00	15,5	38,75	29,0	72,50
2,5	6,25	16,0	40,00	29,5	73,75
3,0	7,50	16,5	41,25	30,0	75,00
3,5	8,75	17,0	42,50	30,5	75,25
4,0	10,00	17,5	43,75	31,0	77,50
4,5	11,25	18,0	45,00	31,5	78,75
5,0	12,50	18,5	46,25	32,0	80,00
5,5	13,75	19,0	47,50	32,5	81,25
6,0	15,00	19,5	48,75	33,0	82,50
6,5	16,25	20,0	50,00	33,5	83,75
7,0	17,50	20,5	51,25	34,0	85,00
7,5	18,75	21,0	52,50	34,5	86,25
8,0	20,00	21,5	53,75	35,0	87,50
8,5	21,25	22,0	55,00	35,5	88,75
9,0	22,50	22,5	56,25	36,0	90,00
9,5	23,75	23,0	57,50	36,5	91,25
10,0	25,00	23,5	58,75	37,0	92,50
10,5	25,25	24,0	60,00	37,5	93,75
11,0	27,50	24,5	61,25	38,0	95,00
11,5	28,75	25,0	62,50	38,5	96,25
12,0	30,00	25,5	63,75	39,0	97,50
12,5	31,25	26,0	65,00	39,5	98,75
13,0	32,50	26,5	66,25	40,0	100,00

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAVER, LD ; GARDNER, W.H. & GARDNER W.R. Soil physics. Nova Iorque, John Wiley & Sons, 1972. 498 p.
- BENNEMA, J. & VETORI, L. The influence of the carbon/ clay and silica/sesquioxides ratios on the pH of Latosols. In: INTERNACIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 7., Madison, 1960. Anais. Madison, International Soil Science Society, 1960. v. 4, p. 244-250.
- BOUYOUCOS, G.J. The hydrometer method improved for the mechanical analysis of soil. Soil Science, 23: 343-353, 1927.
- CIHACEK, L.J. & BREMNER, J.M. A simplified ethylene glycol monoethyl ether procedure for assessment of soil surface area. Soil Science Society of America Journal, 43: 821-822, 1979
- DAY P.R. Particle fractionation and particle-size analysis In: BLACK, C., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy and American Society for Testing and Materials, 1965. pt. 1, p. 545-567.
- EMMET P.H.; BRUNAUER, S. & LOVE, K.S. The measurement of surface areas of soils and soil colloids by the use of low temperature van der Waals adsorption isotherms. Soil Science, 45: 57-65. 1938.
- GROHMANN, F. Análise de agregado de solos. Bragantia, Campinas, 19: 199-213, 1960.
- HEILMAN, M.D.; CARTER, D.L. & GONZALES, C.L. The ethylene glycol monoethyl ether technique for determining soil surface area. Soil Science, 100: 409-413, 1965.
- JACKSON, M.L. Soil chemical analysis – Advanced course. Madison, University of Wisconsin, 1969. 895 p.
- JORGE, J. Eficácia de métodos de oxidação de matéria orgânica do solo para análise granulométrica. Revista Brasileira de Ciência do solo, Campinas, 4: 118-121, 1980.
- MEDINA, H.P. & GROHMANN, F. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., Salvador, 1957. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1962. p.29-38.