

FRACIONAMENTO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EM ESPODOSSOLOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

V. M. Benites*, M. R. Coelho, M. L. Mendonça-Santos, L. F. de Souza, B. Madari, P. L. O. A. Machado, E. F. da Silva, P. M. Trompowsky e H. G. dos Santos
Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024 Gávea Rio de Janeiro RJ CEP 22460-000
*e-mail:vinicius@cnps.embrapa.br

O fracionamento de substâncias húmicas permite a constatação de fenômenos relativos à matéria orgânica do solo que não podem ser avaliados pela simples análise dos teores totais de carbono do solo. Pela quantificação do teor de carbono nas diferentes frações húmicas, pode-se inferir sobre a mobilidade e estabilidade da matéria orgânica do solo e melhor compreender o seu papel nos processos de pedogênese. Entre as diferentes classes de solos do Brasil, os Espodosolos apresentam características peculiares em relação ao conteúdo e distribuição do carbono nas diferentes frações húmicas. Estas, por sua vez, desempenham um papel fundamental no processo de podzolização, sobretudo as frações mais solúveis. Neste trabalho, estudamos a distribuição de substâncias húmicas em perfis de Espodosolos no Estado do Rio de Janeiro, bem como a sua correlação com alguns atributos químicos do solo. Foram utilizados neste trabalho os horizontes superficiais (A) e espódicos (Bh, Bhm e Bs) de nove perfis de Espodosolos do município de Quissamã, região Norte Fluminense. Todos os perfis são de textura arenosa e ocorrem em área de Restinga. Atributos químicos das amostras foram determinados nos laboratórios da Embrapa Solos, segundo recomendações de Embrapa (1997) (Tabela 1)

Tabela 1. Atributos químicos de Espodosolos do Município de Quissamã-RJ

perfil	horizonte	prof.	pH	C _{org} g kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹	Ca+Mg ----- cmol _c kg ⁻¹	Al ³⁺ ----- cmol _c kg ⁻¹	CTC ⁽¹⁾ -----	SiO ₂ ----- g kg ⁻¹	Al ₂ O ₃ ----- g kg ⁻¹	Fe ₂ O ₃ -----
1	A1	0-10	4,2	16,1	3	1,51	0,50	7,64	15,0	0,5	0,2
	Bh	63-71	3,6	24,3	1	0,50	1,41	11,68	22,0	0,4	0,2
	Bhm2	121-140	3,8	33,3	1	0,71	2,43	17,41	9,0	0,8	0,1
2	Ap1	0-15	7,5	5,3	179	1,40	0,00	1,71	10,0	1,0	0,4
	Bh1	75-95	3,6	36,0	1	1,52	3,03	22,24	9,0	2,0	1,5
	Bh2	95-110	3,7	23,6	1	0,91	2,52	17,84	9,0	1,9	1,8
3	Ap1	0-5	5,7	17,2	11	3,82	0,00	5,83	10,0	0,2	0,1
	Bh1	70-101	3,6	39,0	1	1,82	2,52	18,97	9,0	1,5	0,7
	Bh2	101-122	3,8	40,1	1	1,12	3,76	25,91	12,0	2,9	0,6
4	A1	0-6	3,8	29,0	2	0,81	1,61	12,41	5,0	0,4	0,2
	Bh	47-89	3,7	19,2	5	0,40	3,03	13,03	3,0	1,6	0,1
	BhE1	109-140	4,2	37,8	1	0,40	1,72	10,20	3,0	1,6	0,1
	Bhm	140-152	4,5	34,5	1	1,73	2,33	23,35	3,0	1,4	0,1
5	A1	0-5	4,6	15,7	2	1,81	0,30	6,24	3,0	0,2	0,3
	Bh1	135-156	4,2	23,9	3	1,22	2,94	18,64	4,0	2,8	1,5
	Bh2	152-199	4,3	31,5	22	0,92	2,95	20,85	4,0	4,8	0,9
6	Ap1	0-7	3,9	32,7	3	2,83	0,71	13,55	5,0	0,3	0,1
	Bh1	41-58	3,8	24,5	2	0,71	2,72	18,16	4,0	1,1	0,3
	Bh2	58-98	4	30,6	1	0,30	1,51	9,59	5,0	1,0	0,2
	Bh3	103-122	4,4	12,0	1	0,30	0,70	6,22	6,0	0,6	0,2
7	Ap1	0-18	5,2	13,4	3	2,81	0,00	5,93	5,0	0,2	0,2
	Ap3	18-37	4	13,9	1	1,00	0,40	4,01	4,0	0,0	0,1
	Bh	41-58	3,6	17,2	1	0,90	0,10	8,64	4,0	0,2	0,1
8	Ap1	0-8	4,2	32,2	2	4,25	0,51	16,09	9,0	0,7	0,4
	Bh	68-98	4	19,8	1	0,20	1,31	9,15	3,0	0,6	0,2
	Bhm1	107-122	4,1	22,2	1	0,30	2,53	16,77	3,0	1,8	0,3
	Bs1	147-153	4,3	17,6	13	0,10	2,13	16,31	4,0	6,2	0,5
9	A	0-7	4,2	20,3	1	1,61	0,91	10,38	3,0	0,2	0,1
	Bh1	45-60	3,7	23,5	1	0,50	2,11	13,49	3,0	0,5	0,1
	Bh2	60-87	3,8	35,5	1	0,40	2,12	16,56	4,0	1,3	0,1
	Bhm	130-170	4,1	34,8	1	0,71	2,02	11,74	4,0	1,2	0,1

(1) CTC à pH 7,0

Todas as amostras foram submetidas ao fracionamento quantitativo de substâncias húmicas, em três repetições, utilizando o método proposto por Benites et al. (2003), adaptado a partir das recomendações da Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (IHSS). O carbono nas frações foi determinado pelo método de Yeomans e Bremner (1988). Foram determinados os teores absolutos de carbono nas frações húmicas, percentuais em relação ao carbono total, a relação entre ácidos húmicos e fúlvicos (AH/AF), e a relação entre o extrato alcalino (obtido pela soma de ácidos fúlvicos e húmicos) e a humina (EA/HUM). Estes atributos foram correlacionados com os atributos químicos, utilizando-se o programa Statistica.

A soma das frações húmicas correspondeu, em média, a 106% do carbono orgânico total (Tabela 2). Os ácidos húmicos representaram a fração húmica predominante, representando, em média, 68 % do carbono orgânico total do solo, e foi a única das frações húmicas a apresentar correlação significativa com os teores de carbono orgânico total (Tabela 3). Estes resultados são típicos de Espodosolos em regiões tropicais (Benites, 2002), e normalmente superior aos teores encontrados em outras classes de solo. A fração ácidos fúlvicos apresentou em média os menores teores relativos (12 %), resultado condizente com as características da matriz mineral predominantemente composta por quartzo, na forma de areia grossa, apresentando baixa capacidade de retenção de compostos orgânicos solúveis. A humina representou em média 27 % do carbono nas frações húmicas, com uma tendência de se concentrar nos horizontes superficiais.

Tabela 2. Variáveis relativas a distribuição das frações húmicas em Espodosolos do Município de Quissamã-RJ (valores médios de três repetições)

perfil	horizonte	prof.	AF g C kg solo ⁻¹	AH g C kg solo ⁻¹	Hum g C kg solo ⁻¹	AF dag C kg C _{org} ⁻¹	AH dag C kg C _{org} ⁻¹	Hum dag C kg C _{org} ⁻¹	Soma	AH/AF	EA/Hum
1	A1	0-10	1,8	4,6	7,8	11	28	48	88	2,5	0,8
	Bh	63-71	1,4	20,7	10,1	6	85	42	132	15,2	2,2
	Bhm2	121-140	1,1	29,1	2,6	3	87	8	99	25,9	11,6
2	Ap1	0-15	0,5	1,4	2,7	10	27	51	88	2,7	0,7
	Bh1	75-95	2,3	31,9	7,4	6	89	21	116	13,7	4,6
	Bh2	95-110	1,5	24,7	2,9	6	105	12	123	16,7	9,0
3	Ap1	0-5	3,2	7,5	9,1	19	44	53	115	2,3	1,2
	Bh1	70-101	2,7	33,6	11,9	7	86	31	124	12,5	3,0
	Bh2	101-122	3,8	42,3	4,6	10	105	12	126	11,0	10,0
4	A1	0-6	2,6	8,6	15,0	9	30	52	90	3,3	0,7
	Bh	47-89	4,5	14,5	3,2	23	75	17	115	3,2	5,9
	BhE1	109-140	3,7	21,9	4,0	10	58	11	78	6,0	6,4
	Bhm	140-152	3,2	33,9	2,9	9	98	9	116	10,7	12,6
5	A1	0-5	1,7	4,9	7,8	11	31	50	92	3,0	0,8
	Bh1	135-156	4,1	25,4	0,8	17	106	3	127	6,1	38,6
	Bh2	152-199	16,6	20,8	0,9	53	66	3	122	1,3	43,8
7	Ap1	0-7	3,7	13,3	13,1	11	41	40	92	3,5	1,3
	Bh1	41-58	2,0	20,5	7,9	8	83	32	123	10,4	2,9
	Bh2	58-98	1,8	23,4	9,3	6	77	30	113	13,2	2,7
	Bh3	103-122	0,7	8,7	1,0	6	72	8	87	11,6	9,3
8	Ap1	0-18	1,6	4,7	5,8	12	35	43	90	3,0	1,1
	Ap3	18-37	1,2	4,9	3,9	9	35	28	72	4,1	1,6
	Bh	41-58	1,4	13,7	6,8	8	80	40	128	9,8	2,2
9	Ap1	0-8	2,7	14,4	16,3	8	45	51	104	5,3	1,1
	Bh	68-98	1,7	17,0	6,8	8	86	34	129	10,1	2,7
	Bhm1	107-122	3,9	20,9	2,5	18	94	11	123	5,3	9,8
	Bs1	147-153	8,5	15,4	0,0	48	87	0	135	1,8	720,1
10	A	0-7	1,8	8,0	7,1	9	39	35	83	4,4	1,4
	Bh1	45-60	1,3	21,9	6,8	6	93	29	128	16,6	3,4
	Bh2	60-87	1,8	33,7	13,7	5	95	39	138	19,2	2,6
	Bhm	130-170	1,9	32,4	4,2	5	93	12	111	17,2	8,2

Tabela 3. Correlações de Pearson entre variáveis relativas a distribuição das frações húmicas e teores de carbono orgânico de Espodosolos do Município de Quissamã-RJ (n = 31)

	AF	AH	Hum	Soma	AH/AF	EA/Hum
Carbono orgânico total	0,23 ^{ns}	0,82 ^{**}	0,33 ^{ns}	0,92 ^{**}	0,43 [*]	-0,13 ^{ns}

ns, *, ** - não significativo e significativo ao níveis de 5% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

A relação entre ácidos húmicos fúlvicos (AH/AF) apresentou valores médios de 8,5 mostrando o predomínio das frações menos solúveis. Esta relação mostrou tendência ao aumento em profundidade, especialmente influenciada pelo aumento dos teores de ácidos húmicos nos horizontes espódicos. As amostras 8Bs₁ e 5Bh₂ apresentaram teores elevados de ácidos fúlvicos o que resultou em baixa relação AH/AF. Este fato provavelmente se deve à presença de óxidos de Fe e ou de Al. Benites et al. (2001) encontraram correlação significativa entre o teor de ácidos fúlvicos e Al e Fe na forma de minerais de baixa cristalinidade extraídos pelo oxalato.

A relação entre as frações extraídas pela solução alcalina e a humina (EA/Hum) apresentaram valores relativamente elevados indicando o predomínio de frações extraídas pela solução alcalina conforme o observado em outros Espodossolos (Schnitzer et al., 1958, Gomes, 1995). Todos os horizontes superficiais apresentaram relação EA/Hum menor que 2,0 enquanto o oposto pode ser visto nas amostras de horizontes espódicos. Benites et al. (2001) sugeriram o valor da relação EA/Hum de 2,0 como atributo para definição de material orgânico iluvial, sugestão reforçada pelo presente resultado (Tabela 2).

De forma inversa ao que ocorreu com a relação AH/AF, as amostras 9Bs₁ e 5Bh₂ apresentaram as maiores relações EA/Hum. A correlação entre esta relação e o Al₂O₃ extraído pelo ataque sulfúrico foi significativa ($R = 0,72^{0,1\%}$). Esta correlação foi fortemente influenciada pelos teores de ácidos fúlvicos, que também apresentaram correlação significativa com este atributo (Figura 1). Esta correlação corrobora a participação dos óxidos de alumínio, provavelmente na forma de minerais de baixa cristalinidade, na retenção de ácidos fúlvicos, formando complexos organo-minerais (Varadachari et al., 1997).

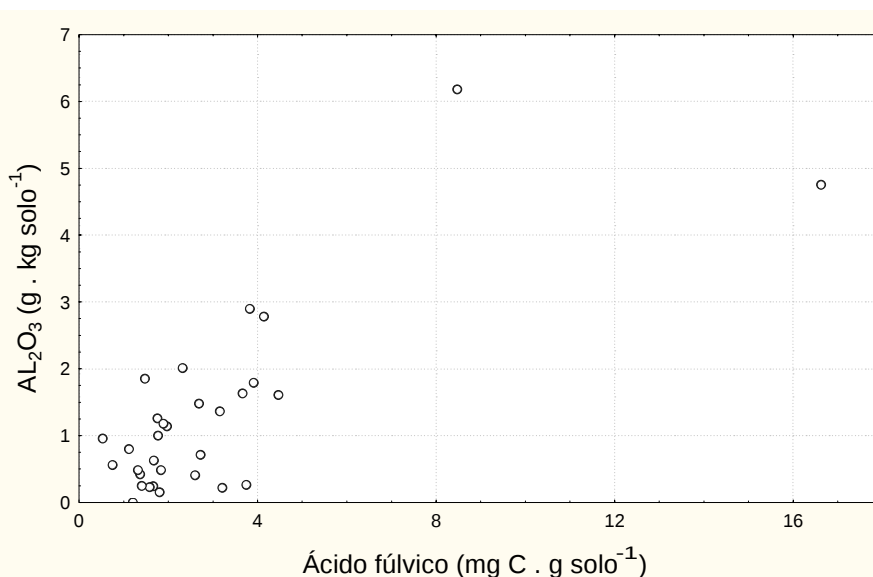


Figura 1. Relação entre teores de ácido fúlvico e Al₂O₃ extraído pelo ataque sulfúrico

A fração ácido húmico apresentou as melhores correlações com a CTC ($R = 0,82^{0,1\%}$) mostrando a importância da matéria orgânica, em especial os ácidos húmicos, na formação de cargas negativas no solo (Figura 2). Esta correlação foi maior que a correlação entre os teores totais de carbono orgânico e a CTC ($R = 0,74^{0,1\%}$). A fração ácido fúlvico também apresentou correlação significativa com a CTC ($R = 0,40^{5\%}$) enquanto que a fração humina não apresentou correlação significativa com este atributo ($R = -0,04^{ns}$).

Os dados de distribuição do carbono nas diferentes frações húmicas indicam o predomínio das frações extraídas por solução alcalina e mostram a importância destes compostos na capacidade de troca catiônica em Espodossolos. Desta forma, interferências que

promovam o aumento do pH da solução do solo, podem resultar em perda significativa de carbono devido a eluição de ácidos húmicos e fúlvicos, e por consequência, a redução da capacidade de retenção de nutrientes destes solos.

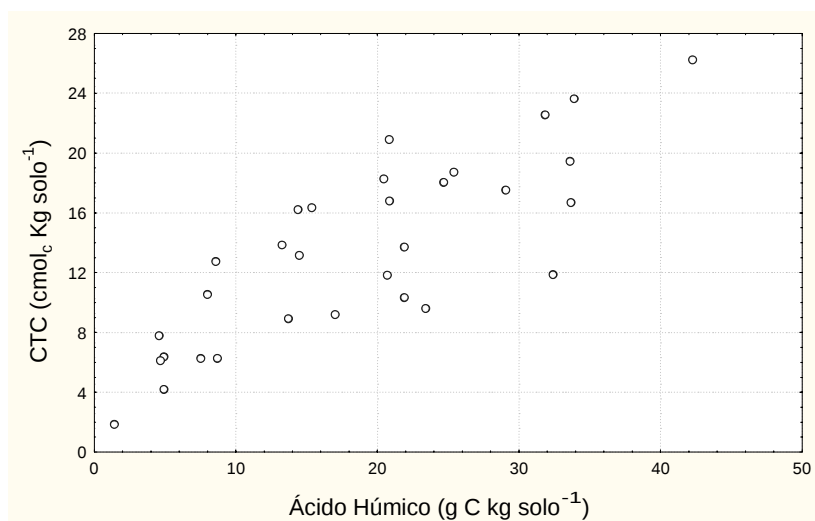


Figura 2. Relação entre a capacidade de troca catiônica e os teores de ácidos húmicos

Agradecemos à FAPERJ pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho, no âmbito dos projetos de pesquisa FAPERJ E-170.023/2001 (EMBRAPA/SEP 12.2002.001) e FAPERJ E-26/171.360/2001 (EMBRAPA/SEP 01.2002.202).

- BENITES, V.M, SCHAEFER, C.E.R.G., MENDONÇA, E.S. e MARTIN NETO, L. Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob Campos de Altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v.25 :661-674, 2001
- BENITES, V.M. Caracterização dos solos e das substâncias húmicas em complexos rupestres de altitude Viçosa, MG: UFV, 2001. 67 p. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 2002
- BENITES, V.M., MADARI, B., MACHADO, P.L.O.A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento alternativo de baixo custo. Comunicado Técnico, Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2003. (no prelo)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos e análises de solo. Rio de Janeiro, 1979.
- GOMES, J.B.V. Caracterização, gênese e uso de solos de três sítios de restinga sob diferentes coberturas vegetais no estado do Rio de Janeiro. Viçosa, MG: UFV, 1995. 88 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1995
- SCHNITZER, M., WRIGHT, J.R., DESJARDINS, J.G. A comparison of the effectiveness of various extractants for organic matter from two horizons of a Podzol profile. Can. J. Soil Sci., Toronto, v.38, p.49-53, 1958.
- VARADACHARI, C., CHATTOPADHYAY, T.E., GHOSH, K. Complexation of humic substances with oxides of iron and aluminum. Soil Sci., Baltimore, v.162, n.1, p.28-34, 1997
- YEOMANS, J.C., BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Com. Soil Sci. Plant. Anal., New York, v.19, n.13, p.1467-1476, 1988.