



Caracterização de horizontes espódicos e distribuição das substâncias húmicas

ADEMIR FONTANA¹; MARCOS GERVASIO PEREIRA²; LÚCIA HELENACUNHA DOS ANJOS²; EDILENE PEREIRA FERREIRA³; ROSENEIDE ROCHA DOS SANTOS⁴ & VINICIUS DE MELO BENITES⁵

RESUMO – A identificação dos horizontes espódicos (Bs, Bh e/ou Bhs) de maneira geral baseia-se na combinação de atributos químicos e morfológicos, envolvendo principalmente a dinâmica dos íons Fe e Al e da matéria orgânica humificada (substâncias húmicas) ao longo do perfil. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição dos teores de carbono orgânico das substâncias húmicas e correlacioná-las com as propriedades dos horizontes espódicos. Para isto, utilizou-se 33 horizontes diagnósticos B espódico coletados em diferentes regiões do Brasil. Foram realizadas avaliações morfológicas de acordo com as normas da SBCS, as análises físicas, químicas e a classificação foram feitas segundo normas da Embrapa. Nestes horizontes foram extraídas as substâncias húmicas e obtido o carbono orgânico da fração ácidos fúlvicos (C-FAF), fração ácidos húmicos (C-FAH) e humina (C-HUM), as relações C-FAH/C-FAF e C-EA/C-HUM e a % das frações em relação ao carbono orgânico total (COT). Os teores de COT variaram de 0,4 a 40,1 g kg⁻¹ indicando as diferenças entre os tipos de horizontes espódicos. Entre as substâncias húmicas os ácidos húmicos predominaram, sendo em média 49% do COT, seguido pelos ácidos fúlvicos com 35% e a humina com 23%. Este comportamento contribuiu para o predomínio de valores da relação C-FAH/C-FAF superior a 1,0 e do C-EA/C-HUM superior a 2,0. Na avaliação da correlação entre as frações com as propriedades químicas foram observados maiores valores do C-FAH com H⁺ (r = 0,64**), com CTC (r = 0,72**), com Al³⁺ (r = 0,54**) e com pH (r = -0,68**). Os resultados observados das substâncias húmicas destes horizontes indicam o predomínio das frações alcalino-solúveis e dentre estas se destacando os ácidos húmicos na maioria dos horizontes. O acúmulo do C-FAH está relacionado a baixos valores de pH, sendo este importante para a CTC destes solos.

Introdução

Segundo as definições da Embrapa, os Espodossolos são solos constituídos por material

mineral, apresentando horizonte B espódico, imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico, dentro de 200 cm da superfície do solo, ou de 400 cm, se a soma dos horizontes A + E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm da superfície [1].

A identificação do horizonte espódico de maneira geral se baseia na combinação de atributos químicos e morfológicos [2], envolvendo principalmente a dinâmica dos íons Fe e Al e da matéria orgânica (substâncias húmicas). A importância destes atributos se destaca pela própria definição do horizonte, ou seja, a acumulação iluvial de matéria orgânica associada a complexos de sílica-alumínio ou húmus-alumínio, podendo ou não conter Fe, originando o horizonte E (eluvial) e subsequente os horizontes subsuperficiais Bs, Bh e/ou Bhs (iluviais) [1, 3, 4 e 5].

No que se refere às substâncias húmicas destaca-se a influência destas na formação e diferenciação dos horizontes diagnósticos B espódicos [6]. O processo de formação do horizonte B espódico é um exemplo clássico da importância das substâncias húmicas na gênese dos solos, onde, o material orgânico humificado dos horizontes superficiais do solo formando complexos organo-metálicos com íons Al e Fe é eluviado ao longo do perfil formando os horizontes Bh ou Bhs em subsuperfície [3].

Seguindo esta linha de trabalho destacam-se alguns estudos que indicam a ação positiva e intensa de substâncias húmicas mais solúveis como os ácidos fúlvicos no processo de queluviação e transporte de cátions metálicos em perfil de Espodossolos [7 e 8]. Como evidência do movimento e acúmulo de matéria orgânica nestes horizontes é possível observar a presença de material orgânico ou complexo orgânicos revestindo grãos de quartzo ou formando pontes de material coloidal que interligam minerais da fração areia [9 e 10].

Este trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição dos teores de carbono orgânico das substâncias húmicas e correlacioná-las com as propriedades dos horizontes espódicos.

Palavras-Chave: Fracionamento químico, teor de carbono orgânico e propriedades do solo.

¹ Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, UFRRJ, Bolsista CNPq ademir.fontana@gmail.com;

² Professor, Depto. Solos, UFRRJ, 23890-000, Seropédica, RJ. gervasio@ufrj.br, lanjos@ufrj.br;

³ Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, Depto. Solos, UFRRJ, 23890-000, Seropédica, RJ;

⁴ Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, UFL, Lavras, MG;

⁵ Pesquisador, Embrapa Solos, Jardim Botânico 1024, 22460-000, Rio de Janeiro, RJ.

Apoio: CPGA-CS, Embrapa Solos e CNPq.

Material e Métodos

Foram utilizados 33 horizontes diagnósticos B espódico coletados em diferentes regiões do Brasil. A descrição e caracterização foram feitas segundo normas da SBCS [11] e da Embrapa [12], a classificação feita com base no SiBCS [1] (Tabela 1). As substâncias húmicas foram identificadas segundo técnica de solubilidade diferencial estabelecida pela IHSS [13] e adaptada por [14]. Foi quantificado o carbono orgânico da fração ácidos fúlvicos (C-FAF), fração ácidos húmicos (C-FAH) e humina (C-HUM), posteriormente foi calculada a relação C-FAH/C-FAF e a relação C-EA/C-HUM [14]. Também foi calculado o percentual de cada fração em relação ao carbono orgânico total (COT).

Resultados e Discussão

Os teores de COT apresentaram variação em torno de 10 vezes, variando de 0,4 a 40,1 g kg⁻¹, nos horizontes Bs e Bh, respectivamente (Tabela 2). Estes resultados indicam as diferenças entre os tipos de horizontes espódicos, sendo o primeiro de acúmulo de sesquióxidos de Fe e Al, enquanto o segundo de acúmulo de matéria orgânica humificada [1, 3 e 5]. Variações desta natureza em horizontes espódicos foram relatadas em solos sob vegetação rupestre de altitude na Serra do Espinhaço e na Serra da Mantiqueira [15], em solos de restinga do norte do Rio de Janeiro [7] e em solos de restinga da Ilha do Cardoso – SP [16].

Em virtude das peculiaridades entre os horizontes espódicos, os teores de carbono orgânico das frações húmicas também apresentaram ampla variação (Tabela 2). O C-FAF variou de 0,1 (Bh) a 11,6 g kg⁻¹ (Bhs), enquanto o C-FAH variou de 0,1 (Bs) a 30,0 g kg⁻¹ (Bh) e o C-HUM de 0,1 a 11,2 g kg⁻¹ (Bh). Os ácidos húmicos foram predominantes, representando em média 49% do COT, seguido pelos ácidos fúlvicos com média de 35% e a humina com média de 23%. Os desvios padrões da média foram iguais para os ácidos húmicos e fúlvicos (± 29 %) e para a humina foi de ± 19 %.

Observações feitas em horizontes espódicos da região norte do Rio de Janeiro indicam a predominância alternada entre os ácidos húmicos e fúlvicos [7], enquanto, outros autores, também nesta região, verificaram o predomínio dos ácidos húmicos (superiores a 58%), seguido pela humina [17]. No ambiente de vegetação rupestre de altitude na Serra do Espinhaço e na Serra da Mantiqueira foi observado os ácidos húmicos representando de 30,6 a 74,8% do COT e na sua maioria superiores a 50% [15].

Para a relação C-FAH/C-FAF verificou-se uma ampla variação, com valores entre 0,2 e 27,3, sendo em 21 horizontes superior a 1,0 demonstrando o predomínio da fração menos solúvel nestes solos (Tabela 2). Benites [18] observou que o C-FAF apresentava-se em maiores proporções em relação ao

C-FAH, no entanto, este mesmo autor em 2002 [15] relatou comportamento inverso em horizontes espódicos. Outros trabalhos observaram que os valores se dividiam entre maiores e menores que 1,0 [7] e também apresentavam ampla variação entre os valores desta relação (1,3 a 25,9) [17].

Solos com predomínio de ácidos húmicos podem estar relacionados a menores valores de pH do solo. Em trabalho com horizontes diagnósticos de Espodosolos e Gleissolos foi observado correlação negativa entre a % FAH e pH do solo [19]. Os ácidos húmicos em associação com colóides formam complexos insolúveis em pH inferior a 6,5, possibilitando a imobilização e o acúmulo desta fração em solos ácidos [20].

A relação entre C-EA/C-HUM também apresentou ampla variação, com valores entre 1,0 e 170,0, sendo em 27 horizontes superior a 2,0. Estes altos valores são indicativos da movimentação dos compostos alcalino-solúveis dentro do perfil de solo e identificando zonas de movimentação ou acúmulo de carbono. Valores desta relação superior a 1,5 foram relatados anteriormente [15 e 18] e também valores superior a 5,2 [7]. O comportamento observado anteriormente têm sido relatado por outros autores, sendo todos os valores superior a 2,0, sugerindo que valores desta relação sirvam para indicar material orgânico iluvial, sugestão a reforçada por este trabalho [8 e 17].

Para avaliação dos coeficientes de correlação de Pearson das frações húmicas e do COT com as propriedades químicas e físicas foram excluídos 3 horizontes (ES4–Bs, PT70–Bsx, PT74–Bs2) que apresentavam teores de COT muito baixos (Tabela 3). Na avaliação da correlação com as propriedades químicas, destaca-se a correlação do C-FAH ($r = -0,68^{**}$), da % FAH ($r = -0,66^{**}$) e da % FAF ($r = 0,58^{**}$) com os valores de pH do solo. Estes resultados confirmam a hipótese de que os maiores teores de ácidos húmicos são observados em solos mais ácidos, enquanto, maiores teores de ácidos fúlvicos estão relacionados a solos mais básicos.

O COT e C-SOMA apresentaram os maiores valores de correlação com H⁺ ($r = 0,80^{**}$, $r = 0,78^{**}$, respectivamente) e com CTC ($r = 0,82^{**}$, $r = 0,79^{**}$, respectivamente). Das três frações, o C-FAH apresentou os maiores valores de correlação com o H⁺ ($r = 0,64^{**}$), com CTC ($r = 0,72^{**}$) e com Al³⁺ ($r = 0,54^{**}$). Neste sentido, destaca-se a importância dos ácidos húmicos como fornecedores de cargas negativas, contribuindo assim para a CTC nos horizontes espódicos [18 e 19].

Em relação às propriedades físicas, o C-FAF apresentou correlação com o teor de areia total ($r = -0,40^{*}$), já a %FAH e C-FAH/C-FAF apresentaram correlação positiva com fração areia fina ($r = 0,40^{*}$ e $r = 0,32^{*}$). O C-HUM e o C-EA/C-HUM correlacionaram-se com a argila ($r = 0,54^{**}$ e $r = -0,38^{**}$, respectivamente). Estas observações indicam que a granulometria mais fina da fração areia pode favorecer o acúmulo dos ácidos húmicos, enquanto a fração argila a humina.

Conclusões

Os valores do carbono orgânico das substâncias húmicas e os altos valores da relação C-EA/C-HUM e do C-FAH/C-FAF são indicativos do predomínio das frações alcalino-solúveis e dentre estas os ácidos húmicos na maioria dos horizontes. O acúmulo de C-FAH está relacionado a baixos valores de pH. Os elevados valores de correlação do C-FAH com a CTC mostra a importante para a fertilidade dos Espodosolos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CPGA-CS/UFRRJ, do CNPq e da Embrapa Solos.

Referências

- [1] EMBRAPA. CNPS. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2ª ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, 306p.
- [2] CONINCK, F. 1980. Major mechanisms in formation of spodic horizons. *Geoderma*, v.24, p.101-128.
- [3] BUOL, S.W.; HOLE, F.D.; MC CRACKEN, R.J. 1980. *Soil genesis and classification*. Ames: Iowa State University Press, 404p.
- [4] SOIL SURVEY STAFF. 1999. *Soil taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. U.S. Dept. Agric., Natural Resources Conservation Service. Agriculture Handbook 436, 2nd edition. U.S. Govt. Printing Office, Washington, DC, USA, 754p.
- [5] SOIL SURVEY STAFF. 2006. *Keys to Soil Taxonomy*. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. 10 ed. Washington. 332p.
- [6] ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; RAMOS, D.P. 1999. Matéria orgânica e pedogênese. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O. (Eds.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Genesis. p.91-116.
- [7] GOMES, J.B.V.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B.; MENDONÇA, E.S. 1998. Solos de três áreas de restinga. II Dinâmica de substâncias húmicas, ferro e alumínio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.11.
- [8] BENITES, V.M.; SCHAEFER, C.E.G.R.; MENDONÇA, E.S.; MARTIN NETO, L. 2001. Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob campos de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.661-674.
- [9] CONINCK, F.; Mc KEAGUE, J.A. 1985. Micromorphology of Spodosols. In: DOUGLAS, L.A.; THOMPSON, M.L. (Eds.) *Soil micromorphology and soil classification*. Madison: ASA/SSSA, p.121-144.
- [10] SCHAEFER, C.E.R.; KER, J.C.; GILKES R.J.; CAMPOS J.C.; COSTA L.M. DA; SAADI, A. 2002. Pedogenesis on the uplands of the Diamantina Plateau, Minas Gerais, Brazil: a chemical and micropedological study. *Geoderma*, v.107, p.243-269.
- [11] SANTOS, R. D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. 2005. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5ª ed. Revista e ampliada, Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Embrapa Solos. 100p.
- [12] EMBRAPA. CNPS. 1997. *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro, 212p.
- [13] SWIFT, R.S. Organic matter characterization. 1996. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMNER, M.E. (Eds.). *Methods of soil analysis*. Madison: Soil Science Society of America: American Society of Agronomy, (Soil Science Society of America Book Series, 5). Part 3. Chemical methods. p.1011-1020.
- [14] BENITES, V.M.; MADARI, B.; MACHADO, P.L.O.A. 2003. *Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 7p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 16).
- [15] BENITES, V.M. 2002. *Caracterização de solos e das substâncias húmicas em Complexo Rupestre de Altitude*. 2002. 83f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- [16] GOMES, F.H. 2005. *Gênese e classificação de solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso-SP*. 107f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- [17] BENITES, V.M.; COELHO, M.R.; MENDONÇA-SANTOS, M.L.; SOUZA, L.F.; MADARI, B.; MACHADO, P.L.O.A.; SILVA, E.F.; TROMPOWSKY, P.M.; SANTOS, H.G. 2003. *Fracionamento de substâncias húmicas em espodosolos do estado do Rio de Janeiro*. XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Ribeirão Preto, SP. Resumo em anais e em CD-ROM, Viçosa, MG, SBSCS.
- [18] BENITES, V.M. 1998. *Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica e suas relações com a gênese de solos da Serra do Brigadeiro, Zona da Mata Mineira*. 123f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- [19] FONTANA, A. 2006. *Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica em solos do Brasil*. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- [20] SCHNITZER, M. 1986. Binding of humic substances by soil mineral colloids. In: HUANG, P.M. & SCHNITZER, M. (Eds.) *Interactions of soil minerals with natural organics and microbes*. Madiso:SSA, p.77-102.

Tabela 1. Propriedades morfológicas e atributos químicos e físicos dos horizontes espódicos.

Perfil	Município/Estado	Mat. Ori.	Horiz.	Prof.	Cor	pH	S ⁽²⁾	H ⁺	CTC	Al ³⁺	AT	Argila	AG	AF
				cm	úmida	H ₂ O	cmol _c kg ⁻¹			g kg ⁻¹				
CN08	Prado/BA	S.F.M. ⁽¹⁾	Bhs	280-300	10 YR 4/6	4,9	0,86	18,9	21,66	1,9	653	145	452	201
CP2	Con. Mat. Den/MG	Quart.	Bh	20-35	2,5 Y 2,5/1	4,3	0,32	8,0	9,72	1,6	850	60	110	740
DI3	Diamantina/MG	Quart.	Bh	25-40	2,5 Y 2,5/1	4,1	0,00	2,0	3,80	1,8	950	40	80	870
ES2	Linhares/ES	S.F.M.	Bh1	14-50	N 2/	5,4	0,78	12,1	14,28	1,4	860	120	617	243
ES2	Linhares/ES	S.F.M.	Bh2	50-80	N 2/	5,2	0,87	8,4	10,27	1,0	880	117	652	228
ES3	Linhares/ES	S.F.M.	Bh1	23-50	N 2/	6,2	0,86	7,6	9,16	0,7	900	87	605	295
ES3	Linhares/ES	S.F.M.	Bh2	50-80	N 2/	5,8	0,8	6,0	7,40	0,6	908	89	548	360
ES4	Linhares/ES	S.F.M.	Bs	90-120	5 YR 3/3	6,3	1,00	0,1	1,30	0,2	980	20	18	962
ES5	Linhares/ES	S.F.M.	Bhsm1	100-120	5 YR 2/1	5,1	1,20	9,1	11,40	1,1	950	50	4	946
ES5	Linhares/ES	S.F.M.	Bhsm2	120+	N 2/	5,3	2,51	6,1	8,91	0,3	955	45	15	940
ES6	Linhares/ES	S.F.M.	Bs	60-80	5 YR 3/3	5,6	0,70	1,8	2,70	0,2	938	62	38	900
ES7	Vargem Alta/ES	Quart.	Bhs	80-100	10 YR 3/2	5,3	0,70	13,0	14,70	1,0	701	235	31	670
IB10	Lima Duarte/MG	Quart.	Bhs	40-55	2,5 Y 2,5/1	4,6	0,53	4,8	6,93	1,6	830	120	770	60
IB13	Lima Duarte/MG	Quart.	Bh	43-58	2,5 Y 2,5/1	4,6	0,55	6,6	8,45	1,3	880	115	128	752
P1	Quissamã/RJ	S. M.	Bh	63-71	10 YR 2/1	3,6	0,64	9,8	11,84	1,41	900	65	20	880
P2	Quissamã/RJ	S. M.	Bh1	75-95	N 2/	3,6	1,81	17,7	22,51	3,0	910	90	405	505
P3	Quissamã/RJ	S. M.	Bh2	101-122	N 2/	3,8	1,41	21,1	26,21	3,7	905	95	170	735
P7	Quissamã/RJ	S. M.	Bh1	41-58	N 2/	3,8	0,82	14,8	18,32	2,7	911	85	129	782
P10	Quissamã/RJ	S. M.	Bh1	45-60	10 YR 2/1	3,7	0,71	10,9	13,71	2,1	900	100	27	873
P05	Cururipe/AL	S. M.	Bhs	110-115	10 YR 3/2	4,8	0,43	11,7	13,13	1,0	876	81	673	203
P16	Mar. Deodoro/AL	S. M.	Bsm	90-135	10 YR 4/3	5,2	0,24	9,0	9,74	0,5	862	42	246	616
PR1	Paranaguá/PR	S. M.	Bh2	150-180	7,5 YR 3/2	5,6	1,81	2,0	3,81	0,0	860	80	330	530
PR2	Paranaguá/PR	S. M.	Bh2	115-180	N 2/	4,6	0,21	5,2	6,21	0,8	840	120	170	670
PT70	Corumbá/MS	S. F.	Bsx	210-230	10 YR 4/1	9,0	6,80	0,0	6,80	0,0	833	122	320	513
PT74	Corumbá/MS	S. F.	Bs2	65-79	10 YR 4/2	7,9	1,43	0,0	1,43	0,0	921	30	315	606
RO	Mach. d' Oeste/RO	S. F.	Bhs1	28-42	7,5 YR 3/3	5,2	0,44	3,8	3,80	0,3	905	82	660	245
RO	Mach. d' Oeste/RO	S. F.	Bhs2	42-74	10 YR 3/3	5,5	0,44	4,3	4,94	0,2	874	99	636	238
RO	Mach. d' Oeste/RO	S. F.	Bhs3	74-130	10 YR 2/2	5,5	0,44	3,2	3,74	0,1	872	110	634	238
RJ	Rio das Ostras/RJ	S. M.	Bh	40-65	N 2/	4,9	3,31	13,6	18,21	1,3	915	85	460	455
RJ5	Rio de Janeiro/RJ	S. M.	Bhj	80-115	10 YR 3/1	5,4	1,70	6,1	7,84	0,0	977	22	462	515
SP	Cananéia/SP	S. M.	Bhsj2	103-135	7,5 YR 3/3	3,4	0,50	6,2	15,8	9,1	950	40	0	950
TH04	Apui/AM	S. F.	Bhs	160-190	2,5 YR 3/2	5,0	0,22	9,0	10,22	1,0	921	20	433	488
TS10	Prado/BA	S.F.M.	Bhs	250-300	10 YR 2/1	4,0	0,33	13,9	18,13	3,9	765	81	650	115

⁽¹⁾ S.F.M = Sedimento Flúvio Marinho; Quart. = Quartzito; S. M. = Sedimento Marinho; S. F. = Sedimento Flúvio.⁽²⁾ S = soma de bases; H⁺ = hidrogênio; CTC = capacidade de troca catiônica; AT = areia total; AG = areia grossa; AF = areia fina.

Tabela 2. Teores de carbono orgânico total (COT), frações húmicas e relação entre frações dos horizontes espódicos.

Perfil	Horiz.	g kg ⁻¹					%			C-FAH/ C-FAF	C-EA/ C-HUM
		COT	C-FAF	C-FAH	C-HUM	C-SOMA	FAF	FAH	HUM		
CN08	Bhs	17,9	11,6	1,9	4,9	18,4	65	11	27	0,2	2,8
CP2	Bh	13,0	0,4	7,2	3,6	11,2	3	55	28	18	2,1
DI3	Bh	5,1	1,0	4,2	0,4	5,6	20	82	8	4,2	13
ES2	Bh1	25,2	4,9	10,8	4,7	20,4	19	43	19	2,2	3,3
ES2	Bh2	24,0	8,4	9,8	7,1	25,3	35	41	30	1,2	2,6
ES3	Bh1	17,8	3,4	8,6	6,0	18,0	19	48	34	2,5	2
ES3	Bh2	13,2	3,5	6,1	5,6	15,2	27	46	42	1,7	1,7
ES4	Bs	1,2	1,0	1,3	0,5	2,8	83	108	42	1,3	4,6
ES5	Bhsm1	12,9	4,9	2,6	1,9	9,4	38	20	15	0,5	3,9
ES5	Bhsm2	8,6	4,6	4,6	0,1	9,3	53	53	1	1	92
ES6	Bs	2,7	2,0	1,1	0,5	3,6	74	41	19	0,6	6,2
ES7	Bhs	16,1	8,2	4,2	4,8	17,2	51	26	30	0,5	2,6
IB10	Bhs	23,0	2,7	7,3	5,2	15,2	12	32	23	2,7	1,9
IB13	Bh	13,3	2,6	3,7	6,5	12,8	20	28	49	1,4	1
P1	Bh	24,3	1,3	17,5	4,5	23,3	5	72	19	13,5	4,2
P2	Bh1	36,0	1,2	18,5	3,8	23,5	3	51	11	15,4	5,2
P3	Bh2	40,1	1,1	30,0	11,2	42,3	3	75	28	27,3	2,8
P7	Bh1	24,5	0,9	16,8	3,5	21,2	4	69	14	18,7	5,1
P10	Bh1	23,5	0,1	22,8	5,4	28,3	0	97	23	22,8	4,2
P05	Bhs	14,4	8,2	5,2	2,6	16,0	57	36	18	0,6	5,2
P16	Bsm	17,6	11,0	3,2	0,3	14,5	63	18	2	0,3	47,3
PR1	Bh2	7,1	4,4	1,4	1,5	7,3	62	20	21	0,3	3,9
PR2	Bh2	15,3	4,1	7,3	4,4	15,8	27	48	29	1,8	2,6
PT70	Bsx	0,5	0,6	0,1	0,5	1,2	120	20	100	0,2	1,4
PT74	Bs2	0,4	0,2	0,5	0,1	0,8	50	125	25	2,5	7
RO	Bhs1	10,6	2,9	2,0	3,3	8,2	27	19	31	0,7	1,5
RO	Bhs2	8,5	2,8	2,1	3,6	8,5	33	25	42	0,8	1,4
RO	Bhs3	5,6	1,1	2,0	0,7	3,8	20	36	13	1,8	4,4
RJ	Bh	25,2	1,1	20,5	1,8	23,4	4	81	7	18,6	12
RJ5	Bhj	12,6	6,9	1,8	1,4	10,1	55	14	11	0,3	6,2
SP	Bhsj2	17,1	2,6	14,4	0,1	17,1	15	84	1	5,5	170
TH04	Bhs	10,5	8,2	2,1	0,1	10,4	78	20	1	0,3	103
TS10	Bhs	20,6	2,1	14,1	0,1	16,3	10	68	0	6,7	162

Tabela 3. Correlações de Pearson entre COT e atributos das frações húmicas com propriedades químicas e físicas dos horizontes espódicos (n=30).

Propriedades	COT	C-FAF	C-FAH	C-HUM	C-SOMA	%FAF	%FAH	%HUM	C-FAH/ C-FAF	C-EA/ C-HUM
pH	-0,53**	0,43**	-0,68**	-	-0,49**	0,58**	-0,66**	-	-0,68**	-
S	-	-	0,29*	-	-	-	-	-	-	-
H ⁺	0,80**	-	0,64**	0,43**	0,78**	-	-	-	0,56**	-
CTC	0,82**	-	0,72**	0,35*	0,79**	-0,33*	0,36*	-	0,61**	-
Al ³⁺	0,43**	-	0,54**	-	0,41*	-0,43**	0,56**	-0,31*	0,39*	0,61**
Areia Total	-	-0,40*	-	-	-	-	-	-	-	-
Argila	-	-	-	0,54**	-	-	-	0,54**	-	-0,38*
Areia grossa	-	-	-	-	-	-	-0,36*	-	-0,31*	-
Areia fina	-	-	-	-	-	-	0,40*	-	0,32*	-

*, ** = significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.