

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Fracionamento da Matéria Orgânica do Solo e Ambiente de Formação de Organossolos

ADIERSON GILVANI EBELING⁽¹⁾, FRANCISCO WAGNER DE FREITAS GOMES⁽²⁾, RONIER RODRIGUES VASCONCELOS⁽²⁾, LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS⁽³⁾, MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽³⁾ & DANIEL VIDAL PÉREZ⁽⁴⁾

RESUMO - A matéria orgânica do solo (MOS) é parte de um sistema dinâmico influenciado por vários fatores, incluindo clima, conteúdo de argila do solo, mineralogia e sistemas de manejo, dentre outros, os quais afetam os processos de transformações e evolução da matéria orgânica. Baseado nisso o objetivo deste trabalho foi quantificar e verificar a distribuição das frações da matéria orgânica em Organossolos, em dois diferentes ambientes de formação, em várias regiões do Brasil. O teor de carbono nas frações da MOS indicou predomínio da fração ácido húmico (C-FAH de 22,12 a 153,72 g kg⁻¹) nos solos em ambientes altimontanos e de planalto. Possivelmente, o clima mais frio e seco favoreceu a formação desta fração em detrimento da fração ácido fúlvico e da humina. Ainda, o maior teor de ácidos húmicos torna os Organossolos nesse ambiente mais susceptíveis ao processo de subsidência, se manejados para agricultura. Já nos ambientes de várzeas e de planícies litorâneas houve maior formação da fração humina (C-HUM variando de 79,20 g kg⁻¹ a 267,23 g kg⁻¹), que é a fração mais resistente a decomposição. O somatório das frações húmicas representou 97% do carbono orgânico total, determinado pelo C-CHN, sendo as duas variáveis altamente correlacionadas.

Palavras-Chave: (Turfas, Manejo do Solo, Várzeas Litorâneas e Ambientes de Planalto).

Introdução

A turfa é um produto da decomposição de resíduos vegetais e animais, que se desenvolvem e se acumulam em corpos d'água, em ambientes saturados, de elevada altitude e/ou longitude, sendo o estágio inicial da seqüência de carbonificação. O acúmulo da massa vegetal morta ocorre em condições de excessiva umidade, baixo pH e escassez de oxigênio, frio, passando por processos de mineralização lenta e de humificação. A matéria vegetal perde gradativamente a estrutura primária, originando produtos residuais que reagem novamente e se polimerizam através de

processos biogeoquímicos, formando compostos de estruturas complexas, com o enriquecimento contínuo de carbono fixo [1,2].

A velocidade de mineralização da matéria orgânica e os tipos de produtos da humificação dependem, além da sua composição original, do clima; que, se tropical, favorece uma grande disponibilidade de massa vegetal e promove uma decomposição acelerada, resultando na diminuição da quantidade de material a ser fossilizado como turfa [1,2].

Gerações consecutivas de vegetais se transformam em turfa, provocando o empilhamento de camadas, cujas propriedades físico-químicas variam em função da composição vegetal, do grau de decomposição e da quantidade de matéria orgânica [3]. A turfa pode ter de 0,30 a 20 metros de espessura ou mais [4] tendo uma importante contribuição para a biodiversidade na manutenção de nichos de espécies endêmicas a níveis regionais e globais [5].

Através do procedimento clássico de extração e fracionamento das substâncias húmicas, três frações podem ser obtidas: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina. As definições das frações das substâncias húmicas são baseadas nas características de solubilidade em sistemas aquosos, apesar de existirem muitos materiais orgânicos que são solúveis em base e precipitam em meio ácido que não são ácidos húmicos [6]. Ácido húmico é a fração que não é solúvel em água sob condições ácidas, podendo tornar-se solúvel (ou extraível) a valores altos de pH. Ácido fúlvico é a fração que é solúvel em meio aquoso em todos os valores de pH. A humina representa a fração que não é solúvel em meio aquoso (ou que não é extraível em meio aquoso), em nenhum valor de pH [6].

A dinâmica da matéria orgânica do solo é afetada significativamente pelo clima e pelo ambiente de formação, baseado nisso o objetivo deste trabalho foi quantificar e verificar a distribuição das frações da matéria orgânica em Organossolos de dois diferentes ambientes de formação, em várias regiões do Brasil.

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Doutorando do Curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS), Dpto. de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: adiersonge@gmail.com. Bolsista CNPq.

⁽²⁾ Segundo Autor é Aluno de Graduação do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 476, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: frwagnerfg@yahoo.com.br. Bolsista FAPERJ/IC.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor Associado do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 476, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. lanjos@ufrj.br. gervasio@ufrj.br

⁽⁴⁾ Quarto autor é pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, 22460-000, Rio de Janeiro (RJ). E-mail: daniel@cnpq.embrapa.br
Apoio financeiro: CPGA-CS, FAPERJ, CNPq, CAPES e EMBRAPA.

Material e Métodos

A. Perfis de Solos

Para a realização deste estudo foram utilizados 11 perfis de Organossolos, localizados em diferentes regiões do Brasil, totalizando um total de 32 horizontes (Tabela 1). Os solos foram separados e discutidos em função do seu ambiente de formação, qual seja: Ambiente 1 – Baixada litorânea; Ambiente 2 – Planícies interioranas e ambientes de Altitude. Para maiores detalhes consultar [7].

B. Caracterização Analítica

As determinações para caracterização dos solos foram feitas nos laboratórios de Gênese e Classificação do Solo, de Fertilidade do Solo, da UFRRJ - IA/DS e no laboratório de Química do Solo da Embrapa Solos.

Foi realizado o fracionamento químico quantitativo das substâncias húmicas [8], sendo obtidos neste processo os teores de carbono das frações húmica (C-HUM), ácidos húmicos (C-FAH) e ácidos fúlvicos (C-FAF). A determinação quantitativa de carbono nos extratos das frações ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e húmica foi feita através da oxidação via úmida do C com dicromato de potássio e titulação do excesso, com sulfato ferroso amoniacal [9].

Resultados e Discussão

Observando o comportamento das frações húmicas dos Organossolos, em função do ambiente de formação podemos perceber que o C-HUM (máxima de 267,23 g kg⁻¹; média de 193,06 g kg⁻¹) (Tabela 1; 2) apresentou os maiores valores e as maiores médias na Baixada litorânea (ambiente 1). Porém nas Planícies interioranas e ambientes de Altitude (ambiente 2) os maiores valores, assim como as maiores médias, foram observadas para o C-FAH (153,72 g kg⁻¹; 75,14 g kg⁻¹).

Esses resultados indicam que ambientes de baixadas litorâneas podem favorecer a formação da HUM em relação às outras frações. O coeficiente de variação da fração HUM foi baixo quando se separa os Organossolos nos dois ambientes de formação (30%). Ainda, se analisados todos os perfis em conjunto este coeficiente foi acima de 90%, o que confirma que a diferenciação nas propriedades dos Organossolos em função do ambiente de formação foi relevante.

O C-FAF apresentou os menores valores médios (15,26 g kg⁻¹ no ambiente 2; 24,92 no ambiente 1) e também a menor variabilidade, com coeficiente de variação de 29%, para o ambiente 2 e 43% para o ambiente 1. O coeficiente de variação do C-FAF do ambiente 1 apresentou valores superiores ao C-FAH e C-HUM. O carbono da FAH apresentou valor médio de 141,97 g kg⁻¹, com coeficiente de variação de 32% para o ambiente 1. No ambiente 2 o valor mínimo também foi superior ao mínimo de C-HUM (22,12 g

kg⁻¹) e o máximo foi de 153,72 g kg⁻¹.

Comparando o teor de carbono orgânico associado às frações orgânicas: C-FAF, C-FAH e C-HUM (Tabelas 1 e 2), nota-se maior participação do C-HUM no ambiente 1, de Baixadas litorâneas, indicando a predominância dos processos de humificação mesmo em Organossolos. Estes resultados podem ainda ser explicados pela presença de húmica hereditária, formada anteriormente e preservada em ambientes desfavoráveis à atividade microbiana.

No ambiente 2, das Planícies interioranas e de Altitude, a maior predominância do carbono se dá na FAH, outra característica marcante nesses Organossolos foi o predomínio do carbono na FAH sobre a HUM e a FAF. O que resultou em elevados valores da relação EA/HUM que, na maioria dos horizontes, são acima de 2,0, chegando ao valor de 9,94, no horizonte Hdp3 do perfil RJ4. Os horizontes com menores valores da relação EA/HUM, numericamente, apresentam-se entre 1,0 e 2,0, e em três horizontes, foram inferiores a 1,0. Esses resultados indicam o predomínio dos compostos alcalino-solúveis em relação a húmica, insolúvel nos Organossolos sápricos do ambiente 2. O teor mais elevado de material mineral (>51%) nesses solos, pode favorecer o predomínio da FAH, haja visto a afinidade entre os constituintes orgânicos e a fração mineral, principalmente a argila. A relação FAH/FAF também foi elevada na grande maioria das amostras, normalmente com valores superiores a 4,0.

O somatório das frações húmicas representou em média 97% do carbono orgânico total, utilizando como referência o carbono determinado pelo C-CHN (Figura 1), sendo as duas variáveis altamente correlacionadas. Quando a comparação é feita separando os Organossolos pelo ambiente de formação (Figura 2), os solos em ambiente de planalto e regiões altimontanas apresentam um coeficiente levemente superior ($R^2 = 0,93$) comparado aos solos em ambientes de várzeas e planícies litorâneas ($R^2 = 0,88$).

A relação C-FAH/C-FAF indica a qualidade do material humificado, podendo fornecer informações sobre a dinâmica da MOS. Os valores da relação C-FAH/C-FAF variaram de 1,76 a 14,42 g kg⁻¹, indicando predomínio do C-FAH em todas as amostras, destacando-se que quanto mais alta essa relação maior será o grau de polimerização da matéria orgânica do solo [10].

A relação C-EA/C-HUM, onde C-EA é a soma do carbono nas frações C-FAF e C-FAH, também teve grande variação, com valores entre 0,39 e 9,94 (Tabela 2). Porém, 79% das amostras apresentaram valores inferiores a 2,0. Essa relação fornece informações sobre a gênese do solo, identificando zonas de movimentação ou acúmulo de carbono [11,12].

Na Tabela 2 são apresentadas as médias e amplitude de variação do teor de matéria orgânica e do teor de carbono nas frações da matéria orgânica e respectivas relações. Quando foram separados os horizontes e perfis de Organossolos pelo ambiente de formação foram notadas características um pouco diferentes entre eles. O C-HUM dos ambientes de várzeas e das planícies litorâneas apresentou teor médio de 193,06 g kg⁻¹, muito alto quando

comparado com os solos de regiões altimontanas e de planalto, que foi de 42g kg⁻¹. Os coeficientes de variação foram de 30% e 70%, respectivamente para os ambientes 1 e 2.

A amplitude dos resultados da fração húmica foi muito alta nos ambientes de várzeas e das planícies litorâneas (Tabela 2), apresentando valores mínimo e máximo de 79,20 e 267,23 g kg⁻¹, respectivamente. Sendo que no ambiente de regiões altimontanas e de planalto a amplitude apresentou valores mínimo e máximo de 3,53 e 105,70 g kg⁻¹.

Esses resultados evidenciam a importância da separação dos Organossolos em função do ambiente de formação, em especial para definir recomendações e práticas de manejo desses solos para agricultura. Ainda, para avaliar a resiliência desses solos em função de processos de subsidência e mineralização da matéria orgânica dos Organossolos, que podem levar a sua degradação.

Conclusões

O teor de carbono nas frações da MOS indicou predomínio da fração ácido húmico (C-FAH de 22,12 a 153,72 g kg⁻¹) nos solos em ambientes altimontanos e de planalto. Já nos ambientes de várzeas e de planícies litorâneas houve maior formação da fração húmica.

A diferenciação entre os Organossolos pelo ambiente de formação foi relevante para avaliar as frações da matéria orgânica e seu comportamento, visando recomendar práticas de manejo para a manutenção da matéria orgânica e redução da subsidência destes solos.

O predomínio da fração ácido húmico em ambientes altimontanos e de planalto sugere que estes solos quando manejados com revolvimento intenso são mais susceptíveis a perda de carbono por subsidência e a degradação.

Referências

- [1] ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; & FONTANA, A. 2008. Matéria Orgânica e Pedogênese. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; & CAMARGO, F.A.O. (Eds) *Fundamentos da Matéria Orgânica do solo Ecossistemas Tropicais e Subtropicais*, Porto Alegre, Metrópole. p.65-86.
- [2] VALLADARES, G.S. 2003. Caracterização de organossolos, auxílio à sua classificação. Tese (Doutorado em agronomia-Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- [3] GARCIA, M.J. 1996. Potencialidade e aplicação de turfas. *Revista UnG*, Guarulhos, 1:16-30.
- [4] ANDERSON, J.A.R. 1983. The tropical peat swamps of western Malaysia. In: Gore, A.J.P. (Eds.), *Mires: swamp, bog, fen and moor*. B. Regional studies. Amsterdam, Elsevier, p.181-199.
- [5] ANDRIESSE, J.P. 1988. *Nature and Management of Tropical Peat Soils*. FAO Soils Bulletin 59 Rome. 143p.
- [6] HAYES, M. H. B.; & CLAPP, C. E. 2001. Humic substances: considerations of compositions, aspects of structure, and environmental influences. *Soil Science*, 166:723-727.
- [7] EBELING, A.G. 2006. *Caracterização analítica da acidez em Organossolos*. Dissertação (Mestrado em agronomia-Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- [8] 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).
- [9] YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. In Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476.
- [10] INCORA – Instituto colombiano de la reforma agraria. 1974. *Mapificación caracterización y clasificación de los suelos organicos del Valle de Sibundoy*. INCORA. Bogotá. 148p.
- [11] 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*. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- [12] BENITES, V.M. 2002. *Caracterização de Solos e de Substâncias Húmicas em Áreas de Vegetação Rupestre de Altitude*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Tabela 1. Teores de carbono nas frações ácido fúlvico (C-FAF), ácido húmico (C-FAH), humina (C-HUM) e no somatório destas frações, em relação ao solo integral e em relação ao teor de carbono total (C-CHN), e relações entre C-FAH/C-FAF e o extrato alcalino (EA=C-FAF+C-FAH) e a C-HUM.

Estado/ Perfil ⁽¹⁾	Ambiente (2)	Horizonte	C-FAF	C-FAH	C-HUM	SOMA	C-CHN	FAH:FAF	EA/HUM
AL-2	1	Hdojp	23,9	131,0	156,3	311,2	305,8	5,5	1,0
	1	Hdoj1	24,3	193,8	225,6	443,7	508,1	8,0	1,0
	1	Hdoj2	21,2	139,7	232,7	393,6	454,7	6,6	0,7
	1	Hoj	9,2	22,0	79,2	110,4	120,7	2,4	0,4
BA-2	1	Hdoj1	23,2	185,7	252,8	461,7	525,3	8,0	0,8
	1	Hdoj2	23,8	188,8	267,2	479,8	528,5	7,9	0,8
	1	Hdoj3	16,7	189,5	175,8	381,9	369,9	11,4	1,2
RJ-3	1	Hdp	35,5	115,3	131,8	282,6	339,8	3,3	1,1
	1	Hdo 1	42,6	121,2	139,2	303,0	314,9	2,9	1,2
	1	Hdo2	51,0	104,9	99,7	255,6	332,3	2,1	1,6
	1	Hdo	24,0	95,2	184,4	303,6	288,5	4,0	0,7
RS-4	1	Hdpj	19,4	160,7	199,4	379,6	425,7	8,3	0,9
	1	Hdj	16,6	153,7	240,1	410,4	482,2	9,3	0,7
	1	Hdoj	12,1	138,5	256,3	406,8	490,0	11,5	0,5
SC-2	1	Hdoj1	30,9	143,1	235,6	409,6	460,0	4,6	0,7
	1	Hdoj2	24,5	188,4	260,3	473,2	528,1	7,7	0,8
DF-1	2	Hdp	16,3	67,3	43,5	127,1	132,4	3,2	1,9
	2	Hd1	17,8	119,0	35,1	172,3	196,6	4,1	3,9
	2	Hd2	19,1	47,0	88,0	154,0	179,8	6,7	0,8
MG-2	2	Hd	14,0	45,1	61,1	120,2	114,8	3,2	1,0
	2	2Hd	11,9	68,5	105,7	186,1	206,4	5,8	0,8
MS-2	2	Hd1	20,2	52,3	41,4	114,0	121,1	2,6	1,8
	2	Hd2	7,3	99,4	79,6	186,3	189,3	13,7	1,3
PR-2	2	Hdp1	13,1	89,5	36,6	139,2	144,1	6,8	2,8
	2	Hdp2	10,0	143,4	30,7	184,1	192,8	14,4	5,0
	2	Hdp3	21,0	153,7	39,6	214,3	270,0	7,3	4,4
RJ-4	2	Hdp1	15,6	30,6	20,9	67,1	91,7	2,0	2,2
	2	Hdp2	17,2	34,2	8,9	60,2	99,5	2,0	5,8
	2	Hdp3	12,7	22,4	3,5	38,6	69,8	1,8	9,9
	2	Hd	11,1	22,1	6,0	39,1	44,8	2,0	5,6
SP-1	2	Hdp1	23,7	112,8	53,7	190,2	207,4	4,8	2,5
	2	Hdp2	13,2	95,1	17,7	126,0	144,4	7,2	6,1

CO-CHN = teor de C determinado pelo CHN; C-FAF = Carbono na fração ácido fúlvico; C-FAH = Carbono na fração ácido húmico; C-HUM = Carbono na fração humina; FAH/FAF = Relação entre o C da fração ácido húmico e da fração ácido fúlvico; EA/HUM = Relação entre o extrato alcalino (C-FAF + C-FAH) e o C-HUM. ⁽¹⁾ Estados Brasileiros: AL, Alagoas; BA, Bahia; DF, Distrito Federal, Brasília; MG, Minas Gerais; MS, Mato Grosso do Sul; PR, Paraná; RJ, Rio de Janeiro; RS, Rio Grande do Sul; SC, Santa Catarina; SP, São Paulo; ⁽²⁾ Ambientes: 1 – Baixada litorânea; 2 – Planícies interioranas e ambientes de Altitude

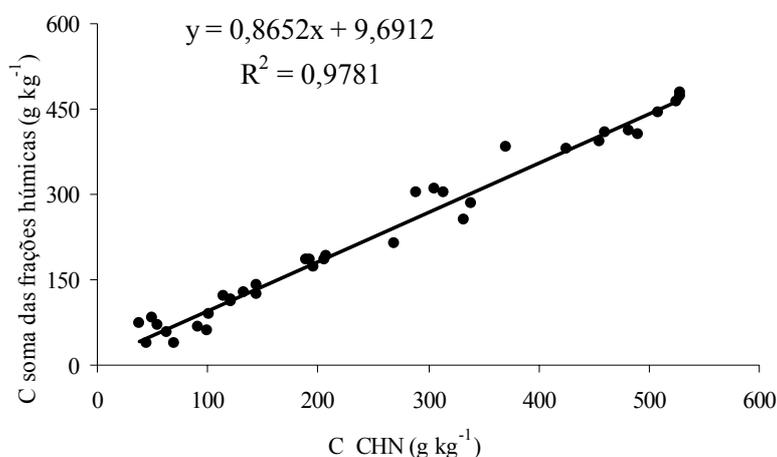


Figura 1: Relação entre a soma das frações húmicas e o teor de carbono determinado pelo C-CHN de Organossolos

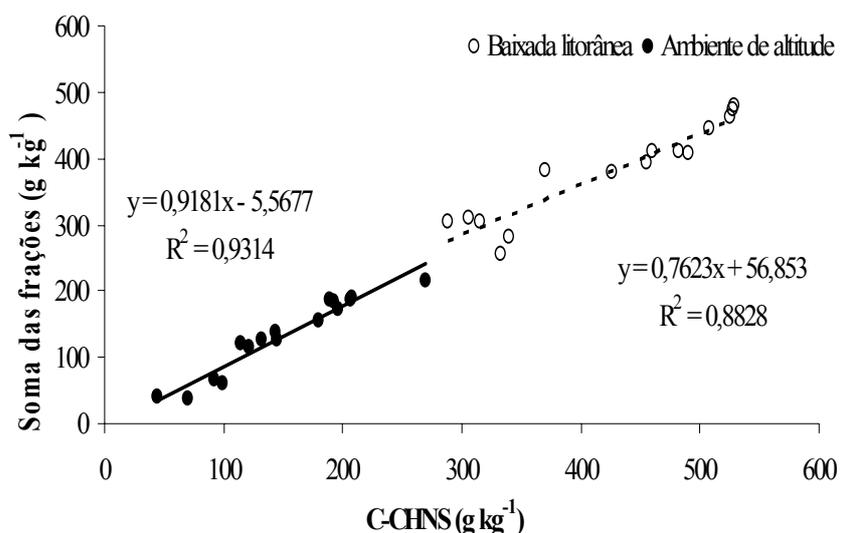


Figura 2: Relação entre a soma das frações húmicas e o teor de carbono medido pelo C-CHN, em função do ambiente de formação.

Tabela 2. Valores (g C kg^{-1}) médios e máximos e mínimos do teor de matéria orgânica e de C nas substâncias húmicas, em todos os perfis e em função do ambiente de formação.

	MO-mufla	CO-CHN	C-FAF	C-FAH	C-HUM	FAH/FAF	EA/HUM
Conjunto dos Organossolos, sem separar ambientes							
Max	963,20	528,50	51,04	193,84	267,23	14,42	9,94
Min	93,41	44,80	7,27	22,04	3,53	1,76	0,39
Média	485,83	277,48	20,09	108,56	119,01	5,96	2,18
DP	289,60	157,45	9,47	54,95	91,09	3,48	2,21
CV	59,61	56,74	47,15	50,62	76,54	58,32	101,25
Organossolos em ambiente de várzeas e planícies litorâneas							
Max	963,20	528,50	51,04	193,84	267,23	11,49	1,56
Min	530,92	120,70	9,16	22,04	79,20	2,05	0,39
Média	786,97	404,66	24,92	141,97	193,06	6,45	0,88
DP	129,93	114,82	10,78	45,40	60,12	3,04	0,26
CV	16,51	28,37	43,26	31,98	30,67	47,14	32,66
Organossolos em ambiente altimontano e de planalto							
Max	485,39	270,00	23,68	153,72	105,70	14,42	9,94
Min	93,41	44,80	7,27	22,12	3,53	1,76	0,75
Média	259,97	150,31	15,26	75,14	42,00	5,47	3,49
DP	111,14	59,56	4,42	42,39	29,68	3,90	2,53
CV	42,75	39,62	28,96	56,42	70,68	71,30	72,49

MO-mufla = matéria orgânica determinada pela mufla; CO-CHN = teor de C determinado pelo CHN; C-FAF = Carbono na fração ácido fúlvico; C-FAH = Carbono na fração ácido húmico; C-HUM = Carbono na fração húmica; FAH/FAF = Relação entre o C da fração ácido húmico e da fração ácido fúlvico; EA/HUM = Relação entre o extrato alcalino (C-FAF + C-FAH) e o C-HUM.