

# XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

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

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

**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<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup> a 267,23 g kg<sup>-1</sup>), 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.

<sup>(1)</sup> 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](mailto:adiersonge@gmail.com). Bolsista CNPq.

<sup>(2)</sup> 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](mailto:frwagnerfg@yahoo.com.br). Bolsista FAPERJ/IC.

<sup>(3)</sup> 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](mailto:lanjos@ufrj.br). [gervasio@ufrj.br](mailto:gervasio@ufrj.br)

<sup>(4)</sup> Quarto autor é pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, 22460-000, Rio de Janeiro (RJ). E-mail: [daniel@cnpq.embrapa.br](mailto: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<sup>-1</sup>; média de 193,06 g kg<sup>-1</sup>) (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<sup>-1</sup>; 75,14 g kg<sup>-1</sup>).

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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>) e o máximo foi de 153,72 g kg<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, muito alto quando

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

A amplitude dos resultados da fração humina 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>) nos solos em ambientes altimontanos e de planalto. Já nos ambientes de várzeas e de planícies litorâneas houve maior formação da fração humina.

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.

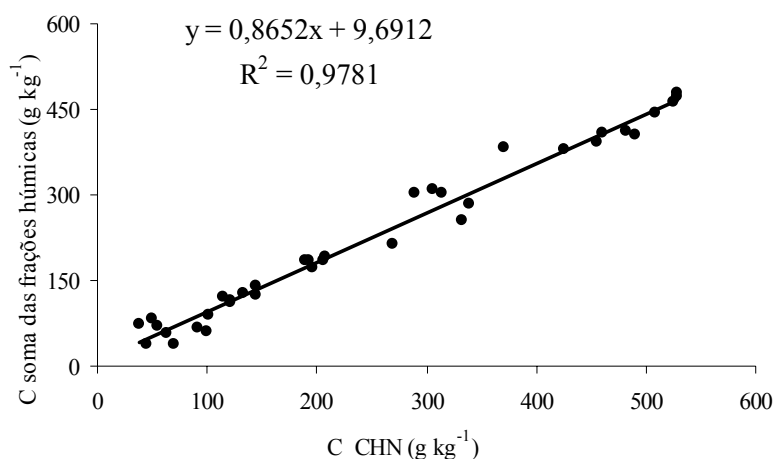
### Referências

- [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.

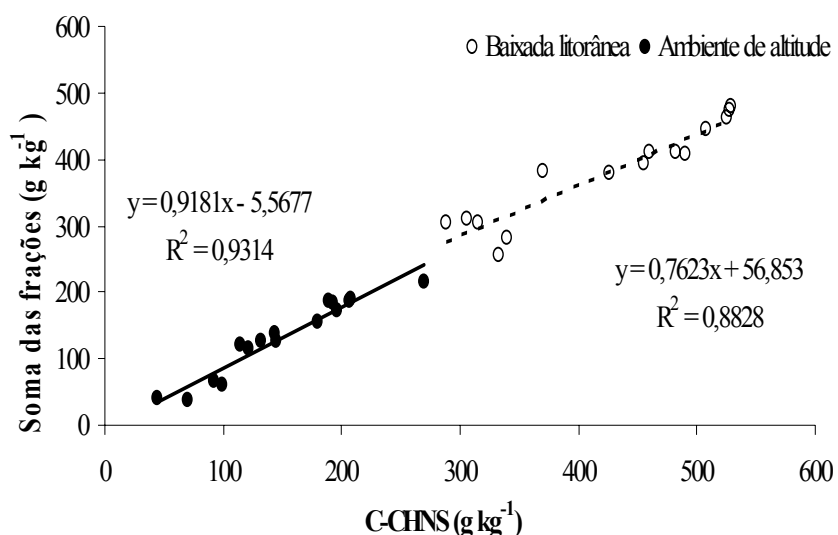
**Tabela 1.** Teores de carbono nas frações ácido fúlvico (C-FAF), ácido húmico (C-FAH), humina (C-HUM) e no somatório destas frações, em relação ao solo integral e em relação ao teor de carbono total (C-CHN), e relações entre C-FAH/C-FAF e o extrato alcalino (EA=C-FAF+C-FAH) e a C-HUM.

Estado/ Perfil <sup>(1)</sup>	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. <sup>(1)</sup> 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; <sup>(2)</sup> 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 ( $\text{g C kg}^{-1}$ ) 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
<b>Conjunto dos Organossolos, sem separar ambientes</b>							
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
<b>Média</b>	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
<b>Organossolos em ambiente de várzeas e planícies litorâneas</b>							
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
<b>Média</b>	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
<b>Organossolos em ambiente altimontano e de planalto</b>							
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
<b>Média</b>	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.