

## SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE SOLO CONSTRUÍDO APÓS MINERAÇÃO DE CARVÃO E SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

**PENNING, Letiane Helwig<sup>1</sup>; LEAL, Otávio dos Anjos<sup>2</sup>; LEMES Elisa Souza<sup>3</sup>  
CASTILHOS, Rosa Maria Vargas<sup>4</sup>; FERNANDES, Flávia Fontana<sup>5</sup>,**

<sup>1</sup>Aluna graduação da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e bolsista IC-FAPERGS [letipenning@yahoo.com.br](mailto:letipenning@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Mestrando do PPGA-Solos, FAEM-UFPEL, bolsista CNPq. [oleal@ibest.com.br](mailto:oleal@ibest.com.br); <sup>3</sup>Aluna graduação da FAEM-UFPEL bolsista PIBIC/CNPq, [likas@hotmail.com](mailto:likas@hotmail.com); <sup>4</sup>Professora Orientadora, Dept<sup>o</sup>. Solos FAEM-UFPEL, [rosamvc@ufpel.edu.br](mailto:rosamvc@ufpel.edu.br); <sup>5</sup>Professora do Dept<sup>o</sup>. Solos FAEM-UFPEL [flaviaff@ufpel.edu.br](mailto:flaviaff@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A principal reserva de carvão mineral do Rio Grande do Sul ocorre na Mina de Candiota, de propriedade da Companhia Riograndense de Mineração (CRM), localizada no município de Candiota, onde o carvão é explorado a céu aberto a uma profundidade de aproximadamente 50m. Após a mineração do carvão, o material de cobertura anteriormente retirado, é recolocado para recompor a paisagem, originando o solo construído. Esse processo degrada o solo, visto que a camada superficial mais fértil, contendo a matéria orgânica é comumente misturada às demais. Portanto, a escolha adequada das plantas de coberturas utilizadas na vegetação destas áreas, é de extrema importância para sua recuperação, devido à adição de matéria orgânica ao solo, e contribuição na redução dos processos erosivos (Siqueira et al., 2008).

A matéria orgânica do solo (MOS) é considerada um dos principais indicadores de qualidade do solo, pois influencia direta e indiretamente os atributos químicos, físicos e biológicos, sendo também um dos parâmetros mais sensíveis às alterações decorrentes do uso do solo (Bayer & Mielniczuk, 2008). O fracionamento da MOS em frações químicas ou físicas visa reduzir a sua heterogeneidade, separando frações homogêneas quanto à natureza, dinâmica e função, e tem sido frequentemente empregado em estudos comparativos de uso e manejo de solo (Roscoe & Machado, 2002). No fracionamento químico da MOS, com base na solubilidade em diferentes pHs, são obtidas três frações: ácido húmico (AH), solúvel em meio alcalino e insolúvel em meio ácido; ácido fúlvico (AF), solúvel em meio ácido e básico e fração humina (HU), insolúvel em qualquer pH (Dick e Martinazzo, 2006).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes coberturas vegetais sobre teores de carbono orgânico total e das frações químicas da matéria orgânica de solo construído, após mineração de carvão, no município de Candiota, RS.

### 2. METODOLOGIA

A área experimental localiza-se sobre um solo construído após a mineração de carvão, na Mina de Candiota pertencente à Companhia Riograndense de Mineração (CRM), no município de Candiota. Neste solo construído ocorre uma mistura de horizontes, com predominância de horizonte B. O solo natural foi classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico típico.

O experimento foi instalado em 2003, em convênio com o Departamento de Solos da FAEM/UFPEL, em um delineamento experimental de casualização por blocos, com quatro repetições (parcelas de 20 m<sup>2</sup>). Os tratamentos são constituídos

de diferentes coberturas vegetais e, neste estudo, foram avaliados: T1-capim Hemátria (*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf & C. E. Hubbard), T2-Pensacola (*Paspalum notatum* Flügge), T3-Grama Tifton (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), T4-Braquiária (*Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf). Para fins comparativos, foi avaliado o solo construído sem cobertura vegetal (T8), e um solo natural, não construído, com vegetação nativa (T9), em áreas adjacentes ao experimento.

Amostras da camada superficial do solo (0,00 a 0,03m) foram coletadas em setembro de 2009, e fracionadas quimicamente, segundo Dick et al. (1998). A 10 g de solo adicionou-se 30 mL de HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup> e a suspensão foi agitada por 2 horas (120 oscilações/minuto). Após centrifugação (2500 rpm, 15 min), o sobrenadante foi separado e este procedimento repetido mais três vezes. Este extrato ácido (substâncias orgânicas não-húmicas (SNH) teve seu volume medido e armazenado). No solo remanescente, adicionou 30 mL de NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup>, agitando-se e centrifugando da mesma maneira que a anterior. Este procedimento foi repetido até o sobrenadante tornar-se incolor. Os extratos alcalinos correspondentes às substâncias húmicas solúveis (SH) foram armazenados e o volume final medido. O remanescente no tubo de centrifuga corresponde à fração húmica (HU). O extrato de SH foi acidificado a pH 2,0 com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>. Após 24 horas de repouso, a fração de ácidos fúlvicos (AF) (sobrenadante) foi separada por centrifugação, do material precipitado, correspondente a fração ácido húmico (AH).

Das frações SNH, SH e AF foram retiradas alíquotas de 5mL para análise de carbono. Este foi quantificado espectroscopicamente, medindo-se a absorbância a 580nm, após reação com solução ácida de dicromato de potássio 1,25mol L<sup>-1</sup>, durante quatro horas, a 60°C, empregando-se uma curva padrão de D-glucose anidra de 0 a 250mg C L<sup>-1</sup> (Dick et al., 1998). O teor de carbono orgânico total (COT) foi determinado no solo inteiro, em analisador elementar (TruSpec CHN), em laboratório da Embrapa Clima Temperado. O teor de C na forma de AH e na fração HU foram estimados pelas diferenças  $C_{AH} = C_{SH} - C_{AF}$  e  $C_{HU} = COT - (C_{SNH} + C_{SH})$ , respectivamente. Utilizando-se os teores de carbono nas frações foi calculada a razão de humificação (AH/AF), segundo Chefetz et al. (1996).

Os resultados referentes ao T1, T2, T3 e T4, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de COT, SNH, AF e AH não diferiram significativamente entre os tratamentos com coberturas vegetais (Tabela1), apesar de o COT ter variado de 10,95 g kg<sup>-1</sup> a 15,00 g kg<sup>-1</sup>. Entretanto em comparação ao teor de COT do solo construído descoberto (T8), verifica-se que as coberturas vegetais, após seis anos de implantação, foram eficientes em aumentar, em média 5g kg<sup>-1</sup> (39%) o teor de carbono total, o que corresponde a um acréscimo de 0,82% no teor de MO do solo, na camada até 0,03m. O teor de COT do solo natural (T9) foi 2,25 vezes superior ao da média do solo construído e sob coberturas vegetais, evidenciando o quanto o processo de mineração afetou os teores de COT e que, não é de se esperar uma recuperação destas áreas, em curto prazo.

As diferenças entre tratamentos nos teores de carbono na forma de SH (AF+AH) refletiu o comportamento da fração AH, cujos teores foram maiores nos tratamentos T1 e T4 (Tabela1). Esse comportamento também determinou uma maior razão de humificação (HR) para esses tratamentos em comparação aos demais. O índice HR decresceu na seqüência T4>T1>T2>T3.

As coberturas vegetais obtiveram na média um HR (0,8) semelhante ao do solo natural, enquanto que no solo construído descoberto este índice foi 0,27, refletindo uma menor razão AH/AF decorrente da pouca adição de material orgânico, o que pode ter diminuído a intensidade do processo de humificação.

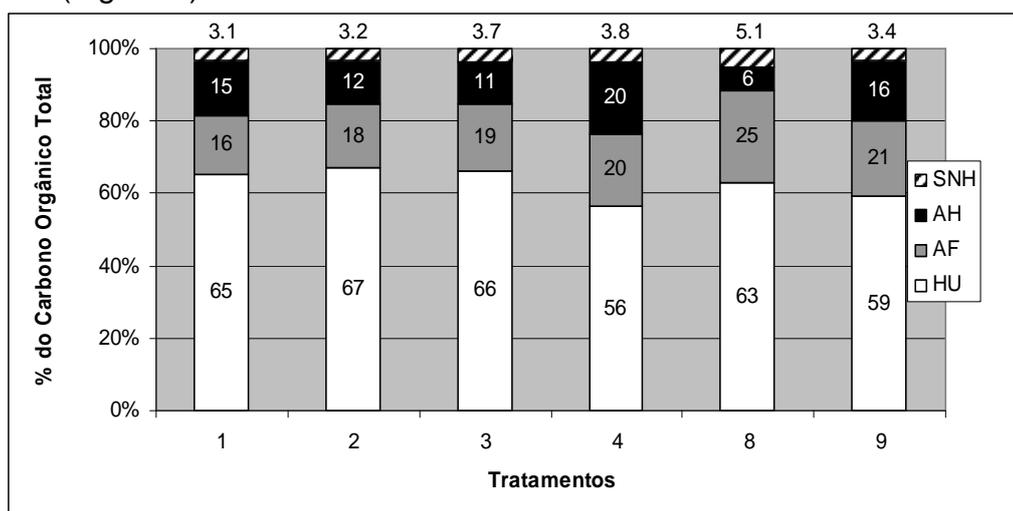
Canellas & Santos (2005) encontraram correlações positivas entre HR e capacidade de troca de cátions ( $r = 74$ ), ácidos húmicos e cálcio trocável ( $r = 92$ ), ácidos húmicos e saturação por bases ( $r = 87$ ), sugerindo o uso do conteúdo de ácidos húmicos ou mesmo da razão HR como indicadores da fertilidade do solo, podendo representar uma boa ferramenta para avaliação do potencial produtivo dos mesmos.

**Tabela 1.** Carbono total (COT) e nas frações substâncias não húmicas (SNH), substâncias húmicas (SH), ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH), humina (HU) e razão de humificação (HR) na camada de 0,00 a 0,03m de solo construído, sob diferentes coberturas vegetais e solo natural, em Candiota, RS. Média de quatro repetições.

Tratamentos	COT	SNH	SH	AF	AH	HU	HR
	----- g kg <sup>-1</sup> -----						(AH/AF)
T1 - Hemária	15,00 a	0,46 a	4,72 ab	2,46 a	2,26 ab	9,82 a	0,91
T2 - Pensacola	12,25 a	0,39 a	3,65 bc	2,16 a	1,48 bc	8,21 a	0,69
T3 - Tifton	10,95 a	0,40 a	3,31 c	2,07 a	1,24 c	7,24 a	0,60
T4 - Braquiária	13,58 a	0,52 a	5,43 a	2,74 a	2,68 a	7,64 a	0,98
T8 - Solo descoberto	7,93	0,36	2,24	1,80	0,45	4,58	0,27
T9 - Solo natural	29,10	1,00	10,84	6,10	4,73	17,26	0,77

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

As proporções das frações húmicas da matéria orgânica foram semelhantes nos tratamentos T1, T2 e T3, enquanto o T4 apresentou a menor proporção de HU e maiores proporções de AH e AF, evidenciando o potencial diferenciado da Braquiária para aumento de SH, pelo aporte de seus resíduos orgânicos (Figura 1).



**Figura 1.** Distribuição de substâncias não húmicas (SNH), ácido húmico (AH), ácido fúlvico (AF) e humina (HU) como percentual de teor de carbono total (COT), na camada de 0,00 – 0,03m de um solo construído e sob diferentes coberturas vegetais. Candiota, RS. Média de quatro repetições. 1 – Hemária, 2 – Pensacola, 3 – Tifton, 4 – Braquiária, 8 - Solo descoberto, 9 - Solo natural.

A proporção da fração HU nos tratamentos com cobertura vegetal foi em média 63,5% e semelhante a do solo descoberto. Neste, entretanto, a proporção de AH foi bastante inferior, em razão da não incorporação de resíduos ao solo. A

proporção das substâncias húmicas nos solos com coberturas vegetais assemelhou-se mais a do solo natural, indicando que as coberturas estão adicionando AH, AF e HU de forma equilibrada ao solo, ainda que seus teores absolutos sejam inferiores aos do solo natural (Tabela 1).

Canellas & Santos (2005), avaliando horizontes superficiais de Argissolos obtiveram proporções de substâncias húmicas semelhantes às apresentadas neste trabalho. Assim, apesar das modificações decorrentes dos processos de mineração, o solo construído apresenta uma MO com composição relativa compatível com a do solo natural, e com a média dos Argissolos brasileiros, com predomínio da fração HU e baixos níveis de AH (Canellas & Santos, 2005).

#### 4. CONCLUSÕES

O efeito das diferentes coberturas vegetais no teor de carbono orgânico total foi semelhante e, comparado ao solo descoberto, representou um acréscimo médio de 0,82% no teor de MO.

A fração AH foi sensível em detectar a influência de diferentes coberturas vegetais sobre a composição da MOS. Braquiária e Hemária resultaram em teores de AH e razão AH/AF maiores do que Pensacola e Tifton.

A proporção relativa das frações húmicas nos solos construído sob coberturas vegetais assemelhou-se mais com a distribuição destas frações no solo natural, do que com a do solo construído descoberto, com predomínio da fração húmica em todos os tratamentos.

#### 5 REFERÊNCIAS

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica in: SANTOS, G. A et al. (Ed.) **Fundamentos da Matéria Orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**, 2 ed. Porto Alegre: Metrópole 2008. p.7-16.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. **Humosfera tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campo dos Goytacazes, 2005. Livro disponível em <http://www.uenf.br/Uenf/Pages/CCTA/Lsol/>

CHEFETZ, B.; HATCHER, P.; HADAR, Y.; CHEN, Y. Chemical and biological characterization of organic matter during composting of municipal solid waste. **Journal of Environmental Quality**. v. 25.p.776-785. 1996.

DICK, D.P.; GOMES, J.; ROSINHA, P. **Caracterização de substâncias húmicas extraídas de solos e de lodos orgânicos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas. nº 22.p.603-611. 1998.

DICK, D. P.; MARTINAZO, R. Matéria orgânica em ambientes terrestres e aquáticos: composição, reações e técnicas de caracterização. In: Cristiano Poletto; Gustavo Merten. (Org.). **Qualidade de Sedimentos**. Porto Alegre: 2006, v.1, p.65-80.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O. de A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica, Dourados – MS: Embrapa Agropecuária Oeste e Embrapa Solos, 2002. 86p.

SIQUEIRA, J. O.; SOARES, C. R. F. S.; SILVA, C. A. Matéria orgânica em solos de áreas degradadas. In: **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.p.495-520.