

## DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CARBONO NAS FRAÇÕES QUÍMICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

Rejane Rocha Pinheiro GUIMARÃES<sup>1</sup>; Newton Paulo de Souza FALCÃO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolsista PIBIC/CNPq; <sup>2</sup>Orientador COTI/INPA

### 1. Introdução

Em grande parte da Região Amazônica encontram-se solos férteis de terra firme, com uma camada superficial bastante espessa de coloração preta ou marrom escura, oriundos do descarte e queima de diversos tipos de resíduos orgânicos, depositados ali há cerca de quatro mil anos pelos índios na era pré-colombiana. Denominadas como Terra Preta de Índio (TPI), nesses solos encontra-se grandes quantidades de carvão vegetal, indicando uma alta e prolongada adição de matéria orgânica carbonizada, oriundos provavelmente pelo uso de carvão em fogos domésticos, utilizados no preparo de alimentos, aquecimento e queima de lixo. Como também provenientes de rituais ou até mesmo questões culturais. Até hoje não se sabe qual a verdadeira causa do aparecimento destas terras. O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) vem desenvolvendo há cinco anos, em sua estação experimental, a simulação da TPI, enriquecendo-a com biocarvão, a fim de aumentar a sustentabilidade da fertilidade do solo, e o prolongamento do seu tempo. Com a finalidade de se certificar dos efeitos positivos da adição de doses crescentes de carvão vegetal, torna-se necessário a extração das substâncias húmicas, devido estas exercerem grande influência nas características físicas e químicas do solo, bem como em sua fertilidade. O biocarvão é um material rico em carbono obtido de uma fonte de biomassa carbonizada ou pirogênica, ou seja, que sofreu pirólise e foi carbonizada, e é um ótimo condicionador de solos. O carbono contido no biocarvão é estável, o que faz com que ele se decomponha de forma muito lenta e só retorne à atmosfera após centenas de anos, contribuindo com o aumento da fertilidade do solo, porque funciona como se fosse uma esponja retendo nutrientes e água, e amenizando os efeitos das mudanças climáticas, através do estoque do carbono, reduzindo-o na atmosfera. É de total importância a determinação quantitativa dessas substâncias húmicas, bem como os micronutrientes e macronutrientes para o conhecimento das propriedades físicas e químicas dos solos da Região Amazônica, a fim de promover o uso sustentável de suas agroflorestas, sequestro de carbono, contribuindo para a redução do carbono na atmosfera.

### 2. Material e Métodos

Foram coletadas 48 amostras na Estação de Fruticultura do INPA, km 42, BR 174, onde receberam os tratamentos T0 (0 kg de carvão), T1 (400 kg de carvão), T2 (800 kg de carvão) e T3(1200 kg de carvão). Nas áreas selecionadas, cinco pontos de amostragem foram escolhidos, de onde formou-se uma amostra composta. Após a coleta foi realizada a pesagem (com retirada das raízes), em seguida as amostras foram submetidas a uma secagem ao ar, destorroadas e peneiradas em peneiras de malha de 2 mm de diâmetro, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). As análises químicas seguiram a metodologia de Análise Química de Solos, estabelecida pela Embrapa (1999). O fracionamento químico da matéria orgânica do solo foi feita através da extração das substâncias húmicas do solo (ácido fúlvico, ácido húmico e húmica), baseada em diferenças na solubilidade em soluções ácidas ou alcalinas. Os teores de Carbono foram determinados através de titulações com  $K_2Cr_2O_7$  (dicromato de potássio) e sulfato ferroso amoniacal, de acordo com a metodologia descrita por Benites *et al.* (2003). A quantidade de carbono orgânico foi calculada com base no volume do Sal de Mohr, gasto na titulação da amostra e do branco, conforme a equação:

$$CO \text{ (dag. kg)} = \frac{(V \text{ branco} - V \text{ amostra}) \cdot (\text{molaridade do sulfato ferroso}) \cdot (3) \cdot (100)}{\text{Peso da Amostra (mg)}}$$

Em que:

V branco = volume gasto na titulação do branco

V amostra = volume gasto na titulação da amostra

3 = resultado da relação entre o número de mols de  $Cr_2O_7^-$  que reage com  $Fe^{2+}$  (1/6) multiplicado pelo número de mols de  $Cr_2O_7^-$  que reage com o C (3/2), multiplicado pela massa atômica do C (12).

100 = fator de conversão de unidade ( $mg \text{ mg}^{-1}$  para  $dag \text{ kg}^{-1}$ ).

Os dados da fertilidade e das frações húmicas do solo foram submetidas à análise de variância, para verificação dos efeitos das doses crescentes de carvão vegetal adicionados no solo. As comparações das médias foram feitas pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade, onde se detectou diferenças entre os tratamentos, utilizando-se o programa SYSTAT versão 8.0 para Windows.

### 3. Resultados e Discussão

Tabela 1: Características dos solos estudados

TRATAMENTOS	pH H <sub>2</sub> O	Al <sup>+3</sup> ..... cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>	Ca <sup>+2</sup> .....	Mg <sup>+2</sup> .....	K <sup>+</sup>	P mg.kg <sup>-1</sup>
T0	4,85	0,76	0,46	0,18	0,10	11,14
T1	4,87	0,68	0,66	0,24	0,11	14,75
T2	4,84	0,28	1,40	0,39	0,12	12,18
T3	4,73	0,13	1,17	0,39	0,13	11,66

A Tabela 1 demonstra a caracterização química do solo estudado na camada de 0-5 cm. O pH em água apresentou-se estável com as adições de doses crescentes de carvão vegetal, não variando significativamente ao longo dos tratamentos, ficando na faixa de 4,73 a 4,87, apresentando-se baixo de acordo com Moreira *et al.* (2000). Sendo assim, a adição de doses de carvão vegetal no solo em estudo não interferiu na modificação dos valores de pH, apresentando-se ácido e na mesma faixa em todos os tratamentos. O teor de Alumínio decresce conforme o aumento das doses crescentes de carvão vegetal, variando de 0,76 a 0,13. Segundo Cochrane *et al.* (1985), os valores encontrados para o alumínio estão em um nível que varia de médio a muito baixo. Logo, o tratamento demonstra-se eficiente na diminuição dos níveis de alumínio, já que o mesmo em excesso pode ser nocivo à planta devido a sua toxicidade. Dentre os tratamentos, o T2 (800 kg de carvão vegetal) foi o que apresentou maiores níveis de cálcio com 1,40 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, ficando em um nível médio de acordo com Moreira *et al.* (2000), comprovando assim, que nem sempre as maiores quantidades de carvão e cinzas adicionadas indicam um teor de nutrientes maior. Portanto, as análises são essenciais para a verificação da melhor forma de tratamento das áreas em que se deseja reproduzir a Terra Preta de Índio. Em relação ao magnésio, em números absolutos, suas quantidades apresentaram-se em ordem crescente até o tratamento T2 e a partir daí, os níveis tornaram-se constantes, em torno de 0,39 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, apresentando-se em um nível baixo segundo Moreira *et al.* (2000). Os teores de potássio cresceram à medida que as doses de carvão foram aumentadas. Entretanto, não houve mudanças significativas, aumentando apenas 0,1 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a cada tratamento, ficando em um nível muito baixo de acordo com Moreira *et al.* (2000). Portanto, essa adição não influenciou nos níveis de potássio do solo em estudo. De acordo com Andrade *et al.* (2003), a adição de matéria orgânica ao solo contribui para o aumento de formas mais lábeis de P, com diminuição da adsorção e conseqüente aumento da disponibilidade de P para as plantas. Nesse estudo, a dose ideal de carvão seria 400 kg em 25 m<sup>2</sup>, pois nessa faixa há uma disponibilidade de fósforo maior que nos outros tratamentos, com 14,75 mg.kg<sup>-1</sup>. Esse valor de acordo com Moreira *et al.* (2000), apresentou-se muito alto.

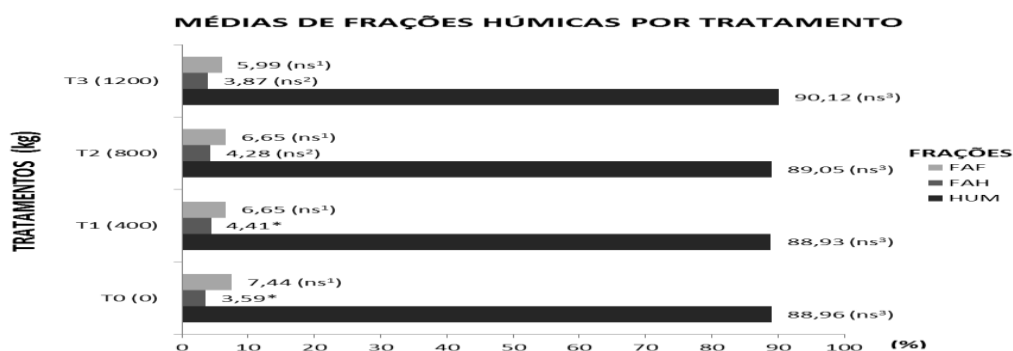


Figura 8: (ns<sup>1</sup>): não significativo no nível p = 0,673; (ns<sup>2</sup>): não significativo no nível p = 0,056; (ns<sup>3</sup>): não significativo no nível p = 0,722; \* : significativo no nível p = 0,056.

Em relação às frações húmicas, a maior fração química da matéria orgânica encontrada na camada de 0-5 cm do solo que recebeu doses crescentes de carvão vegetal foi a fração húmica, com valores variando entre 72,18% a 97,24%, com uma média de 89,27%. Segundo Madari *et al.*, a fração mais abundante das substâncias húmicas em Terras Pretas e solos não antrópicos também é a húmica. O desvio padrão das médias foi de 4,16, com um coeficiente de variação de 0,047. Entretanto, de acordo com a Figura 8 não houve diferença significativa entre as frações húmica nos tratamentos (p = 0,722).

Os ácidos húmicos apresentaram valores variando entre 1,78% e 7,52%, com uma média de 4,041%, desvio padrão de 1,171 e coeficiente de variação de 0,290. De acordo com a Figura 9, observa-se uma diferença significativa, a 5% de probabilidade com o teste de Tukey, entre as frações de ácidos húmicos

da matéria orgânica do solo nos tratamentos T0 e T1 ( $p = 0,056$ ), indicando que a adição de doses de carvão vegetal interferem nos níveis de ácidos húmicos. De acordo com Souza *et al.* (2003), os ácidos húmicos são as frações de maior importância na fertilidade da Terra Preta. Portanto, a adição de carvão vegetal pode influenciar na fertilidade do solo em estudo, o qual se tenta reproduzir a Terra Preta de Índio. Nas frações de ácidos fúlvicos, houve nos valores uma variação de 0,06% a 23,86%, com uma média de 6,689%, sendo que o desvio padrão foi de 4,025 e o coeficiente de variação de 0,602. De acordo com as análises estatísticas, não houve aumento significativo nas frações de ácidos fúlvicos entre os tratamentos ( $p = 0,673$ ).

De acordo com os dados obtidos, de uma maneira geral, os valores nas frações de ácidos húmicos e fúlvicos apresentaram uma relação com a fração humina, indicando que ao aumentar a quantidade de humina, os níveis de ácidos húmicos e fúlvicos tendem a diminuir em números absolutos.

Outro aspecto observado pelos dados obtidos foram que com o aumento das doses crescentes de carvão, houve um aumento nos teores de alguns macronutrientes e uma diminuição dos valores de alumínio, que podem estar relacionados com o aumento das frações húmicas nesses solos.

Por outro lado, com o pouco tempo de aplicação das doses de carvão, ainda não se pode afirmar se o tratamento do solo com doses crescentes de carvão vegetal está gerando efeitos semelhantes aos da Terra Preta de Índio. Então diante destes resultados, sugere-se, um estudo mais aprofundado nessas áreas, com determinação de macronutrientes e micronutrientes em camadas mais profundas, análises da biomassa microbiana, determinação de nitrogênio total e efeitos diretos e indiretos em plantações com o passar do tempo.

Com relação aos teores de carbono em cada fração, não houve diferença estatística entre os tratamentos (Figuras 9, 10 e 11), ou seja, mesmo aumentando a quantidade de carvão vegetal adicionada ao solo com 400, 800 e 1200 kg por tonelada de solo, não houve aumento no teor de carbono oxidável pelo método de Walkley-Black. Os gráficos a seguir mostram as médias dos teores de carbono em cada fração de acordo com cada tratamento. De um modo geral observa-se em valores absolutos uma pequena tendência em se ter mais carbono com o aumento das doses crescentes de carvão adicionadas e mostra ainda também que os maiores teores de carbono encontrados foram na fração ácido húmico, ácido fúlvico e humina, nessa ordem. Por ter uma quantidade maior de carbono, a fração ácido húmico é considerada quimicamente mais estável em função da maior presença de grupamentos aromáticos e anéis benzênicos, do maior grau de polimerização e menor suscetibilidade ao ataque microbiano, e esse carbono não oxidável tem um tempo de persistência maior no solo.

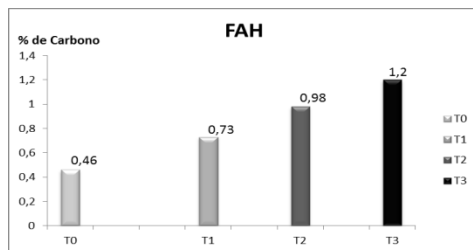


Figura 9: Teor de carbono nas frações de ácido húmico.  
Fonte: Guimarães, Rejane (2012).

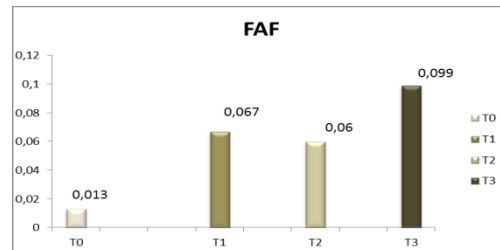


Figura 10: Teor de carbono nas frações de ácido fúlvico.  
Fonte: Guimarães, Rejane (2012).

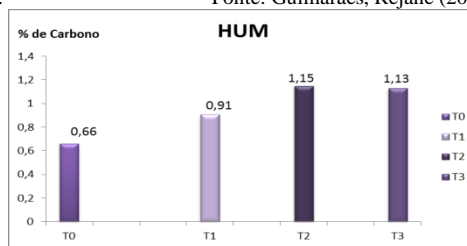


Figura 11: Teor de carbono nas frações de humina.  
Fonte: Guimarães, Rejane (2012).

#### 4. Conclusão

As análises realizadas comprovam que as adições crescentes de uma fonte de carvão vegetal estável (carvão vegetal) não afetaram significativamente as quantidades de substâncias húmicas, essenciais para a fertilidade do solo. A razão pode estar na alta recalcitrância do carvão que como consequência uma dificuldade maior dos microrganismos em degradar a matéria orgânica. O tempo de tratamento da área com as doses de carvão vegetal pode ter sido um fator limitante na incorporação desse material no solo, visto que os solos de Terra Preta de Índio demoraram mais de 500 anos para adquirir a sua atual composição química, estabilidade e estrutura, o que o caracteriza como um ambiente favorável às reações de troca catiônica com colóides inorgânicos e orgânicos do solo e de complexação de cátions metálicos, favorecendo o acúmulo do carbono no solo, com o aumento do seqüestro de carbono, contribuindo para a redução do carbono na atmosfera, diminuindo o efeito estufa.

Contudo os dados deram uma indicação de relação entre o aumento da fertilidade de uma maneira geral, aumento nos teores de alguns macronutrientes como o P e K, diminuição significativa nos valores de alumínio, que é altamente tóxico para as plantas, com o aumento das frações húmicas e teores de carbono, respectivamente nesses solos que receberam doses crescentes de carvão vegetal. Como as análises foram realizadas na camada arável do solo, 0-5 cm, sugere-se estudos em camadas mais profundas, a fim de introduzir esta prática de manejo, reduzindo a emissão e promovendo o aumento do sequestro do carbono, contribuindo para a redução do mesmo na atmosfera.

#### 5. Referências

- Benites, V.M. 2003. *Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo*. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, p.7.
- Cochrane, T.T; Sánchez, L.G.; Azevedo, L.G.; Porras, J.A.; Garver, C.L. 1985. Land in Tropical América. *CIAT/EMBRAPA-CPAA*, 3: 6-9.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos.1997. 212p\_(EMBRAPA – CNPS. Documentos; 1). EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA Agropecuária Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. 1997. Manual de Métodos de Análises de Solos. Rio de Janeiro, 212p.
- Souza, L.F.; Madari, B.; Benites, V.M.; Cunha, T.J.; Neves, E.G. 2003. Relação entre a fertilidade e as substâncias húmicas numa terra preta da Amazônia. In: *XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Ribeirão Preto-SP, 2003. Anais...CD-Rom.
- Teixeira, W.G.; Martins, G.C. 2003. Estabilidade de agregados como indicador da qualidade física do solo em Terra Preta de índio. In: *XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 2003, Ribeirão Preto. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003, p. 1-5.