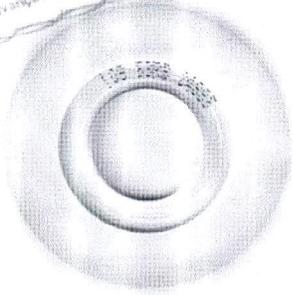


# IX Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas

Materia Orgânica Natural e Substâncias Húmicas:  
Dos avanços das técnicas de caracterização ao sequestro de C.



Realização



DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Apoio



Organização



Tel: (79) 3243-0637  
comercial@goda-online.com



## CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE UM SISTEMA LATOSSOLO-ESPODOSSOLO POR ANÁLISE ELEMENTAR E ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCÊNCIA INDUZIDA (FIL)

*Santos, Cleber Hilário dos<sup>(1)\*</sup>; Almeida, Tânia Leme de<sup>(2)</sup>; Milori, Débora Marcondes Bastos<sup>(3)</sup>; Martin-Neto, Ladislau<sup>(3,4)</sup>; da Silva, Wilson Tadeu Lopes<sup>(3)</sup>; Montes, Célia Regina<sup>(5)</sup>; Melfi, Adolpho José<sup>(6)</sup>; Ishida, Débora Ayumi<sup>(7)</sup>; Lucas, Yves<sup>(8)</sup>; Mounier, Stephane<sup>(8)</sup>*

*\*e-mail: cleberhilario@gmail.com*

Palavras Chaves: matéria orgânica, solo inteiro, fluorescência induzida por laser, sistema Latossolo-Espodosolo.

### Resumo

O tema em estudo é de extrema relevância ambiental por desenvolver-se em um dos ecossistemas mais importantes do planeta e cuja carência de dados é reconhecida em diversas áreas de pesquisa. Através da análise elementar e da espectroscopia de fluorescência induzida por laser, estudou-se as alterações na matéria orgânica e teor de carbono de um sistema Latossolo-Espodosolo. De uma forma geral observou-se um incremento no grau de humificação e uma diminuição do teor de carbono para o Latossolo Amarelo no perfil de amostragem. Para o Espodosolo Humilúvico houve variações nos teores de carbono, matéria orgânica (MO) e no grau de humificação detectados pelas técnicas utilizadas.

### Introdução

As florestas tropicais são reconhecidamente os ecossistemas de maior diversidade de nosso planeta. Dentre elas, a floresta Amazônica com área de 60% da floresta tropical do mundo [1] e equivalente a  $5 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, é considerada a maior e a mais importante para o equilíbrio do carbono global, armazenando biomassa vegetal e, no solo, mais carbono do que o existente atualmente na atmosfera. Cerca de 2/3 do carbono das florestas tropicais podem estar sendo acumulados como matéria orgânica humificada [2], porém Telles et al. [3] mostraram que o carbono nestes solos está praticamente em equilíbrio. Entretanto, devido à sua importância como reservatório e pelo fato dos solos da Amazônia apresentarem uma extensa variabilidade, os estoques de carbono são muito variáveis e pouco se sabe sobre sua dinâmica e tempo de residência em solos tropicais.

<sup>(1)</sup> Doutorando do PPG Química Analítica, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. Av. Trabalhador São Carlense, 400, Cp. 780, CEP: 13560-970 - São Carlos, SP e Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, Cp. 741, CEP: 13560-970 - São Carlos, SP. E-mail: [cleber@cnpdia.embrapa.br](mailto:cleber@cnpdia.embrapa.br)

<sup>(2)</sup> Pós-Doutoranda. Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, Cp. 741, CEP: 13560-970 - São Carlos, SP.

<sup>(3)</sup> Pesquisador da Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, Cp. 741, CEP: 13560-970 - São Carlos, SP.

<sup>(4)</sup> Embrapa/Labex - USDA/ARS/OIRP - 5601 Sunnyside Ave Room 4.1193- Beltsville, MD 20705-5141 - USA.

<sup>(5)</sup> Professora do Centro de Energia Nuclear na Agricultura e do NUPEGEL, Universidade de São Paulo. Av. Centenário, 303. Agronomia. CEP: 13416-000 - Piracicaba, SP.

<sup>(6)</sup> Professor Titular do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e do NUPEGEL, Universidade de São Paulo. Av. Pádua Dias, 11. Agronomia, Cp. 09. CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

<sup>(7)</sup> Pós-Doutoranda. Centro de Energia Nuclear na Agricultura e do NUPEGEL, Universidade de São Paulo. Av. Centenário, 303. Agronomia. CEP: 13416-000 - Piracicaba, SP.

<sup>(8)</sup> Laboratoire RCMO/PROTEE, Université de Toulon et Du Var, BP 132, 83957 La Garde Cedex, France.

Apoio financeiro: CAPES, CNPq e FAPESP.



A MO é um importante constituinte do solo, componente fundamental na qualidade dos sistemas agrícolas em razão do seu conteúdo e qualidade, compondo os fatores mais importantes que mantêm a fertilidade e a sustentabilidade agrícola [4]. As florestas tropicais têm um papel particularmente importante nesse contexto, em razão de sua elevada fitomassa e de sua sensibilidade às pressões antrópicas. O estoque de carbono em áreas sob floresta é constituído pela biomassa viva e pela matéria orgânica dos solos.

A fluorescência induzida por laser (FIL) aplicada a solos inteiro [5] tem se mostrado eficiente na análise da MO de solos, fornecendo resultados de uma maneira ágil, limpa, e em condições próximas das naturais. O equipamento é constituído por um laser de diodo emitindo em 405 nm, acoplado a um cabo óptico responsável por conduzir a luz laser e excitar a amostra de solo inteiro. A emissão da amostra é então decomposta através de uma grade de difração fixa e detectada por um conjunto de fotodiodos previamente calibrados. Desta forma, obtêm-se o espectro de emissão que será enviado para um computador. Este equipamento é portátil com alto potencial para a realização de medidas em campo.

Este estudo teve por fim caracterizar a matéria orgânica e o teor de carbono de um sistema Latossolo-Espodossolo, utilizando a análise elementar e a espectroscopia de fluorescência induzida por laser.

### Material e Métodos

Foram coletadas amostras de solo em área localizada à margem esquerda do rio Negro, a 26 km da cidade de São Gabriel da Cachoeira, no estado do Amazonas, com latitude  $0^{\circ}6'24,5''$  S e longitude  $66^{\circ}54'19,3''$  W. Foi estudado, por meio de uma topossequência, um sistema Latossolo-Espodossolo, desenvolvido a partir de rochas granito gnáissicas do embasamento cristalino. Foram descritos e amostrados nesta topossequência, de montante para jusante dois perfis de solo: Espodossolo Humilúvico (P1) no topo e um Latossolo Amarelo (P2) na meia encosta [6].

Depois de coletadas, as amostras de solos foram levadas para o laboratório, secas à temperatura ambiente, moídas com auxílio de almofariz e pistilo e passadas em peneira de malha de 212  $\mu$ m para a obtenção da fração de terra fina seca ao ar (TFSA). E, então foi realizada a análise elementar em duplicata, utilizando-se 10 mg das amostras de solo inteiro. As medidas foram feitas em um analisador elementar da marca Perkin Elmer, modelo 2400, pertencente à Embrapa Instrumentação. E, também em triplicata realizou-se análise de FIL para todas as amostras de solo inteiro. Os parâmetros adotados nas análises foram: intervalo de varredura entre 475 e 800 nm, tempo de integração de 30 ms, 4 boxcar e 5 average. O grau de humificação ( $H_{FIL}$ ) foi determinado através da metodologia de Milori et al. [5] e consiste na razão entre o valor da área do espectro de emissão de FIL (ACF) e o valor de carbono orgânico total (COT) presente na amostra de solo inteiro.

### Resultados e Discussão

O horizonte superficial A1 do Espodossolo Humilúvico apresentou alto teor de carbono. Conforme Tabela 1, nota-se uma diminuição nos teores de carbono dos horizontes superficiais orgânicos (A1 e A2) até os horizontes espódicos (Bh e Bhs). Neste perfil, observa-se que a MO produzida na superfície está sendo transferida, dos horizontes superiores, acumulando-se na Transição (Tr) entre os horizontes arenosos (Bh e Bhs) e argilosos (K1 e K2), numa profundidade que varia de 1 a 3 metros, formando os horizontes Bh profundos ricos em MO. Desta forma, justifica-se o alto teor de carbono encontrado no



horizonte Transição.

Os resultados obtidos para os teores de carbono do Latossolo Amarelo (Tabela 2) apresentam maiores concentrações nos horizontes superficiais (A2 e BA) diminuindo ao longo do perfil, corroborando com os resultados anteriores [7].

Os resultados do grau de humificação, obtidos pela espectroscopia de FIL do Espodossolo Humilúvico nos horizontes superficiais orgânicos (A1 e A2) não apresentou variações significativas no grau de humificação da MO, pelo fato de serem mais ricos em matéria orgânica, decomposta ou não, conforme observado por [6]. Abaixo dos horizontes superficiais orgânicos desenvolvem-se horizontes álbicos acinzentados e quartzozos (E1 e E2) indicando a ocorrência de uma frente de intemperismo que provoca a decomposição da matéria orgânica, ocasionando um aumento no grau de humificação em comparações aos horizontes superficiais orgânicos (Figura 3 (a)).

Na parte intermediária do Perfil 1 – Espodossolo Humilúvico ocorre a formação dos horizontes espódicos Bh e Bhs. Entre os horizontes espódicos e o de transição (Tr) não observa-se diferenças significativas no grau de humificação, mas ao comparar com os horizontes álbicos (E1 e E2), observamos uma diminuição no grau de humificação em virtude da iluviação de MO e à presença de raízes em vários estágios de decomposição. A parte inferior do perfil, horizontes K1 e K2 apresentou o maior grau de humificação em comparação com os demais horizontes. Este aumento pode ter acontecido pela presença de canais com raízes em elevado estágio de decomposição (Figura 3 (a)).

Observou-se na Figura 3 (b) um incremento no grau de humificação da MO com a profundidade do solo para o Perfil 2 – Latossolo Amarelo, conforme também observado por [7], exceto para o horizonte Kn4. Os horizontes superficiais (A2 e BA) são constantemente influenciados pela MO. Esse incremento no grau de humificação em profundidade dos horizontes latossólicos (Bw1, Bw2 e Bw3) que são desenvolvidos na parte intermediária, da transição (Tr) entre o Bw3 e a camada de caulim Kn1 e as camadas de caulim kn3 e Kn4 pode ser devido a degradação da MOS em profundidade.

### Conclusões

Observou-se um incremento no grau de humificação e uma diminuição nos teores de carbono para o Latossolo Amarelo ao longo do perfil. Para o Espodossolo Humilúvico houve variações diferenciadas nos teores de carbono e no grau de humificação. Nas camadas inferiores K1 e K2, observou um alto grau de humificação, o que poderia sugerir que parte da MO humificada teria ficado retida nos poros dessas camadas argilosas.

### Agradecimentos

CAPES pela bolsa concedida, Embrapa Instrumentação, Instituto de Química de São Carlos – USP e FAPESP.

### Referências

<sup>1</sup>DIXON, R. K.; BROWN, S.; HOUGHTON, R. A.; SOLOMON, A. M.; TREXLER, M. C.; WISNIEWSKI, I. J. Carbon pools and flux of global forest ecosystems, *Science*, New York, v. 263, p. 185 - 290, 1994.

<sup>2</sup>MALHI, Y.; BALDOCCHI, D. D.; JARVIS, P. G. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forest. *Plant, Cell and Environment*, Washington, v. 22, p. 715 – 740, 1999.

<sup>3</sup>TELLES, E. C. C.; CAMARGO, P. B. DE.; MARTINELLI, L. A.; TRUMBORE, S. E.; COSTA, E. S.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N.; OLIVEIRA, R. C. Influence of soil texture on carbon dynamics and storage potential in tropical forest soils of Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles*, Washington, v. 17, n. 2, p. 1029 – 2002, May 2003,

<sup>4</sup>REEVES, D. W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil and Tillage Research*, v. 43, p. 131 – 167, 1997.

<sup>5</sup>MILORI, D. M. B. P.; GALETI, H. V. A.; MARTIN-NETO, L.; DIECKOW, J.; GONZÁLEZ-PÉREZ, M.; BAYER, C.;



SALTON, J. "Organic matter study of whole soil samples using laser-induced fluorescence spectroscopy". *Soil Science Society of America Journal*, v. 70, p. 57-63, 2006.

<sup>6</sup>ISHIDA, D. A. *Caracterização e gênese de solos e de depósito de caulim associado*, São Gabriel da Cachoeira – AM. 2010. 172 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

<sup>7</sup>SANTOS, L.M. *Dinâmica da matéria orgânica e destino de metais pesados em dois solos submetidos à adição de lodo de esgoto*. 2006. 129f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Química Analítica) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

Tabela 1: Teor de Carbono e Teor de Matéria Orgânica das amostras de solo inteiro do Perfil P1 (Espodosolo Humilúvico) obtidos pelo método de Análise Elemental.

Horizonte/ Camada	Profundidade (cm)	Profundidade de coleta (cm)	Teor de Carbono %
A1	0 – 5	5	2,97 ± 0,12
A2	5 – 30	15	0,76 ± 0,17
E1	30 – 180	130	0,045 ± 0,035
E2	180 – 202,5	182	0,095 ± 0,007
Bh	202,5 – 204	204	0,36 ± 0,06
Bhs	204 – 214	214	0,30 ± 0,007
Transição	214 – 245	227	3,21 ± 0,007
K1	245 – 290	252	0,69 ± 0,02
K2	290+	313	0,25 ± 0,00

Tabela 2: Teor de Carbono e Teor de Matéria Orgânica das amostras de solo inteiro do Perfil P2 (Latosolo Amarelo) obtidos pelo método de Análise Elemental.

Horizonte/ Camada	Profundidade (cm)	Profundidade de coleta (cm)	Teor de Carbono %
A2	10 – 20	15	0,95 ± 0,02
BA	20 – 30	25	0,64 ± 0,08
Bw1	30 – 60	45	0,24 ± 0,04
Bw2	60 – 90	70	0,17 ± 0,00
Bw3	90 – 120	105	0,21 ± 0,01
Transição	120 – 210	160	0,14 ± 0,01
Kn1	210 – 250	230	0,12 ± 0,02
Kn3	320 – 380	340	0,06 ± 0,01
Kn4	380+	395	0,04 ± 0,01

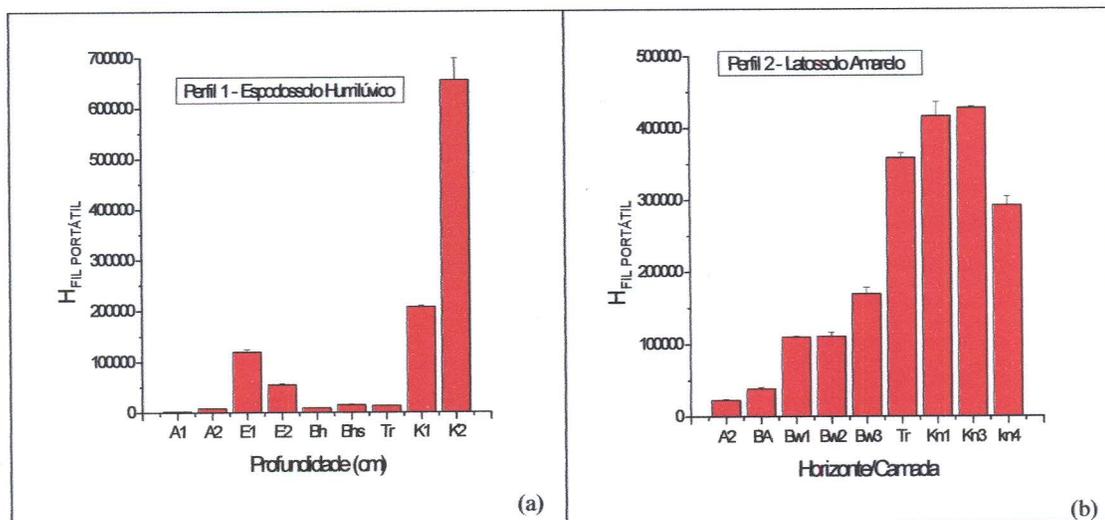


Figura 3: Valores de H<sub>FIL</sub> (grau de humificação) obtidos para todas as amostras de solo inteiro do Espodosolo Humilúvico (a) e Latossolo Amarelo (b) nos perfis de amostragem.