

## Caracterização de Latossolos com horizontes A Húmico sob diferentes usos na Região Serrana do Rio de Janeiro<sup>(1)</sup>

Ademir Fontana<sup>(2)</sup>; Cesar da Silva Chagas<sup>(2)</sup>; Fabiano de Carvalho Balieiro<sup>(2)</sup>; Lucienne Silva de Oliveira<sup>(3)</sup>; Marcos Gervasio Pereira<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do projeto FAPERJ nº E-26/111.934/2011.

<sup>(2)</sup> Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, ademir.fontana@embrapa.br; <sup>(3)</sup> Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ; <sup>(4)</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

**RESUMO:** Horizontes com altos teores de carbono e grandes espessuras, são observados em diferentes classes de solos e regiões do Brasil, no entanto, ainda pouco entendida a sua formação e dinâmica na paisagem, bem como a influência do uso com cultivo agrícola. O trabalho teve como objetivo avaliar os atributos químicos, físicos e a composição isotópica do carbono em amostras de Latossolos com horizonte A húmico sob diferentes usos no município de Bom Jardim, RJ. Foram coletadas amostras de solos com horizontes A húmico sob floresta, eucalipto, café, pastagem, olericultura e maracujá. Os solos foram avaliados quanto à morfologia, composição química, física e isotópica do carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ). Os horizontes A húmicos apresentam variações nos atributos químicos devido a aplicação de insumos agrícolas. O efeito do uso nos atributos do solo pode ser observado pelos menores teores de C org nos horizontes superficiais sob olericultura, pastagem e maracujá. A amplitude dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  demonstram que a vegetação pretérita e atual apresenta-se com mistura de plantas  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ , mas com predomínio de  $\text{C}_3$  e as pequenas diferenças nos valores do  $\delta^{13}\text{C}$  entre os usos nos horizontes superficiais evidenciam o poder tamponante da matéria orgânica.

**Termos de indexação:** carbono orgânico, atributos químicos e físicos, composição isotópica.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, solos com horizontes A húmico são observados nas regiões elevadas da Serra do Mar (Sul ao Nordeste), Serra da Mantiqueira, Serra Geral e Serra do Espinhaço e, em regiões baixas do interior e litoral, onde estão associados a solos com drenagem restrita em ambiente de várzea. Estes horizontes, de maneira geral, estão associados às classes dos Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos, Cambissolos, Neossolos Litólicos, Regolíticos e Quartzarênicos com drenagem livre e maior altitude e Gleissolos e Neossolos Quartzarênicos em locais baixos na paisagem e de drenagem restrita.

Os horizontes A húmicos desenvolvidos em

drenagem livre e maior altitude, na sua maioria, representam uma relíquia da natureza. O seu desenvolvimento é resultado da acumulação de matéria orgânica sob condições específicas do passado (clima e vegetação) (Calegari, 2008). Permanecem na paisagem atual devido a estabilidade do relevo e a proteção da matéria orgânica, relacionada a fatores intrínsecos ao solo e ao ambiente, como a formação de complexos organominerais estáveis, elevada acidez, alta saturação por alumínio e clima ameno (Queiros Neto & Castro, 1974; Lepsch & Buol, 1988; Ker, 1997; Buol & Eswarem, 2000; Calegari, 2008).

Calegari (2008) destaca que a matéria orgânica desses solos nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil foi acumulada em clima mais seco, com vegetação menos densa que a atual e mistura de plantas de ciclo  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ , mas, com predomínio de  $\text{C}_3$  ( $\delta^{13}\text{C}$  -22‰), enquanto, na região Sul o clima era mais seco e frio, com vegetação mais aberta e predomínio de plantas  $\text{C}_4$  ( $\delta^{13}\text{C}$  -16‰). Assim, com a mudança de clima, mais úmido e quente nas regiões Sudeste e Nordeste e mais úmido e frio na região Sul, houve expansão da vegetação de floresta para todas as regiões, como observado pelos valores  $\delta^{13}\text{C}$  (-25‰).

Ademais, estes horizontes A húmico relictuais se destacam pela grande espessura e elevados teores de carbono orgânico, além da estabilidade na paisagem como observado em diferentes regiões e cobertura no Brasil (Ker et al., 2005; Silva et al., 2007; Calegari, 2008; Pessoa et al., 2012).

O trabalho teve como objetivo avaliar os atributos químicos, físicos e a composição isotópica do carbono em amostras de Latossolos com horizonte A húmico sob diferentes usos no município de Bom Jardim, RJ.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na microbacia Pito Acesso, município de Bom Jardim, região serrana do estado do Rio de Janeiro. A altitude média está em torno de 574m, com temperaturas médias de 10°C no inverno e de 27°C no verão, destacando o clima tropical mesotérmico brando super-úmido ou mesotérmico úmido, com pouca ou

nenhuma deficiência hídrica (Nimer, 1977).

Foram selecionadas áreas com horizontes A húmicos sob floresta, eucalipto, café, pastagem, olericultura e maracujá. Em cada área foi aberta uma trincheira e separado os horizontes, sendo a coleta e descrição morfológica realizada de acordo com Santos et al. (2005). As amostras de terra de cada horizonte foram analisadas física e quimicamente (Embrapa, 1997). Os solos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

A determinação da origem do carbono foi obtida pela abundância natural do isótopo  $^{13}\text{C}$ . Os resultados foram expressos pela unidade relativa " $\delta$ ", determinada em relação ao padrão internacional PDB (rocha calcária da formação Pee Dee) (Craig, 1957).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os horizontes A húmicos apresentam espessura entre 75 e 102 cm, sendo a menor sob floresta e maior sob eucalipto, respectivamente (Tabela 1). Esta observação é indicativo da variabilidade no desenvolvimento destes horizontes, o que demonstra a interferência da disposição na paisagem, estabilidade do perfil de solo, altitude, cobertura vegetal e uso atual.

Quanto aos valores de pH, estes apresentam variação entre os usos e no perfil de solo, ficando entre 4,5 e 6,0, destacando o solo sob floresta com os maiores valores (Tabela 1). Os teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  destacam os horizontes A com os maiores valores ( $0,3$  a  $5,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) e horizontes B ( $0,2$  a  $2,7 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ), e em ambos os horizontes maiores valores no solo sob floresta (Tabela 1).

Devido a ciclagem de nutrientes na superfície do solo, os teores destes nutrientes podem ser altos, como na floresta. No entanto, nos solos sob olericultura, café e maracujá, os teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  indicam interferência da aplicação de insumos como calcário e fertilizantes solúveis, com baixos teores nos horizontes subsuperficiais (Tabela 1).

Os teores de  $\text{Al}^{3+}$  apresentam ampla variação entre os usos e ao longo do perfil de solo, com maiores teores nos horizontes A ( $0,2$  a  $2,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) (Tabela 1). Este padrão também é indicativo da capacidade de troca catiônica dos horizontes A húmico, com alta afinidade dos grupos funcionais COO- pelo  $\text{Al}^{3+}$ .

Para os teores de carbono orgânico (C org), estes variaram de  $4,9$  a  $30,1 \text{ g kg}^{-1}$ . Nos horizontes A, os teores estão entre  $10,5$  a  $30,1 \text{ g kg}^{-1}$  e no Bw entre  $4,9$  a  $8,8 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 1).

Até a profundidade de 60 cm (horizontes A3) são

observadas as maiores variações nos teores de C org, sendo de maneira geral, menores teores sob olericultura, maracujá e pastagem, intermediário para o café e maiores no eucalipto e floresta (Figura 1). A partir dos horizontes AB e BA, os maiores teores de C org são observados na olericultura e eucalipto, sendo menores e semelhantes nos demais usos.

Em horizontes A húmico relictuais das regiões Sul, Sudeste e Nordeste, em diferentes altitudes e coberturas vegetais, Calegari (2008) observou teores de C org entre  $5,9$  e  $68,9 \text{ kg g}^{-1}$ . Na região de Nova Lima em Minas Gerais, foram observados teores entre  $16,8$  e  $24,6 \text{ g kg}^{-1}$  (Ker et al., 2005) e no sul de Minas Gerais sob pastagem entre  $9,0$  e  $40,0 \text{ g kg}^{-1}$  (Silva et al., 2007). Em estudo com Latossolo Amarelo com horizonte A húmico sob diferentes usos no agreste de Pernambuco, Pessoa et al. (2012) observaram que as áreas de pastagem com 25 anos e culturas de ciclo curto (anuais) apresentaram redução nos teores de C org em comparação a pastagem e floresta, principalmente na camada de  $0-2,5 \text{ cm}$ .

Quanto a composição granulométrica, observa-se o predomínio da argila, com teores entre  $334$  e  $500 \text{ g kg}^{-1}$  nos horizontes A, sendo os menores teores no solo sob floresta e maior sob eucalipto e entre  $454$  e  $540 \text{ g kg}^{-1}$  nos horizontes Bw, seguida da areia grossa silte e areia fina (Tabela 1).

Na dispersão do  $\delta^{13}\text{C}$  apresentado na Figura 2, em função do perfil de solo e uso, se observa valores entre  $-24,79$  e  $-21,33\%$ , sendo o menor no horizonte AB sob café e o maior no horizonte Ap sob pastagem. Em padrão pelo perfil de solo, observa-se que a área de pastagem apresenta enriquecimento do carbono oriundo das gramíneas em superfície, o que indica a mudança de floresta por pastagem. As áreas de olericultura, pastagem, café e maracujá, com aumento dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  na superfície do solo também indicam a introdução de gramíneas. O valor do  $\delta^{13}\text{C}$  no horizonte A2 sob café indica que o solo foi utilizado por um tempo com gramínea e depois introduzido o café, sendo este padrão observado pelo histórico do uso da área.

De maneira geral, a amplitude dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  encontrados ao longo dos perfis de solo, independente do uso, demonstram que a vegetação pretérita e atual apresenta-se com mistura de plantas  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ , mas com predomínio de  $\text{C}_3$ , corroborado com os dados de Calegari (2008).

As pequenas diferenças nos valores do  $\delta^{13}\text{C}$ , especialmente entre pastagem e os demais usos, evidenciam o poder tamponante da matéria orgânica dos horizontes húmicos, pois mesmo após anos (entre 20 e 30 anos) de uso com gramíneas, observa-se baixo sinal de  $\text{C}_4$ . Possivelmente a



elevada estabilidade do carbono original do solo pode estar estimulando o consumo do carbono recém aportado. No entanto, os teores de C org demonstram o consumo nos cultivos mais intenso.

## CONCLUSÕES

Os horizontes A húmicos apresentam variações nos teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  devido a aplicação de insumos como calcário e fertilizantes solúveis.

O efeito do uso nos atributos do solo pode ser observado pelos menores teores de C org nos horizontes superficiais sob olericultura, pastagem e maracujá.

A amplitude dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  encontrados nos perfis de solo demonstram que a vegetação pretérita e atual apresenta-se com mistura de plantas  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ , mas com predomínio de  $\text{C}_3$ .

As pequenas diferenças nos valores do  $\delta^{13}\text{C}$  observados entre os usos nos horizontes superficiais evidenciam o poder tamponante da matéria orgânica nos solos estudados.

## AGRADECIMENTOS

Ao fomento do projeto FAPERJ nº E-26/111.934/2011: Dinâmica dos solos com elevados teores de matéria orgânica da região serrana do estado do Rio de Janeiro.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; CORREA, M. L. ; MENDONÇA, E. S. Carbon stocks in Brazilian Latosols (Oxisols) from different morphoclimatic regions and management systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35:2125-2136, 2004.

BUOL, S. W. & ESWARAN, H. Oxisols. *Advances in Agronomy*, 68:151-195, 2000.

CALEGARI, M.R. Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte a húmico em Latossolos. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2008. 259p. (Tese de Doutorado).

CRAIG, H. Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass- spectrometric analysis of carbon dioxide. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 12: 133-149. 1957.

ELLERTL, B. H. & BETTANY, J.R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. *Canadian Journal of Soil Science*. 1995, p.529-538.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1997, 212p.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006, 306p.

KER, J. C.; FILHO, A. C.; OLIVEIRA, C. V.; SANTOS, H. G. Reunião nacional de correlação e classificação de solos – MG. Guia de excursão. UFV, Embrapa Solos e UFMG, 2005.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. *Geonomos*, 5:17-40, 1997.

LEPSCH, I. F. & BUOL, S. W. Oxisol-landscape relationship in Brazil. In: INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 8., 1986, Campinas. Proceedings... Rio de Janeiro: EMBRAPA, SNLCS; University of Puerto Rico, 1988, p.174-189.

NIMER, E. Clima. In: IBGE. Geografia do Brasil. Região Sudeste. Rio de Janeiro: IBGE, 3:51–89. 1977.

PESSOA, P. M. A.; DUDA, G. P.; BARROS, R. B.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; CORREA, M. M. Frações de carbono orgânico de um Latossolo Húmico sob diferentes usos no Agreste Brasileiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:97-104, 2012.

QUEIROZ NETO, J. P. & CASTRO, S. S. Formações superficiais e Latossolos Vermelho-Amarelo Húmico na área de Bragança Paulista, Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 18., 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBG, 1974. p.65-83.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5ª ed. Revisada e Ampliada, Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Embrapa Solos. 2005, 100p.

SILVA, A. C.; VIDAL TORRADO, P.; GONZÁLEZ PEREZ, M. MARTIN NETO, L.; VASQUES, F. M. Relações entre matéria orgânica do solo e declividade de vertentes em topossequência de Latossolos do sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1059-1068, 2007.

Tabela 1 - Classes de solo, atributos químicos e físicos nos diferentes usos.

| Uso          | Classe de Solo                 | Horizonte | Espessura<br>cm | pH<br>H <sub>2</sub> O | Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup><br>cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> | K <sup>+</sup><br>cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> | Al <sup>3+</sup><br>cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> | C org<br>g kg <sup>-1</sup> | A.G. | A.F. | Silte | Argila |
|--------------|--------------------------------|-----------|-----------------|------------------------|---|--|--|-----------------------------|------|------|-------|--------|
|              |                                |           |                 |                        |   |  |  |                             |      |      |       |        |
| Eucalipto    | Latossolo Amarelo              | Ap        | 0-18            | 4,6                    | 0,9   | 0,15   | 2,1  | 30,1                        | 396  | 102  | 102   | 400    |
|              |                                | A2        | 18-45           | 4,9                    | 0,7   | 0,06   | 2,1  | 22,8                        | 330  | 76   | 94    | 500    |
|              |                                | A3        | 45-85           | 5,0                    | 0,5   | 0,05   | 1,8  | 22,8                        | 272  | 78   | 150   | 500    |
|              |                                | AB        | 85-100          | 5,0                    | 0,4   | 0,03   | 1,4  | 14,8                        | 270  | 100  | 130   | 500    |
|              |                                | BA        | 100-140         | 4,8                    | 0,3   | 0,02   | 1,2  | 8,2                         | 282  | 90   | 108   | 520    |
|              |                                | Bw        | 140-200         | 4,5                    | 0,3   | 0,02   | 1,0  | 4,9                         | 274  | 84   | 122   | 520    |
| Olericultura | Latossolo Vermelho-<br>Amarelo | Ap        | 0-40            | 4,9                    | 3,0   | 0,35   | 0,4  | 15,6                        | 416  | 130  | 114   | 340    |
|              |                                | A2        | 40-65           | 4,5                    | 1,3   | 0,13   | 1,2  | 10,5                        | 430  | 98   | 132   | 340    |
|              |                                | A3        | 65-80           | 4,7                    | 1,3   | 0,11   | 1,6  | 11,1                        | 310  | 90   | 160   | 440    |
|              |                                | AB        | 80-102          | 4,8                    | 1,3   | 0,11   | 1,7  | 10,9                        | 294  | 78   | 128   | 500    |
|              |                                | Bw1       | 102-140         | 4,7                    | 1,1   | 0,13   | 1,7  | 8,8                         | 244  | 72   | 144   | 540    |
| Pastagem     | Latossolo Amarelo              | Ap        | 0-23            | 4,9                    | 0,5   | 0,07   | 1,5  | 15,9                        | 308  | 152  | 140   | 400    |
|              |                                | A2        | 23-58           | 4,9                    | 0,3   | 0,03   | 1,5  | 11,1                        | 280  | 130  | 150   | 440    |
|              |                                | A3        | 58-95           | 4,9                    | 0,3   | 0,02   | 1,5  | 11,0                        | 262  | 136  | 142   | 460    |
|              |                                | BA        | 95-110          | 5,0                    | 0,3   | 0,01   | 1,2  | 5,9                         | 234  | 150  | 136   | 480    |
|              |                                | Bw1       | 110-150         | 5,0                    | 0,2   | 0,01   | 1,1  | 5,2                         | 252  | 132  | 136   | 480    |
| Café         | Latossolo Amarelo              | Ap        | 0-19            | 4,9                    | 1,9   | 0,22   | 1,2  | 23,1                        | 360  | 88   | 172   | 380    |
|              |                                | A2        | 19-32           | 4,9                    | 0,8   | 0,13   | 2,0  | 20,5                        | 354  | 92   | 134   | 420    |
|              |                                | A3        | 32-60           | 5,0                    | 1,2   | 0,11   | 1,5  | 20,6                        | 328  | 92   | 140   | 440    |
|              |                                | AB        | 60-79           | 4,9                    | 0,5   | 0,07   | 1,6  | 12,9                        | 304  | 100  | 136   | 460    |
|              |                                | Bw1       | 79-95           | 4,9                    | 0,7   | 0,06   | 0,9  | 8,0                         | 332  | 86   | 102   | 480    |
| Maracujá     | Latossolo Amarelo              | Ap        | 0-20            | 4,5                    | 1,7   | 0,22   | 1,7  | 17,2                        | 334  | 102  | 124   | 440    |
|              |                                | A2        | 20-38           | 4,5                    | 1,0   | 0,11   | 2,1  | 15,8                        | 326  | 88   | 126   | 460    |
|              |                                | A3        | 38-61           | 4,6                    | 0,9   | 0,17   | 2,1  | 17,2                        | 324  | 100  | 116   | 460    |
|              |                                | AB        | 61-85           | 4,9                    | 0,8   | 0,06   | 2,0  | 10,9                        | 332  | 100  | 88    | 480    |
|              |                                | Bw1       | 85-105          | 5,0                    | 0,7   | 0,06   | 1,4  | 7,3                         | 318  | 110  | 72    | 500    |
| Floresta     | Latossolo Vermelho-<br>Amarelo | A1        | 0-22            | 6,0                    | 5,1   | 0,51   | 0,5  | 27,3                        | 295  | 185  | 186   | 334    |
|              |                                | A2        | 22-40           | 5,8                    | 3,7   | 0,26   | 1,1  | 27,1                        | 265  | 127  | 199   | 409    |
|              |                                | A3        | 40-65           | 5,6                    | 3,2   | 0,27   | 0,9  | 22,1                        | 286  | 143  | 184   | 387    |
|              |                                | AB        | 65-75           | 5,6                    | 2,8   | 0,07   | 0,4  | 12,8                        | 269  | 159  | 205   | 367    |
|              |                                | Bw        | 75-90           | 5,4                    | 2,7   | 0,02   | 0,2  | 8,8                         | 252  | 127  | 167   | 454    |

C org= carbono orgânico; A.G. = areia grossa; A.F. = areia fina.

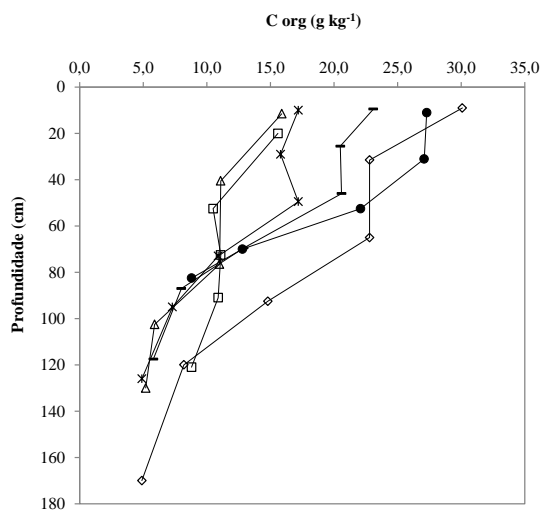


Figura 1 - Dispersão do C org do solo nos diferentes usos.

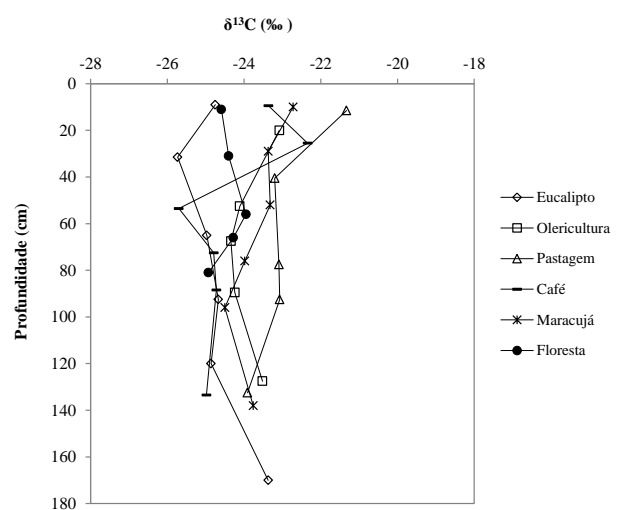


Figura 2 - Dispersão do δ<sup>13</sup>C do solo nos diferentes usos.