

Estoques de Carbono e Nitrogênio em classes de solos com variação na textura e no tempo de adoção do Sistema Plantio Direto na Região dos Campos Gerais do Paraná⁽¹⁾.

**Josiane Bürkner dos Santos⁽²⁾; João Carlos de Moraes Sá⁽³⁾, Anibal de Moraes⁽⁴⁾,
Lutécia Beatriz dos Santos Canalli⁽⁵⁾, Clever Briedis⁽⁶⁾, Jaqueline Navarro⁽⁷⁾.**

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da Universidade Estadual de Ponta Grossa e Bolsa de Doutorado da Capes da Universidade Federal do Paraná e com auxílio técnico da Fundação ABC.

⁽²⁾Engenheira Agrônoma Dr. pesquisadora do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) na área de Solos; Ponta Grossa, Paraná; santosjb@iapar.br.

⁽³⁾Professor Adjunto, Dr. Dpto de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná; jcmsa@uepg.br. ⁽⁴⁾Prof. Dr. Dpto de Fitotecnia, Universidade Federal do Paraná, ⁽⁵⁾ Pesquisadora da área de Fitotecnia; Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) Ponta Grossa, Paraná; lutecia@iapar.br. ⁽⁶⁾Doutorando de Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná. cleverbriedis@yahoo.com.br ⁽⁷⁾Engenheira Agrônoma formada na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná. jaquenavarro@hotmail.com

RESUMO: Os resultados existentes sobre o estoque de C e N foram baseados nos levantamentos de solo feitos pelo Serviço Nacional de Levantamento e Classificação do Solo - Embrapa Solos (1978-80 e 1981) e o Projeto RADAMBRASIL (1986-87). O objetivo deste trabalho foi elaborar o inventário do estoque de C e N até a profundidade de 1 m em classes de solos na Região dos Campos Gerais do Paraná. A amostragem obedeceu ao procedimento preconizado pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 1997). A coleta do solo foi realizada em propriedades nos municípios de Ponta Grossa, Palmeira, Castro, Carambeí e Tibagi. O modelo do inventário foi concebido com base nos seguintes fatores: a) *classes de solos*; b) *classe de textura* e c) *tempo de adoção do SPD*. As coletas nos Latossolos e Cambissolos foram em três classes de textura: muito argilosa, argilosa e média. As coletas nos Organossolos, Argissolos e Neossolos foram realizadas em classes de textura com maior ocorrência na região. O fator tempo de adoção do SPD foi baseado na seleção de áreas com menos e mais de 15 anos cuja média das áreas com menos de 15 anos foi de 11 anos (SPD-11) e nas áreas com mais de 15 anos em SPD foi de 20 anos (SPD-20).

Termos de indexação: Estoque de Carbono, Estoque de Nitrogênio, Levantamento de estoques.

INTRODUÇÃO

Os solos representam um importante compartimento de C no ecossistema terrestre e, segundo Lal (2008) este compartimento armazena cerca de quatro vezes mais C que a biomassa vegetal e aproximadamente três vezes mais que a atmosfera. Segundo Fidalgo et. al., (2007), as estimativas de estoque de C nos solos do Brasil ainda são incipientes, faltando informações com base na amostragem a campo sobre a quantidade de C orgânico nos solos, sobre diferentes usos e em diferentes regiões do Brasil. Entretanto alguns

levantamentos sobre o estoque de C têm sido feitos no Brasil (Batjes, 1996; Bernoux et al., 2002 e 2005; Wang et al., 2003; Lettens et al., 2005; Fidalgo et al., 2007; Tornquist, et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi elaborar o inventário e a espacialização do estoque de C e N até a profundidade de 1 m em classes de solos na Região dos Campos Gerais do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se na macrorregião denominada Campos Gerais do Paraná, e abrangeu cinco municípios: Ponta Grossa, Carambeí, Castro, Palmeira e Tibagi, totalizando uma extensão territorial de aproximadamente 1.531.864 hectares.

A seleção dos locais de amostragem foi baseada no banco de dados da Fundação ABC que é constituído por mapas de solo em escala 1:600.000 (levantamento semi-detalhado – EMBRAPA, 1984), e por levantamentos detalhados de solos em nível de propriedade na escala 1:10.000, realizados pela EMBRAPA para a Fundação ABC. De acordo com a metodologia descrita pelo IPCC (1997), são necessários no mínimo 6 tipos de solos para representar com certo grau de precisão uma região. Dessa forma foram selecionadas as classes de solos, em nível de ordem, mais representativas da Região dos Campos Gerais do Paraná, as classes de solo com maior extensão (Latossolos e Cambissolos) e as classes de solos que também estão em uso agrícola em SPD com os tempos maior de 15 anos e menor de 15 anos de adoção do sistema: Argissolos, Neossolos e Organossolos. O conteúdo de C e N nas amostras integrais, nas classes de agregados e na fração particulada foi determinado pelo método da combustão seca utilizando um determinador elementar de C e N (TruSpec CN LECO® 2006, St. Joseph, EUA).

Os resultados foram submetidos à análise de

variância utilizando o software SISVAR 5.0, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de C aumentou conforme o incremento no conteúdo de argila, ocorrendo à maior concentração de C na camada até 20 cm. Independente da textura do solo, observou-se redução do conteúdo de C conforme o aumento da profundidade no perfil, constituindo um processo de estratificação conforme reportado por Sá e Lal (2009). Em textura média o conteúdo de C não diferiu entre o campo nativo e o tempo de SPD, ao contrário foi constatado em textura argilosa e muito argilosa. Nos Latossolos, o conteúdo de C e N decresceu de acordo com a seqüência: textura muito argilosa > textura argilosa > textura média e foram mais elevados na camada superficial de 0-20 cm, diminuindo gradualmente com a profundidade. O maior conteúdo de C nos Latossolos foi encontrado em CN, comprovando os resultados reportados por vários autores (Campos, 2008, Lovato et al., 2004, Bayer, 1996, Sá et al. 2001), cujo conteúdo de carbono no solo nas camadas superficiais são maiores sob vegetação nativa comparadas a solos que já sofreram mudanças pelo uso e manejo. Nos Cambissolos textura muito argilosa os exemplares coletados sob SPD-11 apresentaram concentração de argila maior nos Cambissolos sob SPD-20, o que pode ter causado os maiores conteúdos de C em todas as profundidades em SPD-11. Os teores de argilas nos Cambissolos sob SPD-11 apresentaram conteúdos de argila de 4,76 % a 11% maiores que os exemplares sob SPD-20 e os teores de C variaram de 7,7 % a 27,6 % a mais comparado aos SPD-11.

O conteúdo de N no perfil de Latossolos em três classes de texturas: muito argilosa, argilosa e média diferiu expressivamente entre si e teve a mesma tendência do conteúdo de C. Nos Latossolos os estoques de N total obedeceu à seqüência: muito argilosos > argilosos > textura média. Nas áreas sob campo nativo (CN) o conteúdo de COT foi superior nas três texturas, provavelmente em função da diversidade maior de espécies que o CN promove associada à maior relação C/N e dessa forma mantendo maior conteúdo de N no solo (Venske-Filho, 2001, Canalli, 2009).

Em Argissolos, o conteúdo de C foi maior na camada de 0-20 cm e decresceu com a profundidade no perfil, embora haja o aumento do conteúdo de argila no horizonte B (Figura 7). Os resultados obtidos nesse estudo estão de acordo aos encontrados por Amado et al., (2006) e Campos (2006) em Eldorado do Sul, RS. O conteúdo de COT

nos Organossolos foi 2 a 3 vezes superior aos Argissolos e aproximadamente 7 vezes aos Neossolos, demonstrando que nesses solos encontram-se importantes sumidouros de COT (Figura 7). Os valores encontrados foram semelhantes aos reportados por Tornquist et al., (2009) para o Rio Grande do Sul em aproximadamente de 140 g kg^{-1} nos primeiros 30 cm

O conteúdo de N variou menos na textura média, comparados a textura argilosa, e muito argilosa. Entretanto o conteúdo de N apresentou comportamento muito semelhante entre si dentro da mesma textura nos Latossolos cujo coeficiente de variação foi baixo, indicando que a demarcação dos "Benchmark" em cada classe de solo foi eficiente. Nos Cambissolos o conteúdo de N também diminuiu com a profundidade no perfil e variou menos nas texturas média e argilosa. Os maiores conteúdos foram nos CN semelhante aos resultados encontrados nos Latossolos. Em contraste, o conteúdo e a distribuição de N no perfil de Argissolos, Organossolos e Neossolos foram superiores sob plantio direto com mais de 15 anos e indicando que nessas classes de solos o tempo de adoção de plantio direto foi preponderante no acúmulo e estocagem de COT. Nos Argissolos, Organossolos e Neossolos, o conteúdo de N teve comportamento diferenciado, com tendências de acúmulo na camada sub-superficial para os Argissolos e Organossolos e decrescente nos Neossolos, demonstrando a variação no acúmulo que cada classe de solo tem para a elaboração de um inventário sobre os sumidouros de C e N, principalmente porque determinadas classes de solos tais como os Organossolos, Latossolos e Cambissolos possuem elevada capacidade de armazenamento de C.

Os valores encontrados nesse estudo para o estoque de COT para 1m de profundidade em contraste com os reportados por Bernoux et al. (2001) para essa região, observou-se a média de 158 Mg ha^{-1} de COT (Tabela 2) para todas as classes de solos e equivale a 85 % dos valores propostos por Bernoux et al (2001). Considerando os Latossolos com textura média o estoque de COT representa 61%. A relevância dessas diferenças está associada ao fato de que uma estimativa realizada com base nos dados do Levantamento de Solos (EMBRAPA 1984) com um número reduzido de pontos e não especificando a textura e o manejo do solo pode superestimar em alguns casos em subestimar em outras situações.

CONCLUSÕES

- O estoque de COT e N por unidade de área na profundidade de 0 - 1 m em cada classes de solo



obedeceu a seguinte seqüência: Organossolos > Nitossolos > Cambissolos > Latossolos > Gleissolos > Argissolos > Neossolos > Afloramento de rocha;

- A textura teve a maior influência no estoque de COT e N. Os solos com textura muito argilosa apresentaram maior estoque de COT e N do que os solos com textura argilosa e média;

- A soma do COT armazenado na profundidade de 0 - 1 m de todas as classes de solos, sob campo nativo foi superior em 16% aos solos sob SPD-11 e 12% aos solos sob SPD-20.

REFERÊNCIAS

- BATJES, N.H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, Oxford, v.47, n.2, p.151-163, 1996.
- BAYER, C., Dinâmica da material orgânica em sistemas de manejo de solos. 1994-1995, 240 p. Tese de doutorado em Ciência do Solo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- BERNOUX, M.; CARVALHO, M. C.S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Brazil's soil carbon stocks. *Soil Science Society of America Journal*, v.66, p.888-896, 2002.
- BERNOUX, M.; CARVALHO, M. C. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. CO₂ emission from mineral soils following land-cover change in Brazil. *Global Change Biology* 7; 779-787, 2001.
- BERNOUX, M.; CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; CARVALHO, M. C. S.; FELLER, C.; CERRI, C. E.P.; ESCHENBRENNER, V.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B.; Gases do Efeito Estufa e Estoques de Carbono nos Solos: Inventário do Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 235-246, jan./abr. 2005.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk Density. In: KLUTE, A. (Ed) *Methods of soil analysis*. 2. ed. Part 1: Physical and mineralogical methods. Madison, ASA, 1986. p. 363-376.
- CAMPOS, B. C. Dinâmica do Carbono em Latossolo Vermelhos Sob Sistemas de Preparo de Solo e de Culturas. Tese de Doutorado, 2006, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Santa Maria-RS.
- EMBRAPA. 1984. Mapa de Solos do Brasil, escala 1:1.000.000. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro.
- FIDALGO, E.C.C.; BENITES, V.M.; MACHADO, P.L.O.A.; MADARI, B.E.; COELHO, M.R.; MOURA, I.B.; LIMA, C.X. Estoque de Carbono nos Solos do Brasil. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Solos*. Dados Eletrônicos. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Acesso em 10 dez. 2007, site: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html>.
- IPCC/UNEP/OECD/IEA. 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories: Reporting Instructions (Vol. 1); Workbook (Vol. 2); Reference Manual (Vol. 3). Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Programme, Organization for Economic Co-Operation and Development, International Energy Agency, Paris.
- LAL R. Sequestration of atmospheric CO₂ in global carbon pools. *Energy Environ. Sci.*, 2008, 1, 86 – 100.
- LETTENS, S.; ORSHOVEN, J. V.; WESEMAEL, B. V.; VOS, B.; MUYS, B. Stocks and fluxes of soil organic carbon for landscape units in Belgium derived from heterogeneous data sets for 1990 and 2000. *Geoderma*, Amsterdam, v 127, p.11-23., 2004.
- LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono enitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 28, p. 175-187, 2004.
- RADAMBRASIL – Projeto Governamental “Radar na Amazônia” e projeto de sensoriamento remoto. O Projeto RADAM, foi criado em 1970 no âmbito do Ministério das Minas e Energia.
- SÁ, J. C. M.; CERRI, C.C.; DICK, W. A.; LAL, R.; VENSKE FILHO, S. P.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E. Carbon sequestration in plowed and no-tillage chronosequence in a brazilian oxisol. In: STOTT, D.E.; MOHTAR, R.; STEINHARDT, G. (Eds) *The global farm – Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting*. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, May 24-29, 1999. West Lafayette, Indiana, USA: Purdue University., 2001. p.466-471.
- SÁ, J. C. M., CERRI, C. C., PICCOLO, M. C., FEIGL, B. E., SANTOS, J. B., FORNAZARI, A., SA, M. F. M., SEGUY, L., BOUZINAC, S., VENZKE-FILHO, S. P., PAULLETI, V., NETO, M. S. O plantio direto como base do sistema de produção visando o sequestro de carbono. *Revista Plantio direto*, Passo Fundo-RS, p 45 - 61, 2004.
- TORNQUIST, C. G.; PHILLIP, W.; GASSMAN, B.; MIELNICZUK, J.; GIASSON, E.; TODD, A. C. Spatially explicit simulations of soil C dynamics in Southern Brazil: Integrating century and GIS with i_Century. *Geoderma* 150 (2009) 404–414.
- WANG, W. J.; DALAL, R. C.; MOODY, P. W.; SMITH, C. J. Relationships of soil respiration to microbial biomass, substrate availability and clay content. *Soil Biology and Biochemistry*, v.35, p.273-284, 2003. WHIETHÖLTER, S. Nitrogênio nos solo sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, jul/ ago, p. 38-42, 2000.

Tabela 1. Estoque de COT em classes de solos sob vegetação natural de campo nativo (CN), SPD-11 e SPD-20 na Região dos Campos Gerais, Paraná. Profundidade de 0 – 1 m.

Classes de solo†	Área/ classe de solo ha	Estoque de COT		
		CN	SPD-11	SPD-20
		Mg ha ⁻¹		
L, ma	322934	209 ± 1,38 A	194 ± 3,03 A	208 ± 2,25 A
L, a	70892	206 ± 0,14 A	135 ± 2,34 C	169 ± 3,04 A
L, m	37076	112 ± 1,26 A	89 ± 2,62 A	109 ± 2,79 A
C, ma	19276	269 ± 0,10 A	216 ± 0,45 A	176 ± 0,29 A
C, a	425745	165 ± 0,09 A	155 ± 0,52 A	159 ± 0,22 A
C, m	73851	151 ± 0,09 A	124 ± 0,52 C	136 ± 0,22 B
P	191752	131 ± 0,48 A	131 ± 0,48 A	131 ± 0,48 A
O	23984	366 ± 2,08 A	366 ± 2,08 A	366 ± 2,08 A
R	254494	33 ± 0,19 A	33 ± 0,19 A	33 ± 0,19 A
N – nc	22421	206 ± 0,14 A	135 ± 2,34 C	169 ± 3,04 A
G – nc	76568	151 ± 0,09 A	124 ± 0,52 C	136 ± 0,22 B
AFLO. Nc	12871			
Totais	1.531.864,1			
Média		186 ± 0,67	154 ± 1,34	166 ± 1,38

Tabela 3. Estoque de NT em classes de solos sob vegetação natural de campo nativo (CN), SPD-11 e SPD-20 na Região dos Campos Gerais, Paraná. Profundidade de 0 – 1 m.

Classes de solo†	Área/ classe de solo ha	Estoque de NT		
		CN	SPD-11	SPD-20
		Mg ha ⁻¹		
L, ma	322934	11,73 ± 0,21 A	10,55 ± 0,21 A	10,92 ± 0,28 A
L, a	70892	12,03 ± 0,17 A	7,32 ± 0,24 A	9,88 ± 0,29 A
L, m	37076	8,14 ± 0,19 A	5,69 ± 0,21 A	7,00 ± 0,24 A
C, ma	19276	13,51 ± 0,22 A	11,15 ± 0,20 B	10,57 ± 0,14 B
C, a	425745	9,07 ± 0,29 A	8,53 ± 0,42 A	8,09 ± 0,26 A
C, m	73851	10,37 ± 0,29 A	7,33 ± 0,42 AB	7,56 ± 0,26 B
P	191752	9,01 ± 0,33 A	9,01 ± 0,33 A	9,01 ± 0,33 A
O	23984	17,37 ± 0,42 A	17,37 ± 0,42 A	17,37 ± 0,42 A
R	254494	2,76 ± 0,29 A	2,76 ± 0,29 A	2,76 ± 0,29 A
N – nc	22421	12,03 ± 0,17 A	7,32 ± 0,24 A	9,88 ± 0,29 A
G – nc	76568	10,37 ± 0,29 A	8,53 ± 0,42 AB	8,09 ± 0,26 B
AFLO. Nc	12871			
Totais	1.531.864,1			
Média		10,5 ± 0,25	8,7 ± 0,31	9,2 ± 0,31