

## IMPACTOS DE PLANTIO DIRETO DE LONGA DURAÇÃO SOBRE O ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO NO SOLO

VITOR N. **SANTOS**<sup>1</sup>; ERICA R. **BIODERE**<sup>2</sup>; MARCIO K. **CHIBA**<sup>3</sup>

Nº 11131

### RESUMO

Com a demanda crescente por atividades que causem o menor impacto ambiental o objetivo desse estudo foi avaliar o estoque de C e N em diferentes tipos de manejo, tendo em vista que a agricultura é tida como uma atividade que gera grande quantidade de gases de efeito estufa. Foram avaliadas cinco áreas de estudo, duas delas se encontram em Ribeirão Preto/SP (uma de cana colhida sem a queima da palha e outra de eucalipto) e três delas se encontram em Campinas (uma de soja sob SPD desde 1985, uma de seringueira e uma de mata nativa). As amostragens nessas áreas foram feitas em cinco trincheiras e de cada uma foram coletadas sete amostras, nas profundidades de 0-0,05m; 0,05-0,1m; 0,1-0,2m; 0,2-0,4m; 0,4-0,6m; 0,6-0,8m; 0,8-1m que foram analisadas para C e N totais e foram determinadas as densidades do solo. O estoque de C e de N é dependente do tipo de cultura. O sistema plantio direto resulta em maior condutividade hidráulica e infiltração de água no solo.

As quantidades de C e de N no solo em camadas mais profundas são relevantes e deveriam ser consideradas no seu balanço geral. Tanto a cultura da seringueira quanto a do eucalipto mostraram-se as mais efetivas no seqüestro de C e N. Este comportamento deve ser confirmado por estudos futuros que quantifiquem as emissões de gases de efeito estufa em condições experimentais semelhantes.

---

<sup>1</sup> Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia Ambiental, PUC, Campinas-SP, nuccisantos@gmail.com

<sup>2</sup> Colaboradora: Graduação em Biologia, PUC, Campinas-SP.

<sup>3</sup> Orientador: Pesquisador, CPDSRA/IAC, Campinas-SP.

## ABSTRACT

Due to the increasing demand for activities with low environmental impacts, the objective of this study was to evaluate the stocks of soil carbon and nitrogen in different management types. There were studied five different soil uses, two of them at Ribeirão Preto/SP (sugarcane and eucalyptus) and at Campinas/SP (no-till since 1985; rubber-tree and native vegetation). Sampling were performed at five trenches with samples collected at depths of 0-0.05 m, 0.05-0.1 m, 0.1-0.2 m, 0.2-0.4 m, 0.4-0.6 m, 0.6-0.8 m and 0.8-1m were analyzed for total C and N were determined using the density of the soil. Carbon and nitrogen stocks were dependent on plant studied. No-till system increases soil hydraulic conductivity. Most deep C and N content are relevant and should be considered on its general balance. Both rubber-tree and eucalyptus showed to be more effective on C and N sequestration. Otherwise, this effect must be confirmed by future studies that measure greenhouse gases emissions.

## INTRODUÇÃO

Apesar dos grandes benefícios que a produção e o uso de bicomcombustíveis podem trazer tanto para o meio ambiente quanto para a economia do Brasil deve-se considerar que por mais eficiente que seja, toda cadeia produtiva gera resíduos que devem ser contabilizados no balanço de carbono e de gases de efeito estufa. O solo é um grande armazenador de carbono. O primeiro metro de solo, em termos globais, armazena 2,5 vezes mais C que toda a vegetação terrestre e 2 vezes mais C que o presente na atmosfera (Lal,2002), sendo assim muito importante no balanço geoquímico desse elemento. Quando o solo está na sua forma natural o estoque de C permanece estável e em equilíbrio dinâmico. Entretanto, quando ocorre mudança no tipo de uso do solo esse equilíbrio é rompido e pode resultar na liberação de formas gasosas de C e N pelo solo. O uso do solo para fins agrícolas altera o equilíbrio das formas de C e N no solo de diferentes formas: no plantio convencional a aração e a gradagem do solo quebram os torrões expondo uma parcela do carbono que estava protegido da oxidação. A queima dos restos vegetais da atividade agrícola gera 2,7 kg de CH<sub>4</sub> e 0,07 kg de N<sub>2</sub>O para cada tonelada de matéria seca. Adicionalmente uma pesquisa recente sugeriu que devido a emissão de N<sub>2</sub>O do solo cultivado com cana-de-açúcar o benefício ambiental dos bicomcombustíveis em termos de mitigação dos gases do efeito estufa pode ser nulo (CRUTZEN et al., 2008).

Os dados apresentados nesse trabalho visam quantificar os estoques de C e N em solos paulistas sob diferentes culturas, economicamente importantes, em

diferentes tipos de manejo buscando demonstrando a participação de cada uma delas no potencial de seqüestro de carbono no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas duas áreas: uma localizada no Centro Experimental do Instituto Agrônomo (IAC) em Campinas/SP (22º 53' S e 47º 04' W) com área de 3,42 ha; altitude média de 600 m; relevo suave-ondulado com uma declividade média de 6,5 % e solo classificado como um Latossolo Vermelho eutroférico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, com temperatura média de 23 °C e uma precipitação média total de 1.382 mm. A área de estudo vem sendo manejada com rotação de culturas e semeadura direta desde 1985. Atualmente a área de estudo vem sendo cultivada com culturas com potencial para produção de biodiesel como soja (*Glycine Max* L.), milho (*Zea mays* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.). A segunda área esta localizada no Centro de Cana do Instituto Agrônomo (IAC) em Ribeirão Preto/SP (21º 12' S e 47º 48' W) com área de 0,85 ha; altitude média de 546 m e relevo plano. O solo dessa área é um Latossolo Vermelho eutroférico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, com temperatura média de 25 °C e uma precipitação média total de 1.427 mm. Esta segunda área foi cultivada em 2004 com crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) e em 2005 cultivada com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedade IACSP93-3046 no sistema de semeadura direta, sendo a colheita realizada com cana crua mecanizada.

Foram realizadas quantificações de carbono e nitrogênio no solo que permitiram estimar os estoques de N e C nos diferentes sistemas de exploração agrícola. As amostras de solo para determinação de C e N foram retiradas das camadas nas profundidades de 0-0,05m; 0,05-0,1m; 0,1-0,2m; 0,2-0,4m; 0,4-0,6m; 0,6-0,8m; 0,8-1m e serão determinados de acordo com RAIJ et al. (2001). A densidade do solo foi determinada por meio de anéis volumétricos de 100 cm<sup>3</sup> e determinada de acordo com CAMARGO et al. (1986). Os estoques de carbono e de nitrogenio foram calculados utilizando a seguinte equação:

$$C_s = \sum_{i=1}^{n-1} C_{Ti} + \left[ M_{Tn} - \left( \sum_{i=1}^n M_{Ti} - \sum_{i=1}^n M_{Si} \right) \right] C_{Tn}$$

onde:

$C_s$  é o estoque total em  $t\ ha^{-1}$ ;  $\sum_{i=1}^{n-1} C_{Ti}$  é a soma do C ou N da primeira (superfície) a última camada no perfil do solo no tratamento avaliado ( $t\ ha^{-1}$ );

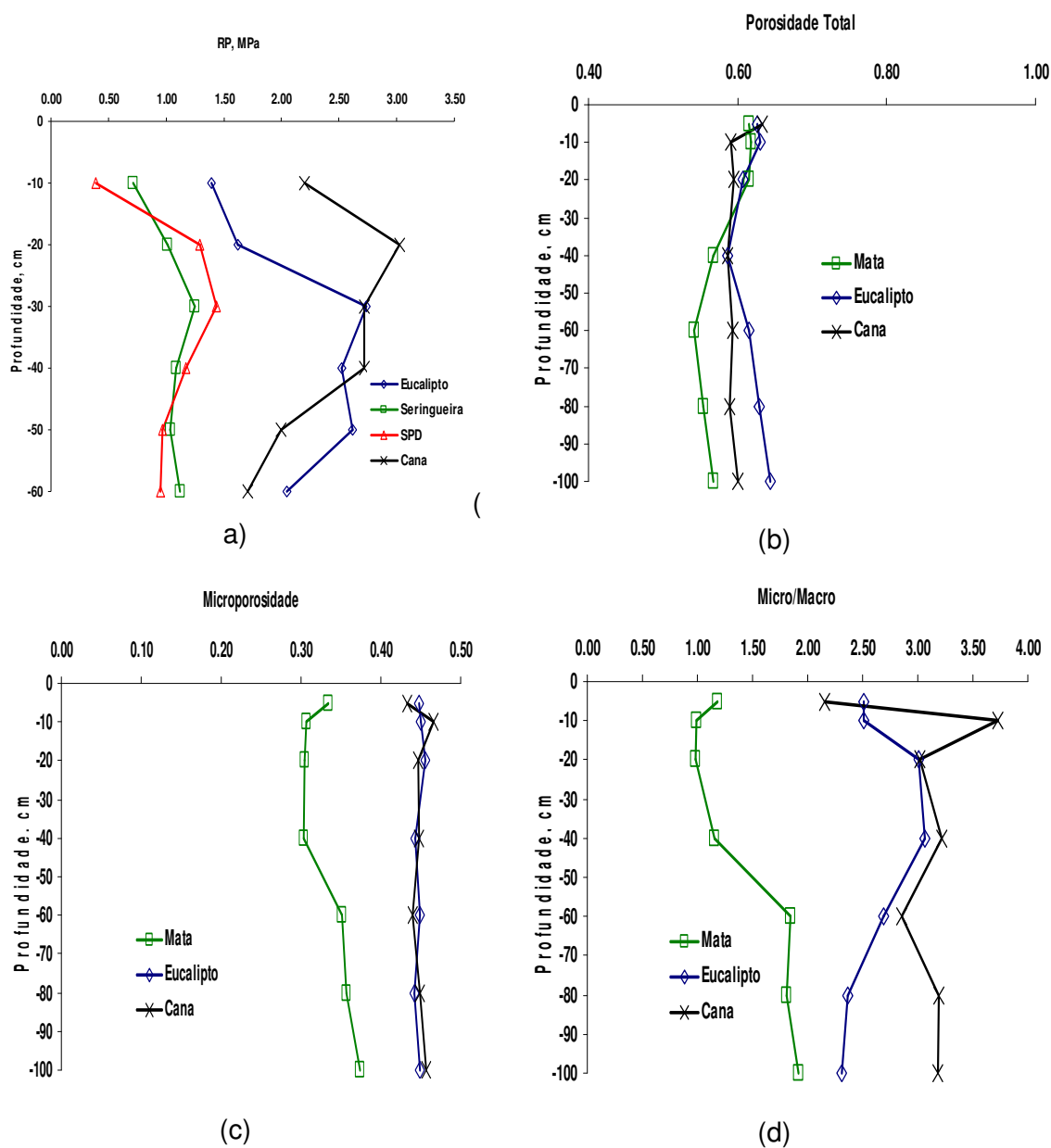
$\sum_{i=1}^n M_{Ti}$  é a soma da massa do solo da primeira a última camada no perfil do solo no tratamento avaliado ( $t\ ha^{-1}$ );  $\sum_{i=1}^n M_{Si}$  é a soma da massa do solo da primeira a última

camada no perfil do solo no tratamento referência ( $t\ ha^{-1}$ );  $M_{Tn}$  é a massa do solo na última camada do perfil do solo no tratamento avaliado ( $t\ ha^{-1}$ ), e  $C_{Tn}$  é a concentração de C ou N na última camada do perfil do tratamento avaliado ( $t\ t^{-1}$  de solo).

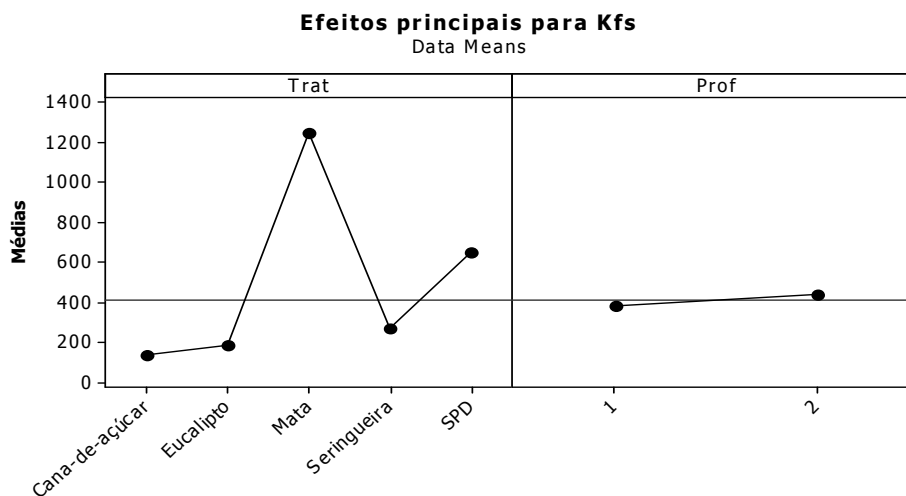
Adicionalmente foram determinadas a permeabilidade, a resistência à penetração, densidade, porosidade total, macroporosidade, microporosidade de acordo com metodologia descrita por CAMARGO et al. (1986). A permeabilidade do solo foi obtida com o permeâmetro modelo IAC, de acordo com método estabelecido por VIEIRA (1998). Foram feitas amostragens nas profundidades de 0,2 a 0,4m. Com as medições foram obtidas taxas constantes de infiltração em  $mm\ min^{-1}$ , correspondente a carga hidráulica de 5 cm. A resistência do solo à penetração foi determinada experimentalmente usando o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar - Stolf. A resistência foi aferida com o solo próximo da capacidade de campo até 0,6 m e para calcular a resistência (R) é utilizada a fórmula dos holandeses, como descrita por STOLF (1991) e representada por:  $R = F/A$ , onde: R= resistência ( $Kgf\ cm^{-2}$ ); F= força da resistência ( $Kgf$ ); A= área da base do cone ( $cm^2$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há maior semelhança na resistência do solo à penetração nos sistemas plantio direto e seringueira em comparação com o cultivo do eucalipto e da cana-de-açúcar (Figura 1a). No caso específico da cana-de-açúcar este resultado é devido principalmente ao tráfego de máquinas agrícola na área, tendo em vista que se trata de colheita mecanizada e sem queima da palha. Este resultado é confirmado pelos dados de porosidade total (Figura 1b), microporosidade e relação micro/macroporosidade (Figuras 1c e 1d). A microporosidade na mata é menor em relação à macroporosidade, provavelmente em razão da maior quantidade de raízes presentes. Desta forma, podemos inferir que se por um lado a retenção de água é menor, há uma maior capacidade de infiltração na mata em comparação com os demais tipos de uso do solo (Figuras 2 e 3).

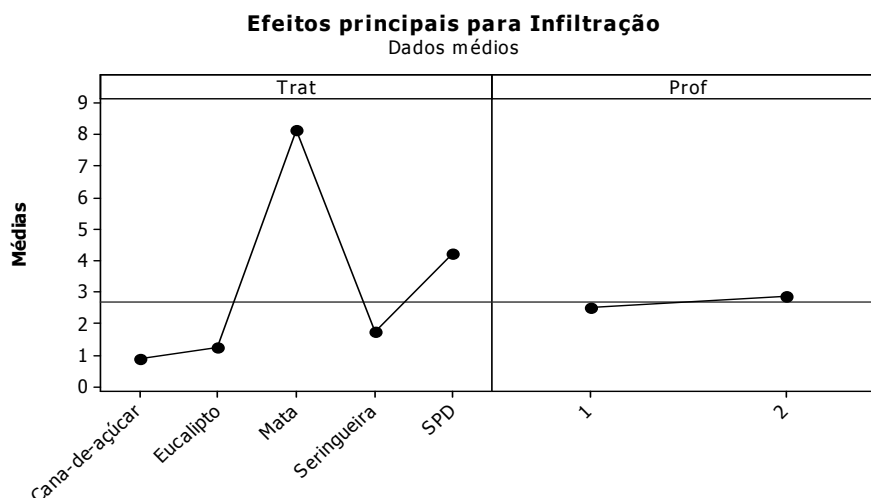


**Figura 1** – Resistência do solo a penetração (a), porosidade total (b), Microporosidade (c) e relação Microporosidade/Macroporosidade (d) em diferentes tipos de uso de solo



**Fig**

**ura 2** – Comparação de efeitos principais dos tratamentos sobre a condutividade hidráulica do solo saturado (Kfs) ( $\text{m dia}^{-1}$ ) e diferença entre as profundidades (1=20 cm e 2= 40 cm).

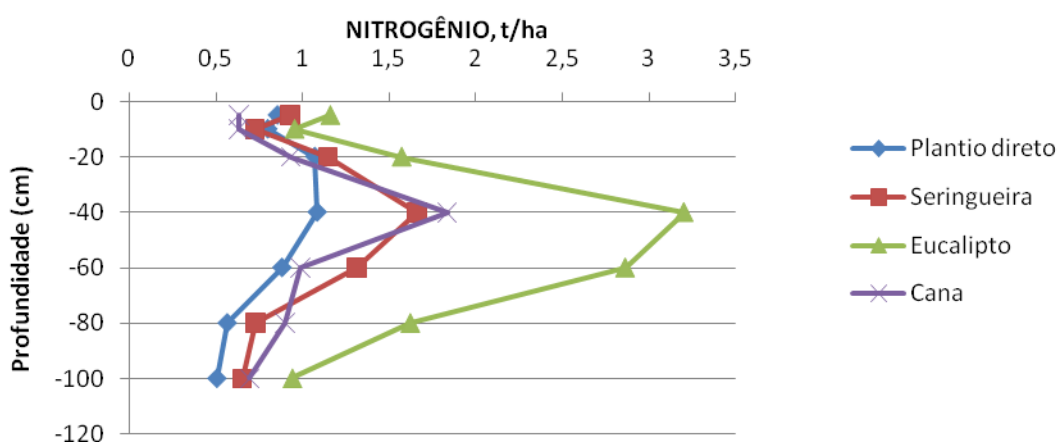


**Figura 3** – Comparação de efeitos principais dos tratamentos sobre a taxa de infiltração de água no solo ( $\text{mm h}^{-1}$ ) e diferença entre as profundidades (1=20 cm e 2= 40 cm).

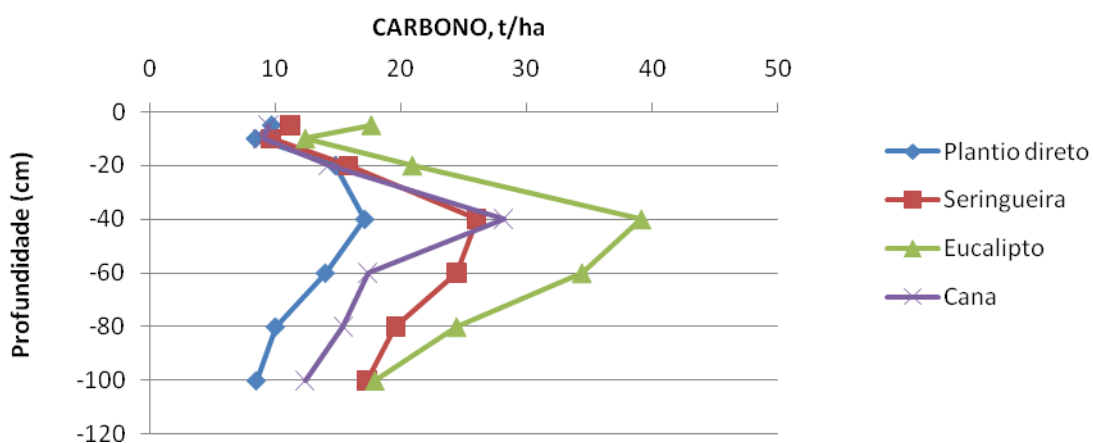
Os estoques de N e C (Figuras 4 e 5) são maiores nas camadas superficiais. Isso é resultado do maior acúmulo de matéria orgânica na superfície. A quantidade de C e de N encontrada na cana-de-açúcar se assemelha mais a seringueira e ao eucalipto do que a encontrada no plantio direto. A relação C/N da cana-de-açúcar é superior ao das leguminosas, implicando em uma liberação menor de C e de N do que no sistema de plantio direto. Entretanto, deve-se salientar que no SPD, principalmente

com soja praticamente não é aplicado fertilizante nitrogenado em contraposição a cana-de-açúcar.

Através dos resultados obtidos neste trabalho foi possível observar que os estoques de C e N são maiores nas camadas superficiais e que apesar disso o estudo das camadas mais profundas é necessário porque eles refletem de certa forma os teores das camadas acima. Além disso os estoques de C e N nas camadas mais profundas estão fisicamente mais protegidas podendo ser mantidas por mais tempo (VERGUTZ et al., 2010).



**Figura 4** - Estoque de N no solo em função de diferentes tipos de manejo



**Figura 5** - Estoque de C no solo em função de diferentes tipos de manejo

## CONCLUSÕES

- ✓ O estoque de C e de N é dependente do tipo de cultura.
- ✓ O sistema plantio direto resulta em maior condutividade hidráulica e infiltração de água no solo.

- ✓ As quantidades de C e de N no solo em camadas mais profundas são relevantes e deveriam ser consideradas no seu balanço geral.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida.

Ao CPDSRA – IAC, pela oportunidade de estágio.

### REFERÊNCIAS

CAMARGO, O.A., MONIZ, A.C., JORGE, J.A., VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química e física de solos do Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 94p. 1986. (Boletim técnico, 106).

CERRI, D. G. P. **Agricultura de precisão em cana-de-açúcar: Instrumentação de uma colhedora, mapeamento da produtividade e de atributos do solo**. 2005. 173 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CRUTZEN, P.J.; MOSIER, A.R.; SMITH, K.A.; WINIWARTER, W. N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v.8, p.389-395, 2008.

LAL, R. The potencial of soils of the tropics to sequester carbon and mitigate the green house effect. **Advances in Agronomy**, v.74, p.155-192, 2002.

RAIJ, B. van, ANDRADE, J.C., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 285p, 2001.

VERGUTZ, L.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; BARROS, N.F.; NUNES, T.N. & PIAU, A.A.M. Mudanças na matéria orgânica do solo causadas pelo tempo de adoção de um sistema agrossilvopastoril com eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.34, p.43-57, 2010.