



## Sequestro de carbono do solo em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas<sup>(1)</sup>.

**Keylla Mykaella da Silva Carvalho<sup>(2)</sup>; Jéssica Emmanuelle Queiroz Araújo<sup>(3)</sup>; Stoécio Malta Ferreira Maia<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Projeto aprovado Edital nº 01/2011 CNPq/FAPEAL. <sup>(2)</sup> Estudante do Curso Técnico em Meio Ambiente; Instituto Federal de Alagoas; Marechal Deodoro, Alagoas; key-carvalho2@hotmail.com. <sup>(3)</sup> Estudante de Gestão Ambiental; Instituto Federal de Alagoas; <sup>(4)</sup> Professor; Instituto Federal de Alagoas – Câmpus Marechal Deodoro.

**RESUMO:** Estudos realizados na região Centro-Sul do Brasil demonstraram que a substituição da colheita com queima da cana-de-açúcar pela colheita mecanizada, pode resultar em substanciais taxas de sequestro de carbono do solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de sequestro de carbono do solo devido à mudança do sistema de colheita com queima de cana-de-açúcar para o sistema de colheita mecanizada sem queima nas condições climáticas e de manejo do estado de Alagoas. Foram coletadas amostras de solo em duas Usinas em diferentes municípios de Alagoas. No total, foram amostradas três áreas com colheita manual e queima e quatro com colheita mecanizada entre cinco e doze anos. Em cada uma das áreas foram coletadas amostras de solo em quatro mini trincheiras (repetições), nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40cm. As amostras foram submetidas à análise de COS, em seguida calcularam-se os estoques de carbono. O sistema de colheita mecanizada de cana-de-açúcar resultou em menores valores de densidade do solo e maiores teores e estoques de carbono quando comparado ao sistema com queima. Em média, o potencial de acúmulo de C foi de  $4,6 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , o que é substancialmente superior ao encontrado para outras regiões. No entanto, mais estudos que ajudem a conferir maior consistência aos dados encontrados neste trabalho são necessários.

**Termos de indexação:** matéria orgânica do solo, nordeste.

### INTRODUÇÃO

O Brasil possui atualmente 10,2 milhões de hectares de cana-de-açúcar, sendo que deste total 1,2 milhões na região Nordeste, que tem como principais produtores os estados de Pernambuco e Alagoas que juntos somam aproximadamente 900 mil hectares de cana-de-açúcar (IBGE, 2015).

No entanto, a exceção do estado de São Paulo onde já predomina a colheita mecanizada da cana, no restante do país, e em especial Alagoas, estima-se que 90% da área de cana-de-açúcar ainda é

colhida por meio do processo de queima, e a queima da biomassa além de emitir gases do efeito estufa, evita que a matéria orgânica (MO) e nutrientes retornem ao solo.

Mello et al. (2014) encontraram que em média a conversão de vegetação nativa (Cerrado) para cana-de-açúcar gerou uma perda de 26% dos estoques de C do solo na camada de 0-30 cm do solo. Diferentemente, Cerri et al. (2011) observaram que a colheita mecanizada na região Centro-Sul do Brasil pode acumular  $1,5 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Sendo que em solos argilosos este acúmulo pode chegar a  $2,04 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Portanto, os resultados indicam que o sistema mecanizado de colheita de cana-de-açúcar apresenta-se com um significativo potencial para sequestrar carbono atmosférico através do acúmulo de C no solo. (Czyzca, 2009; Galdos et al., 2009), e isto está diretamente relacionado ao aporte de resíduos orgânicos. Por exemplo, segundo Ripoli & Ripoli (2005) 19,9% da biomassa da cana-de-açúcar são resíduos que podem permanecer no campo, podendo resultar em um aporte médio de  $14,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  de massa seca. Representa, portanto uma quantidade substancial de material orgânico que pode contribuir para o aumento dos estoques de carbono orgânico do solo (COS).

Porém, é importante destacar que os trabalhos existentes refletem basicamente as condições climáticas e de manejo da região Sudeste do país, as quais são substancialmente diferentes das condições do Nordeste brasileiro. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de sequestro de carbono do solo devido à mudança do sistema de colheita com queima de cana-de-açúcar para o sistema de colheita mecanizada sem queima nas condições climáticas e de manejo do estado de Alagoas.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Áreas de estudo

Foram coletadas amostras de solo em duas Usinas em diferentes municípios de Alagoas. No município de Rio Largo cinco áreas foram



amostradas na Usina Santa Clotilde: i) área com colheita manual e queima (CQa), que serviu de referência para duas áreas adjacentes que foram convertidas para o sistema de colheita mecanizada, sendo uma com cinco anos (MEa5) e outra com nove anos (MEa9); ii) área de com queima (CQb) referência para uma área com colheita mecanizada com 12 anos (MEb12); no município de São Miguel dos Campos, na Usina Caeté outras duas áreas foram amostradas: uma área com queima (CQc) referência para a área de colheita mecanizada com 08 anos (MEc8). Em cada uma das áreas foram coletadas amostras de solo em quatro mini trincheiras (repetições), nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40cm.

### Análises de solo

No momento da coleta foi realizada a amostragem de amostras indeformadas para determinação da densidade do solo, de acordo com Embrapa (1997). As amostras de solo foram levadas para o Laboratório de Gestão Ambiental do IFAL – Câmpus Marechal Deodoro onde foram destorroadas, colocadas para secar ao ar (TFSA), e em seguida foram moídas e passadas em peneira de 0,2 mm (60 mesh). O teor de carbono orgânico do solo (COS) foi realizado pelo método de Yeomans & Bremner com aquecimento externo (Mendonça e Matos, 2005).

Os estoques de C do solo foram calculados pela multiplicação da densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) pelo teor de C ( $\text{dag dm}^{-3}$ ) e profundidade da camada (cm). A taxa média anual de mudança de estoque de COS foi calculada pela diferença entre os estoques dos sistemas com colheita mecanizada e os estoques dos sistemas com queima dividido pelo tempo de uso dos sistemas mecanizados.

Os dados foram analisados por meio das medidas de desvio padrão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

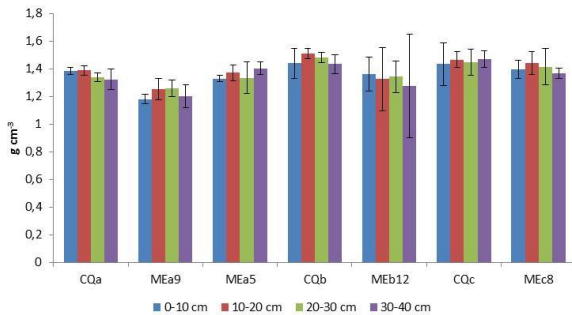
Em geral, os resultados de densidade do solo (Figura 1) nas áreas com queima foram maiores que nas áreas onde se realiza a colheita mecanizada. Por exemplo, os sistemas CQb e CQc apresentaram densidades médias (camada de 0-40 cm), respectivamente de 1,46 e 1,45  $\text{g cm}^{-3}$ , enquanto que os sistemas MEa9, MEb12 e MEc8 apresentaram densidades médias de 1,22, 1,32 e 1,40. Apenas MEa5 apresentou densidade média igual a sua área referência (CQa), resultado este que foi influenciado pela densidade da última camada (30-40 cm) a qual foi substancialmente

maior que a referência. Assim, mesmo com o tráfego das colhedeiras nas áreas mecanizadas a densidade dos solos se manteve inferior às áreas com queima. Isto provavelmente está associada ao maior conteúdo de COS encontrado nas áreas mecanizadas, o qual tem efeito positivo na agregação dos solos (Six et al., 2001) com reflexos na densidade.

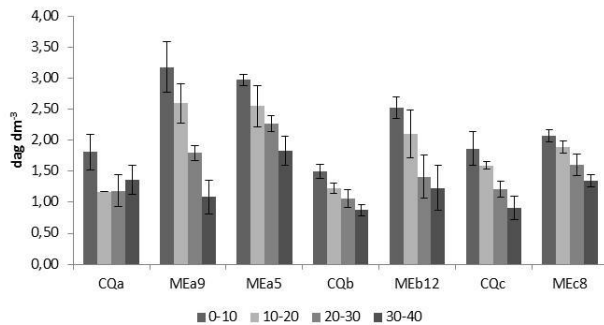
Quanto aos teores de COS (Figura 2), ficou evidenciado que houve um aumento significativo devido à conversão de colheita manual com queima para colheita mecanizada, e isto ocorreu em todas as camadas do solo avaliadas, ou seja, não ficou restrito a camada mais superficial. Destaque para os sistemas MEa5 e MEa9, para os quais a diferença para o CQa nas duas primeiras camadas variou de 64 a 120%.

Os estoques de C do solo, obviamente apresentaram respostas semelhantes aos teores. Em geral, diminuíram com o aumento da profundidade do solo, a exceção foi somente CQa onde os estoques a partir de 10cm se mantiveram basicamente iguais (Figura 3), e a adoção da colheita mecanizada resultou no aumento significativo dos estoques. Considerando a camada total (0 – 40 cm), os estoques de COS nos sistemas mecanizados aumentaram entre 18 a 73%, com destaque para o sistema MEa5 que aumentou em 55,2  $\text{Mg ha}^{-1}$  de C em relação a CQa.

Este aumento dos estoques de COT resultou em uma taxa média de acúmulo de 4,6  $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , o que é muito superior aos dados encontrados por Cerri et al. (2011) para região Centro-Sul do Brasil, os quais variaram entre 0,73 a 2,04  $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . É importante ressaltar que os resultados de Cerri et al. (2011) são oriundos de uma quantidade maior de estudos (dados), logo, é necessário ampliar os estudos nas condições do Nordeste brasileiro, para conferir maior consistência aos resultados do presente trabalho. De toda forma, os resultados iniciais indicam que nas condições de clima e solo do Nordeste (principalmente Alagoas e Pernambuco) o potencial de sequestro de C do solo com a adoção da colheita mecanizada é substancialmente maior do que na região Centro-Sul, e maior também que outros tipos de sistemas conservacionistas de manejo do solo, como o plantio direto em culturas como a soja/milho/algodão, visto que nestes sistemas a taxa média de sequestro de C é de 0,48  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Maia et al., 2013).



**Figura 1** – Densidade do solo nos diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas.



**Figura 2** – Teor de carbono orgânico do solo nos diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas.

## CONCLUSÕES

O sistema de colheita mecanizada de cana-de-açúcar resultou em menores valores de densidade do solo e maiores teores de estoques de carbono quando comparado ao sistema com queima.

Nas condições de solo e clima de Alagoas, a colheita mecanizada mostrou potencial de sequestro de carbono substancialmente superior ao observado em outras regiões do país, e mesmo outros sistemas conservacionistas de manejo de solo.

Faz-se necessário, no entanto, mais estudos que ajudem a conferir maior consistência aos dados encontrados neste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

As Usinas Caeté e Santa Clotilde por permitirem e apoiarem a coleta das amostras de solo.

## REFERÊNCIAS

CERRI, CC., GALDOS, MV., MAIA, SMF., BERNOUX, B., FEIGL, BJ., POWLSON, D., CERRI, CEP. Effect of sugarcane harvesting systems on soil carbon stocks in Brazil: an examination of existing data. *European Journal of Soil Science*, 62, 23–28, 2011.

CZYCZA, R.V. 2009. Quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo em sistemas de colheita com e sem queima da cana-de-açúcar. Dissertação de mestrado Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de Métodos de Análise de Solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos – 2 ed. 1997. 212p.

GALDOS, M.V., CERRI, C.C. & CERRI, C.E.P. Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil. *Geoderma*, 153, 347–352, 2009.

IBGE - Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>. Acessado em abril de 2015.

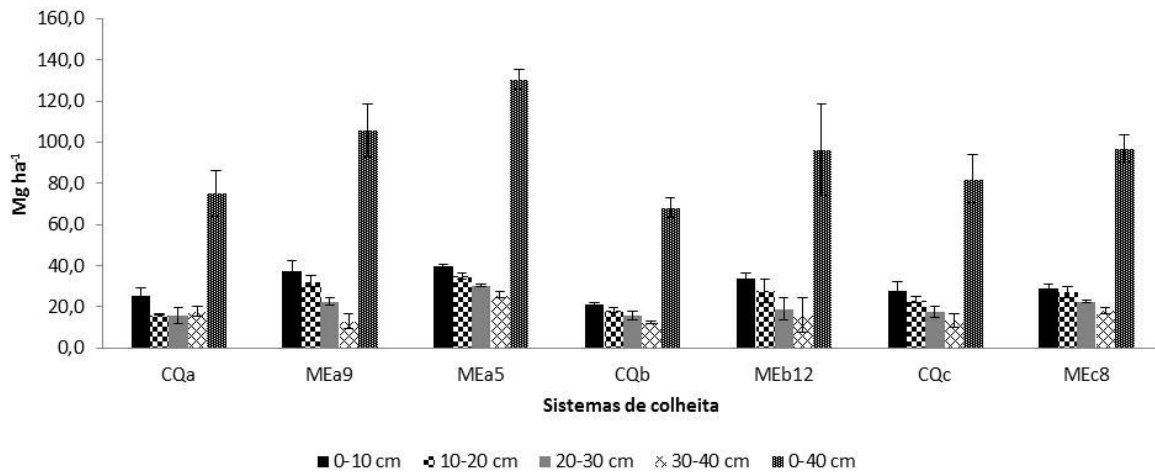
MAIA, SMF., CARVALHO, JLN., CERRI, CEP, LAL, R., BERNOUX, M., GALDOS, MV., CERRI, CC. Contrasting approaches for estimating soil carbon changes in Amazon and Cerrado biomes. *Soil & Tillage Research* 133, 75–84, 2013.

MELLO, FFC., CERRI, CEP., DAVIES, CA., HOLBROOK, M., PAUSTIAN, K., MAIA, SMF., GALDOS, MV., BERNOUX, M., CERRI, CC. Payback time for soil carbon and sugar-cane ethanol. *Nature Climate Change*. DOI: 10.1038/NCLIMATE2239, 2014.

MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. Matéria orgânica do solo: métodos de análises. 1 ed. Viçosa: UFV, 2005. 107p.

RIPOLI, TC & RIPOLI, MC. Biomassa de cana-de-açúcar: Colheita, energia e Ambiente. 2005

SIX, J., GUGGENBERGER, G., PAUSTIAN, K., HAUMAIER, L., ELLIOTT, E.T., ZECH, W. Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates. *Europ. J. Soil Sci.*, 52: 607-618, 2001.



**Figura 3** – Estoques de carbono orgânico do solo nos diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas.

**Figura 1** – Número de resumos apresentados em cada Comissão da SBCS nas últimas três edições do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (hipotético).