

Efeitos da Conversão de Vegetação Nativa em Pastagem nos Estoques de Carbono em Solos do Cerrado⁽¹⁾.

Sheila Lopes da Silva⁽²⁾; Ailton Rener Pestana do Nascimento⁽³⁾; Carolina Rodrigues Gonzalez⁽⁴⁾; Alexandre de Siqueira Pinto⁽⁵⁾; Mercedes Maria da Cunha Bustamante⁽⁶⁾; Eloisa Aparecida Belleza Ferreira⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do projeto INCT para Mudanças Climáticas (MCTi/CNPq), sub-projeto 3.1.4 Ciclos Biogeoquímicos Globais e 3.2.5 Biodiversidade

⁽²⁾ Estudante; Universidade de Brasília (UnB); Brasília, Distrito Federal; sheilalopes.sls@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante; UnB; Brasília, Distrito Federal; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de Pernambuco; Recife, Pernambuco; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Federal de Sergipe; São Cristóvão, Sergipe; ⁽⁶⁾ Professora; UnB; Brasília, Distrito Federal; ⁽⁷⁾ Pesquisadora; EMBRAPA Cerrados; Planaltina, Distrito Federal

RESUMO: A conversão de vegetação nativa em agroecossistemas contribui para as emissões de CO₂ para a atmosfera, devido ao desmatamento e queima da biomassa. O objetivo desse estudo foi comparar os estoques de C do solo em pastagem e vegetação nativa de Cerrado e estimar a taxa de acúmulo de C no solo. O experimento de campo avaliou uma área de referência (cerrado sentido restrito) e uma pastagem. Foi realizada a construção de um banco de dados, por meio de pesquisa em sítios da internet, sobre os estoques de carbono do solo, para aumentar a abrangência do estudo. Foi observado que após 10 anos da instalação da pastagem a média do estoque de C do solo não diferiu significativamente do valor observado na vegetação nativa de Cerrado. Por esse motivo, pastagens bem manejadas contribuem para a mitigação das emissões de C, em escala local. Em escala regional, os estoques de C do solo foram semelhantes em áreas nativas e pastagens. As taxas anuais de acúmulo de C, assim como os estoques de C, apresentaram grande variação nas comparações. Isso ocorreu devido a diferenças entre os locais de estudo e devido ao tipo de metodologia utilizada para estimar o teor de C do solo.

Termos de indexação: taxa de acúmulo de C, uso da terra, emissões de CO₂

INTRODUÇÃO

O Cerrado exerce importante influência no balanço global de carbono (C) devido à magnitude dos estoques de C no sistema solo-vegetação, principalmente no compartimento abaixo da superfície (Bustamante et al., 2012). Porém, a conversão da vegetação nativa em agroecossistemas, geralmente associada ao desmatamento e queimadas, é responsável por emissões significativas de CO₂ para a atmosfera. No Brasil, mudanças no uso da terra e atividades

agropecuárias são responsáveis por mais de 70% das emissões de gases do efeito estufa (GEE) (MCT, 2009). Após instalado, o manejo adotado poder acarretar em redução ou aumento nos estoques de C no solo dependendo do balanço de C promovido pelo sistema (Carvalho et al., 2010).

O objetivo deste estudo foi comparar, em um experimento em campo, os estoques de C do solo em uma pastagem e uma área de vegetação nativa de cerrado adjacente, além de avaliar esta comparação em escala regional, estimando também a taxa de acúmulo de C em solos de Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento em campo

O experimento foi implantado no ano agrícola de 1996/1997, em Latossolo Vermelho distrófico com 51% de argila na Embrapa Cerrados em Planaltina, DF (15° 36' 03" S; 47° 42' 47" O). O clima da região é classificado como Aw (clima de savana com inverno seco), segundo a classificação proposta por Köppen, com temperatura média anual de 22°C e altitude de 1.023m.

O experimento composto por 16 tratamentos foi disposto em blocos ao acaso, com três repetições e neste trabalho foram avaliadas apenas uma área de referência (cerrado sentido restrito) e uma pastagem. Em 1996 a vegetação nativa foi removida e após aplicação de calcário dolomítico, o solo foi revolvido com arado de discos no primeiro e segundo ano e arado de aivecas no terceiro e quarto ano, numa rotação leguminosas e gramíneas; no quinto ano foi implementada a pastagem com *Brachiaria brizantha*, não havendo mais revolvimento do solo. Foi simulado o pastejo, com cortes quando a altura média das plantas alcançava 30cm.

Em 2010, foram realizadas amostragens de solo deformadas, com trado holandês nas profundidades de (0-5cm; 5-10cm; 10-20cm; 20-30cm) cada

amostra foi composta por 5 subamostras. A densidade (Ds) foi determinada em amostras coletadas com um cilindro de 100 cm³, avaliando-se o peso da amostra após a secagem a 105°C.

As análises de carbono orgânico total foram realizadas por combustão via seca, em analisador elementar de CHN (modelo PE 2400, Série II CHNS/O, PerkinElmer, Norwalk, USA), da Embrapa Cerrados, com material previamente macerado e peneirado, em peneira de 0,149 mm.

O estoque de carbono foi calculado considerando as 4 profundidades amostradas pela fórmula: $\text{Estoque (Mg ha}^{-1}\text{)} = \sum [\text{C (g kg}^{-1}\text{)} * \text{DAP (g cm}^{-3}\text{)} * \text{espessura da camada amostrada (cm)}]$.

Análise regional dos estoques de C do solo

Para aumentar a abrangência do estudo foi montado um banco de dados, organizado em planilha eletrônica, sobre os estoques de C em solos de Cerrado. As informações foram obtidas em artigos científicos publicados com revisão aos pares, e classificadas em vegetação nativa e pastagem, e também por profundidade (0–20 cm e 0–30 cm). Para calcular as taxas anuais de acúmulo de C em solos sob pastagens, por profundidade, utilizou-se a equação $C_t = (C_0 - C_1) * Y^{-1}$, onde C_t é a taxa de acúmulo de C do solo; o estoque de C do solo na vegetação nativa (C_0) e na pastagem (C_1); Y representa o número de anos de conversão de vegetação nativa em pastagem.

Análise estatística

A comparação das médias dos estoques de C do solo do experimento em campo foi feita através do Teste-t. Em relação à análise em escala regional, as comparações dos estoques de C do solo entre vegetação nativa e pastagem foram feitas utilizando o Mood's Median test, por se tratar de um teste pouco sensível a *outliers* (Siegel & Castellan, 1998). Todas as análises foram feitas utilizando o programa STASTISTICA 8.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1** está representada a distribuição espacial dos estudos avaliados, incluindo o experimento em campo e os sítios para análise regional.

Experimento em campo

Após 10 anos da instalação da pastagem, a média do estoque de C do solo, independente da profundidade, não diferiu significativamente do valor

observado na vegetação nativa de Cerrado (**Tabela 1**).

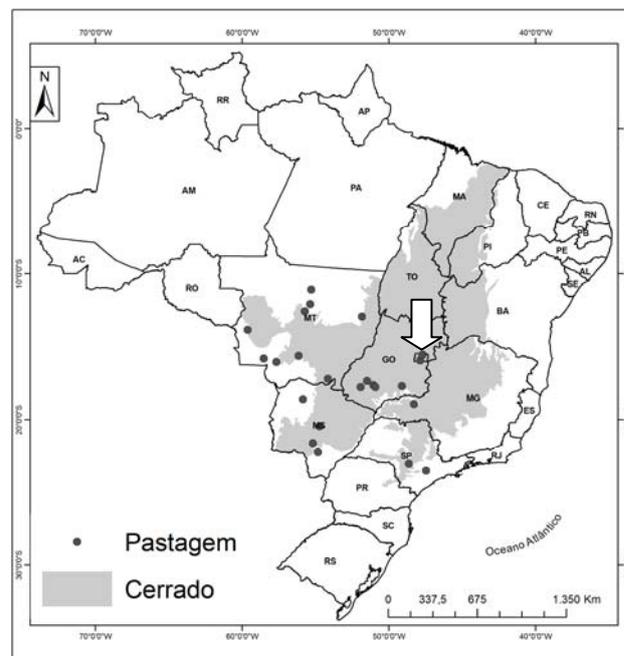


Figura 1 – Distribuição espacial dos sítios de estudo. Referências utilizadas: Cardoso et al. (2010); Carvalho et al. (2010); Corazza et al. (1999); Corbeels et al. (2006); Costa Junior et al. (2011); D'andrea et al. (2004); Frazão et al. (2010); Lardy et al. (2002); Lilienfein & Wilcke (2003); Maia et al. (2009); Maquere et al. (2008); Salton et al. (2011); Silva et al. (2009); Siqueira Neto et al. (2010). A seta indica a localização do experimento em campo.

Tabela 1 – Estoques de C do solo (Mg ha⁻¹) em vegetação nativa de Cerrado e pastagem em duas profundidades.

	Profundidade	
	0 – 20 cm	0 – 30 cm
Veg. nativa	47,7 (3,1)a	66,0 (6,9)a
Pastagem	46,1 (3,6)a	64,4 (7,3)a

Em uma mesma coluna, valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente ($P \geq 0,05$). Valores entre parênteses representam o desvio padrão.

Esses resultados indicam que, em escala local, este tipo de pastagem contribui para a mitigação das emissões de C para a atmosfera, uma vez que possibilitam o incremento e a manutenção dos estoques de C do solo. Pastagens bem manejadas possuem alta produção de resíduos aéreos e abundante sistema radicular, podendo apresentar estoques de C próximos ou superiores aos das

áreas de vegetação nativa (Alves et al., 2008).

Análise regional dos estoques de C do solo

Independentes da profundidade, não foram observadas diferenças significativas nos estoques de C do solo entre a vegetação nativa e pastagem (Figura 2).

Foi observada uma grande variabilidade nos dados, com presença de *outliers*. Vários fatores podem estar associados a este fato, como histórico das áreas, diferentes tipos de manejos, idades e grau de conservação das pastagens e espécie de gramínea utilizada (Conant et al., 2001).

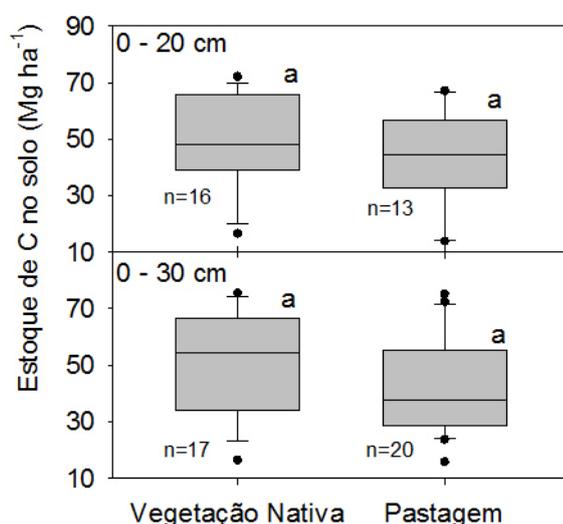


Figura 2 – Estoques de C no solo (Mg ha^{-1}) em vegetação nativa e pastagem no Cerrado. Boxplot com letras iguais na mesma profundidade não diferem significativamente entre si ($P \geq 0,05$). O “n” representa o número de médias avaliadas.

Outro fator a gerar variação nos dados foi a diferença da metodologia, uma vez que diferentes métodos de quantificação do teor de C do solo foram encontrados nos trabalhos. Por isto sugere-se a padronização da metodologia dos estudos de estoque de C do solo, evitando assim problemas nas comparações de resultados e aumentando a eficiência na avaliação dos efeitos do uso da terra.

Foram encontrados valores positivos (sequestro) e negativos (emissão) de taxa de acúmulo de C no solo (Figura 3). A perda C do solo é observada em pastagens mal manejadas, enquanto que pastagens bem manejadas têm a capacidade de aumentar os estoques de C no solo em comparação à vegetação

original (Maia et al., 2009; Alves et al., 2008; Assad et al., 2013). Nas pastagens degradadas a perda de C pode ser explicada pela produção de resíduos, menor do que o observado nas pastagens produtivas (Oliveira et al., 2004).

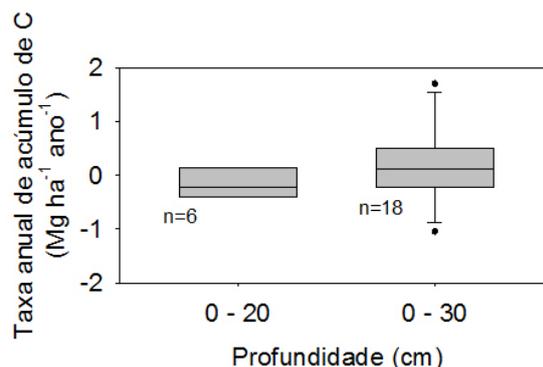


Figura 3 – Comparação das taxas anuais de acúmulo de C em solos de Cerrado ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) em diferentes profundidades. O “n” representa o número de comparações (vegetação nativa VS. pastagem) avaliadas.

A acumulação de C também é determinada pelo grau de estabilização do carbono, provavelmente resultado da forte interação dessa fração do carbono com a fração mineral do solo, especialmente em climas tropicais (Zinn et al., 2005). Considerando ainda que o incremento de C pela estabilização química é um processo que ocorre, pelo que acredita-se, a muito longo prazo, portanto mesmo com alta adição de resíduos, a acumulação de forma estável do C no solo vai depender da interação com a fração mineral (Six et al., 2002).

CONCLUSÕES

O conjunto de pastagens avaliadas nesse estudo apresentou estoques de C do solo semelhantes aos das áreas de vegetação nativa do Cerrado.

Em escala regional, houve grande variação tanto nos estoques de C do solo, quanto nas taxas anuais de acúmulo de C nas pastagens.

REFERÊNCIAS

ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C.P. et al. Dinâmica do carbono em solos sob pastagens. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria



orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.561-569.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; MARTINS, S. C. et al. Changes in soil carbon stocks in Brazil due to land use: paired site comparisons and a regional pasture soil survey. *Biogeosciences Discuss*, 10:5499-5533, 2013.

BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B.; PINTO, A. S. et al. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. *Braz J Biol*, 72(3 suppl.):655-671.

CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; SILVA, C.A. et al. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. *Pesqui Agropecu Bras*, 45:1028-1035, 2010.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G.S.; CERRI, C.E.P. et al. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. *Soil Till Res*, 110:175-186, 2010.

CONANT, R. T.; PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecol Appl*, 11:343-355, 2001,

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. et al. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte e depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Rev Bras Cienc Solo*, 23:425-432, 1999.

CORBEELS, M.; SCOPEL, E.; CARDOSO, A. et al. Soil carbon storage potential of direct seeding mulch-based cropping systems in the Cerrados of Brazil. *Glob Change Biol*, 12:1773-1787, 2006.

COSTA JUNIOR, C.; PICCOLO, M.D.C.; SIQUEIRA NETO, M. et al. Carbono total e $\delta^{13}C$ em agregados do solo sob vegetação nativa e pastagem no Bioma cerrado. *Rev Bras Cienc Solo*, 35:1241-1252, 2011.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N. et al. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesqui Agropecu Bras*, 39:179-186, 2004.

FRAZÃO, L.A.; SANTANA, I.K.D.S.; CAMPOS, D.V.B.D. et al. Estoques de carbono e nitrogênio e fração leve da matéria orgânica em Neossolo Quartzarênico sob uso agrícola. *Pesqui Agropecu Bras*, 45:1198-1204, 2010.

LAL, R. Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbon emissions and advancing global food security. *BioScience*. 60(9):708-721, 2010.

LARDY, L.C.; BROSSARD, M.; ASSAD, M.L.L. et al. Carbon and phosphorus stocks of clayey Ferralsols in Cerrado native and agroecosystems, Brazil. *Agr Ecosyst Environ*, 92:147-158, 2002.

LILIENFEIN, J. & WILCKE, W. Element storage in native, agri-, and silvicultural ecosystems of the Brazilian savanna. *Plant Soil*, 254:425-442, 2003.

MAIA, S.M.F.; OGLE, S.M.; CERRI, C.E.P. et al. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. *Geoderma*, 149:84-91, 2009.

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia. Inventário Brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. 2009. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0207/207624.pdf>. Acesso em 20 de abr. 2013.

MAQUERE, V.; LACLAU, J.P.; BERNOUX, M. et al. Influence of land use (savanna, pasture, Eucalyptus plantations) on soil carbon and nitrogen stocks in Brazil. *Eur J Soil Sci*, 59:863-877, 2008.

OLIVEIRA, O. C. et al. Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. *Agr Ecosyst Environ*, 103:289-300, 2004.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. et al. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesqui Agropecu Bras*, 46:1349-1356, 2011.

SIEGEL, S. & CASTELLAN, N. J. Jr. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1988. 312 p.

SILVA, A.M.; NOGUEIRA, D.P.; IKEMATSU, P. et al. Carbon stocks and isotopic composition of the organic matter in soils covered by native vegetation and pasture in Sorocaba, SP, Brazil. *Int J Environ Res*, 3:435-440, 2009.

SIQUEIRA NETO, M.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M. et al. Soil carbon stocks under no-tillage mulch-based cropping systems in the Brazilian Cerrado: An on-farm synchronic assessment. *Soil Till Res*, 110:187-195, 2010.

SIX, J. et al. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant Soil*, 241:155-176, 2002.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Texture and organic carbon relation described by a profile pedotransfer function in Brazilian Cerrado soils. *Geoderma*, 127:168-173, 2005.