

## **Estoque de Carbono e atributos físicos do solo, sob diferentes usos em pastagens na Amazônia Norte mato-grossense**

### **Carbon stock and soil physical attributes, under different uses in pastures in the Northern Amazon of Mato Grosso**

DOI: 10.34188/bjaerv4n2-027

Recebimento dos originais: 04/01//2021

Aceitação para publicação: 31/03/2021

#### **Eduardo de Azevedo Sodré Florence**

Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, pela Universidade do Estado de Mato Grosso/Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias/Campus de Alta Floresta (MT).

Instituição: Consultoria Florence - Agroecossistemas de produção pecuária.

Endereço: Rua do Cajueiro, 10 – Residencial das Mangueiras – Alta Floressta-MT, Brasil.

E-mail: florenceaf@hotmail.com

#### **Gustavo Caione**

Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus de Alta Floresta.

Endereço: Rua Emílio Caione, 228, setor A, centro. Alta Floresta – MT, Brasil.

E-mail: gcaione@unemat.br

#### **Evandro Luiz Schoninger**

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo / Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Mutum. Endereço:

Avenida das Garças, 1192 N - Jardim das Orquídeas, Nova Mutum – MT, Brasil.

E-mail: schoningerel@unemat.br

#### **Francielle Morelli Ferreira**

Mestra em Agronomia - UNESP/Botucatu - SP. Doutoranda em Agronomia - UNESP/Jaboticabal - SP

Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Mutum.

Endereço: Avenida das Garças, 1192 N - Jardim das Orquídeas, Nova Mutum – MT, Brasil.

E-mail: francielle@unemat.br

#### **Getulio de Freitas Seben Junior**

Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Jaboticabal (SP).

Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Mutum

Endereço: Avenida das Garças, 1192 N - Jardim das Orquídeas, Nova Mutum – MT, Brasil

E-mail: getulioseben@unemat.br

## **RESUMO**

As práticas agrícolas adotadas em agroecossistemas de pastagem, são responsáveis pela degradação, manutenção ou melhora dos atributos do solo. Os estoques de Carbono estão relacionados com as emissões de Dióxido de Carbono e Metano, dentro de um complexo processo biogeoquímico que determina o balanço entre a acumulação no solo e a emissão atmosférica. Dentre os atributos do

solo, a densidade e a porosidade determinam o espaço físico para a circulação de ar, água e nutrientes, favorecendo a diversidade da vida e influenciando nos processos biogeoquímicos. Os processos de compactação refletem significativas alterações nesses espaços e na relação volume e massa do solo, podendo inferir interpretações equivocadas do estoque de Carbono. Comparando Pastagem sob Manejo Convencional (PMC), Pastagem sob Manejo Intensificado (PMI) e uma área de referência em Floresta Nativa (FN), encontramos compactação expressiva em ambos os ambientes de pastagem com relação a área de referência. Os estoques de Carbono também refletiram diferença significativa em algumas camadas. A intensificação pecuária tem sido apontada como alternativa para reduzir os impactos da atividade agropecuária sobre as mudanças climáticas e a degradação dos recursos naturais, porém, é preciso conhecimento desses novos processos de produção, buscando sustentabilidade dos agroecossistemas.

**Palavras-chave:** “Atributos Físicos Solo”, “Estoque Carbono Solo”, “Intensificação Pecuária”, “Mudanças Climáticas”, e “Sustentabilidade”.

## ABSTRACT

The agricultural practices adopted in pasture agroecosystems are responsible for the degradation, maintenance or improvement of soil attributes. Carbon stocks are related to how carbon dioxide and methane are conducted, within a complex biogeochemical process that determines the balance between soil accumulation and atmospheric emission. Among the soil attributes, density and porosity determine the physical space for the circulation of air, water and nutrients, favoring the diversity of life and influencing biogeochemical processes. The compaction processes reflect relevant changes in spaces and soil volume and mass ratio, which may infer misinterpretations of carbon stock. Comparing Pasture under Conventional Management (PMC), Pasture under Intensified Management (PMI) and a reference area in Native Forest (FN), we found expressive compaction in both pasture environments in relation to a reference area. Carbon stocks also reflected the difference significantly in some layers. Livestock intensification has been pointed out as an alternative to reduce the impacts of agricultural activity on climate change and the degradation of natural resources, but it is necessary to know these new production processes, seeking sustainability of agroecosystems.

**Keywords:** "Physical Attributes Soil", "Soil Carbon Stock", "Livestock Intensification", "Climate Change", and "Sustainability".

## 1 INTRODUÇÃO

Mudanças no uso da terra alteram processos biogeoquímicos do solo, alterando além dos estoques de Carbono, as emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e Metano (CH<sub>4</sub>) para atmosfera. As emissões líquidas desses gases estão correlacionadas com as mudanças nas quantidades de Carbono estocado (FERNANDES; FERNANDES, 2008; URQUIAGA et. al., 2010; LAL, 2016; FUJISAKIA et. al., 2018).

Até a década de 1970, apenas a concentração de matéria orgânica do solo expressava o resultado de estoque em g kg<sup>-1</sup>. Posteriormente, passaram a ser considerados a densidade aparente e a espessura da camada de solo estudado, expressando os resultados por unidade de área (Mg ha<sup>-1</sup> de Carbono) (VELDKAMP, 1994; FERNANDES; FERNANDES, 2013).

Recentemente, esse cálculo é considerado insuficiente, uma vez que as práticas de uso do solo podem alterar diretamente a densidade e conseqüentemente a massa do solo. Considerar e comparar uma mesma profundidade de uma área cultivada e uma área sob vegetação nativa pode levar a interpretações equivocadas (FERNANDES; FERNANDES, 2008; OLIVEIRA et. al., 2014; ZANATTA; PULROLNIK; VIANA, 2015).

Sisti et. al. (2004) baseados nos trabalhos de Ellert e Bettany (1995) propõe uma metodologia de correção dos estoques pela massa equivalente, considerando uma área de referência, preferencialmente de mata nativa, afim de referenciar essa correção ao mais próximo da condição anterior à antropização. Carvalho et. al. (2009) propõe uma fórmula de mais simples aplicação, utilizada nesse trabalho.

A manutenção ou degradação das características originais do agroecossistema, são resultado da forma de uso do solo e suas alterações ao longo do tempo. A densidade e a porosidade do solo são os atributos que determinam a compactação e conseqüentemente a massa do solo por área. Torres et. al. (2014) descrevem que a degradação geralmente está associada na literatura com a lotação animal, perda de vigor da planta e aos atributos químicos, porém, estão negligenciados os aspectos da degradação física do solo. Carneiro et. al. (2009) reforçam que a manutenção e melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos, através de práticas conservacionistas, possibilita melhores condições de crescimento das plantas e favorece a vida no solo.

Carbone Carneiro et. al. (2009) e Soracco et. al. (2015) reconhecem a compactação como grave problema em sistemas de produção com grande atividade mecanizada, exercendo influência sobre várias propriedades e processos do solo, incluindo os biológicos. Lanzasova (2007), Torres et al. (2014) e Soracco et. al. (2015) incluem o pisoteio animal como importante fonte de compactação.

Neste trabalho demonstramos e discutimos o estoque de Carbono das áreas estudadas, calculados de duas formas, convencional e considerando a massa equivalente de uma área de referência. Apresentamos também, os resultados encontrados para densidade e porosidade, que explicam o estado de compactação. Correlacionamos esses atributos com o histórico de uso do solo nas áreas estudadas.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Fazenda São Matheus, que está localizada no município de Alta Floresta, MT (56°17'W e 09°45'S). A propriedade foi aberta em 1986 com plantio de cacau, tornando-se pastagem a partir de 1998. O solo foi classificado, segundo os critérios estabelecidos pela Embrapa (2013), como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura argilosa, com variação

textural insignificante entre as áreas. A precipitação pluviométrica média é de 2200 mm ao ano e o clima é do tipo Tropical de Savana (AW - Köppen-Geiger).

Foram estabelecidas três ambientes (Pseudo tratamentos): Pastagem com Manejo Convencional (PMC), Pastagem com Manejo Intensificado (PMI) e Floresta Nativa (FN). Em cada uma dessas áreas foram marcados grids com espaçamento de 15 metros entre linhas e 45 metros entre os pontos na linha (três linhas), totalizando 15 pontos de coleta em cada ambiente.

O ambiente PMC tem 20 anos de uso, sem correções registradas. Inicialmente formada com *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*. – vr Marandú) atualmente substituída naturalmente por *Brachiaria humidicula* (Syn. *Urochloa humidicula*) em 60% da área. Cerca de 20 % da área está sob solo descoberto, devido a Síndrome da Morte Súbita, ou coberta por outras plantas oportunistas. No ambiente PMI, houve uma reforma em 2013, com revolvimento do solo, calagem, adubação basal e substituição da *Brachiaria* pelo *Panicum maximum*, cultivar Mombaça (Syn. *Megathyrus Maximun*). No ambiente FN, são observados sinais de retirada de madeira, devido sulcos de pneu impressos, porém, os sinais de árvores cortadas demonstram longo tempo da antropização.

A densidade do solo, macro, micro e porosidade total foram determinados com uso de mesa de tensão e estufa (EMBRAPA, 1997). Foram utilizados anéis volumétricos de Kopecky para a coleta de amostras indeformadas, com o auxílio de um trado do tipo Uhland, nas camadas: 0-5, 5-10, 10-30, 30-60 e 60-100 cm. Nas mesmas camadas, os teores de Carbono, foram determinados pelo método de Walkley-Black modificado (EMBRAPA, 2017).

O estoque de carbono foi calculado pela fórmula de Veldkamp (1994). Os cálculos de correção do estoque por camadas foram feitos pelo método da massa equivalente preconizado por Carvalho et. al. (2009) e adaptado por Fernandes e Fernandes (2013).

A significância entre médias para cada variável e camada de solo entre os ambientes, foi calculada utilizando o software Sisvar. Através de uma anova, foi aplicado o teste f a 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na correção do estoque de Carbono, a diferença percentual entre EC e ECC, demonstra grande variação nas camadas superficiais até 30 cm relacionados com FN, tanto em PMC, quanto em PMI, (Tabela 1). A diferença entre os somatórios de EC e ECC, para cada ambiente (0 a 100cm) expressa uma variação considerável - 12,70% em PMC e 12,51% em PMI - em relação a FN.

Esses resultados encontrados correspondem a uma superestimação dos estoques de Carbono em PMC e PMI, quando desconsiderada a massa equivalente em relação uma área de referência (FN). Embora Fernandes e Fernandes (2008; 2013) relataram diferenças encontradas em outros casos, aqui encontramos diferença ainda mais considerável.

Tabela 1: Densidade Aparente (Ds), Carbono Orgânico Total (COT), Estoque de Carbono (EC), Estoque de Carbono Corrigido (ECC), Diferença entre EC e ECC e Porosidade (Macro, Micro e Total) em 5 camada de 3 usos de solo: PMC: Pasto Manejo Convencional (PMC); Pasto Manejo Intensificado (PMI); e Floresta Nativa (FN).

USO SOLO	SOLO (cm)	Ds (g cm <sup>3</sup> )	COT (g cm <sup>3</sup> )	EC (Mg ha <sup>-1</sup> )	ECC (Mg ha <sup>-1</sup> )	DIF. (%)	MICRO (%)	MACRO (%)	TOTAL (%)
PMC	0-5	1,44a	23,68c	16,88a	12,52a	- 25,83	27,99b	10,79b	38,78b
PMI		1,37a	28,71b	19,57a	15,23a	- 22,16	35,13a	6,77c	42,23b
FN		1,05b	33,31a	17,30a	17,30a	0	33,71a	19,66a	54,36a
PMC	5-10	1,48a	20,35a	15,01a	11,77a	- 21,58	28,16b	9,64b	37,80b
PMI		1,41a	19,97a	14,05a	11,64a	- 17,20	32,10a	9,14b	41,24b
FN		1,16b	19,96a	11,44a	11,44a	0	33,75a	16,50a	50,25a
PMC	10-30	1,48a	18,00b	53,27a	42,91a	- 19,44	24,85b	10,27b	35,12c
PMI		1,41a	12,55c	35,30b	30,05b	- 14,89	34,46a	8,82b	43,28b
FN		1,20b	21,80a	52,14a	52,14a	0	34,44a	15,28a	49,73a
PMC	30-60	1,27a	15,75a	59,73a	55,11a	- 7,74	29,48b	16,38a	45,86a
PMI		1,30a	15,96a	62,04a	55,89a	- 9,91	36,05a	11,33b	47,39a
FN		1,16b	18,29a	63,74a	63,74a	0	34,91a	14,65ab	49,57a
PMC	60-100	1,26a	15,17a	76,28ab	70,77ab	- 7,22	31,37b	15,55a	46,92a
PMI		1,30a	13,43a	69,51b	62,59b	- 9,95	37,32a	8,84b	46,16a
FN		1,17b	16,95a	79,68a	79,68a	0	35,29a	14,06a	49,35a
CV%		6,81	21,56	26,93	27,30		10,11	31,06	11,27

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna e camada de solo, não diferem entre si pelo teste f a 5% de probabilidade. Dif (%) é referente a diferença entre EC e ECC.

A área FN apresenta uma distribuição dos poros próxima do considerado ideal, uma relação 1:2 entre macro e micro poros, conforme a revisão bibliográfica de Ferreira, Tavares Filho e Ferreira (2010). PMC mantém essa relação nas duas últimas camadas, entre 30 e 100 cm, mas PMI não mantém essa relação em nenhuma camada. O aumento da densidade e diminuição da macroporosidade encontrada em PMC e PMI, são esperadas e bem documentadas na literatura em áreas sob ação antrópica (LANZANOVA, 2007; CARNEIRO et. al., 2009; FERREIRA; TAVARES FILHO; FERREIRA, 2010; TORRES et al., 2014; SORACCO et. al., 2015).

PMI expressa significativamente outra relação também descrita por Ferreira (2010) uma diminuição de macroporosidade concomitante com aumento de microporosidade, comum em casos de intensa mecanização e pisoteio animal. Isso de fato acontece nessa área, com carga animal acima de 4 UA/ha e tráfego de máquinas para adubação e calagem frequentes. Mesmo passando por revolvimento do solo em 2013, claramente há um novo processo de compactação até 30 cm, entre 2013 e 2017.

Em PMC, sob manejo convencional há 20 anos com baixa carga animal e sem manejos de adubação ou calagem, apresenta a porosidade significativamente menor até 30 cm, especialmente na camada entre 10 e 30 cm.

#### **4 CONCLUSÕES**

A compactação causada pela forma de uso nos dois sistemas de pastagem, demonstram alteração significativa na massa de solo por área, resultando diferença entre as formas de cálculo de estoque.

O cálculo de estoque de Carbono deve considerar a massa equivalente de uma área de referência, especialmente se o objetivo é comparar estoques entre áreas sob diferentes usos.

#### **AGRADECIMENTOS**

A Universidade do Estado do Mato Grosso (Unemat) e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (Fapemat), pelo apoio no desenvolvimento desse estudo, parte de minha dissertação de mestrado.

## REFERÊNCIAS

- CARBONE CARNEIRO M. A. et. al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33; n.1, p.147-157, 2009.
- CARVALHO, J.L.N. et. al. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazil Amazon. **Soil and Tillage Research**, v.103, n.2, p.342-349, 2009.
- ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal of Soil Science**, v.75, p.529-538, 1995.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573 p.
- FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M. **Cálculo dos estoques de carbono do solo sob diferentes condições de manejo**. Embrapa Pantanal-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2008. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAP-2009-09/56775/1/COT69.pdf>> Acesso em 08/08/2018.
- FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M.. **Atualização dos métodos de cálculo dos estoques de carbono do solo sob diferentes condições de manejo**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98578/1/COT95.pdf>> Acesso em 08/08/2018.
- FERREIRA R. R. M.; TAVARES FILHO J.; FERREIRA V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**. V.31, n.4, p.913-932, 2010.
- FUJISAKIA, K. et. al. Data synthesis of carbon distribution in particle size fractions of tropical soils: Implications for soil carbon storage potential in croplands. **Geoderma** v.313, n.1, p.41–51, 2018.
- LAL, R. Feeding 11 billion on 0.5 billion hectare of area under cereal crops. **Food Energy Security**. V.5, n.4, p.239–251, 2016.
- LANZANOVA M. E. et. al. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1131-1140, 2007.
- OLIVEIRA, P. P. A. et. al. **Protocolo para quantificação dos estoques de carbono do solo da rede de pesquisa Pecus**. Embrapa Pecuária Sudeste-Documents (INFOTECA-E), 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1006926>> Acesso em 08/08/2018.
- SISTI, C.P.J. et. al. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**. V.76, n.1, p.39-58, 2004.

SORACCO, C. G. et. al. Effects of compaction due to machinery traffic on soil pore configuration. **Revista Brasileira de ciência do solo**. V.39, n.2, p.408-415, 2015.

TORRES J. L. R. et.al. Resistência à penetração em área de pastagem de capim Tifton, influenciada pelo pisoteio e irrigação. **Bioscience Journal**. V.28, n.1, p.232-239, 2012.

URQUIAGA, S. et. al. Variações nos estoques de Carbono e emissões de gases de efeito estufa em solos em regiões tropicais e subtropicais do brasil: uma análise crítica. **Informações Agronômicas**. v.1, n.130, p.12-21, 2010.

VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, n.1, p.175-180, 1994.

ZANATTA, J. A.; PULROLNIK, K.; VIANA, J. H. M. **Protocolo para avaliação do estoque de carbono e de nitrogênio do solo em sistemas florestais–Projeto Saltus**. Embrapa Florestas- Documentos (INFOTECA-E), 2015. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/33888707.pdf>> Acesso em 08/08/2018.