

Estoque de carbono de um neossolo quartzarênico sob diferentes usos

Carbon stock in a quartzarenic neosol under different land uses

DOI: 10.34188/bjaerv6n1-080

Recebimento dos originais: 20/12/2022

Aceitação para publicação: 02/01/2023

Herbert Moraes Moreira Ramos

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Professor na Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Centro de Ciências Agrária
Rua João Cabral, 2231, Pirajá, CEP: 64002-150, Teresina - PI, Brasil
E-mail: moreiraramoss@hotmail.com

Ricardo Silva de Sousa

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Professor na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Centro de Ciências Agrárias, Departamento
de Engenharia Agrícola e Solos, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella. Teresina - PI,
Brasil
E-mail: ricardoss@ufpi.edu.br

Luís Alfredo Pinheiro Leal Nunes

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Professor na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Centro de Ciências Agrárias, Departamento
de Engenharia Agrícola e Solos, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella. Teresina - PI,
Brasil
E-mail: luisalfredo@ufpi.edu.br

Carlos Humberto Aires Matos Filho

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Professor na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Centro de Ciências Agrárias, Departamento
de Fitotecnia, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella
Teresina - PI, Brasil
E-mail: carloshumberto@ufpi.edu.br

Jacquecilene Santos de Moura

Mestre em Agronomia, pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Professora e pedagoga do Colégio Sagrado Coração de Jesus, Teresina - PI, Brasil
E-mail: jacquecilenesmoura@gmail.com

RESUMO

A transformação de ambientes naturais em ambientes de produção, somada ao manejo inadequado, pode comprometer significativamente as funções do solo, com perda da qualidade física, química e biológica, além de influenciar na dinâmica de entrada e saída de matéria orgânica do solo. Os Neossolos Quartzarênicos embora sejam considerados como de baixa aptidão agrícola, a uma demanda por novas áreas para o cultivo agrícola e o uso contínuo desses solos, com culturas anuais, pode acarretar rápida degradação, porém o manejo correto pode elevar o seu potencial produtivo em curto prazo. Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes usos do solo sobre o estoque de carbono de um Neossolo Quartzarênico no município de Codó no Estado do Maranhão. Amostras de solo foram coletadas em quatro perfis distintos, sendo em área de vegetação

natural, pastagem de sequeiro, pastagem irrigada e cultivada com culturas anuais. Foram coletadas amostras com estrutura deformada e indeformada, nas profundidades de: 0 a 20 e 20 a 40 cm, em minitrincheiras, com cinco repetições. Os atributos do solo determinados foram: análise granulométrica (teor de argila, silte e total de areia), potencial hidrogeniônico, teor de carbono orgânico total e densidade do solo. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, análises de correlação de Pearson e análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey (5%). O teor de carbono orgânico total variou entre 0,8 e 1,5 dag kg com média de 1,2 dag kg. As maiores correlações para o teor de carbono orgânico total foram observadas com o silte (-0,65), com o total de areia (0,63) e com teor de argila (0,51). O maior teor de carbono orgânico total foi observado em área de vegetação de natural e a menor foi para a área cultivada com culturas anuais. Foi observado uma redução do teor de carbono orgânico total nas profundidades de 20 a 40 cm em todas as áreas. O estoque de carbono orgânico e o carbono orgânico foram alterados pelos diversos usos do solo.

Palavras-chave: Matéria orgânica do solo, qualidade do solo, uso da terra

ABSTRACT

The transformation of natural environments into production environments, added to inadequate management, can significantly compromise soil functions, with loss of physical, chemical and biological quality, in addition to influencing the dynamics of input and output of organic matter from the soil. The Neossolos Quartzareno, although considered as of low agricultural aptitude, the demand for new areas for agricultural cultivation and the continuous use of these soils, with annual crops, can lead to rapid degradation, but the correct management can increase its productive potential in a short period of time. term. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of different land uses on the carbon stock of a Neossolos Quartzareno in the municipality of Codó in the State of Maranhão. Samples with deformed and undeformed structures were collected, at depths ranging from: 0 to 20 and 20 to 40 cm, in mini-trenches, with five replications. The determined soil attributes were: granulometric analysis (clay, silt and total sand content), hydrogen potential, total organic carbon content and soil density. The data were submitted to descriptive statistical analysis, Pearson's correlation analysis and analysis of variance and the Tukey test (5%) was applied. The total organic carbon content varied between 0.8 and 1.5 dag kg with an average of 1.2 dag kg. The highest correlations for total organic carbon content were observed with silt (-0.65), total sand (0.63) and clay content (0.51). The highest total organic carbon content was observed in the natural vegetation area and the lowest was in the area cultivated with annual crops. A reduction in the total organic carbon content was observed at depths from 20 to 40 cm in all areas. The organic carbon stock and the organic carbon were altered by the different land uses.

Keywords: Soil organic matter, soil quality, land use.

1 INTRODUÇÃO

Há consenso científico de que os ecossistemas terrestres apresentam importância no ciclo do carbono (C) e de que o solo é tido como seu maior reservatório (SILVA & MEDONÇA, 2007). Desse modo o conhecimento da variabilidade e espacialização dos estoques de carbono no solo é fundamental para a caracterização e monitoramento de uma dada área em relação à qualidade do solo (OLIVEIRA et al., 2015).

Vários autores destacam que os solos são um dos importantes reservatórios de carbono, responsáveis por armazenar 1.300 Gt a 2.000 Gt desse elemento até 1 m de profundidade (RESENDE et al., 2014; MAHECHA et al., 2010).

A qualidade do solo é considerada um dos fatores-chave para se alcançar a sustentabilidade de um sistema de produção, diante disso, torna-se importante estudar o efeito que o uso, o manejo e o tempo de utilização do solo promovem em seus atributos (WENDLING et al., 2005).

Os Neossolos Quartzarênicos se originam de depósitos arenosos e apresentam textura de areia ou areia franca até 2 m de profundidade, com teor de argila inferior a 15%. Embora sejam considerados como de baixa aptidão agrícola, a demanda por novas áreas para o cultivo agrícola, após a década de 1970, culminou com a incorporação desses solos para o sistema pastagem e, posteriormente, para o processo de produção de grãos (SPERA et al., 1999). Para os autores, o uso contínuo desses solos, com culturas anuais, pode acarretar rápida degradação, porém o manejo correto pode elevar o seu potencial produtivo em curto prazo.

Segundo Aduan et al. (2003), os dados sobre estoques de carbono em áreas de Cerrado encontram-se muito fragmentados. Esses autores ainda apresentam, em seu estudo, uma esquematização dos principais processos que influenciam os estoques e fluxos do carbono para a região do Cerrado brasileiro. Esse fato dificulta a correta interpretação dos estoques de carbono no solo, fazendo com que em alguns casos sejam utilizados parâmetros produzidos em outras savanas neotropicais.

Entretanto, estudos relacionados à qualidade do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo são ainda escassos na literatura (FREITAS et al., 2012).

Nesse sentido, conduziu-se esse trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes usos do solo sobre o estoque de carbono de um Neossolos Quartzareno no município de Codó no Estado do Maranhão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se na mesorregião do leste maranhense no município de Codó (MA). Área experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA (Fig. 1), com a localização geográfica: Área (PS) “04° 28’ 81” S e 43° 55’ 32” W; Área (PI) “04° 28’ 37” S e 43° 55’ 89” W ; Área (CA) “04° 28’ 19” S e 43° 55’ 13” W; Área (VN) “04° 28’ 82” S e 43° 55’ 14” W (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo



Os locais apresentam altitude de 48m e o clima é caracterizado como Aw, ou seja, megatérmico úmido e sub-úmido de inverno seco segundo a classificação de Köppen (LOPES SOBRINHO et al., 2015).

A temperatura média da região fica em torno de 27°C, com precipitação pluviométrica de 1.200 mm, sendo que de janeiro a março registra maior concentração de chuva. O solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico (LOPES SOBRINHO et al., 2015).

Amostras de solo foram coletadas, em quatro perfis distintos, em áreas de vegetação natural (VN), pastagem de sequeiro em capim Mombaça (sp.) (PS), pastagem irrigada em Braquiária Brizanta (PI) e cultivada com culturas anuais (CA).

Em cada solo foram coletadas amostras com estrutura deformada e indeformada, nas camadas de: 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m, em minitrincheiras, com cinco repetições.

Os atributos do solo determinados foram: análise granulométrica (teor de argila, silte e total de areia), potencial hidrogeniônico (pH), carbono orgânico Total (COT), densidade do solo (Ds) e estoque de carbono no solo (EC). As análises foram realizadas com o manual de métodos de análise de solo (DONAGEMA et al., 2011).

Os estoque de carbono no solo, nos diferentes sistemas sob estudo e em cada profundidades do solo, foram calculados pela seguinte formula: Estoque de EC ($t\ ha^{-1}$) = teor de COT ($g\ kg^{-1}$) x Ds x E/10, em que Ds = densidade do solo na profundidade ($kg\ dm^{-3}$) (média de cinco repetições) e E = espessura da camada de solo (cm) (VELDKAMP, 1994).

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, com análise da média, mínimo, máximo e desvio padrão, análises de correlação de Pearson e análise de variância (teste F) e aplicou-se o teste de Tukey (5%), para comparação das médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatística descritiva para os atributos dos solos com os valores de média, valor mínimo, valor máximo e desvio padrão, estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos atributos do solo de um Neossolo Quartzarênico, sob diferentes usos no município de Codó no Estado do Maranhão.

Atributos do solo	Média	Mín.	Max.	D. Padrão
Argila (g.g^{-1})	8,0	5,4	9,8	1,37
Silte (g.g^{-1})	7,0	1,8	13,7	3,92
Total de areia (g.g^{-1})	85	80	90	2,93
Potencial hidrogeniônico	6,2	5,9	6,9	0,31
Teor de carbono orgânico (dag.kg^{-1})	1,3	0,8	1,5	0,26
Densidade do solo (Mg.m^{-3})	1,8	1,6	1,9	0,08
Estoque de carbono (t. ha^{-1})	0,63	0,34	0,96	0,21

Os resultados da análise granulométrica obtidos nas amostras coletadas na área de estudo quanto à textura dos solos nas camadas foram semelhantes com média de 85%, 8% e 7% de areia, argila e silte, respectivamente permitindo classificá-lo na classe como Areia-franca. A classificação é descrita considerando o triângulo para classificação das classes texturais do solo, adotado pela EMBRAPA, (2006).

O potencial Hidrogeniônico variou entre 5,9 e 6,9 com média de 6,2. Segundo Castro & Hernani (2015), o pH desses solos indica acidez de elevada a média. Deve-se considerar à aplicação de calcário, nas áreas de pastagem e cultivada com culturas anuais.

Carvalho et al. (2015) avaliando as alterações ocorridas nos atributos físicos e químicos de um Neossolo Quartzarênico a partir de seus diferentes sistemas de uso e manejo, constataram elevada acidez na área de vegetação nativa de cerrado, nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm e valores para o pH do solo em área de pastagem reformada com 3 anos pH classificado como bom, ou seja, pH na faixa de 5,5-6,0.

O estoque de carbono variou entre 0,34 e 1,5 t. ha^{-1} com média de 0,63- t. ha^{-1} . Corroboram com esses resultados Jesus et al. (2019) compilando informações da literatura acerca das concentrações de C na camada superficial (0-30 cm) dos solos em Pernambuco, sob diferentes usos e coberturas observaram variação de estoque de carbono em Neossolos de 20,5 Mg ha^{-1} . Segundo Araújo Filho et al. (2000), os Neossolos Quartzarênicos são solos com textura muito arenosa, em geral areia ou areia franca assim apresenta baixa capacidade de estocar carbono

O carbono orgânico total variou entre 0,8 e 0,96 dag.kg^{-1} com média de 1,2 dag.kg^{-1} , esses resultados são considerados normais de modo geral, de 1-5% do solo é composto pelas frações orgânicas, sendo exceção alguns solos em condições ambientais específicas. Esta distribuição do carbono no solo depende de vários fatores, sendo exemplos o tipo do solo, o relevo, a cobertura ou

uso do solo, as condições climáticas, a vegetação natural predominante na área, as práticas de uso e manejo do solo, entre outros (MADARI et al., 2009).

A densidade do solo variou entre 1,6 e 1,9 Mg.m⁻³ com média de 1,8 Mg.m⁻³. Segundo Souza et al., 2019, a densidade do solo é influenciada pelo uso e manejo, que alteram a estrutura e o espaço poroso a ela associados, interferindo na porosidade total, distribuição de poros por tamanho, capacidade de aeração, a quantidade de água disponível, permeabilidade e taxa de infiltração Além disso, a mineralogia, textura e matéria orgânica devem ser consideradas, portanto, acredita-se, que devido os altos conteúdo da fração areia dos solos das áreas estudadas, pode ter influenciado também nos altos valores da densidade do solo.

Na Tabela 2 estão apresentados os dados da correlação de Pearson entre os atributos do solo sob diferentes usos.

Tabela 2 - Matriz de correlação entre os atributos do solo de um Neossolo Quartzarênico, sob diferentes usos no município de Codó no Estado do Maranhão.

Atributos	Coeficiente de correlação					
	COT	Ds	Argila	Silte	Total Areias	EC
COT	1,00 ^{ns}	-0,40 ^{ns}	0,51 ^{ns}	-0,65 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Ds		1,00 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Argila			1,00 ^{ns}	-0,81*	0,61 ^{ns}	-0,17 ^{ns}
Silte				1,00 ^{ns}	-0,96*	0,43 ^{ns}
Total Areias					1,00 ^{ns}	-0,50 ^{ns}
EC						1,00

*Correlações significativas a 5% de probabilidade e ^{ns} = correlações não significativas. COT = carbono orgânico total, EC = estoque de carbono e Ds = densidade do solo.

Não houve correlação significativa entre carbono orgânico total e estoque de carbono com atributos do solo analisados, as maiores correlações foram observadas com o silte (-0,65), o total de areia (0,63) e teor de argila (0,51). Corroboram com esses dados Sol et al. (2021), avaliando, propriedades físicas e carbono orgânico em camadas do solo sob diferentes usos e manejos nos cerrados do Oeste da Bahia, Brasil, esses autores não observaram correlação entre carbono orgânico total e estoque de carbono com a densidade do solo.

Na Tabela 3 é apresentada a análise de variância do carbono orgânico total, densidade do solo e estoque de carbono para a profundidades e uso do solo. Os coeficientes de variação foram relativamente baixos, corroborando com os resultados deste trabalho, Araújo et al. (2014), estudando a variabilidade espacial de atributos físicos de um Neossolo Flúvico submetido a diferentes tipos de uso e manejo verificaram coeficientes de variação baixos com exceção a resistência à penetração.

Tabela 3: Resumo da análise de variância da densidade do solo, carbono orgânico e estoque de carbono em função do uso do solo e da profundidade.

Fonte de variação	Quadrado médio		
	Ds	COT	EC
Uso do solo	0,0466 **	0,4231 **	0.09641 **
Profundidade	0,0084 ^{ns}	0,4951 **	1.04006**
US X P	0,0146**	0,1840**	0.06955**
CV%	2,87	3,85	4.45 %

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) e ^{ns} não significativo ($p \geq 0.01$). COT = carbono orgânico total, EC = estoque de carbono e Ds = densidade do solo.

De acordo com a Tabela 3, houve interação significativa entre os sistemas de manejo e as camadas do solo para as variáveis analisadas. Corroboram com esses resultados Fontenele et al. (2009), verificando alterações nos atributos físicos de um Latossolo Amarelo distrófico sob sistemas de manejo: plantio direto, preparo convencional, área-recém-desmatada, comparada à área de cerrado nativo onde constataram que houve diferenças significativas

Quanto ao uso do solo verifica-se o efeito significativo sobre densidade do solo, o estoque de carbono e teor de carbono orgânico. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Sol et al. (2021), avaliando a influência das propriedades físicas e carbono orgânico em camadas do solo sob diferentes usos e manejos nos cerrados do Oeste da Bahia, Brasil. onde constataram que houve diferenças significativas a 1% de probabilidade com relação aos sistemas de uso do solo.

Segundo Nanzer et al. (2019), a vegetação nativa possui ausência de ação antrópica, o que proporciona um ambiente favorável à manutenção da matéria orgânica do solo relacionada com a entrada de resíduos e pouca saída dos mesmos (GUARESCHI et al. 2012).

Quanto a profundidade das camadas verifica-se que não houve diferenças significativas com relação a densidade do solo e significativas para carbono orgânico total e o estoque de carbono. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2008), avaliando o efeito da produção no sistema plantio direto e da pastagem cultivada sobre os atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho-Amarelo, onde constataram que não houve diferenças significativas da densidade do solo com relação à profundidade de coleta nas áreas com plantio e pastagem cultivadas.

Verifica-se que não houve diferenças significativas da densidade do solo com relação à profundidade e diferentes sistemas usos com exceção para áreas cultivada com culturas anuais e vegetação natural, que apresentou uma densidade do solo menor (Tabela 4). A densidade do solo é influenciada pelo uso e manejo, que alteram a estrutura e o espaço poroso a ela associados, interferindo na porosidade total, distribuição de poros por tamanho, capacidade de aeração (SOUZA et al., 2019).

Tabela 4. Densidade do solo submetida a diferentes usos e manejos no município de Codó no Estado do Maranhão.

Profundidade	Densidade do solo			
	Uso do solo			
	PS	PI	CA	VN
0 -20	1,78aA	1,77aA	1,72bA	1,66aB
20 -40	1,77aA	1,78aA	1,86aB	1,63aC

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si. PS = pastagem de sequeiro em capim Mombaça, PI = pastagem irrigada em Braquiária Brizanta, CA = cultivada com culturas anuais, = VN vegetação natural.

Segundo Neto et al. (2018), estes resultados podem ser atribuídos à compactação promovida pelo pisoteio de animais no sistema silvipastoril, promovendo uma carga muito grande no solo em uma área bastante reduzida; pelo tráfego constante de maquinários nas atividades de roçagem na entrelinha do plantio e a constante exposição do solo aos fatores climáticos. Estes resultados também foram constatado por Jabro et al. (2016), os quais avaliaram o efeito da adoção de diferentes intensidades de manejo e utilização de maquinário em um solo franco-arenoso.

Quanto ao teor de carbono orgânico não houve diferenças significativas, com exceção para áreas cultivada com culturas anuais que apresentou o menor valor, como observada na observadas (Tabela 5). Resultado semelhantes foram observados por Troian et al. (2020), avaliando os teores de carbono orgânico total (COT) e os estoques de carbono (EstC) em diferentes sistemas de manejo conduzidos ao longo do tempo no município de Iguatemi (MS), Brasil.

O menor teor de carbono orgânico encontrado na área cultivada com culturas anuais demonstra que o sistema não foi eficiente em acumular C no solo, evidenciando falhas na forma de manejo adotado, pois não houve contribuições de entradas de C no solo quando da substituição da mata. A eliminação da vegetação florestal e sua substituição por agroecossistemas produzem efeitos negativos no ciclo de C, mediante a liberação simultânea de grandes quantidades de C acumuladas nos ecossistemas florestais ao longo do tempo (HARRIS et al., 2012; ZARIN, 2012).

A adoção de sistemas mais diversificados em relação a espécies cultivadas propicia benefícios no acúmulo de COT no solo (BODDEY et al., 2010).

Quanto a profundidade verifica-se uma diminuição do teor de carbono orgânico, outros autores têm encontrado na camada superficial do solo, valores maiores ou não diferentes, em teor de carbono orgânico e estoque de carbono, de solos com cultivo quando comparados aos solos com vegetação natural. Portanto, os resultados desse trabalho também se assemelham aos de Wink et al. (2013) também não encontraram diferença quando compararam solos com vegetação natural com eucalipto e Mascarenhas et al. (2017) confrontando solo coberto com mata, com pastagem e cacau em sistemas agroecológico. De acordo com a explicação de Parron et al. (2015), esses resultados podem ocorrer por que os estoques de carbono variam em função do tipo de solo, profundidade, clima, bioma e, principalmente, uso e manejo do solo.

Tabela 5. Carbono orgânico total submetido a diferentes usos e manejos no município de Codó no Estado do Maranhão.

Profundidade	Carbono orgânico total			
	Uso do solo			
	PS	PI	CA	VN
0 -20	1,48aA	1,42aA	1,00bA	1,50aA
20 -40	1,35aB	0,82cB	1,02bA	1,32aB

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si. PS = pastagem de sequeiro em capim Mombaça, PI = pastagem irrigada em Braquiária Brizanta, CA = cultivada com culturas anuais, = VN vegetação natural.

Nos quatros usos e manejos estudados, os maiores estoques de carbono no solo foram detectados nas áreas de vegetação natural, pastagem de sequeiro, camada de 0,00-0,20 m e com decréscimo em profundidade em todas as áreas de observadas (Tabela 6). Esses resultados foram semelhantes aos observados por Sol et al. (2021) e semelham-se aos de Coutinho et al. (2010), em que não detectaram diferenças significativas no estoque de carbono, entre solo com mata e com eucalipto e pastagem.

Tabela 6. Estoque de carbono submetido a diferentes usos e manejos no município de Codó no Estado do Maranhão.

Profundidade	Estoque de carbono			
	Uso do solo			
	PS	PI	CA	VN
0 -20	0.528a A	0.508a A	0.344b A	0.496a A
20 -40	0.962a B	0.584b B	0.758c B	0.862d B

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si. PS = pastagem de sequeiro em capim Mombaça, PI = pastagem irrigada em Braquiária Brizanta, CA = cultivada com culturas anuais, = VN vegetação natural.

Segundo Silva & Mendonça (2007) as gramíneas apresentam uma maior relação C/N e lignina/N, o que acarretará uma decomposição mais lenta do resíduo e o que favorece o aumento dos teores de carbono ligados a argila e silte, formando complexos organominerais O maior conteúdo de COT no cerrado nativo ocorre pelo maior aporte de resíduos vegetais oriundos de gramíneas, (GAZOLLA et al., 2015).

A vegetação nativa possui ausência de ação antrópica, o que proporciona um ambiente favorável à manutenção da matéria orgânica do solo relacionada com a entrada de resíduos e pouca saída dos mesmos (GUARESCHI et al. 2012). De acordo com Jakelaitis et al. (2008) ao estudar a qualidade da camada superficial de solo sob vegetação nativa, pastagem e áreas cultivadas constataram que os teores de COT diminuiram em função do uso do solo, de modo que, observaram os maiores teores de COT também em área de vegetação nativa. De acordo com esses autores tal constatação pode ser atribuída à maior deposição de resíduos orgânicos nos solos sob mata.

De acordo com a explicação de Parron et al. (2015), esses resultados podem ocorrer por que os estoques de carbono variam em função do tipo de solo, profundidade, clima, bioma e, principalmente, uso e manejo do solo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso e manejo do solo alterou o estoque de carbono orgânico, o carbono orgânico total e a densidade do solo. A avaliação do estoque de carbono orgânico total mostrou ser um atributo promissor para a avaliação da qualidade do solo.

Recomenda-se, portanto, a adoção de práticas de manejo do solo que visem a preservação e o aumento do estoque de carbono orgânico. Além disso, é importante que sejam realizados estudos para avaliar os efeitos das práticas utilizadas em longo prazo, a fim de garantir a sustentabilidade do uso do solo.

REFERÊNCIAS

- ADUAN, R. E.; VILELA, M. de F.; KLINK, C. A. Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres: o caso do cerrado brasileiro. 2003. 30 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 105).
- ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, I. A. R.; MELO FILHO, H. F. R.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco. Rio de Janeiro: **Embrapa solos**, Boletim de Pesquisa 11, 382, 2000.
- ARAÚJO, D. R., MION, R. L., SOMBRA, W. A., ANDRADE, R. R. de, & AMORIM, M. Q. (2014). Variabilidade espacial de atributos físicos em solo submetido à diferentes tipos de uso e manejo. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 101-115, 2014.
- BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CONCEICAO, P. C.; ZANATTA, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; GIACOMINI, S. J. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero till subtropical agriculture. **Global Change Biolog y**, v. 16, n. 2, p. 784- 795, 2010.
- CARVALHO de, R. P., DANIEL, O., DAVIDE, A. C., & SOUZA de, F. R. (2015). Atributos físicos e químicos de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 148-159, 2015.
- CASTRO, S. S. de, & HERNANI, L. C. Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade. **Embrapa Solos-Livro Técnico (INFOTECA-E)**. 2015.
- COUTINHO, R. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; TORRES, A. Q. A.; JANTALIA, C. P. Estoque de carbono e nitrogênio e emissão de N₂O em diferentes usos do solo na Mata Atlântica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.2, p.195-203, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200011>
- DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. M. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.
- EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p. 2006.
- FONTENELE, W., SALVIANO, A. A. C., & MOUSINHO, F. E. P. Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no cerrado piauiense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 194-202, 2009.
- FREITAS de, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; CURI, N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente1. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.3, p.417-428. 2012.
- GAZOLLA, P. R., GUARESCHI, R. F., PERIN, A., PEREIRA, M. G., & Rossi, C. Q. Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 693-704, 2015.
- GUARESCHI, R. F., PEREIRA, M. G., & PERIN, A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 36, p. 909-920, 2012.

HARRIS, N. L.; BROWN, S.; HAGEN, S. C.; SAATCHI, S. S.; PETROVA, S.; SALAS, W.; HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; LOTSCH, A. Baseline map of carbon emissions from deforestation in tropical regions. **Science**, v. 336, n. 6088, p. 1573-1576, 2012.

JABRO, J. D., IVERSEN, W. M., STEVENS, W. B., EVANS, R. G., Mikha, M. M., & ALLEN, B. L. Physical and hydraulic properties of a sandy loam soil under zero, shallow and deep tillage practices. **Soil and Tillage Research**, v. 159, p. 67-72, 2016.

JAKELAITIS, A., da Silva, A. A., dos SANTOS, J. B., & VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 118-127, 2008

JESUS, K. N., ALBUQUERQUE, E. R. G. M., SALES, A. T., & SAMPAIO, E. V. D. S. B. Estoques de carbono em solos de Pernambuco, Brasil (Carbon stocks in soil of Pernambuco state, Brazil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 3, p. 714-721, 2019.

LOPES SOBRINHO, O. P.; CASTRO JÚNIOR, W. L.; D. A. S. C.; XAVIER, R. S.; SILVA, L. F. B.; BRITO, A. D. **Determinação da velocidade de infiltração pelo método do infiltrômetro de anel em solo arenoso no município de Codó – MA**. In: XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2015, São Cristóvão, SE. Anais... Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. São Cristóvão, SE, 2015. p. 1479-1484.

MADARI, B.E.; CUNHA, T.J.F.; NOVOTNY, E.H.; MILORI, D M.B.P.; NETO, L.M.; BENITES, V.M.; COELHO, M.R.; SANTOS, G.A. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra preta de índio): Suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C.; MADARI, B.E.; LIMA, H.N.; WOODS, W. (Eds.). As terras pretas de índio da Amazônia: Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p.172-188, 2009.

MAHECHA, M. D.; REICHSTEIN, M.; CARVALHAIS, N.; LASSLOP, G.; LANGE, H.; SENEVIRATNE, S. I.; VARGAS, R.; AMMANN, C.; ARAIN, M. A.; CESCATTI, A.; JANSSENS, I. A.; MIGLIAVACCA, M.; MONTAGNANI, L.; RICHARDSON, A. D. Global convergence in the temperature sensitivity of respiration at ecosystem level. **Science**, v. 329, n. 5993, p. 838-840, Aug. 2010.

MASCARENHAS, A. R. P.; SCCOTI, M. S. V.; MELO, R. R.; CORRÊA, F. L. O.; SOUZA, E. F. M.; ANDRADE, R. A.; BERGAMIN, A. C. B.; MÜLLER, M. W.. Atributos físicos e estoques de carbono do solo sob diferentes usos da terra em Rondônia, Amazônia Sul-Occidental. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.37, n.89, p.19-27, 2017

NANZER, M. C., ENSINAS, S. C., BARBOSA, G. F., BARRETA, P. G. V., de OLIVEIRA, T. P., da Silva, J. R. M., & Paulino, L. A. Estoque de carbono orgânico total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no Cerrado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 136-145, 2019.

NETO, A. B. B., dos SANTOS, C. R. C., NORONHA, N. C., GAMA, M. A. P., CARVALHO, E. J. M., SILVA, A. R., ... & de SOUZA, P. Í. A. (2018). Matéria orgânica e atributos físico-hídricos de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 147-164, 2018.

OLIVEIRA, E. S., BRAGA, A. D. S., & ROIG, H. L. Estoques de carbono do solo segundo os componentes da paisagem. **Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, DF**, v. 32, n. 1/2, p. 71-93, jan./ago. 2015.

PARRON, L. M, RACHWAL M.F.G, MAIA C.M.B de F. Estoques de carbono no solo como indicador de serviços ambientais. In: Maria L, Parron, Ruiz J, et al. (eds) Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica. **Embrapa**, Brasília, p. 92–100. 2015.

RESENDE, M., Curi, N., REZENDE, S. B., CORRÊA, G. F., & KER, J. C. J. C. Pedologia: Base para distinção de ambientes, eds. **Editora UFLA**, 2014.

SILVA da, F. D. F., SILVA da F., O., CENTURION, J. F., ARATANI, R. G., ANDRIOLI, F. F., & ANDRIOLI, I. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho cultivado no sistema plantio direto. **Irriga**, v. 13, n. 2, p. 191-204, 2008.

SILVA, I. R.; MEDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 275-375, 2007.

SOL, P. J. S. N., de SOUZA SILVA, L., NETO, J. P. S., NUNES, H. B., & ROSA, V. A. Propriedades físicas e carbono orgânico em camadas do solo sob diferentes usos e manejos nos cerrados do Oeste da Bahia, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 8, p. 1-11, 2021.

SOUZA, L. S., MAFRA, A. L., SOUZA, L. D., SILVA, I., & KLEIN, V. A. Inter-relação entre manejo e atributos físicos do solo. *BERTOL, I.; MARIA, IC; SOUZA, LS. Manejo e conservação do solo e da água. Viçosa: SBSCS*, p. 193-243, 2019.

SPERA, S.T.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; CORREIA, J.R.; CUNHA, T.J.F. **Solos arenos-quartzosos do Cerrado**: características, problemas e limitações ao uso. Planaltina: Embrapa-CPAC, 48p. 1999.

TROIAN, D., SÉRGIO R., J., BATISTA N. M; L. F., BARROS O., J. M., de PIERRI C., S. C., & MARCIANO M., L. CARBONO ORGÂNICO E ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 13, n. 4, 2020.

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

WENDLING, B., JUCKSCH, I., MENDONÇA, E. D. S., & NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, p. 487-494, 2005.

WINK, C.; REINERT, D. J.; MÜLLER, I.; REICHERT, J. M.; JACOMET, L.. A idade das plantações de Eucalyptus sp. Influenciando o estoque de carbono. **Ciência Florestal**, v.23, n.2 p.333-343, 2013.

ZARIN, D. J. Carbon from tropical deforestation. **Science**, v. 336, n. 6088, p. 1518- 1519, 2012.