

## Estoque de carbono por pedotransferência de sistemas agroflorestais em diferentes classes de solo na Amazônia Sul Ocidental

Práticas de uso da terra como derrubada e queima estão entre os principais emissores de gás carbônico CO<sub>2</sub> na atmosfera. Os sistemas agroflorestais (SAF's) surgem como alternativas de uso dos recursos naturais, pois além de gerar diversos produtos de origem animal e vegetal são promotores em potencial, de serviços ecossistêmicos. Metodologias que se adequam a medição dos estoques de carbono do solo são dispendiosas e requerem rigor técnico. Equações de pedotransferência podem ser usadas para estimar a densidade do solo e consequentemente o estoque de carbono do solo, pois são de fácil aplicabilidade. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar e comparar o estoque de C obtido por meio de diferentes fórmulas/métodos em sistemas agroflorestais aos 28 anos da implantação e na floresta nativa, em três classes de solo. Foram avaliadas áreas com: Plintossolo Argilúvico Distrófico argissólico (FTd), Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico plintossólico (PVAf), e Latossolo Vermelho Distrófico concrecionário típico (LVd), no ramal Baixa Verde, Nova Califórnia (Rondônia). Em cada tipo de solo foram avaliados SAF's e áreas de floresta adjacentes. Em cada área foram abertas trincheira de 1 x 1 x 1,5 m para serem coletadas amostras de solo, descrição dos perfis e classificação dos solos. Na trincheira o solo foi coletado em seis profundidades de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm. Para os cálculos de densidade estimada foi utilizado equação de pedotransferência (BENITES et al., 2007). Utilizou-se dela para estimar os estoques de carbono nas diferentes áreas de uso e foi feita correção do estoque de carbono. A densidade estimada variou de 1,04 a 1,33 g.com-3 para as áreas de SAF's e 1,03 a 1,33 g.com-3 para as de floresta nativa. Nas estimativas de carbono estocado sem correção a área de Floresta LVd obteve maior valor absoluto de C 120,36 Mg.ha-1, para valores corrigidos de carbono o SAF 2 LVd obteve maior estoque 121,81 Mg.ha-1 em valores absolutos. Porém, não houve diferença estatística entre eles (p<0,05). A classe dos Latossolos Vermelhos foi a que obteve maior média de carbono estocado corrigido até 1 m 115,64 Mg.ha-1, seguido de Plintossolo Argilúvico com 82,21 Mg.ha-1 e Argissolo Vermelho Amarelo com 69,28 Mg.ha-1. Entre as áreas de uso os SAF's estocaram carbono de forma similar ao de uma floresta nativa, demonstrando seu potencial como captadores e armazenadores de CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** Carbono do solo; Densidade do solo; Serviços ambientais; Sistemas consorciados.

## Pedotransfer carbon stock of agroforestry systems in different soil classes in the South Western Amazon

Land use practices such as logging and burning are among the main emitters of CO<sub>2</sub> carbon dioxide in the atmosphere. Agroforestry systems (SAF's) emerge as alternative practices for the use of natural resources, because in addition to generating various products of animal and vegetable origin, they are potential promoters of ecosystem services. Methodologies that are suitable for measuring soil carbon stocks are expensive and require technical rigor. Pedotransfer equations can be used to estimate the soil density and consequently the carbon stock of the soil, as they are easy to apply. Thus, the objective of this work is to evaluate and compare the C stock obtained through different formulas / methods in agroforestry systems at 28 years of implantation and in the native forest, in three classes of soil. Areas were evaluated with: Argilúvico Dystrophic Argilúvico Plintossolo (FTd), Plintossolic Dystrophic Red Yellow Argisol (PVAf), and Typical Concretary Dystrophic Red Latosol (LVd), in the Baixa Verde, Nova Califórnia (Rondônia) branch. In each soil type, SAF's and adjacent forest areas were evaluated. In each area, a 1 x 1 x 1.5 m trench was opened to collect soil samples, profile description and soil classification. In the trench the soil was collected at six depths of 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80 and 80-100 cm. Pedotransfer equation (BENITES et al., 2007) was used for the estimated density calculations. It was used to estimate the carbon stocks in the different areas of use and correction of the carbon stock was made. The estimated density ranged from 1.04 to 1.33 g.com-3 for the SAF's areas and 1.03 to 1.33 g.com-3 for the native forest. In the estimates of carbon stored without correction, the area of Forest LVd obtained the highest absolute value of C 120.36 Mg.ha-1, for values of carbon corrected the SAF 2 LVd obtained the greatest stock 121.81 Mg.ha-1 in absolute values. However, there was no statistical difference between them (p < 0.05). The class of the Red Latosols was the one that obtained the highest average of corrected stored carbon up to 1 m 115.64 Mg.ha-1, followed by the Argilúvico Plintossolo with 82.21 Mg.ha-1 and Red Yellow Argisol with 69.28 Mg. ha-1. Among the areas of use, SAF's stocked carbon in a similar way to that of a native forest, demonstrating their potential as CO<sub>2</sub> capture and storage.


**Keywords:** Soil carbon; Soil density; Environmental services; Consortium systems.


Topic: **Ciências do Solo**


Received: **05/04/2022**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Approved: **23/04/2022**

**Giordano Bruno da Silva Oliveira**   
Universidade Federal do Acre, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6921152217766876>  
<https://orcid.org/0000-0003-2642-711X>  
[giordano.silva@gmail.com](mailto:giordano.silva@gmail.com)

**Maria Cristiana de Freitas da Costa**   
Instituto Federal de Rondônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5077293669107785>  
<https://orcid.org/0000-0001-7914-4987>  
[crisfreitasczs@gmail.com](mailto:crisfreitasczs@gmail.com)

**Tadário Kamel de Oliveira**   
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1453828187382680>  
<https://orcid.org/0000-0003-3068-299X>  
[tadario.oliveira@embrapa.br](mailto:tadario.oliveira@embrapa.br)

**Eufan Ferreira do Amaral**   
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6968623829750832>  
<https://orcid.org/0000-0002-9745-2104>  
[eufan.amaral@embrapa.br](mailto:eufan.amaral@embrapa.br)

**Nilson Gomes Bardales**   
Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4235213417465849>  
<https://orcid.org/0000-0001-8937-521X>  
[nilsonbardales@gmail.com](mailto:nilsonbardales@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.004.0001

### Referencing this:

OLIVEIRA, G. B. S.; OLIVEIRA, T. K.; BARDALES, N. G.; COSTA, M. C. F.; AMARAL, E. F.. Estoque de carbono por pedotransferência de sistemas agroflorestais em diferentes classes de solo na Amazônia Sul Ocidental. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.4, p.1-13, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.004.0001>

## INTRODUÇÃO

A combustão de derivados de petróleo libera grandes quantidades de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, que dentre outros efeitos tem elevado a temperatura na Terra com modificação da paisagem e do clima. O último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2018) afirma que o aquecimento global pode causar impactos duradouros e irreversíveis nos ecossistemas terrestres e oceânicos se não houver medidas de mitigação no setor energético e de recursos, que reduzam as emissões de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) na atmosfera.

O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014) estima aumento da temperatura de 5°C a 6°C e redução do volume de chuvas de 40% a 45% na região Amazônica até final do século XXI. Neste cenário, diversos setores da sociedade têm buscado formas de produção refreadoras às mudanças climáticas. No setor agrícola, os sistemas agroflorestais (SAF's) vêm se destacando como modelos alternativos de uso da terra, que limitam a emissão de gases poluentes na atmosfera.

Os SAF's consorciavam atividades agrícolas, pecuárias e silviculturais numa mesma área, de forma sinérgica sequencial ou simultaneamente (PLANO ABC, 2012). A presença de indivíduos arbóreos na configuração do arranjo é fundamental no aporte e retenção de matéria orgânica no solo (YOUNG, 1991), que potencializa o uso da terra e os recursos naturais do meio ambiente (ONG et al., 1991). Os SAF's caracterizam-se como meios de produção atenuadores às mudanças climáticas (BALBINO et al., 2012; KOOHAFKAN et al., 2012; MBOW et al., 2014; SCHEMBERGUE et al., 2017), operando como sumidouros de GEE, com mínimo de energia gasta na ação do uso da terra (ARMACOLO et al., 2015; CASTRO et al., 2017).

Estudos sobre sistemas agroflorestais têm avançado pontualmente, principalmente nos biomas Mata Atlântica e Amazônia, o primeiro sendo o mais estudado e com maior número de publicações (SOUZA et al., 2017). Apesar deste avanço, há carência de estudos sobre métodos de fixação de carbono em sistemas agroflorestais na Amazônia, principalmente com a presença de espécies nativas no arranjo do sistema (DIAS et al., 2015).

Os solos amazônicos possuem alta variabilidade espacial de suas classes de solo em função da geologia, relevo, clima e vegetação (BRITO et al., 2010). Nos SAF's a diversidade destes fatores pode gerar incertezas principalmente na estimativa de carbono no solo, tendo como principal fator de dificuldade a heterogeneidade da vegetação presente (NAIR et al., 2009).

Além destes, a estimativa do estoque de carbono depende de outros fatores: teor de matéria orgânica, espessura e densidade do solo. A densidade é um dos parâmetros de maior incerteza (TAALAB et al., 2012) pois a coleta de amostras indeformadas pelo método do anel volumétrico é trabalhosa e exige rigor técnico (BARROS et al., 2015). Comumente, estimativas de estoque de carbono do solo são obtidas por meio de valores médios de densidade e concentração de carbono no solo (BERNOUX et al., 1998).

A predição da densidade do solo por meio de equações de pedotransferência vem sendo explorada como método na determinação dos parâmetros do solo. Utilizando atributos físicos e químicos para gerar estimativas de densidade do solo, estas metodologias podem ser eficientes para representar medidas diretas

deste parâmetro quando não houver acesso a estas informações (BENITES et al., 2007).

Pesquisas mais detalhadas sobre o carbono estocado nos sistemas agroflorestais, ainda são incipientes e carecem de informação direcionadas a ambientes específicos. Diante disso, o trabalho teve como objetivo avaliar e comparar o estoque de carbono obtido por meio de diferentes métodos em sistemas agroflorestais aos 28 anos da implantação e na floresta nativa, em três classes de solo, na região Norte do país.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Amazônia Sul-Ocidental, nos limites entre os Estados do Acre e de Rondônia, em oito áreas situadas em propriedades rurais no Distrito de Nova Califórnia-RO (município de Porto Velho). As áreas têm como rede viária principal a Rodovia Federal BR 364 (Figura 1).

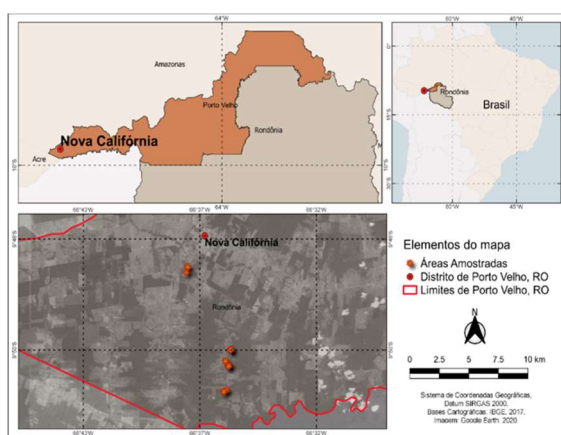


Figura 1: Região de inserção das áreas, Amazônia Sul-Ocidental, Brasil.

Nesta região o clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas. A temperatura média entre os anos de 2016 e 2018, foi de 27,1 °C e a precipitação média 2018,9 mm, em Porto Velho (INMET, 2020).

## Caracterização das áreas de estudo

Os sistemas agroflorestais foram implantados e conduzidos em áreas de produtores, localizadas no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, RO, a 09° 51' 06,00" S e 66° 35' 52,41" W. Antes da implantação dos SAF's (1990), as áreas eram cobertas com Floresta Nativa e foram submetidas ao sistema de derruba e queima.

A implantação dos SAFs seguiu um modelo sequencial. As espécies perenes do sistema foram cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.), pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.). Nos anos iniciais foram implantados cultivos temporários de milho, arroz, mandioca e feijão. Em geral os consórcios foram implantados no espaçamento 4 x 7 m, sendo duas linhas de cupuaçuzeiro (4 m x 7 m) + 14m: 240 plantas/ha; alternadas com linhas de castanheiras e pupunheiras para produção de sementes. As castanheiras plantadas a cada 12 m nas linhas (40 plantas/ha), com duas plantas de pupunha entre cada castanheira (a cada 4 m) (80 plantas/ha).

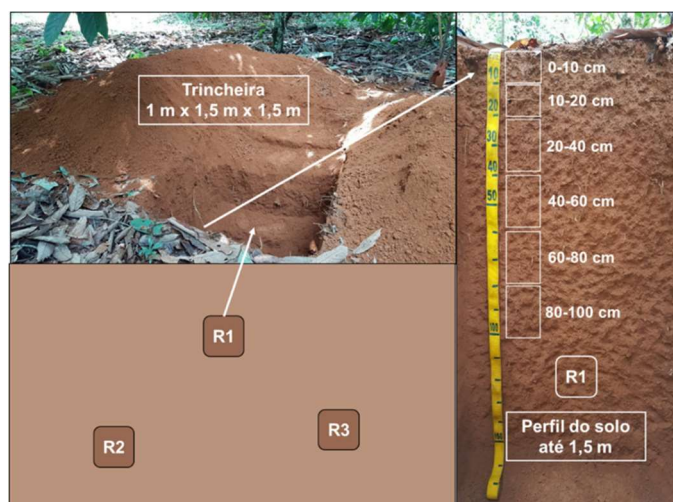
Os SAFs na ocasião dos estudos possuíam 28 anos de idade, com composições similares na estrutura física. Os tratos culturais empregados são pequenas intervenções, geralmente restritos à roçagens eventuais, uma poda anual e coleta de frutos (SILVA, 2018). A área de floresta nativa utilizada foi classificada como Floresta Tropical Subperenifólia (COUTO, 2010), do tipo densa e alta.

#### Descrição da coleta de dados nas áreas dos SAF's e floresta

As coletas de solo foram realizadas nos meses de março a abril de 2019, com temperatura média de 25,5° C e precipitação de 250 mm no período<sup>1</sup>. As áreas foram selecionadas em uma toposequência, que iniciou no local de menor altitude, próximo ao rio Abunã, até o topo da paisagem, em sentido a BR 364.

Oito áreas amostrais foram escolhidas, cinco sistemas agroflorestais e três florestas nativas adjacentes como referência. Em cada local foi selecionado, inteiramente ao acaso, três pontos para coleta do solo, sendo um ponto selecionado para abertura da trincheira e coletas de amostras deformadas e indeformada e outros dois pontos equidistantes a partir de 50 m, para coleta de amostras deformadas com trado holandês.

Para classificação e categorização das camadas do solo foi aberto uma trincheira nas dimensões 1 x 1 x 1,5 m. Após descrição do perfil foi feita amostragem indeformada utilizado anel volumétrico de aproximadamente 100 cm<sup>3</sup> para determinação da densidade do solo (BRASIL, 1997). A coleta do solo ocorreu também para fins de análise química, ambas em seis profundidades (figura 2).



**Figura 2:** Esquema da coleta das amostras do solo por área amostrada no Ramal Baixa Verde, Nova Califórnia, Porto Velho, RO. A = Pontos de coleta escolhidos ao acaso; B = Trincheira aberta; C = Descrição do perfil do solo e camadas amostrais.

O solo colhido foi armazenado em sacos plásticos com capacidade para 2 kg. Cada ponto de coleta foi considerado uma repetição e georreferenciado com GPS Garmin MAP 76CSx. As coletas foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Embrapa Acre, Rio Branco - Acre e Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais para procedimento das análises físicas e químicas.

As áreas amostrais foram classificadas em três classes de solo. Para o Plintossolo Argilúvico Distrófico

<sup>1</sup> <https://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>

argissólico foi amostrado um SAF e uma área de Floresta Nativa. No Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico plintossólico e Latossolo Vermelho Distrófico típico foram amostradas duas áreas de SAF's e uma de Floresta Nativa em cada tipo de solo (tabela 1).

**Tabela 1:** Áreas amostrais, classes de solo, altitude e coordenadas geográficas.

Área	Classe*	Altitude	Latitude	Longitude
		(m)	Sul	Leste
Floresta	FTd	137	09° 52' 12"	66° 36' 05"
Floresta	PVAf	130	09° 51' 01"	66° 35' 52"
Floresta	LVD	186	09° 47' 01"	66° 37' 48"
SAF	FTd	125	09° 52' 08"	66° 35' 57"
SAF 1	PVAf	127	09° 51' 04"	66° 35' 51"
SAF 2	PVAf	132	09° 50' 53"	66° 36' 01"
SAF 1	LVD	181	09° 46' 47"	66° 37' 47"
SAF 2	LVD	163	09° 50' 21"	66° 35' 47"

FTd – Plintossolo Argilúvico Distrófico argissólico, PVAf – Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico plintossólico e LVD – Latossolo Vermelho Distrófico concrecionário típico. FN – Floresta Nativa, SAF – Sistema Agroflorestal. \*De acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (SANTOS et al., 2013).

### Variáveis analisadas

Os atributos físicos do solo foram determinados utilizando metodologia de Brasil (1997). Foram obtidos resultados de cada amostra por meio da análise granulométrica (teores de argila, silte, areia fina e grossa) e da densidade do solo pelo método do anel volumétrico (MAV).

A densidade do solo foi determinada ainda por meio da equação de pedotransferência (PTF) proposta por Benites et al. (2007). Esta fórmula utiliza atributos do solo para prever a densidade do solo por meio do teor de argila, carbono orgânico e soma de bases, conforme equação.

$$DS = 1,56 - (0,0005 \times \text{Argila}) - (0,01 \times C) + (0,0075 \times S)$$

Onde: DS é a densidade do solo em g.cm<sup>-3</sup>; Argila é o conteúdo de argila em g.kg<sup>-1</sup>; C é o conteúdo de carbono orgânico em g.kg<sup>-1</sup>; e S é a soma de cátions (Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>) cmol<sub>c</sub>.cm<sup>-3</sup>. A densidade do solo por meio do anel volumétrico (MAV) e de pedotransferência (PTF), foram determinados para seis camadas: 0-10; 10-20; 20-40; 40-60; 60-80 e 80-100 cm de profundidade.

Outra variável analisada foi o estoque de carbono (C) até 1 metro de profundidade, obtido pelo somatório do estoque de C em cada camada de solo amostrada, estimado de quatro formas (equações): Estoque de C MAV (Mg *C<sub>soil</sub>* ha<sup>-1</sup>) = teor de C x espessura da camada x densidade do solo MAV; Estoque do C PTF (Mg ha<sup>-1</sup>) = teor de C x espessura da camada x densidade do solo PTF; Estoque do C corrigido MAV (Mg ha<sup>-1</sup>) = teor de C corrigido x espessura da camada corrigida x densidade do solo MAV; Estoque do C corrigido PTF (Mg ha<sup>-1</sup>) = teor de C corrigido x espessura da camada corrigida x densidade do solo PTF

Nas equações iii e iv, os resultados do teor de C foram ajustados pela razão entre o teor de argila de referência (vegetação nativa) e teor de argila da área de uso da terra, pois as variações nos níveis de C são altamente associadas ao teor de argila (MORAES et al., 1996).

$$C_{\text{corrigido}} (g \text{ kg}^{-1}) = C_{\text{tratamento}} (g \text{ kg}^{-1}) \times \left[ \frac{\text{argila}_{\text{referência}} \%}{\text{argila}_{\text{tratamento}}} \right]$$

Da mesma forma, a espessura da camada de solo considerada foi corrigida, pois conforme Ellert et al. (1995), o estoque de C deve ser corrigido para a mesma massa de solo, incluindo a relação entre a

densidade de referência (vegetação nativa) e a densidade do solo de cada sistema de uso na sua respectiva profundidade, conforme a equação abaixo, adaptada de Fernandes e Fernandes (2013):

$$Espessura_{corrigida} (cm) = \left[ \frac{densidade_{referência} (g\ cm^{-3})}{densidade_{tratamento}} \right] \times espessura_{tratamento} (cm)$$

Após as correções, o estoque de carbono (convertido para  $Mg\ ha^{-1}$ ) foi determinado através da multiplicação do carbono orgânico corrigido, espessura da camada corrigida e densidade do solo MAV (equação iii) e densidade do solo PTF (equação iv).

$$Estoque\ do\ CO (Mg\ ha^{-1}) = C_{corrigido} \times Espessura_{corrigida} \times Densidade_{tratamento}$$

## **Delineamento experimental e análises estatísticas**

Primeiramente foram verificados os pressupostos da análise de variância: a normalidade dos resíduos verificadas pelo teste de Shapiro et al. (1965) e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene (1960).

Inicialmente, o estoque de carbono obtido pelo método do anel volumétrico (Estoque de  $C_{D_{MAV}}$ ), pela equação de pedotransferência (Estoque de  $C_{D_{PTF}}$ ) e estoque de carbono corrigido (Estoque de  $C_{D_{MAV\ corrigida}}$  e Estoque de  $C_{D_{PTF\ corrigida}}$ ) a partir dos perfis de cada área de estudo e tipo de solo, foram submetidos a teste t de Student, para fins de comparação entre os métodos de estimativa do estoque de C até 1 metro de profundidade.

Para análise dos valores de estoques de C até 1 metro obtidos via equação de PTF e  $PTF_{corrigida}$ , adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, considerando os tratamentos como as formas de uso da terra SAFs e floresta em diferentes tipos de solo. Os dados foram submetidos a ANAVA e ao teste de agrupamento de médias Scott Knott ( $P < 0,05$ ) para os diferentes usos tipos de solo.

Para avaliar o estoque de carbono por camada de solo e outros atributos como densidade ( $D_{PTF}$  e  $D_{PTF\ corrigida}$ ), teor de matéria orgânica, carbono orgânico, argila,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$ , adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com três repetições. Os diferentes usos em cada tipo de solo constituíram as parcelas e as camadas de solo (0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100) as subparcelas. Os dados foram submetidos a ANAVA e para as variáveis que apresentaram efeito significativo, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS**

O carbono do solo obtido por meio da densidade medida (MAV) e estimada (PTF) atenderam aos pressupostos da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) e homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene ( $p > 0,05$ ). Ao comparar as médias verificou-se que não houve significância ( $p > 0,05$ ) entre as médias dos estoques de carbono acumulado até 1 m de profundidade (tabela 2).

O estoque de carbono acumulado corrigido (MAV) em comparação ao estoque de carbono acumulado estimado corrigido (PTF) não apresentou significância ( $p < 0,05$ ) entre as áreas de SAF's

amostradas (tabela 2).

**Tabela 2:** Comparação entre os métodos de carbono calculado por meio da densidade medida (MAV) com o carbono calculado por meio da densidade estimada (PTF), e carbono corrigido por meio da densidade medida (MAV) com o carbono corrigido pela densidade estimada (PTF) até 1 m de profundidade para o uso da terra e solo.

Uso da terra / Solo	Estoque C D <sub>MAV</sub>	Estoque C D <sub>PTF</sub>		Estoque C D <sub>MAV corrigida</sub>	Estoque C D <sub>PTF corrigida</sub>	
<b>SAF FTd</b> ----- Mg ha <sup>-1</sup> -----						
Média C por horizonte	19,6	17,7	ns	16,7	15,0	ns
C acumulado (1 m)	117,8	106,2		100,3	89,8	
<b>Floresta FTd</b>						
Média C por horizonte	12,34	12,93	ns			
C acumulado (1 m)	74,1	77,6				
<b>SAF PVAf</b>						
Média C por horizonte	10,9	10,0	ns	8,5	7,7	ns
C acumulado (1 m)	65,7	60,0		50,15	46,0	
<b>Floresta PVAf</b>						
Média C por horizonte	10,4	12,7	ns			
C acumulado (1 m)	62,2	67,2				
<b>SAF 1 LVd</b>						
Média C por horizonte	17,2	16,6	ns	14,9	14,5	ns
C acumulado (1 m)	103,0	99,8		89,7	87,03	
<b>SAF 2 LVd</b>						
Média C por horizonte	26,3	21,3	ns	20,7	16,8	ns
C acumulado (1 m)	131,7	106,7		103,6	84,2	
<b>Floresta LVd</b>						
Média C por horizonte	18,0	18,2	ns			
C acumulado (1 m)	108,2	109,0				

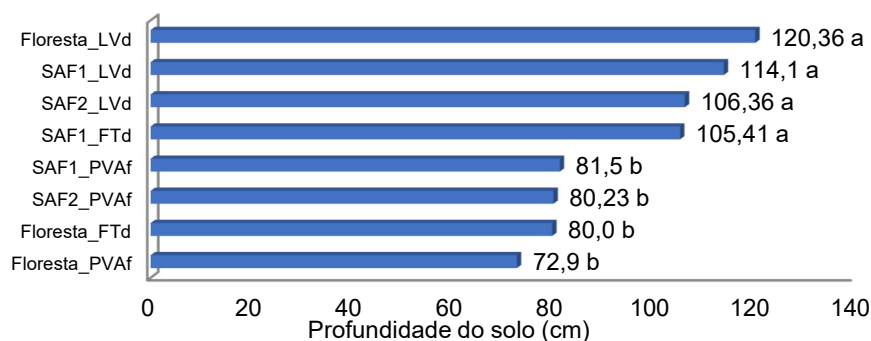
O carbono estocado corrigido por meio da densidade medida (MAV) e estimada (PTF) atenderam aos pressupostos da normalidade dos dados e homogeneidade de variâncias. Ao comparar as médias verificou-se que não houve significância ( $p > 0,05$ ) entre as médias dos estoques de carbono acumulado até 1 m de profundidade nos SAF's amostrados. Demonstrando que os atributos físicos destes sistemas se assemelham as áreas de florestas nativas próxima a eles (tabela 3).

**Tabela 3:** Comparação entre o método de carbono calculado por meio da densidade medida (MAV) com o carbono corrigido, e o método de carbono calculado por meio da densidade estimada (PTF) com o carbono corrigido até 1 m de profundidade para o uso da terra e solo

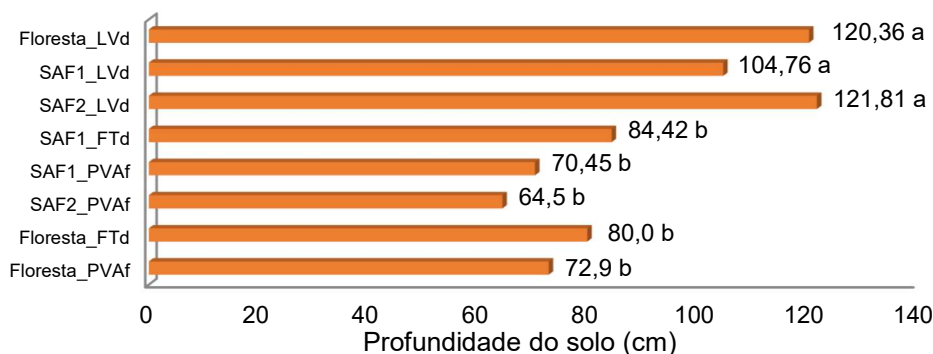
Uso da terra / Solo	Estoque C D <sub>MAV</sub>	Estoque C D <sub>MAV corrigida</sub>		Estoque C D <sub>PTF</sub>	Estoque C D <sub>PTF corrigida</sub>	
<b>SAF FTd</b> ----- Mg ha <sup>-1</sup> -----						
Média C por horizonte	19,6	16,7	ns	17,7	15,0	ns
C acumulado (1 m)	117,8	100,3		106,2	89,8	
<b>SAF 1 PVAf</b>						
Média C por horizonte	10,9	8,3	ns	10,0	7,7	ns
C acumulado (1 m)	65,7	50,2		60,0	46,0	
<b>SAF 1 LVd</b>						
Média C por horizonte	17,1	14,9	ns	16,6	14,5	ns
C acumulado (1 m)	103,0	89,7		99,8	87,0	
<b>SAF 2 LVd</b>						
Média C por horizonte	26,3	20,7	ns	21,3	16,8	ns
C acumulado (1 m)	131,7	103,6		106,7	84,2	

Utilizando o parâmetro da densidade estimada para realizar o cálculo do carbono estocado até 1 m de profundidade, verificou que as áreas Floresta LVd 120,36 Mg.ha<sup>-1</sup>, SAF 1 LVd 114,10 Mg.ha<sup>-1</sup>, SAF 2 LVd 106,36 Mg.ha<sup>-1</sup> e SAF FTd 105,41 Mg.ha<sup>-1</sup> apresentaram valores superiores as demais (figura 3).

Com relação ao estoque de carbono até 1 m de profundidade pelo método da densidade estimada (PTF) corrigida, as áreas SAF 2 LVd 121,81 Mg.ha<sup>-1</sup>, Floresta LVd 120,36 Mg.ha<sup>-1</sup> e SAF 1 LVd 104,76 Mg.ha<sup>-1</sup> apresentaram valores superiores as demais (figura 4).



**Figura 3:** Estoque de C até 1 m de profundidade pelo método da densidade estimada (Mg.ha<sup>-1</sup>). Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (p<0,05).



**Figura 4:** Estoque de C até 1 m de profundidade pelo método da densidade estimada corrigida (Mg.ha<sup>-1</sup>). Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (p<0,05).

O estoque de carbono (densidade estimada) variou em todas as camadas de cada sistema de uso da terra. Na camada inicial (0-10 cm) os maiores estoques foram atribuídos ao SAF1 LVd 28,18 Mg.ha<sup>-1</sup>, Floresta LVd 26,63 Mg.ha<sup>-1</sup>, SAF FTd 25,52 Mg.ha<sup>-1</sup>, Floresta FTd 24,38 Mg.ha<sup>-1</sup> e SAF1 PVAf 23,51 Mg.ha<sup>-1</sup> (tabela 4).

Áreas provenientes de Latossolo e Plintossolo obtiveram maior acúmulo de carbono nas seis profundidades, com destaque para a Floresta LVd que obteve superioridade nas camadas intermediárias (10-40 cm).

Já solos Argilosos tendem a ter decréscimo do acúmulo de carbono a profundidades até 1 m independente do sistema de uso da terra, pois SAF e floresta nativa PVAf obtiveram perda gradual de carbono estocado ao longo da profundidade. O estoque de carbono corrigido (densidade estimada) apresentou pouca variação nas camadas abaixo de 60 cm em relação ao uso da área. O carbono estocado no SAF FTd não variou em nenhuma camada. Também, não houve variação da matéria orgânica entre camadas e sistemas de uso.

**Tabela 4:** Estoque de carbono (C De), estoque de carbono corrigido (C Dec) e matéria orgânica (MO) para diferentes camadas de solo (0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm) e usos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (p<0,05). Letras minúsculas entre o uso da terra por camada e maiúscula entre camada por uso da terra.

Uso / Camada	C De		C Dec		MO	
	Mg.ha <sup>-1</sup>					
	0-10 cm					
Floresta FTd	24,38	a A	24,38	a A	3,36	c A
Floresta LVd	26,03	a A	26,03	a A	4,37	a A
Floresta PVAf	20,81	b A	20,81	b A	2,91	c A
SAF1 LVd	28,18	a A	25,85	a A	4,64	a A
SAF1 PVAf	23,51	a A	16,91	b A	3,23	c A
SAF2 LVd	20,43	b A	30,20	a A	2,82	c A



SAF2 PVAf	18,28	b A	13,23	b A	2,42	c A
SAF FTd	25,52	a A	18,07	b A	3,83	b A
10-20 cm						
Floresta FTd	12,39	b C	12,39	b C	1,61	c B
Floresta LVd	20,29	a B	20,29	a B	3,29	a B
Floresta PVAf	14,65	b B	14,66	a A	2,16	c B
SAF1 LVd	15,89	b C	14,51	a B	2,55	b B
SAF1 PVAf	14,57	b C	9,73	b B	1,95	c B
SAF2 LVd	12,45	b B	18,63	a B	1,68	c B
SAF2 PVAf	9,81	b B	6,47	b B	1,28	c B
SAF FTd	13,07	b B	12,21	b A	1,75	c B
20-40						
Floresta FTd	16,61	c B	16,60	c B	1,08	b B
Floresta LVd	28,21	a A	28,20	b A	2,22	a C
Floresta PVAf	20,67	b A	20,67	c A	1,50	b C
SAF1 LVd	23,79	b B	25,45	b A	1,89	a C
SAF1 PVAf	17,01	c B	15,36	c A	1,14	b C
SAF2 LVd	22,26	b A	33,63	a A	1,55	b B
SAF2 PVAf	16	c A	14,23	c A	1,08	b B
SAF FTd	21,13	b A	16,56	c A	1,48	b B
40-60						
Floresta FTd	11,37	b C	11,37	b B	0,74	b C
Floresta LVd	19,17	a B	19,16	a B	1,48	a D
Floresta PVAf	10,05	b C	10,04	b B	0,70	b D
SAF1 LVd	21,33	a B	18,79	a B	1,68	a C
SAF1 PVAf	11,71	b C	10,04	b B	0,81	b C
SAF2 LVd	21,2	a A	24,78	a B	1,48	a B
SAF2 PVAf	13,62	b A	12,28	b A	0,94	b B
SAF FTd	17,12	a B	14,11	b A	1,21	a B
60-80						
Floresta FTd	9,29	b C	9,29	b B	0,61	b C
Floresta LVd	17,39	a B	17,39	a B	1,34	a D
Floresta PVAf	5,82	b D	5,82	b B	0,41	b D
SAF1 LVd	16,42	a C	14,99	a B	1,28	a C
SAF1 PVAf	9,7	b D	8,56	b B	0,67	b C
SAF2 LVd	14,28	a B	15,36	a B	1,01	a B
SAF2 PVAf	10,6	b B	9,27	b B	0,74	b B
SAF FTd	15,66	a B	11,09	b A	1,14	a B
80-100						
Floresta FTd	7,12	b C	7,12	b B	0,47	b C
Floresta LVd	14,89	a B	14,89	a B	1,14	a D
Floresta PVAf	3,82	b D	3,82	b B	0,26	b D
SAF1 LVd	15,63	a C	14,02	a B	1,21	a C
SAF1 PVAf	6,92	b D	6,26	b B	0,47	b C
SAF2 LVd	15,6	a B	18,01	a B	1,07	a B
SAF2 PVAf	9,51	b B	7,93	b B	0,67	b B
SAF FTd	12,23	a B	9,71	b A	0,88	a B

A densidade do solo tende a aumentar em profundidades maiores, porém nas áreas de Floresta PVAf, SAF1 LVd, SAF1 PVAf, SAF2 LVd não houve diferença significativa entre suas camadas (tabela 5). Nas camadas de 0-60 cm a densidade estimada apresentou diferença ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas Floresta FTd, Floresta PVAf, SAF1 PVAf, SAF2 LVd, SAF2 PVAf e SAF FTd, apresentando variabilidade entre as áreas amostradas.

## DISCUSSÕES

Ribon et al. (2014) e Ramos (2017) afirmam que funções de pedotransferências são métodos que apresentam boa acurácia na geração de atributos físicos do solo para classes de latossolo e argissolo. Gomes et al. (2015), comparando diversos modelos de pedotransferência, verificaram que o método proposto por Benites et al. (2014), tende a subestimar valores da densidade do solo em comparação com a densidade medida em campo. E ressaltam da importância de modelos simplificados com o mínimo de variáveis, a fim de minimizar os erros, e com equações que se adequem as características locais.

**Tabela 5:** Relação densidade estimada (Dse), carbono orgânico (CO), argila, k<sup>+</sup> = potássio, Ca<sup>++</sup> = cálcio, Mg<sup>++</sup> = magnésio para diferentes camadas de solo (0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm) e usos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (p<0,05). Letras minúsculas entre o uso da terra por camada e maiúscula entre camada por uso da terra.

Uso / Camada	Dse		CO		Argila		K <sup>+</sup>		Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	
	g.cm <sup>-3</sup>		g.kg <sup>-1</sup>		g.kg <sup>-1</sup>		mg.dm <sup>-3</sup>		cmolc.dm <sup>-3</sup>		cmolc.dm <sup>-3</sup>	
					0-10							
Floresta FTd	1,25	a B	19,49	c A	260,50	c B	53,00	b ns	1,44	c A	0,62	c ns
Floresta LVd	1,03	b B	25,32	a A	609,00	a B	144,00	a A	2,34	b A	0,96	c A
Floresta PVAf	1,23	a ns	16,91	c A	384,97	b D	115,35	a A	3,14	b A	0,95	c A
SAF1 LVd	1,05	b ns	26,89	a A	617,50	a B	50,50	b ns	5,52	a A	3,14	a A
SAF1 PVAf	1,27	a ns	18,71	c A	286,00	c C	54,00	b ns	2,88	b A	1,76	b A
SAF2 LVd	1,25	a ns	16,36	c A	327,50	c B	31,00	b ns	1,73	c A	1,00	c A
SAF2 PVAf	1,32	a A	14,04	c A	271,50	c C	26,50	b ns	2,56	b A	1,68	b A
SAF FTd	1,17	a C	22,19	b A	394,50	b C	35,50	b ns	3,51	b A	0,88	c ns
					10-20							
Floresta FTd	1,33	a A	9,34	c B	290,00	d B	29,50	b ns	0,36	ns B	0,24	ns ns
Floresta LVd	1,07	b B	19,08	a B	630,50	b B	117,00	a A	1,10	ns B	0,52	ns B
Floresta PVAf	1,21	a ns	12,57	c B	478,25	c C	142,72	a A	0,82	ns B	0,36	ns B
SAF1 LVd	1,07	b ns	14,79	b B	710,00	a A	18,50	b ns	1,39	ns B	0,88	ns B
SAF1 PVAf	1,29	a ns	11,31	c B	344,00	d C	31,00	b ns	1,04	ns B	0,78	ns B
SAF2 LVd	1,28	a ns	9,74	c B	382,00	d B	19,50	b ns	0,62	ns B	0,39	ns B
SAF2 PVAf	1,33	a A	7,40	c B	336,50	d C	22,50	b ns	0,68	ns B	0,34	ns B
SAF FTd	1,30	a A	10,15	c B	343,00	d C	16,00	b ns	1,63	ns B	0,34	ns ns
					20-40							
Floresta FTd	1,33	a A	6,24	b B	333,50	d B	16,50	b ns	0,08	ns B	0,14	ns ns
Floresta LVd	1,10	b A	12,85	a C	683,50	a A	83,00	a B	0,58	ns B	0,32	ns B
Floresta PVAf	1,22	a ns	8,70	b C	523,65	b B	107,53	a A	0,34	ns B	0,15	ns B
SAF1 LVd	1,09	b ns	10,93	a C	740,50	a A	13,00	b ns	0,70	ns B	0,38	ns C
SAF1 PVAf	1,28	a ns	6,61	b C	429,50	c B	23,50	b ns	0,29	ns B	0,43	ns B
SAF2 LVd	1,24	a ns	8,96	b B	457,50	c A	11,50	b ns	0,19	ns B	0,13	ns B
SAF2 PVAf	1,29	a A	6,24	b B	421,50	c B	16,00	b ns	0,20	ns B	0,14	ns B
SAF FTd	1,24	a B	8,56	b B	492,50	b B	14,50	b ns	1,63	ns B	0,54	ns ns

Em valores absolutos, o carbono estimado pelo método da PTF tende a subestimar os valores de carbono estocado até 1 m de profundidade para as áreas de SAF's. Porém, para as áreas de floresta, o carbono acumulado pelo método da densidade estimada foi maior.

Em valores absolutos, a função da correção aplicada, tende a subestimar os valores de carbono no solo. Pois utiliza como parâmetro de correção o teor de argila da área de floresta adjacente ao SAF, para determinar o carbono orgânico corrigido, e a densidade do solo da área de floresta, para corrigir a espessura de cada camada do SAF. O mesmo ocorreu para o carbono estocado por meio da densidade estimada (PTF).

Trabalhos sobre estimativa do estoque de carbono consideram aplicar fórmulas de correção, Veldkamp (1994) afirmam, que estimativas sem correção dos estoques de carbono podem gerar interpretações equivocadas, pois práticas de manejo em determinado sistema alteram a densidade do solo em comparação a uma vegetação nativa. Costa et al. (2009), aplicando método de correção do estoque de carbono, não encontram diferenças para distintas áreas de uso.

Em áreas de florestas plantadas com eucalipto no Latossolo Vermelho, Gatto et al. (2010) obtiveram 183,07 Mg.ha<sup>-1</sup> de C estocado até 1m. Valores bastante alto, que podem ser explicado pelo acúmulo de biomassa nestas áreas que tem grande rotatividade de tratos culturais.

Na classe Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) não houve diferença significativa entre os usos. Rocha et al. (2014), também não constaram diferença significativa entre SAF e floresta nativa para esta classe. Esta, também apresentou valores superiores para o teor de carbono orgânico e argila ao longo das camadas.

Os solos Argilosos apresentaram baixo estoque devido as suas características naturais e por serem

sensíveis a mudanças no uso da terra, podendo ao longo do tempo perder o carbono estocado (OLIVEIRA et al., 2015).

**Tabela 6:** Relação densidade estimada (Dse), carbono orgânico (CO), argila,  $K^+$  = potássio,  $Ca^{++}$  = cálcio,  $Mg^{++}$  = magnésio para diferentes camadas de solo (0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm) e usos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ). Letras minúsculas entre o uso da terra por camada e maiúscula entre camada por uso da terra.

Uso / Camada	Dse		CO		Argila		K <sup>+</sup>		Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	
	g.cm <sup>-3</sup>		g.kg <sup>-1</sup>		40-60		mg.dm <sup>-3</sup>		cmolc.dm <sup>-3</sup>			
Floresta FTd	1,33	a A	4,29	b C	386,00	c A	10,00	ns ns	0,03	ns B	0,13	ns ns
Floresta LVd	1,12	b A	8,58	a D	724,00	a A	65,00	ns B	0,19	ns B	0,19	ns B
Floresta PVAf	1,23	a ns	4,10	b D	576,30	b A	41,06	ns B	0,10	ns B	0,07	ns B
SAF1 LVd	1,09	b ns	9,74	a C	750,50	a A	12,50	ns ns	0,67	ns B	0,29	ns C
SAF1 PVAf	1,25	a ns	4,70	b C	543,00	b A	18,00	ns ns	0,07	ns B	0,49	ns B
SAF2 LVd	1,23	a ns	8,58	a B	495,50	b A	9,00	ns ns	0,08	ns B	0,08	ns B
SAF2 PVAf	1,25	a B	5,45	b B	517,00	b A	17,50	ns ns	0,07	ns B	0,14	ns B
SAF FTd	1,24	a B	6,99	a B	525,00	b B	12,00	ns ns	0,62	ns C	0,40	ns ns
					60-80							
Floresta FTd	1,32	ns A	3,51	b C	405,50	c A	10,50	b ns	0,01	ns B	0,19	ns ns
Floresta LVd	1,12	ns A	7,77	a D	734,00	a A	42,50	a B	0,17	ns B	0,18	ns B
Floresta PVAf	1,22	ns ns	2,38	b D	626,80	b A	37,15	b B	0,05	ns B	0,05	ns B
SAF1 LVd	1,11	ns ns	7,40	a C	756,00	a A	7,50	b ns	0,52	ns B	0,26	ns C
SAF1 PVAf	1,25	ns ns	3,89	b C	554,50	b A	17,50	b ns	0,03	ns B	0,49	ns B
SAF2 LVd	1,23	ns ns	5,83	a B	547,50	b A	8,50	b ns	0,03	ns B	0,08	ns B
SAF2 PVAf	1,24	ns B	4,29	b B	564,50	b A	13,50	b ns	0,06	ns B	0,13	ns B
SAF FTd	1,20	ns C	6,61	a B	604,00	b A	13,50	b ns	0,35	ns C	0,31	ns ns
					80-100							
Floresta FTd	1,31	ns A	2,73	b C	452,00	c A	10,00	ns ns	0,01	ns B	0,20	ns ns
Floresta LVd	1,13	ns A	6,61	a D	741,00	a A	28,50	ns B	0,18	ns B	0,18	ns B
Floresta PVAf	1,24	ns ns	1,57	b D	605,69	b A	43,01	ns B	0,05	ns B	0,05	ns B
SAF1 LVd	1,11	ns ns	7,02	a C	765,00	a A	9,00	ns ns	0,42	ns B	0,31	ns C
SAF1 PVAf	1,27	ns ns	2,73	b C	536,50	c A	18,50	ns ns	0,02	ns B	0,46	ns B
SAF2 LVd	1,26	ns ns	6,21	a B	484,50	c A	9,00	ns ns	0,02	ns B	0,07	ns B
SAF2 PVAf	1,22	ns B	3,89	b B	598,50	b A	12,50	ns ns	0,05	ns B	0,14	ns B
SAF FTd	1,21	ns C	5,08	a B	603,50	b A	10,00	ns ns	0,14	ns C	0,18	ns ns

O SAF 2 LVd apresentou maior estoque de C, em valores absolutos, com 14% de aumento, em relação a Floresta LVd. Isto pode ter ocorrido porque os cálculos de correção utilizam a densidade e teor de carbono orgânico para corrigir os valores de C estocados, provocando aumento dos valores destas variáveis. Para as demais áreas houve decréscimo de 8 a 20% do estoque de carbono por valores corrigidos. Vélez (2016) comparando valores de estoque de carbono obteve aumento médio de 17,85 Mg.ha<sup>-1</sup> para diversos sistemas usos, em relação ao estoque de carbono corrigido.

Isto demonstra que sistemas agroflorestais maduros tendem a manter o carbono estocado em profundidades inferiores do solo, já que não houve variação entre sistemas agroflorestais e florestas nativas principalmente para os Latossolos.

De forma geral, a classe dos Latossolos obteve maior acúmulo de carbono, pois seus atributos físicos favorecem a retenção de carbono no solo, com teores elevados de matéria orgânica e argila. Gatto et al. (2010) encontrou resultados similares para profundidade até 1 m, com Latossolo apresentando maiores estoques em relação a outras classes.

A densidade estimada pelo método de Benites et al. (2007), depende das variáveis carbono orgânico, argila e da soma de bases ( $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^+$ ). Apesar de apresentar fácil aplicabilidade, é necessária atenção na obtenção das variáveis respostas, para não ocasionar erros de estimativa.

O teor de carbono orgânico e argila variaram inversamente proporcional a densidade estimada do solo, ou seja, para densidades menores houve maior acúmulo de carbono orgânico e maior proporção de

argila. O que demonstra forte correlação destas variáveis para determinação da densidade. Ramos (2017) estudando funções de pedotransferência verificou maior correlação da argila na determinação da densidade estimada.

O sistema SAF1 LVd obteve maior proporção de argila em todas as camadas entre as demais áreas. Para solos com elevada composição, maior será a retenção da quantidade de carbono orgânico (PÁDUA et al., 2015).

Em relação aos macronutrientes potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{++}$ ) e magnésio ( $Mg^{++}$ ), somente o primeiro teve variação da primeira a penúltima camada (0-80 cm) entre as áreas de uso, com a Floresta LVd apresentando maior acúmulo de potássio em relação as demais áreas. O que demonstra que este nutriente apresenta correlação negativa com os valores de densidade do solo. Aumentando à medida que a densidade diminui.

Os sistemas agroflorestais presentes no ramal Baixa Verde, no distrito de Nova Califórnia, apresentam potencial similar ao de uma floresta nativa para estocar carbono no solo até 1 metro de profundidade. Independente do tipo de solo, a média de carbono acumulado até 1 m de profundidade dos SAF's, em valores absolutos, foi de 89,39  $Mg \cdot ha^{-1}$  e de 91,09  $Mg \cdot ha^{-1}$ , para áreas de floresta nativa.

## CONCLUSÕES

A equação de pedotransferência, proposta por Benites et al. (2007), é eficiente na predição da estimativa de densidade do solo e na geração de estimativas de estoque de carbono. Sistemas Agroflorestais como idade de 28 anos do ramal Baixa Verde, estocam carbono no solo de forma similar a áreas de florestas nativas adjacentes. Latossolo Vermelho Distrófico apresenta maior acúmulo de carbono até 1 metro de profundidade e melhor distribuição entre suas camadas dos teores de carbono orgânico e argila.

## REFERÊNCIAS

ARMACOLO, N. N.. Emissões de gases de efeito estufa em sistema agroflorestal na região da Amazônia Mato grossense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35. **Anais**. 2015.

BALBINO, L.. Agricultura sustentável por meio da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). **Informações Agronômicas**, v.138, p.1-18, 2012.

BARROS, H. S.; FEARNside, P. M.. Pedo-transfer functions for estimating soil bulk density in Central Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.397-407, 2015.

BENITES, V. M.; MACHADO, P. L. O. A.; FIDALGO, E. C. C.; COELHO, M. R.; MADARI, B. E.. Pedotransfer functions for estimating bulk density of Brazilian soils. **Geoderma**, v.139, n.1/2, p.90-97, 2007.

BERNOUX, M.. The use of stable carbon isotopes for estimating soil organic matter turnover rates. **Geoderma**, v.82, n.1-3, p.43-58, 1998.

BRASIL. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.

BRITO, E. S.. Estoques de carbono em solos sob florestas primárias no Sudoeste da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33. **Anais**. Uberlândia, 2010.

CASTRO, F. N.. Balanço de carbono: viabilidade econômica de dois sistemas agroflorestais em Viçosa, MG. **Floresta e Ambiente**, v.24, p.1-9, 2017.

COSTA, O. V.. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no Sul da Bahia. **R. Bras. Ci. Solo**, v.33, p.1137-1145, 2009.

COUTO, W. H.. **Indicadores edáficos e potencial agrícola em áreas do Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA) na Amazônia Ocidental**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

DIAS, I. P.. Avaliação da estimativa de fixação de carbono em sistemas agroflorestais na região amazônica. **Revista Verde**, Pombal, v.10, n.5, p.7-10, 2015.

- 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, n.4, p.529-538, 1995.
- GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; VILLANI, E. M. A.. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1069-1079, 2010.
- GOMES, A. S.; FERREIRA, A. C. S.; ANTUNES, M. A. H.; CEDDIA, M. B.; ANJOS, L. H. C.. Função de pedotransferência para estimativa da densidade do solo na Região Norte Fluminense (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35. **Anais**. Natal, 2015.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Summary for Policymakers**. Geneva: World Meteorological Organization, 2018.
- KOOHAFKAN, P.; ALTIERI, A. M.; GIMENEZ, H. E.. Green Agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v.10, p.61-75, 2012.
- LEVENE, H.. Robust Tests for the equality of variance. In: Olkin, I.. **Contributions to probability and statistics**. Palo Alto: Stanford University Press, 1960. p.278-292.
- MBOW, C.. Agroforestry solutions to address food security and climate change challenges in Africa. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.6, p.61-67, 2014.
- MORAES, J. F. L.. Soil properties under Amazon Forest and changes due to pasture installation in Rondônia, Brazil. **Geoderma**, v.70, p.63-81, 1996.
- NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D.. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.172, p.10-23, 2009.
- OLIVEIRA, E. S.; REATTO, A.; ROIG, H. L.. Estoques de carbono do solo segundo os componentes da paisagem. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.32, n.1, p.71-93, 2015.
- ONG, C. K.. Above and below ground interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.45, n.4, p.45-57, 1991.
- PÁDUA, E. J.; GUERRA, A. R.; ZINN, Y. L.. Modelagem da densidade do solo em profundidade sob vegetação nativa em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.725-736, 2015.
- PBMC. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Base científica das mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
- RAMOS, H. M. M.. **Funções de pedotransferência para estimativa da densidade e atributos físico-hídricos de solos do estado do Piauí**. Tese (Doutorado em Agronomia-Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.
- RIBON, A. A.; TAVARES FILHO, J.; FERNANDES, K. L.; HEMÓGENES, V. T. L.. Seleção de método estatístico para modelos de estimativa da qualidade física de solos argilosos. **Revista de Agricultura**, v.89, n.1, p.29-40, 2014.
- ROCHA, G. P.. Caracterização e estoques de carbono de sistemas agroflorestais no Cerrado de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v.44, n.7, 2014.
- SCHEMBERGUE, A.. Sistemas agroflorestais como estratégia de adaptação aos desafios das mudanças climáticas no Brasil. **RESR**, Piracicaba, v.55, n.1, p.9-30, 2017.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B.. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Boston, v.52, n.3-4, p.591-611, 1965.
- SILVA, D. V.. **Caracterização de consórcios, variabilidade de atributos do solo e desempenho produtivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais no Projeto RECA**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2018.
- TAALAB, K. P.; CORSTANJE, R.; CREAMER, R.; WHELAN, M. J.. Modeling soil bulk density at the landscape scale and its contributions to C stock uncertainty. **Biogeosci. Disc.**, v.9, p.18831-18864, 2012.
- 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.
- VELEZ, F. S.. **Estoque de carbono orgânico total, carbono lábil e nitrogênio no solo em diferentes sistemas de uso da terra**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- YOUNG, A.. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB International, 1991.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea ([https://opensea.io/HUB\\_CBPC](https://opensea.io/HUB_CBPC)), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

*The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).*



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749c6e646f68ac8c248420045cb7b5e/449518768004409158499024805450700786466740869613356520679561157818696964505601/>