



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ESTOQUE DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL E PARTICULADO EM ÁREAS
COM PLANTIO DE EUCALIPTO (*Eucalyptus grandis*)
EM DIFERENTES IDADES**

ALINE DOS SANTOS CORREIA

RECIFE - PE

2025

ALINE DOS SANTOS CORREIA

**ESTOQUE DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL E PARTICULADO EM ÁREAS
COM PLANTIO DE EUCALIPTO (*Eucalyptus grandis*)
EM DIFERENTES IDADES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Florestal da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como
parte das exigências para obtenção do título de
Bacharela em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ademir de Oliveira Ferreira

RECIFE - PE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C824e Correia, Aline dos Santos

Estoque de carbono orgânico total e particulado em áreas com plantio de eucalipto (*eucalyptus grandis*) em diferentes idades / Aline dos Santos Correia. – 2025.

29f. : il.

Orientador(a): Ademir de Oliveira Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Eucalipto - Cultivo 2. Argissolo 3. Cana-de-açúcar
4. Dióxido de carbono - Aspectos ambientais 5. Sequestro de carbono I. Ferreira, Ademir de Oliveira, orient. II. Título

CDD 634.9

**ESTOQUE DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL E PARTICULADO EM ÁREAS
COM PLANTIO DE EUCALIPTO (*Eucalyptus grandis*)
EM DIFERENTES IDADES**

Aprovada em 12 de março de 2025

BANCA EXAMINADORA

Dr. Felipe José Cury Fracetto
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Examinador

Ma. Débora de Melo Almeida
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Examinadora

Prof. Dr. Ademir de Oliveira Ferreira
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Orientador

RECIFE 2025

“Por qualquer motivo cerva, festa e bolo”

-Ebony

AGRADECIMENTOS

Acredito que nada neste mundo se faz sozinho, e uma graduação não é muito diferente disso. Não teria chegado até aqui sem as pessoas que conheci e que me ajudaram ao longo desse caminho. Aos amigos e familiares que estiveram presentes, tanto nos choros quanto nas alegrias: muito obrigado!

Também não posso deixar de lado meus amigos de copo, que nos momentos de estresse e descontração sempre estiveram lá, em especial meu Branco Favorito, a Bon Jovi, meu GPS e por último e nem por isso menos importante a Bombeiro. Obrigada pelas cervejinhas!

Agradeço ao meu orientador, professor doutor Ademir de Oliveira Ferreira, ao doutor William Ramos, ao Laboratório de Manejo e Conservação dos Solos da UFRPE, ao CNPQ pelo fomento da pesquisa e à Tacinha Chama Uber (te amo, amiga!). Sem vocês, este trabalho não existiria. Obrigada pela paciência, parceria e empatia ao longo desse processo.

Também sou grata aos meus orientadores ao longo dos anos na iniciação científica, em especial a duas mulheres incríveis: a professora doutora Paula Renata Muniz Araújo e a doutora Aline Roma Tomaz. Espero, um dia, ser ao menos um terço da mulher na ciência que vocês são.

Agradeço a alguns professores que, ao longo desses anos, foram e continuam sendo fundamentais para minha formação profissional e pessoal. Quero fazer um agradecimento especial à professora doutora Ana Paula Donicht Fernandes (simplesmente a melhor coordenadora que o DCFL já viu!), que teve um papel essencial nesse fechamento de ciclo.

Também não posso deixar de agradecer à banca por ter aceitado participar da avaliação e com as contribuições que foram imprescindíveis para este trabalho.

Foram longos seis anos, mas enfim: acabou.

RESUMO

O setor florestal no Brasil desempenha um papel crucial na economia, contribuindo com 1,3% do PIB brasileiro. Atualmente, no Brasil, existem 10,2 milhões de hectares de áreas plantadas com árvores em áreas anteriormente degradadas, dos quais 76,5% são compostos pelo cultivo de eucalipto. A pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do tempo nos estoques de carbono e fração lábil em áreas degradadas convertidas em plantio de eucalipto. O estudo foi conduzido na região metropolitana de Maceió, Alagoas, em um Argissolo sob clima tropical úmido. Foram coletadas amostras de solo em diferentes profundidades (0-10, 10-20 e 20-40 cm) em áreas de plantio de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) com 3, 6, 9 e 11 anos (nomeados neste estudo como A3, A6, A9 e A11), além de uma área de plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) (tempo 0). Foi feita a granulometria e a caracterização química do solo, além das análises de Carbono Orgânico Total (COT), Carbono Orgânico Particulado (COP) pelos métodos de digestão via úmida. Foi também calculado os estoques (Mg ha^{-1}) de COT e COP pelo método de massa equivalente. Os resultados indicaram que à medida que o tempo de cultivo avançava em idade, observou-se uma estabilização dos teores de COT, possivelmente devido aos processos de decomposição e estabilização da matéria orgânica. Para COT, A3 obteve maiores teores em todas as profundidades. Na camada de 0-10 cm, para COT, todos os tratamentos avaliados foram superiores a área de cana-de-açúcar, evidenciando a degradação proveniente de plantios agrícolas convencionais contínuos. Para COP, na camada de 0-10 cm, o tratamento A3 obteve maior teor, evidenciando a eficiência e sensibilidade dessa fração na diferenciação de tratamentos mesmo em curto espaço de tempo. Além disso, essa fração é um excelente indicador de qualidade do solo. Nas camadas mais profundas conforme esperado (10-20 cm e 20-40 cm) há um decréscimo desses valores. Os estoques de COT e COP seguiram a mesma tendência dos conteúdos. Conclui-se que a idade do plantio influencia significativamente o estoque de COT e COP no solo, com os estágios iniciais de cultivo apresentando maior aporte, enquanto os plantios mais maduros apresentam mais estabilidade de COT entre as profundidades.

Palavras-chaves: Áreas degradadas, *Saccharum officinarum*, Argissolo, Carbono Lábil.

ABSTRACT

The forestry sector in Brazil plays a crucial role in the economy, contributing 1.3% of the Brazilian GDP. Currently, in Brazil, there are 10.2 million hectares of areas planted with trees in previously degraded areas, of which 76.5% are composed of eucalyptus cultivation. The research aimed to evaluate the effect of time on carbon stocks and labile fraction in degraded areas converted to eucalyptus plantations. The study was conducted in the metropolitan region of Maceió, Alagoas, in an Ultisol under a humid tropical climate. Soil samples were collected at different depths (0-10, 10-20 and 20-40 cm) in eucalyptus (*Eucalyptus grandis*) plantation areas with 3, 6, 9 and 11 years (named in this study as A3, A6, A9 and A11), as well as in a sugarcane (*Saccharum officinarum*) plantation area (time 0). The soil was characterized by granulometry and chemical characterization, in addition to the analysis of TOC and COP using the methods of Yeomans and Bremner, 1988. The stocks (Mg ha^{-1}) of TOC and COP were also calculated using the equivalent mass method. The results indicated that as the cultivation time increased in age, a stabilization of the TOC levels was observed, possibly due to decomposition and stabilization processes of the organic matter. For TOC, A3 obtained higher levels at all depths. In the 0-10 cm layer, for TOC, all the treatments evaluated were superior to the sugarcane area, evidencing the degradation resulting from continuous conventional agricultural plantations. For COP, in the 0-10 cm layer, treatment A3 obtained the highest level, evidencing the efficiency and sensitivity of this fraction in differentiating treatments even in a short space of time. Furthermore, this fraction is an excellent indicator of soil quality. In the deeper layers, as expected (10-20 cm and 20-40 cm), there is a decrease in these values. The TOC and COP stocks followed the same trend as the contents. It is concluded that the planting age significantly influences the TOC and COP stocks in the soil, with the initial stages of cultivation presenting a greater contribution, while the more mature plantations present more TOC stability between depths.

Keywords: Degraded areas, *Saccharum officinarum*, Ultisol, Labile Carbon.

SUMÁRIO

1.Introdução	10
2.Objetivos	12
2.1.Objetivo geral.....	12
2.2.Objetivo específico.....	12
3.Hipotese	12
4.Material e métodos	13
4.1.Área de estudo.....	13
4.2.Manejo da área.....	13
4.3.Amostragem.....	13
4.4.Coleta de solo.....	13
4.5.Caracterização química e física do solo.....	13
4.5.1.Granulometria.....	13
4.5.2.Caracterização química.....	14
4.6.Carbono Orgânico Total (COT).....	16
4.7.Carbono Orgânico Particulado (COP).....	16
4.8.Estoque de carbono (COT e COP).....	17
4.9.Análise estatística.....	17
5.Resultados e Discussão	17
5.1. Conteúdo e estoque de Carbono Orgânico Total (COT).....	17
5.2. Conteúdo e estoque de Carbono Orgânico Particulado (COP).....	19
5.3. Áreas degradadas convertidas em plantio de eucalipto com diferentes idades alteram os estoques de COT e COP?.....	21
6. Conclusão	22
Referências	23

1. Introdução

O setor florestal no Brasil desempenha um papel crucial na economia, contribuindo com 1,3% do PIB brasileiro, e no meio ambiente do país (PNDF, 2024). Esse setor engloba uma série de atividades relacionadas às florestas, desde a produção de madeira até a conservação e restauração de ecossistemas florestais (SBS, 2006).

Atualmente, no Brasil, existem 10,2 milhões de hectares de áreas plantadas com árvores em áreas anteriormente degradadas, dos quais 76,5% são compostos pelo cultivo de eucalipto (SFB, 2024). Em 2023, foram arrecadados R\$202,6 bilhões brutos dos quais R\$350 milhões foram investidos em projetos socioambientais que beneficiaram 6 milhões de pessoas. Desse total, R\$115 milhões foram destinados ao programa de fomento florestal, que impactou positivamente quase 2,1 milhões de pequenos produtores, diversificando o uso da terra e a renda (SNIF, 2024). Além disso, ações voltadas para o desenvolvimento econômico, ambiental, de saúde, sociocultural, entre outros, impulsionam a capacitação de mão de obra, além de aumentar a qualidade de vida, a renda das famílias e a oferta de emprego (Pires, et al, 2020.; Moura, et al, 2017; Bertelli, et al, 2013). Esse retorno afeta mais as regiões Sudeste e Sul, que apresentam as maiores áreas plantadas, com 4 milhões e 3,2 milhões de hectares, respectivamente. Já as regiões com menores áreas plantadas são a Região Norte, onde a maior exploração vem das árvores nativas, e a Região Nordeste, com 0,4 e 1 milhão de hectares, respectivamente (IBA, 2024).

Ao longo dos anos, a exploração dos recursos florestais na Região Nordeste ocorreu com diferentes graus de intensidade, refletindo o processo de ocupação das áreas de Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado (SFB, 2010). A primeira forma de exploração do recurso florestal no Nordeste se deu pelo início da colonização, a grande demanda de corantes para tecidos na Europa provocou uma exploração desmesurada das reservas de pau-brasil. A exploração desenfreada do recurso florestal levou ao desaparecimento do comércio de madeira de pau-brasil, devido à escassez de matéria-prima oriunda das reservas naturais da espécie ao longo da costa brasileira (Dean, 1996). O modelo de produção, historicamente exploratório, foi intensificado na fabricação de açúcar voltado ao comércio europeu. Como consequência, vastas áreas florestais foram convertidas para o cultivo da cana-de-açúcar, resultando na degradação significativa desses ecossistemas, principalmente de florestas úmidas da Zona da Mata de toda a Região Nordeste (Grillo, Oliveira, Tabarelli, 2006).

No Nordeste do Brasil as áreas cultivadas com cana-de-açúcar (principal atividade econômica) vêm perdendo espaço para o plantio de eucalipto (Medeiros et al., 2018; Verçosa

et al., 2019; PEVS/IBGE, 2019). Essa mudança se deve a vários fatores, entre eles a mecanização do plantio da cana-de-açúcar, comumente plantadas em encostas, as colhedoras não conseguem chegar até o local devido à inclinação do terreno. Sendo assim, o plantio de eucalipto em substituição ao da cana-de-açúcar é uma solução viável (Tavares, et al. 2023).

O setor florestal nordestino se situa principalmente na Bahia e no Maranhão, as demais experiências são pequenas em extensão e na dimensão dos objetivos (MAPA, 2019). Em termos de participação estadual, a Bahia é indiscutivelmente o estado nordestino com o setor florestal mais bem desenvolvido. Com uma área de florestas plantadas que chega a 700 mil hectares, sendo 612,2 mil hectares plantados apenas com eucalipto (SEAGRI, 2022). Um dos estados nordestinos que vem crescendo com o setor florestal é o estado de Alagoas com incentivos que reduzem 92% do ICMS para empresas no estado e acabam contribuindo com a entrada de empresas no setor florestal (Alvez, et al., 2017).

Alagoas tem aproximadamente 18.700 hectares plantados com eucaliptos. As plantações florestais estão estabelecidas em áreas já antropizadas, com histórico de utilização para o plantio de cana-de-açúcar (Floriano, 2018). A eucaliptocultura contribui para a conservação ambiental, pois melhora a qualidade do solo, libera menores níveis de gases de efeito estufa (GEE) e são sumidouros naturais de carbono (Zhang et al., 2019; Souza et al., 2020).

Os eucaliptos depositam resíduos orgânicos no solo, o que contribui para o aumento da matéria orgânica do solo (MOS) e, conseqüentemente, do teor de Carbono Orgânico Total do solo (COT) ao longo do tempo (Vicente et al., 2019). A quantidade e a qualidade da serapilheira depositada no solo pelas plantações florestais influenciam diretamente o acúmulo de carbono (Barreto, et al.; 2011; Pulrolnik, et al., 2009). Além disso, a idade da floresta impacta a composição da serapilheira, com variações na proporção de galhos, cascas e folhas ao longo do tempo (Barreto, et al., 2008; Faria, et al., 2008). Devido ao longo período de rotação do eucalipto, há um contínuo aporte de serapilheira e renovação das raízes, fatores que contribuem para a manutenção e o enriquecimento da matéria orgânica no solo (Rodrigues, 1997).

Considerando que a matéria orgânica do solo, é um atributo chave para manter o solo em equilíbrio, pois é fonte de energia para os microrganismos, atua na agregação do solo, pela ação de diversos agentes, é fonte de nutrientes para as plantas, aumenta a CTC do solo, mantém a umidade, dentre outros benefícios. A MOS é um componente essencial dos solos, e tem sido amplamente utilizado como indicador de qualidade do solo devido à sua capacidade de interagir com diversas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Xavier et al.,

2006; Plaza-Bonilla et al. 2013), bem como sua alta sensibilidade a mudanças nos sistemas de gestão (Maia et al.2013).

A MOS pode ser fracionada em compartimentos, com o intuito de detectar as mudanças nos conteúdos de C no solo, ocasionado pelo manejo (Xavier et al., 2006; Loss et al., 2010; Machado et al., 2014). A quantificação do carbono pode ser realizada em diversos compartimentos da MOS, que podem ser divididos em compartimento ativo ou lábil e estável.

O compartimento lábil, foco deste estudo, são compostos orgânicos de fácil oxidação derivados de resíduos vegetais depositados recentemente (Duxbury et al.; 1989). O estoque e o conteúdo de carbono orgânico total e particulado do solo são influenciados pelo uso da terra, sendo menores em áreas degradadas e apresentando um aumento progressivo com a idade do plantio de eucalipto, refletindo a recuperação da matéria orgânica do solo ao longo do tempo. A hipótese desse estudo foi: o tempo de cultivo de eucalipto influencia positivamente o estoque de COT e COP em Argissolo. E o objetivo deste estudo foi quantificar o carbono orgânico total (COT) e o carbono orgânico particulado (COP) em áreas degradadas convertidas em plantio de eucalipto com diferentes idades.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Quantificar o estoque de carbono orgânico total e particulado em áreas degradadas convertidas em plantio de eucalipto com diferentes idades.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1. Quantificar o conteúdo e estoque de carbono orgânico total do solo em áreas degradadas convertidas em plantio de eucalipto com diferentes idades e uma área pareada de cana de açúcar.

2.2.2. Quantificar o conteúdo e estoque de carbono orgânico particulado do solo em áreas degradadas convertidas em plantio de eucalipto com diferentes idades e uma área pareada de cana de açúcar.

3. Hipótese

O tempo de cultivo de eucalipto influencia positivamente o estoque de COT e COP em Argissolo.

4. Material e Métodos

4.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada na região litorânea de Alagoas. O solo é classificado como Argissolo, com relevo variando de plano a fortemente ondulado. O clima da região é As (tropical litorâneo úmido), de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura de 25,6° C e precipitação 1.713 mm de média anuais (Alvares, et al, 2013). As áreas foram selecionadas de forma a considerar a mesma classe de solo e o mesmo material genético de clone do eucalipto no plantio.

4.2. Amostragem

As coletas foram realizadas em áreas com quatro diferentes tempos de cultivo: aos três, seis, nove e onze anos e uma área pareada com cultivo de cana-de-açúcar (tempo zero). Com isso foram definidas cinco áreas: A3 (plantio com 3 anos); A6 (plantio com 6 anos); A9 (plantio com 9 anos); A11 (plantio com 11 anos), e AC (plantio de cana).

4.3. Coletas de solo

Em cada área foram abertos três perfis com coletas nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm. Em cada camada três amostras deformadas foram coletadas, misturadas para compor uma amostra composta, armazenadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório. Posteriormente, as amostras foram secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) para a realização das análises de caracterização física e química (Teixeira et al., 2017). A amostragem foi realizada com 3 repetições, totalizando 51 amostras.

4.4. Caracterização química e física do solo

4.5.1 Granulometria

Foram pesados 20 gramas de TFSA em uma lata pequena, previamente identificada, pesada e anotada a massa. Este material, foi colocado em estufa a 105° até peso constante, após retirada da estufa, o material é disposto no dessecador por 10 min e realizada pesagem do material para obtenção de Terra Fina Seca em Estufa (TFSE) e posterior quantificação do fator F, cálculo da correção de umidade, através da equação $F = TFSA/TFSE$.

Após finalização das leituras, o conteúdo da proveta foi passado em peneira de 0,053 mm, com lavagem em abundância, de forma a descartar toda argila e silte, restando apenas a

fração areia na peneira, que foi levada à estufa a 105° até obtenção de peso constante (Boyocus, 1927. adaptada)

Tabela 1. Frações granulométricas, classificação textural de solos cultivados com eucalipto em diferentes tempos de cultivo.

Áreas	Areia (g/kg ⁻¹)	Silte (g/kg ⁻¹)	Argila (g/kg ⁻¹)	Classe Textural
0-10				
A3	508,32 ^{±7,94}	69,68 ^{±3,34}	422,0 ^{±10,22}	Arg Ar
A6	660,44 ^{±3,25}	60,55 ^{±3,25}	279,0 ^{±0,00}	Fr Arg Ar
A9	656,87 ^{±1,21}	71,71 ^{±1,21}	265,4 ^{±0,01}	Fr Arg
A11	609,51 ^{±0,10}	70,58 ^{±1,22}	319,9 ^{±20,42}	Fr Arg Ar
AC	525,92 ^{±6,92}	85,86 ^{±6,90}	388,2 ^{±0,02}	Arg Ar
10-20				
A3	498,55 ^{±0,86}	72,6 ^{±1,22}	428,8 ^{±0,03}	Arg Ar
A6	636,55 ^{±0,00}	64,02 ^{±0,00}	299,4 ^{±0,00}	Fr Arg Ar
A9	626,05 ^{±14,19}	60,89 ^{±3,98}	313,1 ^{±10,21}	Fr Arg Ar
A11	618,81 ^{±11,31}	61,26 ^{±1,09}	319,9 ^{±10,22}	Fr Arg Ar
AC	523,5 ^{±8,31}	81,39 ^{±1,88}	395,1 ^{±10,19}	Arg Ar
20-40				
A3	484,21 ^{±7,37}	80,12 ^{±7,38}	435,7 ^{±0,01}	Arg Ar
A6	621,59 ^{±1,22}	72,18 ^{±3,88}	306,2 ^{±10,21}	Fr Arg Ar
A9	595,2 ^{±2,31}	64,48 ^{±2,28}	340,3 ^{±0,03}	Arg Ar
A11	573,55 ^{±33,44}	92,77 ^{±7,21}	339,7 ^{±10,26}	Fr Arg Ar
AC	461,98 ^{±29,68}	122,42 ^{±43,60}	415,6 ^{±0,13}	Arg Ar

Fr Arg Ar = Franco Argilo Arenoso; Fr Ar = Franco Arenoso; Fr Arg = Franco Argiloso Arg Ar = Argilo Arenoso; Ds = Densidade do solo. Em colunas as médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

4.5.2 Caracterização química

Foram determinados os seguintes atributos químicos do solo: 1) pH, determinado em água na relação 1:2,5 (solo/água); 2) Ca^{2+} , Mg^{2+} , extraídos com solução de KCl 1,0 mol/L, determinação por titulometria; 3) Na^+ , K^+ trocáveis e P disponível, extraídos com solução Mehlich⁻¹, com determinação em fotômetro de chamas (Na e K) e espectrofotometria UV/VIS (P). O carbono orgânico total do solo foi extraído pelo método de oxidação via úmida com dicromato de potássio, determinado por titulometria; 4) $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, extraído com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ pH 7,1 – 7,2, determinado por titulometria e foram calculadas e saturação por Al (m%) (Teixeira, et al., 2017).

Tabela 2. Caracterização química dos solos cultivados com eucalipto em diferentes tempos de cultivo.

Áreas	pH (água) 1:2,5	Ca	Mg	cmol _c dm ⁻³			P mg dm ⁻³	CTC efetiva cmol _c dm ⁻³
				Al	Na	K		
0-10								
A3	5.5 ^{±0,16}	2.40 ^{±0,00}	0.50 ^{±0,00}	0.25 ^{±0,0}	0.35 ^{±0,01}	2.27 ^{±0,40}	14.5 ^{±0,38}	5.76 ^{±0,40}
A6	4.8 ^{±0,14}	0.65 ^{±0,25}	0.40 ^{±0,20}	0.90 ^{±0,04}	0.14 ^{±0,07}	0.56 ^{±0,03}	3.5 ^{±0,30}	2.65 ^{±0,08}
A9	4.7 ^{±0,09}	0.50 ^{±0,00}	0.20 ^{±0,15}	1.15 ^{±0,12}	0.18 ^{±0,04}	0.43 ^{±0,06}	26.5 ^{±0,95}	2.46 ^{±0,41}
A11	5.1 ^{±0,27}	1.05 ^{±0,15}	0.70 ^{±0,05}	0.45 ^{±0,08}	0.24 ^{±0,04}	0.23 ^{±0,04}	2.4 ^{±1,05}	2.66 ^{±0,06}
AC	5.7 ^{±0,24}	2.70 ^{±0,1}	1.00 ^{±0,05}	0.05 ^{±0,0}	0.35 ^{±0,05}	1.44 ^{±0,02}	26.8 ^{±1,75}	5.54 ^{±0,07}
10-20								
A3	5.5 ^{±0,18}	2.15 ^{±0,35}	0.15 ^{±0,15}	0.25 ^{±0,04}	0.16 ^{±0,04}	1.75 ^{±0,08}	3.3 ^{±0,20}	4.46 ^{±0,48}
A6	4.7 ^{±0,20}	0.30 ^{±0,00}	0.15 ^{±0,05}	0.80 ^{±0,04}	0.08 ^{±0,03}	0.50 ^{±0,11}	0.4 ^{±0,30}	1.83 ^{±0,00}
A9	4.6 ^{±0,13}	0.25 ^{±0,05}	0.05 ^{±0,00}	1.45 ^{±0,08}	0.14 ^{±0,04}	0.36 ^{±0,12}	12.1 ^{±1,60}	2.25 ^{±0,14}
A11	5.3 ^{±0,10}	1.80 ^{±0,00}	0.80 ^{±0,05}	0.25 ^{±0,04}	0.26 ^{±0,04}	0.19 ^{±0,06}	2.7 ^{±0,00}	3.3 ^{±0,12}
AC	5.9 ^{±0,12}	2.75 ^{±0,15}	0.75 ^{±0,10}	0.05 ^{±0,00}	0.14 ^{±0,01}	1.29 ^{±0,16}	23.2 ^{±2,10}	4.98 ^{±0,27}
20-40								

A3	5.2 ^{±0,32}	2.75 ^{±0,75}	0.05 ^{±0,05}	0.25 ^{±0,00}	0.13 ^{±0,03}	1.64 ^{±0,15}	1.1 ^{±0,50}	4.45 ^{±0,12}
A6	5.0 ^{±0,10}	0.30 ^{±0,00}	0.15 ^{±0,00}	0.85 ^{±0,08}	0.05 ^{±0,03}	0.54 ^{±0,09}	0.5 ^{±0,20}	1.89 ^{±0,27}
A9	4.8 ^{±0,41}	0.50 ^{±0,05}	0.20 ^{±0,05}	1.35 ^{±0,00}	0.05 ^{±0,03}	0.15 ^{±0,02}	2.3 ^{±0,55}	1.79 ^{±0,09}
A11	5.0 ^{±0,12}	0.60 ^{±0,40}	0.65 ^{±0,10}	0.80 ^{±0,14}	0.14 ^{±0,02}	0.28 ^{±0,07}	1.87 ^{±0,55}	2.47 ^{±0,09}
AC	5.8 ^{±0,08}	2.20 ^{±0,02}	0.55 ^{±0,10}	0.05 ^{±0,00}	0.03 ^{±0,16}	1.36 ^{±0,16}	19.3 ^{±1,70}	4.19 ^{±0,21}

A6=plantio de eucalipto de 6 anos de idade; A9=plantio de eucalipto de 9 anos de idade; A11=plantio de eucalipto de 11 anos de idade; e AC = plantio de cana

4.6. Carbono Orgânico Total (COT)

A determinação do conteúdo de C do solo foi realizada pelo método proposto por Yeomans e Bremner (1988). Em que a combustão do material orgânico ocorre em meio ácido (ácido sulfúrico concentrado) com uma solução de $K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol L⁻¹ com uma fonte externa de calor (bloco digestor). Após a digestão foi realizado a determinação dos teores de carbono por titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal a 0,2 mol L⁻¹ (Yeomans e Bremner, 1988).

O cálculo de teor de carbono foi feito pela equação:

$$A = [(Vba - Vam) * (Vbn - Vba) / Vbn] + (Vba - Vam)$$

$$CO \text{ (dag Kg}^{-1}\text{)} = \frac{A.M.3.100}{pa}$$

3.7. Carbono Orgânico Particulado (COP)

Para a obtenção do carbono orgânico particulado foi utilizada a metodologia de Feller (1994) e adaptação de Sá et al. (2001). A separação do COP foi realizada em amostras secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e peneiradas em peneiras de 2 mm. Em um tubo de centrífuga foi pesado 10g da amostra e adicionados 25 mL de H₂O e 0,18g de hexametáfosfato de sódio. Após ligeira agitação manual, os frascos foram agitados durante 15 h em um agitador horizontal na frequência de 90 rpm. O conteúdo do frasco foi passado em

peneiras de 250 e 53 μm para obtenção da fração entre 53-250 μm . Foi realizada uma lavagem do frasco sobre a peneira de 53 μm . O material que ficou retido na peneira foi colocado em um cadinho previamente pesado e identificado e levado à estufa sob temperatura de 60°C. Após a secagem foi utilizado a metodologia de Yeomans e Bremner (1988) para determinação de COP por digestão de via úmida.

4.8. Estoque de Carbono (COT e COP)

Com os dados dos teores de C foi calculado o estoque de C do solo com base no método de massa equivalente de solo (Ellert & Bettany, 1995).

$$\text{Estoque de C (ton ha}^{-1}\text{)} = \text{Corg (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Ds (ton m}^{-3}\text{)} * \text{VPA (m}^3\text{)}$$

Em que:

Corg = Carbono orgânico total (kg ha⁻¹) da camada;

Ds = Densidade do solo da camada (ton m⁻³);

e VPA = Volume da camada (m³).

4.9. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva (média e desvio padrão). Em seguida, para verificar diferenças significativas entre os teores de COT e COP entre as diferentes idades de eucalipto na mesma camada, os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo foi aplicado o Teste de Tukey a 5% pelo software SISVAR.

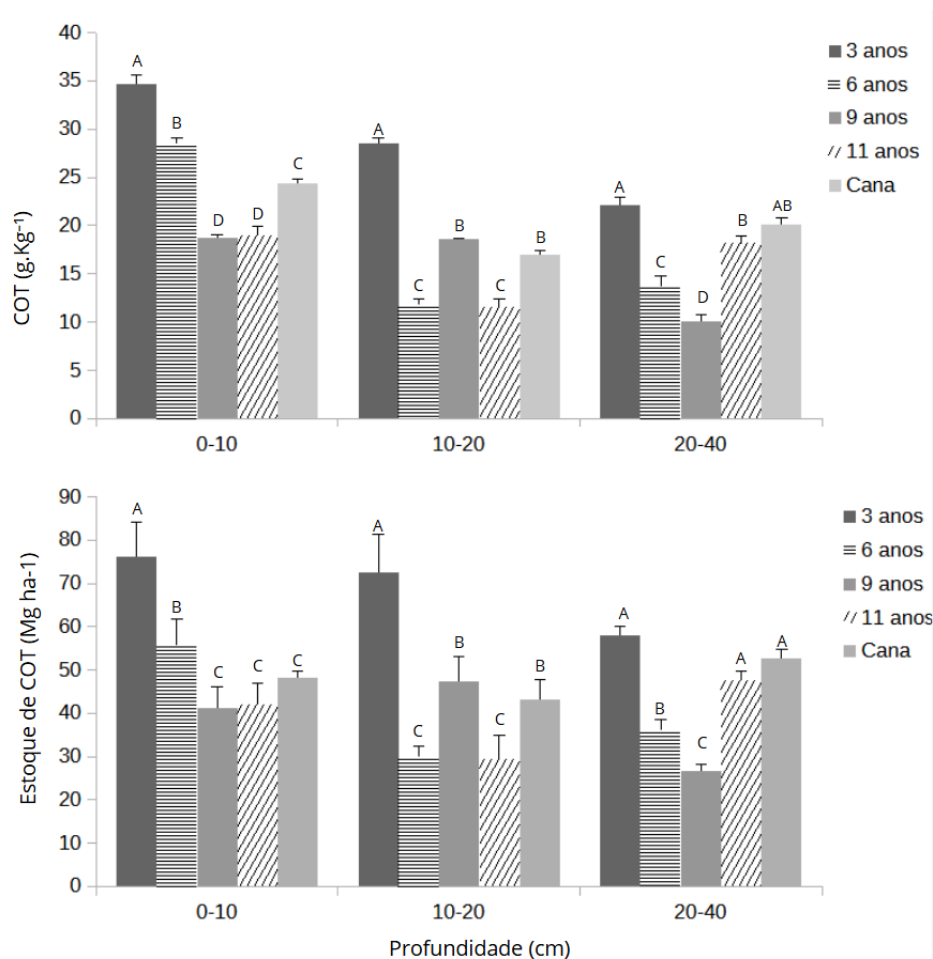
5. Resultados e Discussão

5.1. Conteúdo e estoque de Carbono Orgânico Total (COT)

Para os valores de conteúdo de carbono orgânico total (COT) o cultivo de 3 anos (A3) de eucalipto obteve melhores resultados em todas as profundidades, como mostra a Figura 1. Devido ao material que é depositado no solo nessa idade que em sua grande maioria são folhas que são facilmente humificadas (Freitas, 2013; Vivanco, et al., 2008). Além disso, devido ao porte ainda reduzido das copas nessa fase inicial, há uma maior incidência de radiação solar no solo, o que acelera a decomposição da matéria orgânica, contribuindo para o acúmulo de carbono no solo (Vieira, et al., 2014; Gatto, et al., 2010.; Macedo et al., 2008). Além disso o plantio A3 é caracterizado como Argilo Arenoso (Tabela 1), e entre os

tratamentos tem a maior quantidade de argila que também ajuda na retenção do carbono no solo (Korschens, 1996).

Figura 1. Carbono orgânico total (COT) e estoque de COT sob cultivo de eucalipto nas idades 3, 6, 9, 11 anos e área de referência de cana.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%. Comparação entre os tratamentos dentro da mesma profundidade.

No cultivo A9 e A11 na profundidade de 0-10 cm, não se diferenciam estatisticamente entre si e tiveram os valores mais baixos nessa profundidade, provavelmente por serem árvores mais velhas a deposição de matéria orgânica do solo é mais lignificada, ou seja, a decomposição desse material é um pouco mais lenta (Bachega, 2012; Vivanco, 2006; Correia, 2008).

Na camada 20-40 é possível observar que os valores de cana e A11 não tiveram diferença estatística entre si, pode ser atribuído ao fato de que essa camada mais profunda

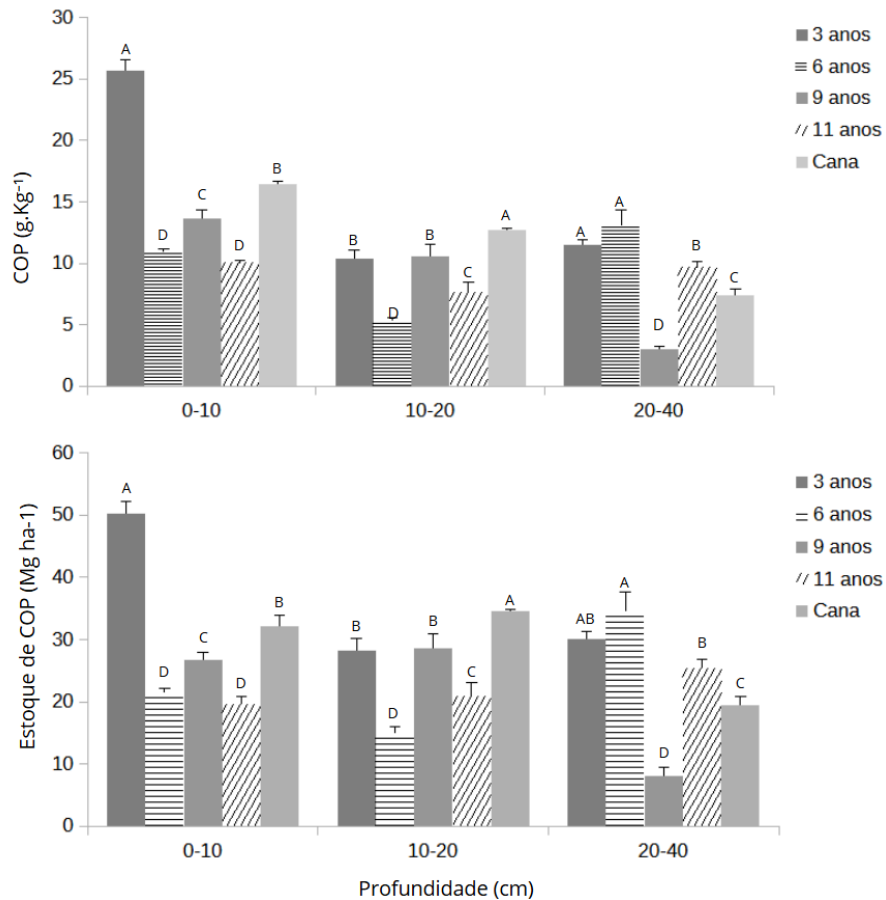
sofre menos com a interferência antrópica, já que para calagem e adubação, a profundidade normalmente indicada é a de 0-20 cm (Borges, et al., 2019). As raízes longas e a ausência de distúrbios no solo permitem a acumulação de carbono orgânico total (COT) em profundidades maiores, semelhante ao que ocorre na floresta nativa (Braga, 2022).

Os estoques de COT seguem a mesma tendência. Na camada 0-10 cm, A3 foi 26,77% melhor que A6, segundo melhor tratamento. Na profundidade 10-20 cm e 20-40 cm A3 também teve os maiores estoques de COT com 72,45 e 58,09 Mg ha, respectivamente. A3 teve valores muito superiores na camada 0-10 e 10-20cm, provavelmente devido ao acúmulo de raízes finas especialmente na camada de 0-20 cm de profundidade (Neves, 2000; Pulrolnik et al., 2009).

5.2. Conteúdo e estoque de Carbono Orgânico Particulado (COP)

Para carbono orgânico particulado (COP), na camada de 0-10, A3 teve valor maior que a cana 35,7% e 60,87% maior que A11 (Figura 2). A fração leve da MOS é formada por resíduos orgânicos em vários estádios de decomposição, apresentando tempo de residência no solo que varia de 1 a 5 anos, sendo fortemente influenciada pela quantidade e qualidade de resíduo depositado no solo (Marin, 2002). Com o passar do tempo, os valores diminuem, sugerindo que há uma redistribuição do material ou que processos como decomposição, lixiviação ou absorção pelas plantas influenciam essa redução.

Figura 2. Carbono orgânico particulado (COP) e estoque de COP sob cultivo de eucalipto nas idades 3, 6, 9, 11 anos e área de referência de cana.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%. Comparação entre os tratamentos dentro da mesma profundidade.

A11 manteve os valores em profundidades próximas, 19,63, 20,8 e 25,37 g kg⁻¹. Em ecossistemas equilibrados, a ciclagem de nutrientes é contínua e eficiente (Oliveira, 2015). A decomposição da serapilheira e outros resíduos orgânicos na superfície do solo libera nutrientes que são transportados para camadas mais profundas pelas raízes e pela atividade microbiana (Bayer, 1999). É possível observar também que segue uma tendência de decréscimo nos valores dos tratamentos da camada 0-10 a camada 10-20. Na camada 20-40 de COT (Figura 1), é possível observar que A9 possui o menor valor de carbono entre os tratamentos, esse valor é refletido também em COP, pois essa fração faz parte do carbono lábil que representa 30% do valor total de COT no solo (Theng et al., 1989). Há uma tendência de decréscimo desses valores em razão da profundidade, pois essa fração é comumente

encontrada em camadas mais superiores e menos humificadas (Silva et al., 2011; Morales et al., 2012).

O estoque de carbono particulado do solo foi maior para o tratamento A3 na profundidade 0-10 cm. O índice de área foliar é maior em plantios mais jovens e isso pode aumentar a disponibilidade de material orgânico facilmente mineralizável (Dovey, et al., 2006; Pokorny, et al., 2012; Londero, 2015). Os teores de cálcio no solo (Tabela 2) para A3 chegam a ser 100% maiores que alguns tratamentos. O cálcio forma complexos com a argila e a matéria orgânica, através de ponte catiônica. Essa ligação estabiliza e aumenta o tempo de permanência do carbono no solo (Ferreira, et al., 2011).

5.3. Áreas degradadas convertidas em plantio de eucalipto com diferentes idades alteram os estoques de COT e COP?

As áreas degradadas convertidas em plantio de eucalipto podem alterar os estoques de COT e COP ao longo das idades. O cultivo de eucalipto com 3 anos de idade mostrou-se mais eficaz em termos de acúmulo de carbono orgânico no solo (Tabela 3). Devido à deposição de folhas facilmente mineralizáveis e à maior incidência de radiação solar no solo, a decomposição da matéria orgânica é acelerada. Em geral, plantações mais jovens fixam carbono de forma mais eficiente, atingindo o pico de acúmulo após o fechamento da copa, por volta de dois a três anos de idade (Ryan, et al., 2004).

Tabela 3. Estoque de carbono orgânico total e estoque de carbono orgânico particulado, nas profundidades 0-20 cm e 0-40 cm.

Tratamento	0-20	0-40
	COT	
	Mg ton ⁻¹	
A3	154,22 ±17,5	210,30 ±13,60
A6	87,45 ±4,9	126,11 ±9,49
A9	117,15 ±9,2	142,91 ±8,39
A11	68,82 ±8,6	118,47 ±7,24
AC	90,49 ±2,5	144,20 ±7,24
COP		
Mg ton ⁻¹		
A3	78,44 ±2,50	108,62 ±3,22
A6	36,38 ±0,43	70,85 ±2,98
A9	55,36 ±1,59	63,36 ±1,49

A11	40,44 ^{±3,22}	65,80 ^{±4,60}
AC	66,88 ^{±1,55}	86,24 ^{±1,17}

A área cultivada com cana-de-açúcar (tempo 0), além de ter sido degradada pelo manejo convencional, encontra-se atualmente abandonada. O crescimento de gramíneas espontâneas e a ausência de manejo contribuíram para que essa área apresentasse, em algumas camadas do solo, teores de COP e COT superiores aos observados em determinados tratamentos. Outro fator que pode estar influenciando é a declividade das áreas, enquanto A3, A6, A9 e A11 são áreas declivosas o que pode influenciar na lixiviação do carbono do solo, da deposição do material orgânico e a conseqüentemente a dinâmica do carbono.

Ao longo das idades o COP vem diminuindo, isso pode ser devido ao índice de área foliar diminuir à medida que o povoamento envelhece (Dovey, et al., 2006; Pokorny, et al., 2012; Londero, 2015). Esse índice aumenta até o fechamento do dossel e, depois, diminui conforme a floresta envelhece, diminuindo assim a deposição de matéria orgânica facilmente humificada (Ryan, et al., 1997).

É importante destacar que o acúmulo de carbono no solo depende de diversos fatores, como a idade do plantio, a espécie plantada, as práticas de manejo adotadas, as condições climáticas da região, a declividade, a densidade do plantio, entre outros fatores (Rodrigues, et al., 2002). Diferente do plantio convencional da cana de açúcar, onde a palhada é queimada para o preparo de um novo plantio. Uma eucaliptocultura bem manejada, suas folhas, galhos e tocos são reincorporados no solo e com isso nutrientes e matéria orgânica são introduzidos no solo (Paes, et al.; 2013).

6. Conclusões

O estoque e o conteúdo de carbono orgânico total do solo é maior em plantios mais jovens de eucalipto em comparação a área degradada de cana.

O estoque e o conteúdo de carbono orgânico particulado não seguem uma tendência em relação a idade, sendo influenciado pelo material orgânico e condições de sítio.

É necessário outras análises para entender melhor a dinâmica do carbono nesses plantios. Acessar outras frações do carbono, área foliar, densidade do plantio, analisar a qualidade da serrapilheira depositada nessas áreas são algumas das análises que podem ser feitas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. M.; BRONNY, A.; TAVARES, Z. R. **Análise multitemporal e possíveis impactos da expansão da silvicultura de eucalipto no município de Carrancas – MG, um estudo para os anos de 2005, 2008, 2013 e 2015.** Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 27, n. 48, p. 142-155, jan./mar. 2017

ALVEZ, A.; CARVALHO, C. A instalação da Duratex pode transformar AL no maior polo moveleiro do Nordeste. *Aqui Acontece*, 2018. Disponível em: <https://aquiacontece.com.br/instalacao-da-duratex-pode-transformar-al-no-maior-polo-moveleiro-do-nordeste/>.

Acesso em: 23/06/2024.

BACHEGA, Luciana Ruggiero. **Efeito das espécies na decomposição da serapilheira e na transferência de N entre folhas em plantios mistos de Eucalyptus grandis e Acacia mangium.** 2012. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, University of São Paulo, Piracicaba, 2012.

BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; RODRIGUES, A. C. da G.; BARROS, N. F.; FONSECA, S. **Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em sequência de idades.** 2008.

BAYER, Cimélio; AMADO, Telmo Jorge Carneiro; TORNQUIST, Carlos Gustavo; CERRI, Carlos Eduardo Clemente; DIECKOW, Jeferson; ZANATTA, Josiléia Acordi; NICOLOSO, Rodrigo da Silveira. **Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista.** 2011.

BAYER, Cimélio.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre: GENESIS, 1999. p. 9-23.

BERTELLI, Célio; FALEIROS, Tâmer de Oliveira. **Estudo socioeconômico do uso do eucalipto no encerramento de aterro sanitário.** 2013. 16 p. Engenharia Florestal - Uni-FACEF, Franca, 2013.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. F. da S. Amostragem de solo. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja,**

tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 22-25.

BOYOUCOS, G. J. **The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils.** *Soil Science*, v. 23, n. 5, p. 343-354, 1927.

BRAGA, Rafael Malfitano; BRAGA, Francisco de Assis; VENTURIN, Nelson. Carbono orgânico no solo sob mata nativa e florestas plantadas em longo prazo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, 2022.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A. et al. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo. 2. ed.** Porto Alegre: Metrópole, 2008.

DEAN, Warren. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira.** São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DOVEY, S.B.; TOIT, B. Calibration of LAI-2000 canopy analyzer with leaf area index in a young eucalypt stand. **Trees**, Berlin, v. 20, p. 273-277, 2006.

DUXBURY, J. M.; SMITH, M. S.; DORAN, J. M. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. In: COLEMAN, D. C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. (Eds.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems.** Honolulu: University of Hawaii, 1989. p. 33-67.

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.

FARIA, G. E., BARROS, N. F., NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto. **Scientia Forestalis, Piracicaba**. v. 36, n. 80, p. 265-277, 2008.

FERREIRA, Ademir de Oliveira; SÁ, João Carlos de Moraes; AMADO, Telmo Jorge Carneiro; BRIEDIS, Clever; SCHOSSLER, Diego Schmidt. Relação do conteúdo de carbono com a porcentagem de cálcio na CTC pH 7,0 sob sistema plantio direto de longa duração. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, p., 2011.

FLORIANO, E. P. **Potencial de produção florestal em Alagoas.** Rio Largo, Alagoas, 2018.

GAMA-RODRIGUES, A.C. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos em solos de tabuleiro na Bahia, Brasil.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1997b. 107p.

GATTO, Alcides; BARROS, Nairam Félix de; NOVAIS, Roberto Ferreira; SILVA, Ivo Ribeiro da; LEITE, Hélio Garcia; LEITE, Fernando Palha; VILLANI, Ecila Maria de Albuquerque. **Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto.** 2010.

GRILLO, A.; OLIVEIRA, M. A.; TABARALLI, M.; PORTO, K. C.; ALMEIDA, J. S. C. **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2006.

HERNÁNDEZ, J.; DEL PINO, A.; VANCE, E. D.; CALIFRA, Á.; DEL GIORGIO, F.; MARTÍNEZ, L.; et al. **Eucalyptus and Pinus stand density effects on soil carbon sequestration.** *Forest Ecology and Management*, 2016.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBA. **Relatório Anual.** 2024.

KORCHAGIN, J.; BORTOLUZZI, E. C.; MOTERLE, D. F.; PETRY, C.; CANER, L. **Evidences of soil geochemistry and mineralogy changes caused by eucalyptus rhizosphere.** *Catena*, v. 175, p. 132-143, 2019.

LONDERO, E.K.; SCHUMACHER, M.V.; SZYMCZAK, D.A.; ARAUJO, E.F. Calibration of model 3-pg for Eucalyptus saligna in the region of Guaíba, Rio Grande do Sul State. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.2, p. 293-305, 2015.

LOSS, A. et al. **Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica.** *Comunicata Scientiae*, v. 1, n. 1, p. 57-64, 2010.

MACEDO, M. O.; RESENDE, A. S.; GARCIA, P. C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. **Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogenfixing trees.** *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 255, n. 5-6, p. 1516–1524, 2008

MADEIROS, S. F. **A cultura do eucalipto no estado de Alagoas: histórico, perspectivas e características dos plantios.** 2020.

MAIA, S. M. F. et al. **Contrasting approaches for estimating soil carbon changes in Amazon and Cerrado biomes.** *Soil & Tillage Research*, v. 133, p. 75-84, 2013.

MEDEIROS, A. S.; SILVA, T. S.; SILVA, A. V. L.; BARROS, D. R. S.; MAIA, S. M. F. **Organic carbon, nitrogen and the stability of soil aggregates in areas converted from sugar cane to eucalyptus in the state of Alagoas.** *Revista Árvore*, v. 42, e420404, 2018.

MELO, J. T.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. **Efeitos de procedências de Eucalyptus cloeziana sobre os teores de nutrientes e de C orgânico em solo de Cerrado.** Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2005

MORALES, C. A. S. et al. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em florestas de Pinus taeda. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-9, 2012.

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

PAES, Frederico Alfenas Silva Valente; LIMA, Augusto Miguel Nascimento; HAKAMADA, Rodrigo Eiji; BARROS, Nairam Félix de. Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, 2013.

PIRES, M. de M.; AGUIAR, P. C. B.; SANTANA, É. G. F. **Efeitos socioeconômicos do cultivo de eucalipto no desenvolvimento de municípios produtores da Bahia, Brasil.** *Geosul*, Florianópolis, v. 35, n. 75, p. 231-256, mai./ago. 2020.

POKORNY, R.A.V.B.C.V.G.Z.; STOJNIC, S. Leaf area index of norway spruce stand in relation to age and defoliation. **Beskydy**, Brno, v.5, n. 2, p.173-180, 2012

PLAZA-BONILLA, D.; CANTERO-MARTÍNEZ, C.; VIÑAS, P.; ÁLVARO-FUENTES, K. **Soil aggregation and organic carbon protection in a no-tillage intercropping and tillage on soil carbon chronosequence under Mediterranean conditions.** *Geoderma*, v. 193-194, p. 76-82, 2013.

PNDF. Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas. *Plano Nacional de Desenvolvimento Florestal*, 2024.

PULROLNIK, K. et al. Carbon and nitrogen pools in soil organic matter under eucalypt, pasture and savanna vegetation in Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 33, n. 5, p. 1125-1136, 2009.

RYAN, M.G.; BINKLEY, D.; FOWNES, J.H.; GIARDINA, C.P.; SENOCK, R.S. An experimental test of the causes of forest growth decline with stand age. **Ecological Monographs**, v. 74, p.393-414, 2004.

RYAN, M.G.; LAVIGNE M.B.; GOWER, S.T. Annual carbon cost of autotrophic respiration in boreal forest ecosystems in relation to species and climate. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, Hoboken v. 102, n. 24, p. 28871-28883, 1997.

SEAGRI. Setor florestal cresce na Bahia em sintonia com o consumo sustentável. *SEAGRI*, 2023. Disponível em:

<http://cpu002572.ba.gov.br/noticias/2023/02/06/setor-florestal-cresce-na-bahia-em-sintonia-com-o-consumo-sustentavel#:~:text=Atuando%20com%20vistas%20%C3%A0%20sustentabilidade,%C3%A9%20importante%20para%20nossas%20exporta%C3%A7%C3%B5es.>

Acesso em: 23/06/2024

SFB. Florestas do Brasil em Resumo. *Serviço Florestal Brasileiro*, 2010. Disponível em: <https://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/.galleries/documentos/acervo-projetos-cartilhas-outros/SFB-Florestas-Brasil-2010-livro.pdf>.

Acesso em: 23/06/2024

Silva, E. F. et al. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1321-1331, 2011

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Florestas do Brasil - Dados e Estatísticas. *Serviço Florestal Brasileiro*, 2021. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/es/ultimas-noticias/823-servico-florestal-brasileiro-lanca-o-boletim-snif-2021>.

Acesso em: 20/06/2024.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Plano Plurianual 2024-2027. *Serviço Florestal Brasileiro*, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/semas/pt-br/assuntos/planos/plano-plurianual-2024-2027>.

Acesso em: 20/01/2025

SNIF - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. [Título do documento, se houver]. *Sistema Nacional de Informações Florestais*, 2024. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/>.

Acesso em: 20/01/2025

SOUZA, I. F.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; VERGÜTZ, L.; SILVA, I. R. **Potential contribution of eucalypt harvest residues to soil organic carbon in Brazil.** *New Forests*, v. 51, p. 911-932, 2020.

VERÇOSA, João Pedro dos Santos; TAVARES, Arthur Costa Falcão; ALBUQUERQUE, João Carlos Valério Vieira de; SCHEIBEL, Christopher Horvath; MORAIS, Marcos Antonio Ferreira de. **Utilização do geoprocessamento para a detecção de mudanças na cobertura e uso da terra do município de Messias, Alagoas.** *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v. 4, Suplemento, e8921, 2019. Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2019.

VICENTE, L. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; MARCIANO, C. R. **Organic carbon within soil aggregates under forestry systems and pasture in a southeast region of Brazil.** *Catena*, v. 182, p. 104139, 2019. DOI: 10.1016/j.catena.2019

VIEIRA, Márcio; SCHUMACHER, Mauro Valdir; ARAÚJO, Elias Frank; CORRÊA, Robson Schaff; CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler. **Decomposição de serapilheira e nutrientes em plantio de *Eucalyptus urophylla* × *E. globulus*.** 2014.

VIVANCO, L.; AUSTIN, A. T. Intrinsic effects of species on leaf litter and root decomposition: a comparison of temperate grasses from North and South America. *Oecologia*, Berlin, v. 150, n. 1, p. 97-107, 2006.

TAPPEINER, J. C.; HUFFMAN, D. W.; MARSHALL, D.; SPIES, T. A.; BAILEY, J. D. Density, ages, and growth rates in old-growth and young-growth forests in coastal Oregon. **Canadian Journal of Forest Research**, maio 1997.

TAVARES, V. N. **Atributos físicos, químicos e estoque de carbono em argissolo sob diferentes manejos na Zona da Mata de Pernambuco**. 2016. – Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2016.

THENG, B.K.G.; TATE, K.R.; SOLLINS, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soils. In: DYNAMICS of soil organic matter in tropical ecosystems. **Honolulu**: University of Hawai, 1989. Cap.1, p.5-32.

TORNQUIST, C. G. et al. Estoques Originais de Carbono Orgânico em Solos do Planalto do Rio Grande do Sul. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2005.

XAVIER, F. A. S.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S. **Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba - CE**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 2, p. 247-258, 2006.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of carbon in soil. *Commun. In Soil Sci. Anal.*, 19:1467-1476, 1988.

ZANATTA, Josiléia Acordi; HIGA, Rosana Clara Victoria; DEDECEK, Renato Antonio; GARRASTAZU, Marilice Cordeiro; CARDOSO, Denise Jeton. **Estoques de carbono e nitrogênio em solos florestais e agrícolas na região de Caçador, SC**. Embrapa Florestas, Colombo, PR, 2013.

ZHANG, H.; DENG, Q.; HUI, D.; WU, J.; XIONG, X.; ZHAO, J.; et al. **Recovery in soil carbon stock but reduction in carbon stabilization after 56-year forest restoration in degraded tropical lands**. *Forest Ecology and Management*, v. 441, p. 1-8, 2019.