

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA EM MACROAGREGADOS DO SOLO
SOB PLANTIOS FLORESTAIS NO SUDOESTE DA BAHIA**

JULIA CARINE GONDIM NUNES

**VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
MAIO – 2023**

JULIA CARINE GONDIM NUNES

**QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA EM MACROAGREGADOS DO SOLO
SOB PLANTIOS FLORESTAIS NO SUDOESTE DA BAHIA**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Dr. Paulo Henrique Marques Monroe

**VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
MAIO – 2023**

JULIA CARINE GONDIM NUNES

**QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA EM MACROAGREGADOS DO SOLO
SOB PLANTIOS FLORESTAIS NO SUDOESTE DA BAHIA**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovada em 30/05/2023.

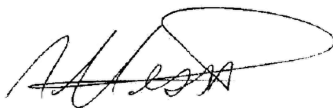
Comissão Examinadora:



DSc. Paulo Henrique Marques Monroe – UESB

Orientador

DSc. Joselane Priscila Gomes da Silva – UESB



DSc. Alessandro de Paula - UESB

“Volte a brilhar, volte a brilhar
Um vinho, um pão e uma reza
Uma lua e um sol, sua vida, portas abertas

Em algum lugar, pra relaxar
Eu vou pedir pros anjos cantarem por mim
Pra quem tem fé, a vida nunca tem fim
Não tem fim”

(Anjos “Pra quem tem fé” – O Rappa)

Agradecimentos

Deixo aqui registrado a minha eterna gratidão primeiramente à Deus, que me sustentou até aqui; aos meus avós, pais, tios, irmãos e demais familiares pelo apoio, acolhimento, amor e carinho durante todo o período da graduação;

Aos meus orientadores Paulo Monroe e Patrícia Barreto-Garcia, assim como os membros do grupo Forest Soils, que me ajudaram muito na concretização desse trabalho;

Aos meus colegas de turma, por sempre chegar junto nas vésperas de prova, um ajudando o outro, e nos demais momentos, tornando os dias mais leves e agradáveis; Aos meus amigos, que fiz dentro e fora da universidade, antes e durante o curso;

À Secretaria de Agricultura, Irrigação e Meio Ambiente de Jequié, por quase um ano e meio de estágio;

À Vitoria da Conquista, por me proporcionar muitas experiências boas e por último, mas, não menos importante, à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pelo excelente curso de Engenharia Florestal, pelos professores e pelas vivências.

Não citei nomes aqui para evitar esquecimentos, mas à todos que cruzaram a minha vida em algum momento durante os anos da graduação, e que me fizeram bem ou contribuíram de alguma forma para o meu crescimento, sintam-se agraciados. Os mais importantes sabem o seu papel na minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1 Área de estudo.....	12
2.2 Coleta e preparação das amostras.....	12
2.3 Fracionamento das amostras em classe de agregados.....	13
2.4 Fracionamento úmido.....	13
2.5 Carbono total do solo e agregados.....	13
2.6 Carbono lábil no solo.....	14
2.7 Análise de nitrogênio no solo.....	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1 Carbono orgânico total e lábil no solo.....	15
3.2 Carbono orgânico total e lábil em agregados.....	17
3.3 Nitrogênio total no solo	19
3.4 Relação C/N no solo.....	21
4 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24
ANEXO 1	26

**Trabalho Monográfico escrito em forma de artigo científico seguindo as
Normas da Revista *Scientia Forestalis***

QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA EM MACROAGREGADOS DO SOLO SOB PLANTIOS FLORESTAIS NO SUDOESTE DA BAHIA

ORGANIC MATTER QUALITY IN SOIL MACROAGGREGATES UNDER FOREST PLANTATIONS IN SOUTHWESTERN BAHIA

Julia Carine Gondim Nunes¹; Paulo Henrique Marques Monroe²

¹Graduanda em Engenharia Florestal pela UESB – Campus de Vitória da Conquista. E-mail: julia.c19.jg@gmail.com.

²Pós-doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UESB. E-mail: paulomonroes@gmail.com.

RESUMO

Em plantios florestais, a matéria orgânica do solo é um indicador chave para avaliar a qualidade do solo. O teor de carbono e nitrogênio do solo é função das interações entre clima, vegetação e manejo, e por isso, é bastante utilizado para a avaliação dos sistemas de uso da terra. O objetivo desse trabalho foi avaliar a quantidade de C e N em diferentes classes de agregados do solo submetidos a influência de dois plantios florestais. Os tratamentos foram os plantios de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus* spp. e uma floresta nativa. Foram avaliados o carbono total, carbono lábil e nitrogênio total presentes no solo e em agregados separados por meio do fracionamento úmido e seco, na camada 0-10 cm. Maiores teores de C total, lábil e N total no solo na Floresta Nativa, quando comparados aos plantios de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus* spp, os quais não diferiram estatisticamente. Esses resultados também se repetiram nas diferentes classes de agregados. Na relação C/N, pode-se inferir que a qualidade da matéria orgânica do solo sob plantio de *Eucalyptus* spp. é inferior a qualidade dos solos de *Pterogyne nitens* Tull. No entanto, a relação C/N dos agregados não é alterada, com exceção da fração 4-2 mm.

Palavras-chave: Carbono, nitrogênio, *Eucalyptus*, *Pterogyne nitens*.

ABSTRACT

In forest plantations, soil organic matter is a key indicator to assess soil quality. The carbon and nitrogen content of the soil is a function of the interactions between climate, vegetation and management, and therefore, it is widely used for the evaluation of land use systems. The objective of this work was to evaluate the amount of C and N in different classes of soil aggregates subjected to the influence of two forest plantations. The treatments were *Pterogyne nitens* and *Eucalyptus* spp. and a native forest. The total carbon, labile carbon and total nitrogen present in the soil and in aggregates separated by wet and dry fractionation, in the 0-10 cm layer, were evaluated. Higher values of total C, labile C and total N in the soil in the native forest, when compared to *Pterogyne nitens* and *Eucalyptus* spp. plantations, which did not differ statistically. These results were also repeated in the different classes of aggregates. In the C/N ratio, it can be inferred that the quality of organic matter in the soil under *Eucalyptus* spp. the soil quality of *Pterogyne nitens* Tull. is inferior. However, the C/N ratio of the aggregates is not changed, with the exception of the 4-2 mm fraction.

Keywords: Carbon, nitrogen, *Eucalyptus*, *Pterogyne nitens*.

1 INTRODUÇÃO

Os plantios florestais no Brasil são de grande relevância para a economia do país, como observado no ano de 2021, em que houve um superfaturamento de 244,6 bilhões nesse setor segundo o Relatório Anual da Indústria Brasileira de Árvores. O Brasil é um país florestal com aproximadamente 493,5 milhões de hectares (58% do seu território) cobertos por florestas naturais e plantadas - o que representa a segunda maior área de florestas do mundo. Desses 493,5 milhões de hectares 485,8 milhões de hectares são florestas nativas e 7,7 milhões de hectares de florestas plantadas (FAO, 2015). O estado da Bahia apresenta a quarta maior área de florestas plantadas do país, com 657 mil hectares, dos quais 94% corresponde a espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* (ABAF, 2019).

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae e conta com cerca de 730 espécies e grande número de variedades e híbridos (EMBRAPA, 2014), com madeiras de características físico-mecânicas e estéticas bastante diferenciadas, o que permite a substituição de várias espécies nativas. A *Pterogyne nitens* Tul. também se destaca no estado, dentre as espécies nativas, por se adaptar às condições ambientais da região, possuir rápido crescimento e gerar madeira de valor econômico para diferentes finalidades (LORENZI, 1992; VIRGENS et al., 2017).

Um plantio florestal sustentável e de alta produtividade deve garantir a qualidade do ecossistema em todos os compartimentos desde a vegetação até o solo. A qualidade do solo, tem um conceito complexo e controverso (ARAÚJO et al., 2012), porque é extremamente dependente de fatores externos, e não pode ser medida diretamente. Inferências sobre a qualidade do solo são feitas a partir da medição de atributos das plantas, físicos, químicos e biológicos do solo sob diferentes usos e práticas de manejo (ARAÚJO et al., 2012; ROUSSEAU et al., 2013).

Um atributo-chave capaz de expressar significativamente a qualidade do solo, é a matéria orgânica do solo (MOS) (GREGORICH et al., 1994). Dessa forma, o estudo da MOS em seus diversos compartimentos visa desenvolver estratégias para utilização sustentável dos solos, com o objetivo de reduzir o impacto das atividades agrícolas sobre o ambiente. Por isso, compartimentos da MOS ou do carbono orgânico do solo (COS), mais sensíveis ao uso da terra, podem ser utilizados como indicadores de mudanças na dinâmica do compartimento orgânico, como, por exemplo, o COS associado aos agregados do solo (ANDRADE et al., 2005).

O solo possui uma estrutura formada por areia, silte, argila e matéria orgânica. A força de atração entre essas partículas é responsável pela formação de agregados que somados geram estruturas maciças de formato granular, laminar, prismática ou em bloco (BRADY; WEIL, 2013). A agregação está relacionada diretamente ao armazenamento do COS em duas vias, pois irá funcionar como um agente ligante, agindo na estabilização dos agregados e, ao mesmo tempo, diminuindo também as perdas da MOS pela proteção física contra a decomposição microbiana. Essa dinâmica resulta no aumento do diâmetro do agregado, que estabiliza mais C orgânico (MONROE et al., 2022).

Assim como o carbono, o N é um elemento chave nos estudos de matéria orgânica do solo, sendo um dos nutrientes que está envolvido no ciclo de diversos elementos no ecossistema. Sua reserva nos solos tropicais encontra-se associada, principalmente, aos componentes da matéria orgânica, correspondendo a cerca de 95% do total existente. Alterações nas quantidades totais de N do solo podem revelar usos que implicam perdas ou ganhos de fertilidade, face à sua estreita relação com matéria orgânica do solo. (TEIXEIRA, 2017)

A relação C/N é um indicador de qualidade do solo, que é expressa pela razão entre as quantidades de carbono (C) e nitrogênio (N) presente na biomassa da cultura ou no solo. A relação C/N de uma cultura está diretamente relacionada com a sua decomposição e mineralização, sendo que culturas com alta relação C/N apresentam menores taxas de decomposição e seus resíduos permanecem por mais tempo no solo (OLIVEIRA et al., 2019). Por outro lado, culturas com baixa relação C/N, apresentam uma rápida decomposição e alto potencial de mineralização, se tornando fonte de nutrientes para o solo, em especial, o nitrogênio.

Os tipos de fracionamento do solo utilizados em estudos de MOS tendem a separar frações homogêneas quanto à natureza, dinâmica e função, mas ao mesmo tempo, suficientemente diferentes umas das outras (CHRISTENSEN, 2000). A escolha do método de fracionamento depende do objetivo do estudo que se conduz, e nesse trabalho, dentre os diversos métodos, foi utilizado o fracionamento físico. Este, consistiu em separar o solo em classes de agregados de diferentes tamanhos (grandes macroagregados maiores que 2 mm e pequenos macroagregados e microagregados menores que 2 mm), para avaliar se os plantios florestais alteram a distribuição do carbono e nitrogênio nos agregados do solo.

Nesse sentido, espera-se que a qualidade da MOS da área do plantio *Pterogyne nitens* seja superior a qualidade da MOS da área do plantio de *Eucalyptus spp.* e que essa diferença seja expressa na qualidade da MOS dos agregados. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a quantidade de C e N em diferentes classes de agregados do solo sob a influência de dois plantios florestais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo está situada na mesorregião centro-sul, em área de transição Caatinga-Mata Atlântica, possui um clima tropical de altitude (Cwb), segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), e pluviosidade média anual de 711 mm. O solo da região estudada pertence à classe Latossolo Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2006), textura argilo-arenosa e o relevo é plano a levemente ondulado.

Os dados foram coletados em dois plantios florestais homogêneos, (1) de madeira nova (*Pterogyne nitens* Tul.) e (2) de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus urophilla*, *Eucalyptus robusta* e *Eucalyptus tereticornis*). Ambos os plantios florestais foram estabelecidos em espaçamento de 3 × 3 m, com utilização de gradagem e adubação localizada na cova (100 gramas de Superfosfato Simples). Além disso, outra área foi utilizada como referência, a Floresta Nativa ou Mata de cipó (como é popularmente conhecida). Caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Montana, a mata de cipó está entre os biomas de transição Caatinga – Mata Atlântica, e é um tipo de floresta de pequeno porte, em que as árvores tem alturas que estão entre 10 e 15 m (VELOSO et al., 1991).

Os plantios florestais e a Floresta Nativa estão localizados no Campo Agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB (14°53'1,06"S e 40°47'55,18"W), município de Vitória da Conquista, Bahia.

2.2 Coleta e preparação das amostras

As amostras de solo foram coletadas no mês de setembro de 2022. Em cada área, quatro parcelas de 20 × 20 m foram dispostas com distância de 20 m entre si, nas quais foram utilizados gabaritos de 10 × 10 cm (aproximadamente 1 kg de solo), de forma aleatória, para coleta das amostras de solo, totalizando 12 amostras. As amostras foram coletadas na camada de 0-10 cm.

As amostras de solo indeformadas para análise de carbono e nitrogênio totais, carbono lábil e fracionamento úmido foram levadas para o laboratório, identificadas e deixadas para secar ao ar (Terra fina seca ao ar – TFSA).

2.3 Fracionamento das amostras em classe de agregados

As amostras de solo que foram coletadas em cada parcela, a fim de obter uma amostra composta, depois de secas ao ar em laboratório, foram fracionadas em classes de agregados. Elas foram submetidas a peneiramento e separadas nas seguintes classes de tamanho: >6 mm, 6-4 mm, 4-2 mm. Após a separação, foram pesadas em balança semi-analítica (0,001 g) para obter a porcentagem relativa do fracionamento.

2.4 Fracionamento úmido

Em laboratório foi pesado 100 gramas de cada amostra de TFSA e colocadas em um becker de 250 ml por cinco minutos. Depois foram postas na peneira de 250 μm para realização da agitação manual, submersas a água, durante o período de quatro minutos, seguindo a técnica de Gama-Rodrigues et al. (2010) e Monroe et al. (2022). A fração que ficou retida na peneira de 250 μm foi posta em um recipiente plástico e nomeada de macroagregados (2000-250 μm). Subsequentemente, o que passou através da peneira de 250 μm , foi peneirada em uma peneira de 53 μm . O que ficou retido, denominou-se microagregados (250-53 μm) e o material restante foi nomeado de silte e argila (< 53 μm). Dessa forma, as amostras reservadas em potes foram secas em estufa de ar forçado a 60 °C por 72 horas. Depois de secas, foram pesadas em uma balança semi-analítica (0,001 g) e calculadas as suas porcentagens relativas. A eficiência de recuperação das frações em comparação ao solo fracionado foi de 96%.

2.5 Carbono total do solo e agregados

Para análise de carbono total do solo, foram separadas e pesadas 72 amostras de 0,1 g, que corresponde a 12 amostras de cada (>6 mm, 6-4 mm, 4-2 mm, macroagregados, microagregados e silte+argila). Apesar da separação inicial em classe de agregados, as amostras do fracionamento seco foram maceradas com o uso do cadinho e passadas em peneira de 2 mm, para ficarem mais finas e facilitar os próximos procedimentos.

O método utilizado para determinação do carbono orgânico do solo (COS) foi via úmida pela oxidação com o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), sendo discriminado o oriundo de compostos carbonáticos ou recalcitrantes como o carvão (Walkley; Black, 1934). Após preparo das soluções de dicromato de potássio, do sulfato ferroso amoniacal $[Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O]$ e do indicador ferroin, as amostras foram transferidas para o tubo de digestão. Em seguida, adicionadas as soluções de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), foram mantidas no bloco digestor por 30 min, a 170 °C. Também foram preparadas amostras em branco como pede o método, para possível comparação das soluções com amostras de solo e sem as amostras de solo.

O conteúdo de cada tubo foi transferido para erlenmeyers, utilizando-se água destilada suficiente para um maior volume final. Em seguida, foram titulados com a solução de sulfato ferroso amoniacal até a viragem da cor e anotados os volumes gastos. Com base nos valores do volume gasto de sulfato ferroso amoniacal foi calculado o teor de COS em $g\ kg^{-1}$. Foi feito o teste de Fisher a 5% de significância na estatística.

2.6 Carbono lábil no solo

Para análise de carbono lábil, 72 amostras de cada fração de agregados do solo e do solo não fracionado (TFSA) foram maceradas em gral e peneiradas em peneira de 0,250mm. Posteriormente, foram pesadas alíquotas de 1,0 g de cada fração.

O carbono lábil foi determinado pelo procedimento proposto por Blair (1995) e adaptado para solos tropicais (SHANG; TIESSEN, 1997), que tem como objetivo promover a oxidação de formas lábeis de C no solo a partir da utilização do permanganato de potássio ($KMnO_4$) como agente oxidante. A quantificação do C lábil foi feita por colorimetria, considerando a perda de $KMnO_4$ à medida que o C do solo é oxidado.

Após preparo das soluções de permanganato de potássio, foi produzida uma curva padrão com diferentes concentrações e realizada a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda 565 nm. Essa curva será utilizada no cálculo final para quantificar o carbono lábil no solo. Confirmada a precisão da curva, foram adicionadas as amostras no tubo falcon, com 25 ml de solução de $KMnO_4$. Logo em seguida, colocadas no agitador horizontal, durante uma hora, a 60 rpm. Retiradas do agitador,

as amostras foram colocadas na centrífuga por 5 min e posteriormente, pipetadas 1 ml de sobrenadantes de cada amostra em balão de 250 ml completando o volume com água deionizada. Por último, foi feita a leitura em espectrofotômetro em 565 nm e anotados os valores. Foi feito o teste de Fisher a 5% de significância na estatística.

2.7 Análise de Nitrogênio no solo

Para análise de nitrogênio do solo foram separadas, maceradas em gral, peneiradas com peneira de 0,250 mm e pesadas 72 amostras de 0,1 g de frações de agregados do solo e do solo não fracionado (TFSA).

O método de determinação do N total utilizado foi desenvolvido por Kjeldahl em 1883 (EMBRAPA, 2017). Este método fundamenta-se na conversão do N orgânico (R – NH₂) contido na amostra à NH₄⁺ por meio de uma digestão sulfúrica e a dosagem deste por meio da quantidade do que foi liberado pela destilação do digerido em meio alcalino. Assim o método processa-se em duas etapas: a digestão sulfúrica e a destilação.

A quantificação do N existente na solução de ácido bórico ocorre pela titulação da solução com o ácido sulfúrico, até que se observe o retorno da cor vermelha, que corresponde ao ponto de viragem para condição mais ácida. A quantidade de N existente é proporcional à quantidade de ácido gasta na titulação. As amostras de solo foram transferidas para o tubo de digestão e digeridas em bloco digestor com o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e o ácido sulfúrico (H₂SO₄) e a mistura catalítica, a 250° e 375°, até atingirem a coloração amarelo-esverdeado. Para a destilação, foi usado o destilador Kjeldahl. Retirados do destilador, as amostras foram tituladas com HCl até o ponto de viragem, de verde para róseo. O volume gasto na titulação com o HCl até a viragem da cor foi anotado para cálculo da quantidade de nitrogênio que tem no solo. Foi feito o teste de Fisher a 5% de significância na estatística.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Carbono orgânico total e lábil no solo

A *Pterogyne nitens* (PTN) e o *Eucalyptus spp.* (EUC) não diferiram entre si quanto ao teor de carbono total do solo (37,68 g kg⁻¹) e foram inferiores a Floresta Nativa (FN) (Figura 1). O carbono lábil apresentou o mesmo comportamento do carbono total do solo, não diferindo entre os plantios florestais. Isso pode ocorrer devido a ausência de perturbações antrópicas na FN, que permite a manutenção do

aporte contínuo de material vegetal na superfície do solo, proveniente da queda das folhas e de outros componentes das plantas, como galhos, cascas e materiais reprodutivos. O armazenamento de COS resulta, principalmente, da taxa de decomposição dos resíduos da colheita florestal da manta orgânica e das raízes, que permanecem sobre a superfície do solo. O estoque de carbono do solo sob floresta nativa representa um equilíbrio entre a entrada de fitomassa morta e a perda de CO₂ pela decomposição, havendo um declínio no estoque de matéria orgânica após a conversão de florestas nativas em sistemas manejados (HOUGHTON et al., 1991).

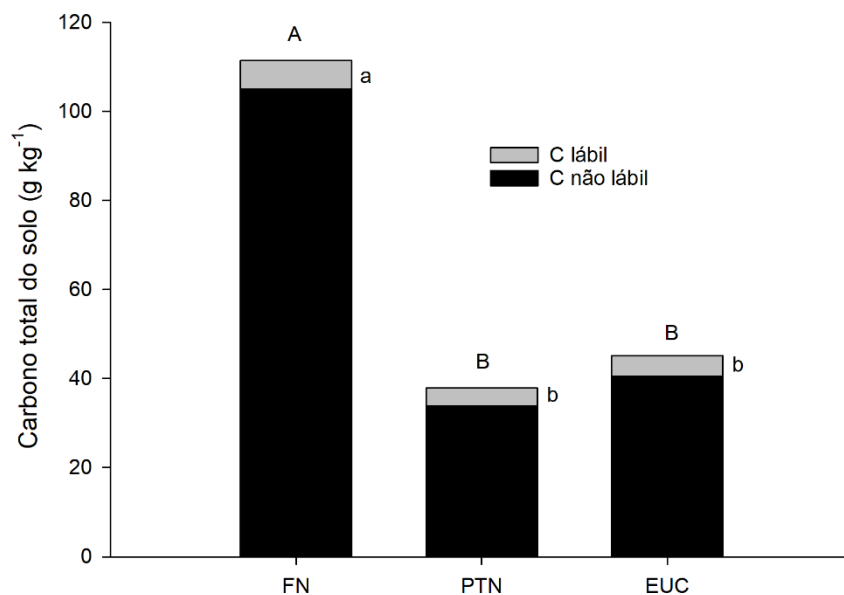


Figura 1: Carbono total e carbono lábil do solo em plantios de PTN – *Pterogyne Nitens* Tul., EUC - *Eucalyptus* spp. e na FN - floresta nativa. Letras iguais ao lado das barras, que compararam o carbono lábil entre os tratamentos e as letras sobre as barras, que compararam o carbono total, não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

O carbono lábil é uma fração do carbono total, que ocorreu em menor quantidade nos plantios de PTN e EUC. A fração lábil apresenta alta taxa de decomposição e um curto período de permanência no solo e a sua principal função é fornecer nutrientes às plantas através da mineralização, além de energia e carbono aos microrganismos do solo (SILVA et al., 2011). Esses resultados refletem que a conversão de ecossistemas naturais em plantios florestais pode diminuir a concentração de compostos menos recalcitrantes expondo-os à decomposição microbiana. Esperava-se que a concentração de C lábil no PTN fosse maior do que no EUC, devido a maior recalcitrância dos resíduos do EUC (SILVA et al., 2004;

SCHUMACHER & WITSCHORECK, 2004). No entanto, a permanência de C lábil no solo não depende apenas da característica do material vegetal, mas do ecossistema como um todo (LEHMAN et al., 2020).

3.2 Carbono orgânico total e lábil em agregados

Em todas as classes de macroagregados (>6 mm, 6-4 mm e 4-2 mm), quanto ao teor de C total e C lábil, os plantios florestais não apresentaram diferenças entre si e foram inferiores à floresta nativa (Figura 2). De forma semelhante, a FN teve maior teor de carbono lábil quando comparada aos plantios florestais.

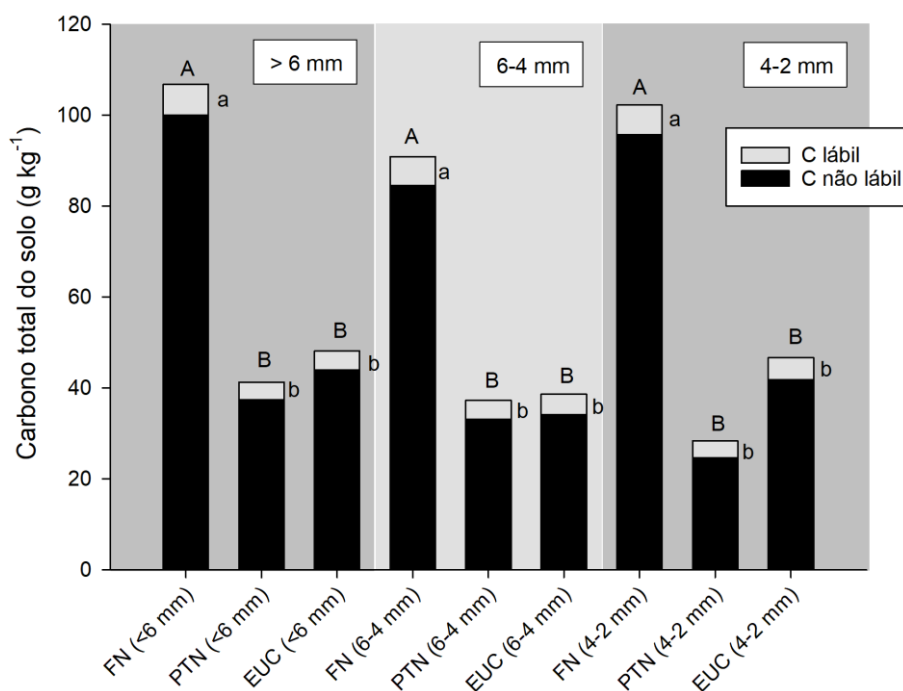


Figura 2: Carbono total e lábil em classes de macroagregados (<2mm) do solo sob plantios de PTN – *Pterogyne Nitens* Tul., EUC - *Eucalyptus* spp. e na FN - floresta nativa. Letras iguais ao lado das barras, que compararam o carbono lábil entre os tratamentos em cada classe e as letras sobre as barras, que compararam o carbono total em cada classe, não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

Ao avaliar as classes de agregados pelo fracionamento úmido, a floresta nativa teve maior concentração de carbono total e lábil do que o PTN e o EUC (Figura 3). Por outro lado, no carbono lábil nas frações de macroagregados e silte+argila, o EUC foi superior à PTN. É possível observar que houve um decréscimo no COS e C lábil da FN comparada aos plantios florestais, indicando que após a conversão de uma

floresta nativa em plantios florestais há uma perda de carbono total e C lábil tanto no solo como um todo quanto nos agregados secos e do fracionamento úmido. Inúmeras razões podem ser destacadas para explicar o decréscimo dos estoques de carbono quando áreas de florestas nativas são convertidas em plantios florestais: menor aporte de resíduos vegetais pelo cultivo florestal, principalmente na fase inicial (BARROS et al., 2017), revolvimento do solo para a implantação do cultivo, o que determina a ruptura de agregados e liberação de carbono protegido fisicamente (Qu et al., 2019). Sendo assim, é um indício bem forte que houve perdas de agregação do solo após a conversão e que as perdas de matéria orgânica nos agregados sob os plantios florestais foi acelerada.

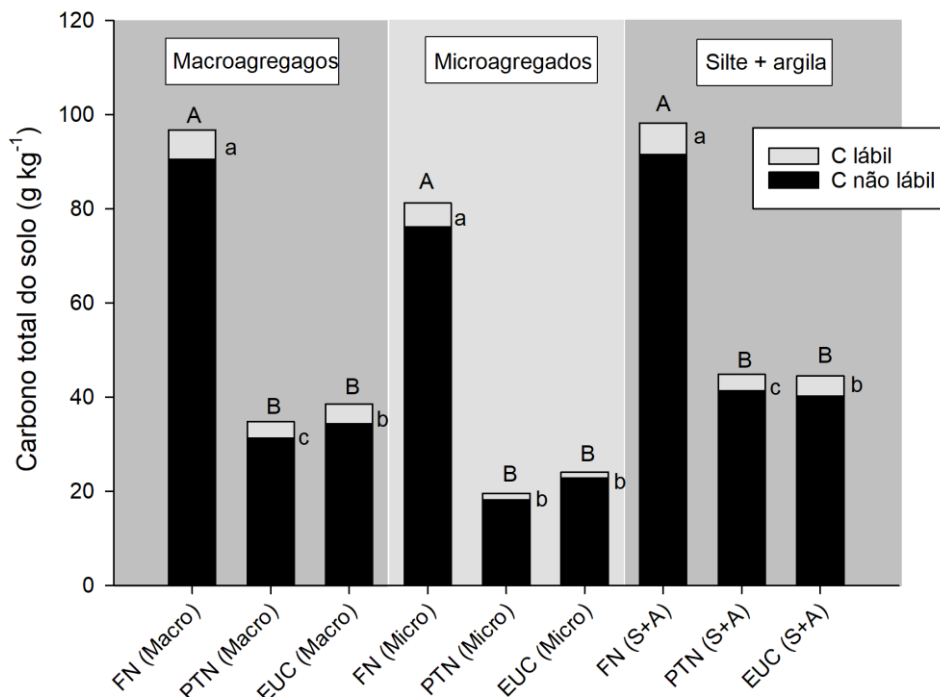


Figura 3: Carbono total e lábil em classes de agregados (<2mm) do solo sob plantios de PTN *Pterogyne Nitens* Tul., EUC - *Eucalyptus* spp. e na FN - floresta nativa. Letras iguais ao lado das barras, que compararam o carbono lábil entre os tratamentos em cada classe e as letras sobre as barras, que comparam o carbono total em cada classe, não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

Nos tratamentos, o carbono lábil de macroagregados e silte+argila houveram variações significativas. Em ambos, a floresta nativa se destaca, em seguida o EUC e logo abaixo o PTN. Apesar dos resíduos da PTN ter maior qualidade, o carbono lábil do EUC está em maior quantidade. O que pode explicar esse fato é que o plantio de *Pterogyne nitens* apresenta menor quantidade de matéria orgânica depositada no solo

e pode representar elevada velocidade de decomposição, uma vez que a espécie tem maior capacidade de fixar nitrogênio (SANTOS et al., 2008). A menor quantidade de resíduos aportados pela PTN, bem como o predomínio de compostos de fácil decomposição pode ter acelerado as perdas de MOS no solo, resultando em menor concentração de resíduos nos agregados. De acordo com Constantinides & Fownes (1994), maiores concentrações de nitrogênio e, conseqüentemente, maiores taxas de decomposição são esperadas para espécies que possuem potencial para fixação de N, como é o caso daquelas da família Fabaceae.

Por outro lado, os resíduos do EUC são mais recalcitrantes, porém em maior quantidade, que dificultam as perdas da matéria orgânica do solo, até em suas frações mais lábeis. As frações mais lábeis do EUC podem ter sido preservadas nos macroagregados no momento de formação dessa classe. Em plantios comerciais de eucalipto, uma elevada adição de resíduos nem sempre pode estar diretamente relacionada à incorporação a curto prazo do C na MOS, pois a presença de altas concentrações de hemicelulose e lignina e outros polifenóis, especialmente em plantas mais antigas, podem inibir a ação microbiana, retardando o processo de decomposição dos resíduos vegetais, fato que, por outro lado, favorece a manutenção de uma cobertura vegetal constante e elevada sobre o solo (SIQUEIRA et al., 1991; SILVA et al., 2004; RANGEL, 2006).

A característica textural de cada classe de solo também pode influenciar os mecanismos de proteção física da MOS. A formação de agregados em solos mais arenosos é mais dependente da adição contínua de resíduos, atividade faunística e da presença de agentes ligantes que promovem a agregação (PILLON et al., 2000). Por exemplo, solos arenosos apresentam maior concentração de macroporos e fraca energia de ligação com compostos orgânicos, que facilitam a oxidação da matéria orgânica pela diminuição das barreiras físicas e químicas à ação dos microrganismos (MONROE, 2015).

3.3 Nitrogênio Total no solo

Quanto ao Nitrogênio Total, assim como o carbono do solo e dos agregados, é possível observar que a floresta nativa obteve maior média. Já o EUC e PTN não diferiram entre si (Figura 4). O ciclo do N no solo está estreitamente associado à matéria orgânica, por isso a biomassa microbiana tem sido considerada sua importante fonte, uma vez que constitui sua fração ativa e potencialmente

mineralizável (MARUMOTO et al., 1982; BONDE et al., 1988). A ciclagem do N microbiano é mais rápida do que as de outras frações da matéria orgânica do solo (MOS) (SMITH & PAUL, 1990).

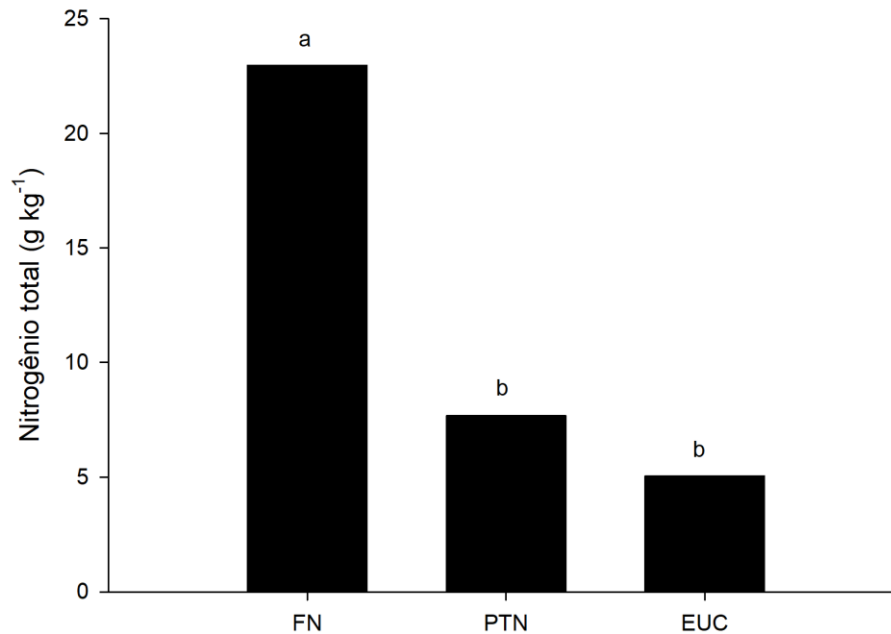


Figura 4: Nitrogênio total do solo em plantios de PTN – *Pterogyne Nitens* Tul., EUC - *Eucalyptus* spp. e na FN - floresta nativa. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

A Figura 5 apresenta o nitrogênio total do solo em todas classes de agregados, e novamente, a FN se destaca com os maiores valores de média, com exceção da fração 4-2 mm. Não houve diferença entre os plantios florestais para nenhuma das classes de agregados, reforçando a influência da conversão de sistemas naturais em plantios florestais.

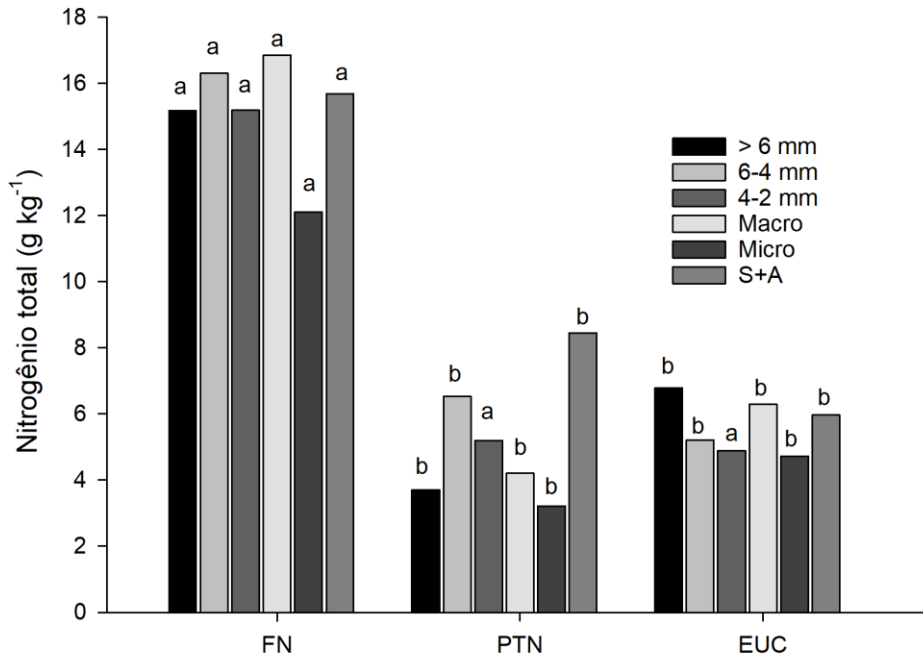


Figura 5: Nitrogênio total do solo classes de agregados do solo sob plantios de PTN – *Pterogyne Nitens* Tul., EUC - *Eucalyptus* spp. e na FN - floresta nativa. Letras iguais, que comparam os tratamentos em cada classe, não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

3.4 Relação C/N no solo

Quanto a relação C/N, é possível observar que o EUC teve a maior relação quando comparado a floresta nativa e a PTN (Figura 6). Sabe-se que a matéria orgânica do solo é a principal fonte de energia para os microrganismos e de nutrientes para as plantas. Esses microrganismos utilizam o nitrogênio e o carbono vindo dos restos vegetais para formarem tecidos de sua própria composição. O EUC se destaca nesse caso, porque o seu resíduo é mais recalcitrante. Os resíduos recalcitrantes se caracterizam por possuírem uma decomposição mais lenta, podendo levar anos para se decompor completamente (MAEDA, 2021). Em relação ao eucalipto, os exemplos de resíduos recalcitrantes incluem cascas, serragem, folhas, e estes fazem parte da cobertura vegetal dos solos desse plantio. Valores maiores de relação C/N favorecem o acúmulo de resíduos vegetais em superfície, geralmente pela baixa oferta de N no sistema, fato que reduz a taxa de mineralização dos resíduos e, conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes (HOPPE et al., 2006).

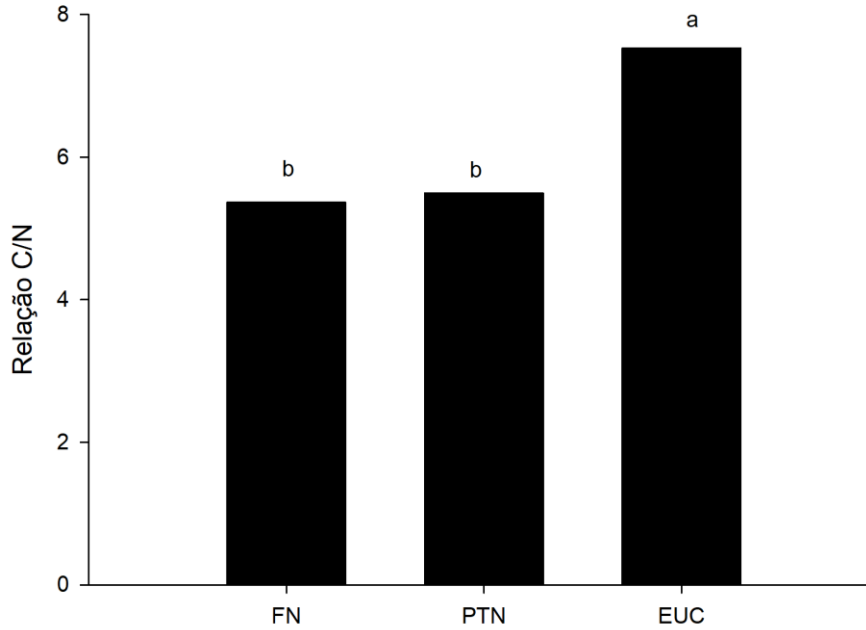


Figura 6: Relação C/N do solo sob plantios de PTN – *Pterogyne Nitens* Tul., EUC - *Eucalyptus* spp. e na FN - floresta nativa. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

A relação do C/N nos agregados do solo mostrou que somente a fração de 4-2 mm houve diferença estatística. Nessa fração, o EUC foi superior à PTN e à FN (Figura 7). A relação C/N nessa fração foi superior no EUC, porque os resíduos do EUC têm maior relação C/N no solo como um todo (Figura 6). A diferença significativa só na fração 4-2 mm ocorreu devido à ausência de diferença na quantidade de nitrogênio nesta fração, que aumentou a relação C/N pela maior concentração de carbono. Adicionalmente, em termos da influência do plantio, não houve um motivo razoável para entender a exclusividade dessa fração em comparação com as outras.

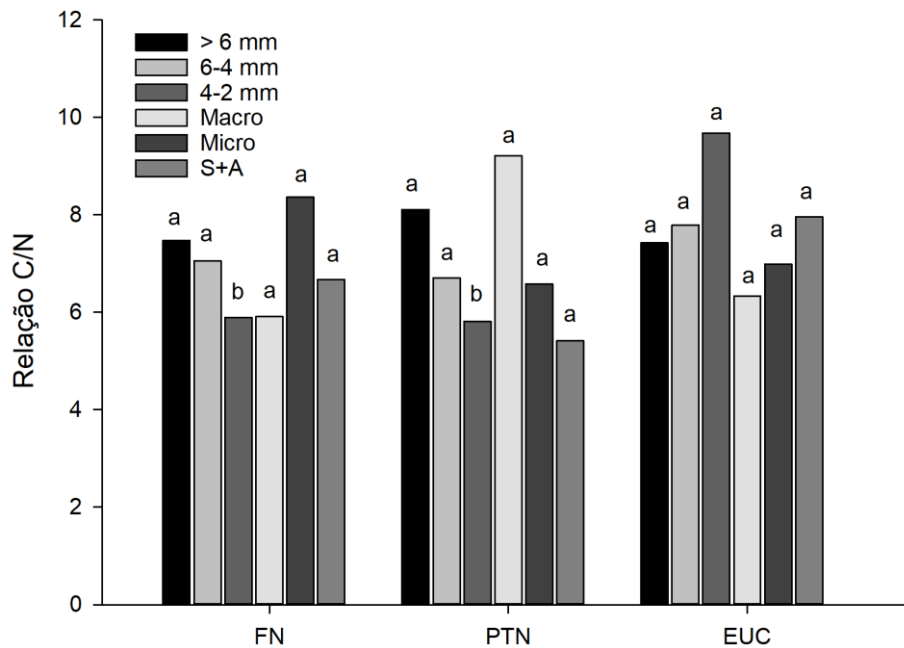


Figura 7: Relação C/N das classes de agregados do solo sob plantios de PTN – *Pterogyne Nitens* Tul., EUC - *Eucalyptus* spp. e na FN - floresta nativa. Letras iguais, que comparam os tratamentos em cada classe, não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

4 CONCLUSÃO

Não há diferenças na quantidade de carbono total e lábil, bem como do nitrogênio, no solo como um todo para os plantios florestais estudados. Isso reflete diretamente nos teores desses elementos em todas as classes de agregados do solo, sendo explicado pela conversão de floresta nativa em plantios florestais.

Avaliando somente a relação C/N, pode-se inferir que a qualidade da matéria orgânica do solo sob plantio de *Eucalyptus* spp. é inferior a qualidade dos solos de *Pterogyne nitens*. No entanto, a relação C/N dos agregados não é alterada, com exceção da fração 4-2 mm, a qual não foi possível explicar a sua exclusividade.

REFERÊNCIAS

- Andrade, C. A. de et. al. (2005) Qualidade da matéria orgânica e estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo tratado com biossólido e cultivado com eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 803-816.
- Associação Baiana das Empresas de Base Florestal (2019). Anuário Estatístico da ABAF, ano base 2018. Brasília: ABAF, 2019. 32 p.
- Barros et. al., N. F (2017). Tree Growth and nutrient dynamics in pine plantations in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 41
- Blair, G.J. et al (1995). Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.46, p.1459-1466.
- Brady, N.; Weil, R. R. (2013) Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman. 716 p.
- Brasil (2010). Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010. Brasília: MMA, 2010. 152 p.
- Christensen, B.T. (2000) Organic matter in soil: Structure, function and turnover. In: PLANT production. Tjele. p. 95. (DIAS Report, 30).
- De Araújo, E. A. et al (2012). Qualidade do solo: conceitos, indicadores E avaliação. *Applied Research & Agrotechnology*, v. 5, n. 1, p. 187-206.
- Embrapa, Florestas (2014). Transferência de Tecnologia Florestal: Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. 1ª ed. Brasília, DF – Brasil.
- Gama-Rodrigues, E. F. et al. (2010) Carbon storage in soil size fractions under two cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. *Environmental management*, v. 45, p. 274-283.
- Gregorich, E. G. et. al. (1994) Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.*, p. 367-375.
- Food and Agriculture Organization (FAO). Forest resource assessment – FRA 2015: terms and definitions. Rome: FAO, 2015.
- Hoppe, J.M. et al (2009). Estimativa de biomassa em povoamento de *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. estabelecido no município de Dom Feliciano, RS. *Ciência Florestal*, v.16, p. 463-471, 2006.
- Houghton, R.A. et. al. (1991) Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985. II Net release of CO₂ to the atmosphere. *For. Ecol. Manag.*, 38:173-199.
- Lorenzi, h (1992). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de

- plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum; 368 p.
- MAEDA, S. et al. (2021) Aplicação de resíduos agropecuários, urbanos e industriais em plantios de eucalipto.
- Marumoto, T. et. al. (1982). Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.*, 14:469-475.
- Monroe, P. H. M. (2015). Estoque de carbono no solo em sistemas agroflorestais de cacau no sul da Bahia, Brasil. Campos dos Goytacazes-RJ: UENF, 96 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Mendonça, E. de S. (2005) Matéria orgânica do solo: métodos de análises. UFV.
- Monroe, P. H. M. et al.(2022) Carbon and nitrogen occluded in soil aggregates under cacao-based agroforestry systems in Southern Bahia, Brazil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 22, n. 2, p. 1326-1339.
- Oliveira, A. B. et al. (2019) COLEÇÃO 500 PERGUNTAS, 500 RESPOSTAS. Embrapa, Brasília, 274 p.
- Poggiani, F. et. al. (1983) Exportação de biomassa e nutrientes através da exportação dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. *R. IPEF*, 25:37-39.
- Pryor (1976), Lindsay Dixon et al. *The biology of eucalypts. The biology of Eucalypts.*
- Qu, Z. et al (2019). Soil Organic Carbon, aggregates, and fractions under different land uses in the Loess Plateau, China. *Polish Journal of Environmental Studies*, v. 28, n. 3, p. 1877-1885.
- Rangel, O.J.P.(2006) Estoque e frações da matéria orgânica e suas relações com o histórico de uso e manejo de Latossolos. 186f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, MG.
- Rousseau, L. et. al. (2013). van der.; Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*, Amsterdam, v. 27, p. 71-82.
- Santos MJC, et. al. (2008). Germinação do amendoim bravo (*Pterogyne nitens* Tul) para utilização na recuperação de áreas degradadas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*; 3(1): 31-34.
- Santos, M. O. (2018) . Carbono Orgânico em agregados do solo em caatinga submetida a manejo florestal.
- Shang, Chao; TIESSSEN, Holm (1997). Organic matter lability in a tropical oxisol:

evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. **Soil Science**, v. 162, n. 11, p. 795-807.

Silva, I.R. et al. (2004) Manejo de resíduos e matéria orgânica do solo em plantações de eucalipto: uma questão estratégica para a manutenção da sustentabilidade. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.10-20 (Boletim informativo).

Siqueira, J.O. et al. (1991). Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems critical. *Reviews and Plant Science*, v.10, p.68-121.1991. Disponível em: . Acesso em: 18 may. 2023. doi: 10.1080/07352689109382307.

Teixeira, P. C. et al. (2017). Manual de métodos de análise de solo.

Veloso, H. P. et al (1991). Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 194 pag.

Virgens, a. P. et. al. (2017). Biomassa de espécies florestais em área de caatinga arbórea. *Pesquisa Florestal Brasileira, [S. l.]*, v. 37, n. 92, p. 555–561,. DOI: 10.4336/2017.pfb.37.92.1465.

Walkley, A. (1947, Apr.) A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, v. 63, n. 4, p. 251-264.

ANEXO 1

Normas da *Revista Scientia Forestalis*

Diretrizes para autores

A revista **Scientia Forestalis** publica artigos científicos originais e inéditos relacionados com aspectos biológicos, ecológicos, econômicos e sociais do manejo, produção e uso de florestas e seus recursos naturais.

Os manuscritos submetidos devem apresentar mérito científico, ou seja, contribuir para o avanço do conhecimento científico, e não podem ter sido publicados ou encaminhados simultaneamente para outros periódicos.

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade desta revista e não representam necessariamente as opiniões do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), sendo o conteúdo de responsabilidade do autor. Serão aceitos manuscritos em Português, Inglês e Espanhol. Textos em Inglês e espanhol passarão por avaliação do revisor de idioma,

e estará sujeito à recusa ou devolução para readequação gramatical. Caso seja de interesse do autor, a revista poderá indicar revisores de idioma.

Formas de apresentação

1. Serão aceitos textos apenas em formatos compatíveis ao Microsoft Word
2. O manuscrito deve conter no máximo 30 páginas numeradas, incluindo figuras, tabelas, quadros e anexos, escritas em espaço duplo entre linhas, fonte Arial tamanho 12, margem de 2,5cm de cada lado e em papel tamanho ISO A4 (212x297mm);
3. Abreviações devem ser usadas em apenas uma forma. Uma vez que uma abreviação é usada no texto, ela deve seguir o mesmo padrão para todo o manuscrito e também nas figuras e tabelas;
4. As figuras e tabelas devem ser apresentadas apenas após as referências com o título e legendas no idioma do manuscrito. A localização aproximada desses elementos deve ser indicada no texto com uma chamada entre dois parágrafos. Exemplo: Entra a Figura 2; Entra a Tabela 4;
5. As fotos devem ser enviadas em formato JPEG com, no mínimo 300 dpi de resolução e no máximo 20 cm de largura;
6. Os gráficos devem ser enviados no formato de imagem (jpeg, png, gif) e devem estar citados no texto como “Figura”, conforme comentado no item anterior;
7. As tabelas devem estar em formato editável (digitadas). Não serão aceitas em formato de imagem;
8. A primeira página deve conter: título em português e inglês;
9. As referências bibliográficas e citações devem estar de acordo com as normas adotadas pela APA (*American Psychological Association*). A lista de referências deve ser apresentada ao final do texto em ordem alfabética e apenas com as referências citadas no artigo;
10. Não são aceitas notas de rodapé;

Sequência de apresentação:

1. Título em português e inglês;
2. Resumo em português e inglês. O resumo deve conter no máximo 400 palavras apresentando os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões;
3. Palavras-chave em português e inglês;
4. Introdução, incluindo a revisão de literatura;
5. Material e métodos;

6. Resultados;
7. Discussão;
8. Conclusão;
9. Referências bibliográficas.