

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

JULIANA PINHEIRO SOUSA

**CARBONO ORGÂNICO NAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE SOLOS SOB
PLANTIOS HOMOGÊNEOS DE *Pterogyne nitens* E *Eucalyptus urophylla***

**VITÓRIA DA CONQUISTA – BA
ABRIL - 2019**

JULIANA PINHEIRO SOUSA

**CARBONO ORGÂNICO NAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE SOLOS SOB
PLANTIOS HOMOGÊNEOS DE *Pterogyne nitens* E *Eucalyptus urophylla***

Monografia apresentada à
Universidade Estadual do
Sudoeste da Bahia - UESB,
campus Vitória da Conquista, para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Florestal.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Patrícia
Anjos Bittencourt Barreto-Garcia.

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

ABRIL - 2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

Campus Vitória da Conquista – BA.

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: Carbono orgânico nas substâncias húmicas de solos sob plantios homogêneos de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla*

Autor: Juliana Pinheiro Sousa

Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL, pela Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia – UESB
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Caroline Valverde dos Santos - UESB

Prof.^a Dr.^a Rita de Cássia Antunes Lima de Paula - UESB

Data de realização: 10 de Abril de 2019.

Colegiado de Engenharia Florestal, UESB – Campus Vitória da Conquista,
Estrada do Bem Querer, km 04

Telefone: (77) 3425-9380

CEP: 45.083-900

E-mail: ccengflor@uesb.edu.br

*Ao meu filho João Augusto, que ainda em meu ventre
tem me mostrado o verdadeiro sentido da vida e me
ensinado sobre o amor,*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por seu infinito amor, pela minha vida, saúde e sustento durante todos os dias da minha vida.

À minha mãe Eliene, por todas as orações e por estar sempre ao meu lado me dando força e ânimo para não desistir dos meus objetivos.

À toda minha família, em especial aos meus padrinhos, Ruth e Edmilson e aos meus primos, que acima de tudo são meus amigos. À vocês agradeço por cada palavra de apoio e toda ajuda, mesmo que indiretamente.

Às amigadas que construí ao longo desses cinco anos na universidade; Carol, Vaniele, Darlan, Laerte, Ângela, Kauanne, Iago, Monalisa, Maria Clara, Igor, Henan, Ester e Fabrícia; meu muito obrigada por toda a parceria, companhia, choros e risadas, seria muito mais difícil sem vocês.

À Lara Júlia, João Vitor, Uinnie e todos aqueles que me ajudaram de alguma forma no momento em que vi minha vida mudando completamente e pensei em desistir de tudo, obrigada por me mostrarem os pontos positivos, me acalmando e me fazendo sorrir mais.

Agradeço à professora Patrícia por ter sido muito mais que uma orientadora para mim, me acolhendo, me escutando e aconselhando. Obrigada por ter despertado em mim novamente o amor pela pesquisa e ter me permitido desenvolver este trabalho na área que sempre quis, sei que não teria conseguido ir tão longe sem esse apoio.

Aos meus colegas de laboratório e grupo de pesquisa, por toda ajuda, informações e conhecimentos compartilhados, o meu muito obrigada.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pela oportunidade de cursar e concluir o curso que escolhi para minha vida. Gratidão a todo corpo docente e funcionários dessa instituição, inclusive ao laboratório de Microbiologia do solo, toda sua infraestrutura e à Bruninha, por toda contribuição e ajuda.

Por fim, gratidão a todos que passaram pela minha vida, inclusive aos que aqui não mencionei, mas que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

“Ao fim do dia, podemos aguentar muito
mais do que pensamos que podemos”
Frida Kahlo.

A formatação do presente trabalho segue as normas textuais da Revista *Scientia Forestalis*.

SUMÁRIO

RESUMO	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS	13
Caracterização da área	13
Coleta e processamento das amostras de solo e serapilheira	14
Substâncias húmicas e carbono orgânico	15
Análise estatística.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
NORMAS DA REVISTA.....	29
Forma de apresentação.	29
Sequência de apresentação	30

**Carbono orgânico nas substâncias húmicas de solos sob plantios
homogêneos de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla***

Humic Substances in soils under homogenous plantings of *Pterogyne nitens*
and *Eucalyptus urophylla*

RESUMO

Além de mudanças na quantidade de carbono orgânico do solo, o tipo de cobertura florestal também pode alterar sua distribuição nas frações da matéria orgânica do solo, como resultado da natureza do material depositado por cada espécie. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição do carbono nas substâncias húmicas da matéria orgânica do solo em plantios homogêneos de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla*, utilizando como referência uma floresta nativa no Sudoeste Baiano. A coleta do solo foi realizada em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-40 cm). Foram realizadas análises químicas para quantificar os teores de carbono orgânico das frações húmicas. As coberturas vegetais promoveram respostas distintas quanto aos valores de C orgânico em cada fração, sendo este influenciado pela quantidade e qualidade do material depositado por cada cobertura florestal. O plantio de *Pterogyne nitens* propiciou menores acúmulos de carbono e maior contribuição das frações mais solúveis da matéria orgânica. O plantio de *Eucalyptus urophylla* não alterou os conteúdos e distribuição de C nas substâncias húmicas.

Palavras-chave: matéria orgânica, fracionamento químico, frações humificadas.

ABSTRACT

In addition to changes in the amount of organic carbon in the soil, the type of forest cover may also alter its distribution in soil organic matter fractions as a result of the nature of the material deposited by each species. The objective of this work was to evaluate the carbon distribution in humic substances of soil organic matter in homogeneous plantations of *Pterogyne nitens* and *Eucalyptus urophylla*, using as reference a native forest in the Southwest of Bahia. The soil was collected in three depths (0-10, 10-20 and 20-40 cm). Chemical analyzes were performed to quantify the organic carbon contents of humic fractions. Vegetation cover promoted different responses regarding organic C values in each fraction being influenced by the quantity and quality of the material deposited by each forest cover. The *P. nitens* plantation provided lower carbon accumulations and greater contribution of the more soluble fractions of the organic matter. Planting of *E. urophylla* did not alter the contents and distribution of C in humic substances.

Key words: Organic matter; chemical fractionation; humic fractions.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui a segunda maior cobertura florestal do mundo (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB, 2013), apresentando progressiva expansão da área de florestas plantadas, que atualmente corresponde a 7,84 milhões de hectares (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ, 2017). Dentre as espécies florestais utilizadas, predominam as de origem exótica, com destaque para as do gênero *Eucalyptus* que representam 75,2% da área total de florestas plantadas no país (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2017).

O emprego de espécies florestais nativas, adaptadas às condições edafoclimáticas de determinada região, em plantios homogêneos mostra-se uma importante alternativa para o fornecimento de produtos florestais no Brasil, principalmente em locais onde a distribuição e quantidade das chuvas constituem fatores limitantes à produtividade e sobrevivência (FERNANDES et al., 2018). Todavia, a expansão das áreas plantadas com estas espécies tem sido limitada pela escassez de informações com relação à sua ecologia e silvicultura (PINTO et al., 2016).

Dentre as espécies florestais nativas adaptadas às condições ambientais da região Sudoeste do estado da Bahia está a madeira nova (*Pterogyne nitens* Tul.), que apresenta madeira com grande potencial de utilização para diversas finalidades, como lenha, móveis finos e construção civil. Além disso, a espécie pode ser empregada com eficiência na recuperação de áreas degradadas, devido a sua capacidade de se estabelecer em solos pobres em nutrientes e matéria orgânica, como resultado da fixação biológica de nitrogênio (SANTOS et al., 2008) e da rápida ciclagem da sua serapilheira (PINTO et al., 2016).

A influência da introdução de diferentes espécies florestais sobre as características do solo é determinada pelo seu potencial de produzir biomassa vegetal e pela característica de labilidade ou recalcitrância da serapilheira (NUNES et al., 2015). Isso condiciona a velocidade de decomposição da matéria orgânica do solo (MOS) e, conseqüentemente, a capacidade do solo manter ou incrementar os estoques carbono orgânico.

Além de mudanças na quantidade de carbono orgânico do solo, o tipo de cobertura florestal também pode alterar sua distribuição nas frações da MOS (BAYER et al., 2004). A MOS é constituída por uma fração não humificada

(carboidratos, gorduras, proteínas, etc.), que representa 10 a 15% do seu total; e outra humificada, representada pelas substâncias húmicas, que compreendem os 85 a 90% restantes (PINHEIRO et al., 2004).

De modo geral, a fração humificada da MOS é dividida em três categorias, de acordo com sua solubilidade em meio aquoso: ácidos fúlvicos (AF), que são constituídos por moléculas de baixa massa molecular e apresentam maior reatividade, solubilidade e mobilidade no solo do que as demais frações (PRIMO et al., 2011); ácidos húmicos (AH), que apresentam pouca solubilidade no pH que geralmente é encontrado nos solos, massa molecular relativamente maior que os AF, e alta reatividade (PRIMO et al., 2011), sendo responsável pela maior parte da CTC de origem orgânica (BENITES et al., 2003); e humina (HUM), que possui baixa solubilidade em meio aquoso, bem como baixa acidez (PRIMO et al., 2011) e baixa reatividade e, apesar disso, é responsável pela agregação das partículas do solo, constituindo a fração que mais armazena carbono no solo (BENITES et al., 2003).

Devido à sua grande interação com o fração mineral do solo, as quantidades e proporções das frações substâncias húmicas podem ser utilizadas como indicadores de qualidade do solo (FONTANA et al., 2001). Além disso, a quantidade de carbono nas frações humificadas mostra-se sensível à alterações no solo (XAVIER et al., 2006), podendo ser utilizada na avaliação dos impactos causados pelos diferentes usos e manejos (SÁ et al., 2001; SISTI et al., 2004).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a distribuição do carbono nas substâncias húmicas da matéria orgânica do solo em plantios homogêneos de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla*, utilizando como referência a floresta nativa.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

O trabalho foi conduzido em dois plantios florestais homogêneos, um de madeira nova (*Pterogyne nitens* Tul.), com 12 anos de idade, e outro de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake), com 13 anos de idade. Utilizou-se como referência um fragmento de floresta nativa. Todas as áreas estão localizadas no município de Vitória da Conquista, na região sudoeste da Bahia.

O plantio de eucalipto e a floresta nativa encontram-se situados nas proximidades da BR 116 (14°56'39,46" S e 40°53'49,47" W), a cerca de 12 km em linha reta da área de madeira nova, que está situada no área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (14°53'1,06" S e 40°47'55,18" W).

Os plantios florestais foram implantados em 2006 e 2005 (*Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla*, respectivamente), seguindo um espaçamento de 3 m x 3 m, em solo previamente gradado e com adubação localizada (100g de superfosfato simples por cova). O fragmento de floresta nativa encontra-se em estágio médio de regeneração (BRASIL, 1994), tendo vegetação classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana, apresentando árvores relativamente baixas (entre 10 e 15 m de altura), com adaptações para o clima semiárido e predominância de ecótipos do gênero *Parapiptadenia* e *Anadenanthera* (IBGE, 2012).

A região possui relevo plano a suavemente ondulado, com pequenas elevações de topos arredondados. O clima, segundo a classificação de Köppen, é tropical de altitude (Cwb), com temperatura média de 20 °C, e pluviosidade média de 712 mm. O solo das três áreas estudadas pertencem à classe

Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2018), apresentam textura argiloarenosa e características químicas e granulométricas conforme Tabela 1.

TABELA 1- Caracterização química e granulométrica de solo (profundidade 0-40 cm) sob plantios homogêneos de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla*, e sob floresta nativa

TABLE 1 - Granulometric and chemical of soil (0-40 cm depth) in homogeneous plantations of *Pterogyne nitens* and *Eucalyptus urophylla*, and under native forest

Cobertura	pH	MOS ⁽¹⁾	P	H+Al	K	Ca	Mg	ARG	ARE	SIL	D
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³			g kg ⁻¹			kg dm ⁻³	
Profundidade 0-10 cm											
MN	5,3	15,2	1,2	3,1	44,3	1,0	0,8	567	397	36	1,0
EUC	4,7	33,7	2,8	9,6	33,1	0,7	0,6	520	420	60	1,4
FN	4,2	40,4	2,4	13,2	35,2	0,7	0,5	520	470	10	1,4
Profundidade 10-20 cm											
MN	5,6	14,3	1,3	3,1	22,4	1,0	0,8	575	365	60	1,1
EUC	4,6	30,5	2,6	10,0	21,5	0,4	0,4	490	490	20	1,5
FN	4,2	31,2	1,6	10,7	19,9	0,3	0,3	530	450	20	1,4
Profundidade 20-40 cm											
MN	5,3	10,6	1,3	2,9	12,4	0,8	0,6	530	435	35	1,0
EUC	4,5	21,3	1,5	8,8	14,4	0,4	0,3	470	520	10	1,5
FN	4,4	23,6	1,4	9,5	16,6	0,3	0,2	520	470	10	1,4

(1) MO – matéria orgânica do solo; H+Al – acidez trocável; ARG – argila; ARE – areia; SIL – silte; D – densidade do solo, obtida por meio da metodologia do anel volumétrico. Análises realizadas de acordo com EMBRAPA (2017): pH (água); P e K extraíveis por Mehlich-1; Ca, Mg e Al trocáveis por KCl 1 mol L⁻¹, matéria orgânica (MO) por oxidação com Na₂Cr₂O₇ 4 N e granulometria pelo método da pipeta. Para cada cobertura florestal e profundidade, foram utilizadas quatro amostras compostas por 20 amostras simples, coletadas por meio do mesmo procedimento descrito no item coleta das amostras de solo.

Coleta e processamento das amostras de solo e serapilheira

As amostragens de solo e serapilheira foram realizadas em dezembro de 2018. Em cada área, por caminhamento aleatório foram definidos quatro pontos de amostragem, onde, por meio da abertura de trincheiras, foram coletadas amostras de solo em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-40 cm). Assegurou-se que os pontos de amostragem estavam equidistantes, no mínimo em 10 metros. Em cada profundidade, foram retiradas cinco amostras simples, que

foram reunidas formando uma composta de cada ponto de amostragem, totalizando quatro amostras compostas por área e por profundidade. Além disso, foram coletadas amostras indeformadas com anéis volumétricos para se estimar a densidade do solo.

A serapilheira acumulada foi coletada com auxílio de um gabarito quadrado de madeira de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m), que foi lançado aleatoriamente, uma única vez, sobre o piso florestal de cada ponto de amostragem. As amostras foram triadas (separando-se a fração foliar das demais frações), secas em estufa (65°C), pesadas e submetidas a análises químicas para determinação dos teores de nitrogênio total, pelo método Kjeldahl, descrito por Bataglia et al. (1983).

Substâncias húmicas e carbono orgânico

As amostras compostas de solo foram homogeneizadas, secas ao ar, peneiradas (em malha de 2mm) e trituradas em almofariz.

Para a extração e fracionamento das substâncias húmicas (SH) utilizou-se o método descrito por Mendonça & Matos (2017), baseado na solubilidade diferenciada destas substâncias em meios alcalino e ácido. Inicialmente foi utilizado 1,0 g de solo e 10 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ em tubos de centrifuga; agitou-se em agitador vertical por 1h e deixou-se em repouso por 24h. Para o fracionamento, as amostras foram colocadas para centrifugar a 3000g (FCR) por 20 minutos e, após esse período, o sobrenadante foi transferido para copos plásticos. Posteriormente, adicionou-se novamente 10 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ e realizou-se agito manual das amostras até o desprendimento total do precipitado. Após intervalo de uma hora, as amostras foram novamente centrifugadas, gerando um novo sobrenadante que foi adicionado ao mesmo copo plástico utilizado anteriormente. Esse último procedimento foi repetido mais

uma vez. Os extratos alcalinos nos copos, contendo as frações ácidos fúlvicos (AF) e ácidos húmicos (AH), tiveram seu pH corrigido para $2 \pm 0,1$ com solução H_2SO_4 (20%), para que, após decorridas 18h, a fração insolúvel em meio ácido (AF) fosse separada na forma de sobrenadante do restante da solução, que continha a fração AH. Após separadas as duas frações, à primeira adicionou-se aproximadamente 50ml de água deionizada, e à segunda adicionou-se aproximadamente 30 mL de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. O resíduo que permaneceu nos fundos dos tubos de centrifuga continha a fração humina (HUM), que foi levada para a estufa à 45°C por 72h.

O carbono orgânico das SH foi determinado segundo adaptações do método de Yeomans & Bremner (1988), descritas por Mendonça & Matos (2017). Para as frações AF e AH, utilizou-se 5ml de extrato, 10 mL de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $0,033 \text{ mol L}^{-1}$ e 10 mL de H_2SO_4 concentrado, que foram adicionados a um erlenmeyer de 250ml. As amostras foram levadas a uma chapa aquecedora pré-aquecida a 170°C por 30 min. Após esse tempo, as amostras esfriaram por 15 min e elevou-se o volume final de cada erlenmeyer a aproximadamente 80mL com água deionizada. Com as soluções em temperatura ambiente, foi adicionado o indicador difenilamina 1 % (5 gotas) e, em seguida procedeu-se a titulação com sulfato ferroso amoniacal $0,03 \text{ mol L}^{-1}$. Sob as mesmas condições, foram utilizadas seis amostras em branco (controle), sem extrato (3 aquecidos, 3 não aquecidos), sendo que as amostras não aquecidas foram empregadas como referência para calcular a quantidade de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ perdida nas amostras aquecidas.

O carbono da fração HUM foi determinado seguindo metodologia semelhante à descrita anteriormente, diferindo apenas nas concentrações e

quantidade das soluções utilizadas. O dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) utilizado possuía concentração $0,167 \text{ mol L}^{-1}$ e o sulfato ferroso amoniacal ($Fe(NH_4)_2$) $0,10 \text{ Mol L}^{-1}$. Foi utilizado 0,5 g da fração HUM, 5 mL de $K_2Cr_2O_7$ e 15 mL de H_2SO_4 concentrado.

A estimativa dos teores de carbono das frações das SH na camada 0-40 cm foi obtida por meio da média ponderada dos teores de carbono de cada profundidade estudada. Além disso, a partir dos teores de carbono orgânico de cada fração, foram calculadas as relações AH/AF e EA/HUM, sendo EA os elementos solúveis em alcáli (soma das frações AF e AH). Estes índices são indicativos do nível de estabilização da matéria orgânica no solo. A primeira relação está associada a mobilidade do carbono no solo e a segunda à iluviação de matéria orgânica (BENITES et al., 2003).

Análise estatística

Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett para avaliação de aderência à distribuição normal e homogeneidade das variâncias. Em seguida, para verificar as diferenças significativas nos teores de carbono das SH entre as diferentes coberturas florestais estudadas, os dados foram submetidos à análise de variância (teste F a 5%) como em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições. De forma complementar, para comparação de médias, utilizou-se o teste de Tukey a 5%. Além disso, foram estabelecidas correlações de Pearson ($\alpha= 5\%$) entre serapilheira (biomassa e teores de N) e teores de C e índices das frações humificadas. As análises estatísticas foram realizadas empregando-se o programa estatístico SAEG® v.9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores totais de carbono nas substâncias húmicas (SH) variaram significativamente entre as coberturas florestais, apresentando valor inferior na madeira nova ($9,2 \text{ g kg}^{-1}$) em relação a floresta nativa e eucalipto (média de $23,4 \text{ g kg}^{-1}$) (Tabela 2). Tal variação pode ser atribuída a diferenças na quantidade e qualidade do material depositado no solo por cada uma das coberturas ao longo dos anos. Ou seja, é provável que os menores conteúdos de carbono observados no solo sob madeira nova seja resultante do menor acúmulo de resíduos vegetais e também dos seus maiores teores de N, que proporcionam menor recalcitrância e maior velocidade de decomposição da serapilheira, conforme constatado por Pinto et al. (2016) e Barbosa et al. (2017), que estudaram as mesmas coberturas florestais avaliadas neste estudo.

Nesse sentido, foram observadas correlações significativas dos conteúdos totais de C das SH com a biomassa da serapilheira total e foliar ($r=0,76$ e $0,70$; $p < 0,05$, respectivamente) e com os teores de N da serapilheira foliar ($r=-0,94$; $p < 0,05$), o que demonstra a influência da quantidade e qualidade dos resíduos vegetais no armazenamento de C no solo. De modo geral, em solos que possuem uma composição granulométrica semelhante, uma serapilheira mais facilmente decomponível resultará em uma maior taxa de degradação da matéria orgânica (MARTINS et al., 2009) e menor acúmulo de carbono no solo que outra com substâncias mais resistentes a decomposição (GAMA-RODRIGUES et al., 1999).

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2015) que, ao comparar plantios de eucalipto e leguminosas puros e consorciados sob um

Cambissolo, verificou que o plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn apresentou maiores teores de C orgânico do solo (27,60 g kg⁻¹) quando comparada com o plantio de *Sesbania virgata* (24,35 g kg⁻¹).

Os teores de C das frações húmicas, com exceção dos ácidos fúlvicos, também evidenciaram diferenças significativas entre os sistemas estudados (Tabela 2). Assim como para a soma das três frações, a madeira nova teve menores teores de C nas frações ácidos húmicos (AH) e humina (HUM) em relação à floresta nativa, o que denota a influência da espécie, não apenas no acúmulo de C orgânico no solo, mas também em sua distribuição nas frações da MOS. O eucalipto, por sua vez, foi sempre similar a floresta nativa (Tabela 2), o que sugere que o cultivo da espécie não altera a distribuição de carbono nas substâncias húmicas. Em consonância com estes resultados, foram encontradas associações negativas significativas entre o teor de N da serapilheira foliar e as frações AH ($r = -0,79$, $p < 0,05$) e HUM ($r = -0,93$, $p < 0,05$), sugerindo que os resíduos vegetais depositados pelas três coberturas florestais estudadas, por apresentarem variações em seu grau de degradabilidade, estariam condicionando a redução ou manutenção do acúmulo de C nas frações mais estáveis da MOS.

Tabela 2 – Carbono das substâncias húmicas e suas contribuições relativas em solo (profundidade 0-40 cm) sob plantios homogêneos de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla* e floresta nativa

Table 2 - Carbon of the humic substances and their relatives contributions in soil (depth 0-40 cm) under homogeneous plantations of *Pterogyne nitens* and *Eucalyptus urophylla* and native forest

Frações	Cobertura florestal ⁽¹⁾		
	MN	EUC	FN
	Carbono (g kg ⁻¹)		
AF	4,51 a	5,74 a	4,71 a
AH	2,03 b	3,71 ab	5,26 a
HUM	2,62 b	13,03 a	15,74 a
TSH	9,16 b	21,77 a	24,92 a
	Contribuição relativa (%)		
AF	51,04 a	27,64 b	15,59 b
AH	21,62 a	12,79 a	22,39 a
HUM	27,34 b	59,57 a	62,02 a
AH/AF	0,46 a	0,63 a	0,99 a
EA/HUM	5,62 a	0,71 b	0,68 b

⁽¹⁾ MN – Madeira Nova; EUC- Eucalipto; FN – Floresta Nativa; AF – ácidos fúlvicos; AH – ácidos húmicos; HUM – humina; TSH – total de substâncias húmicas. As letras minúsculas iguais, na linha, que comparam os teores de C entre as coberturas florestais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Para a madeira nova, os maiores acúmulos de C foram observados na fração AF (51%), enquanto para o eucalipto e floresta nativa a fração mais representativa foi a HUM (aproximadamente 61%) (Tabela 2). Valores elevados da fração humina são comumente relatados na literatura (MELO & SCHAEFER, 2009; EBELING et al., 2011; SILVA et al, 2015) e são justificados pela maior estabilidade e tempo de permanência desta fração no solo, proporcionados pelas ligações mais fortes entre suas moléculas, aumentando assim o seu peso molecular (PFLEGER et al., 2017). Por sua vez, a maior contribuição da fração AF na MN sugere que a espécie favorece o acúmulo de C em frações mais solúveis da matéria orgânica, provavelmente em decorrência da deposição de folhas e resíduos vegetais de rápida decomposição.

A relação AH/AF não mostrou diferenças entre os tratamentos, variando entre 0,5 (madeira nova) e 1,0 (floresta nativa). Maiores valores desta relação

indicam perda seletiva da fração mais solúvel (AF) (PFLEGER et al., 2017) e demonstram maior estabilidade do material orgânico (FONTANA et al., 2001). No entanto, de acordo com Canelas (1999), quanto mais próximo de 1 for o valor desta relação, melhor será a qualidade do solo e de suas propriedades químicas e físicas.

A razão EA/HUM foi superior na madeira nova (5,6) quando comparada ao eucalipto e floresta nativa (média de 0,7) (Tabela 2). O valor médio observado para eucalipto e floresta nativa se aproxima dos encontrados por Silva et al. (2015) em áreas revegetadas com eucalipto e leguminosas (média de 0,3) e por Moraes et al. (2008) em diferentes classes de solo (Latosolo Vermelho, Neossolos Flúvicos e Argissolos) (média de 0,7). Já o valor superior a um, observado apenas no plantio de madeira nova, demonstra que a soma das frações solúveis supera o valor da fração mais estável. Esta relação se correlacionou positivamente com o teor de nitrogênio da serapilheira foliar ($r = 0,98$, $p < 0,01$). Esses resultados estão em concordância com os citados anteriormente, indicando que a redução do nível de recalcitrância da serapilheira acumulada na área sob a espécie fixadora de nitrogênio promove uma alteração na estabilidade do C orgânico acumulado no solo.

Em relação à distribuição das frações humificadas no perfil do solo (Tabela 3), observou-se variação significativa apenas da fração AH, que diminuiu com aumento da profundidade do solo no plantio de eucalipto e na floresta nativa. A distribuição de carbono orgânico no solo costuma ser bastante variável, verificando-se em geral maiores quantidades em superfície, uma vez que a deposição de resíduos orgânicos e a intensa ciclagem de raízes finas favorece o acúmulo de matéria orgânica nas camadas mais superficiais (CARMO et al.,

2012). No entanto, observou-se um padrão diferenciado para o carbono das frações AF e HUM, que apresentaram teores semelhantes ao longo do perfil. No caso dos AF, o resultado pode ser atribuído a constituição química dessa fração que apresenta o menor peso molecular dentre as três frações e, além disso, a maior quantidade de grupamentos carboxílicos (com consequentes maiores teores de oxigênio e menores de carbono), sendo então mais facilmente dispersa (solúvel na solução do solo) e movimentada pelo deslocamento no perfil do solo (PFLEGER et al., 2017).

De modo geral, a madeira nova apresentou os menores teores de C em todas as profundidades. O carbono da fração AF apresentou variação apenas na camada 10-20 cm, sendo inferior na madeira nova e floresta nativa em relação ao eucalipto (Tabela 3).

Para a fração AH, diferenças nos teores de C foram encontradas somente na camada superficial (0-10 cm) que obedeceu a ordem madeira nova < eucalipto < floresta nativa. Estes resultados corroboram resultados discutidos anteriormente, que demonstraram que a madeira nova, por possuir material mais facilmente decomponível, favoreceu a redução do armazenamento de C na fração AH.

Tabela 3 - Carbono das substâncias húmicas (g kg⁻¹) em solo sob plantios homogêneos de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla* e floresta nativa

Table 3 - Carbon of the humic substances (g kg⁻¹) in soil under homogeneous plantations of *Pterogyne nitens* and *Eucalyptus urophylla* and native forest

Frações	Cobertura florestal ⁽¹⁾		
	MN	EUC	FN

Profundidade 0-10 cm			
AF	4,73 Aa	4,73 Aa	4,31 Aa
AH	1,92 Ac	4,28 Ab	6,87 Aa
HUM	2,45 Ab	12,59 Aa	16,59 Aa
TSH	9,09 Ab	21,60 Aab	27,78 Aa
Profundidade 10-20 cm			
AF	4,57 Ab	6,40 Aa	3,72 Ab
AH	2,56 Aa	2,75 Ba	5,20 Aba
HUM	2,14 Ab	14,50 Aa	15,89 Aa
TSH	9,27 Ab	23,65 Aa	24,82 Aa
Profundidade 20-40 cm			
AF	4,37 Aa	5,91 Aa	4,55 Aa
AH	1,85 Aa	3,42 Ba	3,69 Ba
HUM	2,94 Ab	12,32 Aa	15,23 Aa
TSH	9,15 Ab	21,85 Aa	23,47 Aa

⁽¹⁾ MN- Madeira Nova; EUC- Eucalipto; FN – Floresta Nativa; AF – ácidos fúlvicos; AH – ácidos húmicos; HUM – humina; TSH – total de substâncias húmicas. Letras minúsculas iguais, na linha, que comparam os teores de C entre as coberturas florestais; e letras maiúsculas iguais, na coluna, que comparam os teores de C de cada cobertura florestal entre as profundidades, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

O padrão de variação do carbono da fração humina foi o mesmo em todas as profundidades, com menores resultados na madeira nova em relação ao eucalipto e floresta nativa, que não diferiram entre si. O menor acúmulo de carbono na fração HUM na madeira nova é indicativo de que maiores taxas de decomposição da serapilheira estariam proporcionando um menor tempo para estabilização da matéria orgânica, proporcionando maiores acúmulos de carbono nas frações AF e AH. Pinto et al. (2016), estudando as mesmas áreas, verificaram que a taxa de decomposição da serapilheira da *Pterogyne nitens* é três vezes superior às taxas de decomposição do eucalipto e floresta nativa. De forma

semelhante a humina, o total das três frações também mostrou menores valores para a madeira nova em todas as profundidades.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que as coberturas vegetais promoveram respostas distintas quanto aos conteúdos de C orgânico de cada fração humificada, sendo estes influenciados pela quantidade e qualidade do material depositado por cada cobertura florestal.

CONCLUSÕES

O acúmulo e distribuição do carbono nas frações humificadas da matéria orgânica do solo sofrem alteração de acordo com a cobertura florestal utilizada, em comparação a com floresta nativa. O plantio de *Pterogyne nitens* promove menor acúmulo de carbono nas SH e aumento da contribuição das frações mais solúveis, com conseqüente redução das frações mais estáveis da matéria orgânica humificada. O plantio de *Eucalyptus urophylla* não alterou os conteúdos e distribuição de C nas substâncias húmicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, V.; BARRETO-GARCIA, P.; GAMA-RODRIGUES, E.; PAULA, A. Biomass, Carbon and Nitrogen in the Accumulated Litter of Planted and Native Forests. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO JR. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico; 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um

Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 677-683, 2004.

BENITES, V.M.; MÁDARI, B. & MACHADO, P.L.O.A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: Um procedimento simplificado e de baixo custo. Rio de Janeiro, **Embrapa**, 2003. 7p. (Comunicado Técnico, 16).

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 5, de 4 de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica da Bahia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1994. Seção 1, p. 7912-7913.

CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; RUMJANEK, V.M.; MORAES, A.A. & GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 36, p.1529-1538, 2001.

CARMO, F. F.; FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; VIVALDI, L. J.; ARAÚJO, L. G. Frações granulométricas da matéria orgânica em latossolo sob plantio direto com gramíneas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 420-431, 2012.

EBELING, A.G.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; PINHEIRO, E.F.M. and Valladares, G.S. (2011) Humic Substances and Relationship to Soil Attributes. **Bragantia**, [s.l.], v. 70, n. 1, p.157-165, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Rio de Janeiro. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 5. ed. Rio de Janeiro, 2018.

Fernandes, J. S.; Conceição Júnior, V.; Barreto-Garcia, P. A. B. Field Performance of Eucalyptus Hybrids at Planalto da Conquista, Bahia, Brazil. **Floresta e Ambiente**, 25(2): e20160594, 2018.

FONTANA, A.; NASCIMENTO, G. B.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; EBELING, A. G. Matéria orgânica em solos de Tabuleiros na região norte fluminense (RJ). UFRRJ, **Revista Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p.114-119. 2001.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. & MENDONÇA,E.S. Alterações edáficas sob plantios puros e misto de espécies florestais nativas do Sudeste da Bahia, Brasil.**R. Bras. Ci. Solo**, 23:581-592, 1999.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Revisada e ampliada. Brasília: IBGE, 2012. 271p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2017**. Brasília: IBÁ; 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração vegetal e da silvicultura**, Rio de Janeiro: IBGE, v. 32, p.1-8, 2017.

MARTINS, E. L.; CORINGA, J. E. S.; WEBER, O. L. S. Carbono orgânico nas frações granulométricas e substâncias húmicas de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico - LVAd sob diferentes agrossistemas. **Acta amazônica**, Manaus, v. 39, n. 3, p. 655-660, 2009.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. Matéria orgânica em solos desenvolvidos de rochas máficas no nordeste de Roraima. **Acta Amazonica**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.53-60, mar. 2009.

MENDONÇA, E. de S.; MATOS, E. da S. (Ed.). **Matéria orgânica do solo:** métodos de análises. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107 p.

MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Características do solo na restauração de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, p. 193-206, 2008.

NUNES, D. A. D.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; MONROE P. H. M. Carbon and nitrogen mineralization in soil of leguminous trees in a degraded pasture in northern Rio de Janeiro, Brazil. **Journal Of Forestry Research**, [s.l.], v. 27, n. 1, p.91-99, 2015.

PFLEGER, P.; CASSOL, P. C.; MAFRA, A.L. Substâncias húmicas em cambissolo sob vegetação natural e plantios de pinus em diferentes idades. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 807-817, 2017.

PINHEIRO, E.F.M.; PEREIRA, M.G. & ANJOS, L.H.C. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. **Soil Till. Res.**, 30:1 -6, 2004 .

PINTO, H. C. A.; BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; OLIVEIRA, F. G. R. B.; PAULA, A.; AMARAL, A. R. Decomposição da serapilheira foliar de floresta nativa e plantios de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla* no sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1141-1153, 2016.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 7, n. 5, p. 1-13, 2011.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; VENSKE, S.P.F.; PICCOLO, M.C. & FEIGI, B.E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for

a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65:1486-1499, 2001.

SANTOS, M. J. C.; NASCIMENTO A. V. S.; MAURO, R. A. Germinação do amendoim bravo (*Pterogyne nitens* Tul) para utilização na recuperação de áreas degradadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2008; 3(1): 31-34.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Produção florestal**. Brasília: 2013. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/cadeia-productiva>.

SILVA, C.F.; LOSS, A.; CARMO, E. R.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R.; MARTINS, M. A. Fertilidade do solo e substâncias húmicas em área de cava de extração de argila revegetada com eucalipto e leguminosas no norte fluminense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 547-561, 2015.

SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P.; KOHHAN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil Tillage Res.**, 76:39-58, 2004.

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, p. 247-258, 2006.

YEOMANS, J. C.; BREMMER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science Plant Analysis**, Amsterdam, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

NORMAS DA REVISTA

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Forma de apresentação.

1. Serão aceitos textos apenas em formatos compatíveis ao Microsoft Word;
2. O texto deve conter no máximo 25 páginas numeradas, escritas em espaço duplo lauda em papel tamanho carta, utilizando a fonte Arial tamanho 12 pontos;
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 no final do texto, com as legendas em português e inglês e a sua localização aproximada 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 Microsoft Excel ou no formato de fotos, conforme comentado no item anterior;
7. As tabelas devem estar digitadas e 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 da ABNT NBR6023:2002 e NBR 10520:2002;
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 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 e discussão;
7. Conclusão;
8. Referências bibliográficas.

