

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MAYARA SUELLEM DOS SANTOS MARINHO

**EFEITO DO PREPARO DO SOLO NAS PROPRIEDADES ESTRUTURAL E
QUÍMICA DA MADEIRA DE REAÇÃO DE CLONES DE *Eucalyptus* sp.**

RIO LARGO
2022

MAYARA SUELLEM DOS SANTOS MARINHO

**EFEITO DO PREPARO DO SOLO NAS PROPRIEDADES ESTRUTURAL E
QUÍMICA DA MADEIRA DE REAÇÃO DE CLONES DE *Eucalyptus* sp.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal de
Alagoas como requisito básico para a
conclusão do Curso de Engenharia
Florestal.

Orientadora: Dra. Vânia Aparecida de Sá

RIO LARGO
2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

M925e Marinho, Mayara Suellem dos Santos.

Efeito do preparo do solo nas propriedades estrutural e química da madeira de reação de clones de *Eucalyptus* sp. / Mayara Suellem dos Santos Marinho. – 2022.
36f.: il.

Orientadora: Vânia Aparecida de Sá.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2022.

Bibliografia: p. 29-34.

1. Lenho de tração. 2. Subsolação. 3. Motocoveamento. I. Título

CDU: 630*2

Folha de Aprovação

Mayara Suellem dos Santos Marinho

Efeito do preparo do solo nas propriedades estruturais da madeira de reação de clones de
Eucalyptus sp

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado a Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel(a) Engenheiro(a) Florestal.

Data de Aprovação: 07 / 03 / 2022.

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente

Vania Aparecida de Sa
Data: 11/03/2022 18:01:29-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof.^a Dr.^a Vânia Aparecida de Sá
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA
(Orientadora)



Documento assinado digitalmente

Anna Carolina de Almeida Andrade
Data: 12/03/2022 11:46:31-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof.^a Dr.^a Anna Carolina de Almeida Andrade
Universidade Federal de Sergipe – UFS



Documento assinado digitalmente

Priscylla Costa Dantas
Data: 11/03/2022 18:10:06-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof.^a Dr.^a Priscylla Costa Dantas
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA

RESUMO

É notório o crescimento do setor de florestas plantadas no Brasil, tendo-se a presença predominante do eucalipto. O plantio desta cultura está condicionado ao preparo do solo, o qual é dependente da topografia do terreno, podendo ser empregada a técnica de motocoveamento ou a de subsolagem. Logo, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito de dois tipos de preparo do solo nas propriedades estrutural e química da madeira de clones de *Eucalyptus* sp., implantados em áreas de relevo acidentado. Foram utilizadas amostras de clones de *Eucalyptus* sp. de mesma procedência genética, aos quatro anos de idade, sendo abatidas três árvores para cada tipo de preparo do solo. Para o estudo das características ultraestruturais da parede celular, foi retirada do DAP uma bagueta diametral apresentando uma amostragem da madeira de tração e da madeira do lenho oposto. Para a amostragem da madeira, foram obtidas amostras equidistantes entre a medula e a casca nas seções dos dois lenhos, originando amostra composta de cada posição para os dois tipos de preparo do solo. As medições das variáveis dendrométricas foram realizadas na coleta em campo. As medições do AMF foram executadas por meio da técnica de microscopia de luz polarizada. E o teor de lignina foi determinado através do método de ataque ácido (lignina Klason). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. As variações diametrais dos AMF's e dos teores de lignina para os dois tipos de preparo do solo foram exibidas por meio de gráfico de comportamento elaborados no Sigma Plot. Foi apresentada interação significativa apenas entre altura total e preparo do solo. Houve um decréscimo do valor do ângulo microfibrilar no sentido medula-casca em ambos os lenhos. E o teor de lignina apresentou variação em todo o lenho em ambos os preparos do solo, com desvio padrão maior dos dados na subsolagem.

Palavras-chave: Lenho de tração, subsolagem, motocoveamento.

ABSTRACT

The growth of the planted forest sector in Brazil is notorious, with the predominant presence of eucalyptus. The planting of this culture is conditioned to the preparation of the soil, which is dependent on the topography of the land, and the technique of motocoveamento or subsoiling can be used. Therefore, the general objective of this work was to evaluate the effect of two types of soil preparation on the structural and chemical properties of the wood of clones of *Eucalyptus* sp., implanted in areas of uneven relief. Samples of clones of *Eucalyptus* sp. of the same genetic origin, at four years of age, three trees were felled for each type of soil preparation. For the study of the ultrastructural characteristics of the cell wall, a diametrical baguette was removed from the DAP, showing a sample of the tensile wood and the wood of the opposite wood. For wood sampling, samples were obtained equidistant between the pith and the bark in the sections of the two woods, originating a composite sample from each position for the two types of soil preparation. The measurements of the dendrometric variables were performed in the field collection. AMF measurements were performed using the polarized light microscopy technique. And the lignin content was determined by the acid etching method (Klason lignin). The results were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test. The diametrical variations of the AMF's and the lignin contents for the two types of soil preparation were displayed through a behavior graph prepared in the Sigma Plot. Significant interaction was only presented between total height and soil preparation. There was a decrease in the value of the microfibrillar angle in the pith-bark direction in both woods. And the lignin content showed variation throughout the wood in both soil preparations, with a higher standard deviation of the data in subsoiling.

Keywords: Traction wood, subsoiling, motovacing.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 Florestas plantadas	8
2.1.1 Eucalipto	9
2.3 Influência do relevo sobre o crescimento das essências florestais	10
2.4 Técnicas de preparo do solo: Subsolagem X Motocoveamento	10
2.4 Madeira de Tração	12
2.5 Propriedades da madeira	14
2.5.1 AMF	15
2.5.2 Lignina	17
3. MATERIAL E MÉTODO	
3.1 Local da pesquisa	18
3.2 Coleta do material	18
3.3 Obtenção das amostras	19
3.4 Obtenção dos ângulos das microfibrilas	19
3.5 Lignina	21
3.5.1 Preparo das amostras	21
3.6 Plano experimental e análise dos dados	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Variáveis dendrométricas	22
4.2 AMF	24
4.3 Lignina	26
5. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29
ANEXOS	35

1. INTRODUÇÃO

As plantações florestais foram desenvolvidas com o intuito de aumentar a oferta de madeira e outros produtos florestais, amenizando assim a exploração sobre as florestas nativas (MAPA, 2018), e permitindo ainda a geração de renda, sendo responsável por um incremento de 10,2% no Produto Interno Bruto do Brasil, enquanto o PIB do país cresceu apenas 2,7% entre 2010 e 2020. De um total de 50 atividades representativas de toda a economia brasileira, a cadeia produtiva de árvores plantadas aparece na 22ª posição como a atividade de maior contribuição para o PIB, com dados estimados para a média do período de 2010 a 2020 (IBÁ, 2021). O gênero *Eucalyptus* sp. tem participação primordial nesse processo devido a abrangência da sua aplicabilidade e a sua adaptação às diversas condições edafoclimáticas existentes no país (STURION; BELLOTE, 2000). De acordo com a ABRAF (2013), esse gênero está presente em torno de 71% das áreas dos plantios florestais comerciais no Brasil. Dentre os principais usos do eucalipto, destaca-se o emprego nas indústrias de celulose e de chapas e no setor energético (SIMÕES et al., 1980).

No estado de Alagoas, a ocorrência da expansão da eucaliptocultura, realizada por indústrias do setor sucroenergético e por fornecedores de cana-de-açúcar, surge como uma alternativa de renda mediante à inviabilidade de efetuar plantio de cana-de-açúcar em área de encosta. Atualmente, a implantação de *Eucalyptus* sp. em Alagoas ultrapassa 15.000 ha, com perspectiva de disponibilidade de 120 mil hectares. Os principais cultivos de *Eucalyptus* sp. no estado serão encaminhados em sua maior parte para os setores de bioenergia e painéis reconstituídos (MDF e MDP).

O preparo do solo para plantio do eucalipto pode variar conforme o relevo, o tipo de solo e a vegetação de domínio na área a ser plantada (AGEITEC, 2011). No estado de Alagoas, o motocoveamento é uma prática comum de preparo do solo para plantio de culturas em terrenos declivosos, no entanto, o mesmo está sendo substituído pela subsolagem, através do aperfeiçoamento, executado pela empresa Caetex Florestal S.A, da máquina sulcadora utilizada na implantação da cana-de-açúcar.

As condições ambientais no qual o plantio é submetido influenciam na definição do ângulo microfibrilar – AMF (WIMMER et al., 2002). Relacionado com a resistência à tração (DOWNES et al., 2003), o AMF define-se como o ângulo formado entre o eixo da fibra e a orientação das microfibrilas de celulose (SOUZA, 2017).

Áreas declivosas, vento ou algum outro fator adicional provoca a inclinação de árvores, o que leva ao desenvolvimento do lenho de tração/reação nas folhosas (COUTO et al., 2011). Este forma-se na superfície superior da inclinação ou da tortuosidade caulinar e dos ramos (FERREIRA, 2007), reorientando-se gradualmente mediante contração longitudinal (COUTO et al., 2011).

Na madeira de tração o tecido do xilema secundário apresenta características anatômicas diferentes do lenho normal. Exibe modificação com o aparecimento da camada G (LIMA, 2015), além do aumento do número de fibras em relação a madeira normal. O lenho produzido nessas regiões é irregular, com fibras dispostas com várias inclinações diferentes, causando diferenças nas propriedades físicas e mecânicas, e conseqüentemente dificultando sua aplicação (OKUYAMA et al., 1994).

A resistência à tração está relacionada com o ângulo da microfibrila (DOWNES et al., 2003). Algumas pesquisas com variadas espécies indicam uma relação entre sítio e tratos silviculturais sobre a variação do AMF (DONALDSON, 2008). O AMF é uma das características que interfere em propriedades como resistência, rigidez, contração e anisotropia da madeira (LIMA, 2004), além de alterar as propriedades químicas.

A composição química da madeira define-se pela presença dos componentes elementares, macromoleculares, extrativos e cinzas (SANTANA, 2009). Os elementos macromoleculares são constituídos por celulose, hemiceluloses e lignina (LIMA, 2015).

Diante do exposto, estudos voltados aos efeitos de diferentes preparos do solo sobre a qualidade da madeira de reação/tração são escassos. Logo, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito de dois tipos de preparo do solo nas propriedades estrutural e química da madeira de clones de *Eucalyptus* sp. implantados em áreas de relevo acidentado. Os objetivos específicos foram:

- a) Avaliar o efeito de dois tipos de preparo do solo no desenvolvimento do ângulo das microfibrilas e no teor de lignina da madeira de reação de *Eucalyptus* sp.
- b) Verificar o efeito de dois tipos de preparo do solo no crescimento das árvores de *Eucalyptus* sp.
- c) Avaliar o comportamento diametral do ângulo microfibrilar e do teor de lignina das árvores estudadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Florestas Plantadas

As florestas naturais e plantadas possuem importância ecológica, social e econômica ao oferecer serviços ambientais, ao estabelecer uma ligação entre as atividades florestais e as comunidades rurais, e ao estar associada de forma direta ou indireta aos setores produtivos (SNIF, 2019).

O Brasil se destaca no cenário internacional quanto a proteção de áreas naturais mediante a implantação de plantios florestais, onde para cada hectare plantado, 0,65 ha destinam-se à preservação. Como parâmetro de comparação, o Chile preserva 0,25 hectare de área nativa a cada hectare de área plantada, já na Austrália essa taxa é abaixo de 0,005 hectares (OLIVEIRA et al, 2016).

No período entre 1970 a 2006, a área brasileira de árvores plantadas aumentou 171%, que pode ter sido propiciado pelas oportunidades decorrentes do crescimento do setor florestal, além da substituição da madeira nativa. Nesse mesmo período, a área dos plantios comerciais cresceu em uma média anual de 78,8 mil hectares (MOREIRA et al., 2016).

As áreas de florestas plantadas apresentam, a nível mundial, um progresso anual, em torno de 4,63 milhões de hectares, onde estipula-se que mais ou menos 76% desse montante se destine à produção florestal. O Brasil possui uma parcela de 2,67% da totalidade dos plantios florestais e está posicionado entre os nove grandes plantadores mundiais. Entre 1990 a 2010, o Brasil apresentou um incremento médio anual de 1,8% nos plantios florestais, enquanto a taxa mundial correspondeu a 2,1% (OLIVEIRA et al., 2016).

A área mundial de florestas plantadas é de 264 milhões de hectares, correspondendo a 7% de todas as florestas globais e a 22% das florestas com fins de exploração comercial. O Brasil abrange 7,6 milhões de hectares para fins industriais, e contribui anualmente com 17% do total de madeira colhida devido a alta produtividade propiciada, dentre outros fatores, pelas condições edafoclimáticas para a silvicultura, o que possibilita vantagens para a atividade florestal (IBÁ, 2014).

Em 2018, as florestas plantadas apresentaram um aumento de 13,1%, comparado ao ano de 2017, resultando em uma receita de 86,6 bilhões. Também contribuiu, no ano de 2018, com 1,3% do PIB nacional e 6,9% do PIB industrial, além de fortalecer o desenvolvimento socioeconômico das regiões produtoras, de acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano

Municipal - IDHM (IBÁ, 2019). Tratando-se do Valor Bruto da Produção Florestal (VBPF), correspondente a multiplicação do preço dos produtos florestais pela respectiva quantidade produzida, o mesmo foi estimado, em 2012, em 56,3 bilhões, havendo um crescimento de 4,6% quando comparado a 2011. Tal índice é um dos principais indicadores do desempenho econômico do setor de florestas plantadas (ABRAF, 2011).

O estabelecimento da silvicultura no Brasil, no início do século passado, foi efetuado por meio da implantação de plantios florestais com espécies exóticas, destacando-se os eucaliptos, implantados pela Companhia Paulista de Estrada de Ferro em 1904, e o Pinus, inseridos pela Companhia Melhoramentos de São Paulo em 1922 (SANTOS, 2013).

O Brasil é líder na produtividade mundial de coníferas e folhosas em plantios florestais comerciais voltados à produção madeireira (IBÁ, 2014), onde a madeira é processada predominantemente no Brasil (SANTOS, 2013).

O plantio florestal brasileiro é o mais produtivo a nível mundial. A plantação de árvores brasileiras resultou em 7,83 milhões de hectares em 2018, dos quais 5,7 milhões de hectares estavam voltados exclusivamente para plantios de eucalipto, apresentando uma produtividade média de 36,0 m³/ha.ano (IBÁ, 2019).

2.1.1 Eucalipto

O gênero *Eucalyptus* sp., originário da Austrália, é pertencente à família Myrtaceae e compreende outros 130 gêneros (VITAL, 2007). O plantio sistemático de eucalipto se iniciou em meados do século XIX, com uso inicial como quebra-ventos e na extração de óleo vegetal, e se tornou a espécie florestal mais plantada mundialmente no século XX (VITAL, 2007). O eucalipto é mais comumente utilizado no aproveitamento da madeira como lenha, postes, moirões de cerca, construções rurais, produção de madeira serrada, fabricação de painéis e fabricação de papel e celulose (HIGA et al., 2000), contudo o maior consumo está voltado à lenha ou carvão vegetal (MALINOVSKI, 2006).

Já foram identificadas botanicamente cerca de 730 espécies de eucalipto, porém, somente vinte destas são utilizadas comercialmente no mundo (EMBRAPA, 2014). As espécies de eucalipto apresentam alta densidade (MALINOVSKI, 2006), rápido crescimento e plantios comerciais de ciclo curto (LIMA, 2015), onde *Eucalyptus saligna*, *E. grandis* e *E. urophila* (e seu híbrido, o *E. urograndis*) são as mais cultivadas no Brasil (VITAL, 2007). Há uma estimativa de que o país abrange, “com maior concentração nas regiões Sul e Sudeste”

(MALINOVSKI, 2006), cerca de 50% dos seis milhões de hectares de eucaliptos plantados no mundo, o que corresponde mais da metade de toda área brasileira reflorestada (HIGA et al., 2000), onde o reflorestamento ganhou destaque a partir da promulgação da Lei de Incentivos Fiscais, iniciada em 1966 (EMBRAPA, 2014).

A alta produtividade de madeira, com taxas significativas de retorno do investimento possibilita maior incentivo no plantio de eucalipto, promovendo alta competitividade de seus derivados nos mercados interno e externo (BARBOSA, 2010). Os indivíduos arbóreos pertencentes ao gênero *Eucalyptus* sp. possuem a madeira com diferentes propriedades tecnológicas (OLIVEIRA et al., 1999), e a ausência de informações a respeito dessas propriedades (físicas, químicas, mecânicas e anatômicas) limita sua empregabilidade (VIDAURRE, 2011).

2.2 Influência do Sítio sobre o Crescimento das Essências Florestais

Diversos estudos mostram que os fatores que influenciam nas propriedades madeireira podem estar associados a madeira em si e ao ambiente de desenvolvimento da árvore (LATORRACA E ALBUQUEUERQUE, 2000).

Sítios florestais define-se como uma combinação de fatores edáficos, topográficos, climáticos e competitivos que interferem no desenvolvimento das espécies florestais (RIBEIRO et al., 2002). Já a qualidade de sítio pode ser definida como a capacidade de produção de uma área de terras para uma ou mais espécies (RIGATTO, 2002). Algumas técnicas são empregadas na avaliação da qualidade de sítio, dentre as quais pode-se mencionar a avaliação edáfica, topográfica e climática, a projeção do crescimento da árvore e o seu tamanho, a composição de espécies, a aparência do povoamento, o índice de sítio, a modelação do sistema de informação geográfica (SIG), a teledeteção e a ordenação espacial (RIBEIRO et al., 2002).

No que diz respeito a interação espécie-sítio, o desenvolvimento das árvores é influenciado pelos aspectos genéticos em interação com os ambientais. Logo, ao promover um plantio, as espécies podem ocasionar comportamentos contrastantes quando inseridas em ambientes divergentes (RIGATTO, 2002).

2.3 Técnicas de Preparo do Solo: Subsolação x Motocoveamento

O uso constante de máquinas, a passagem de animais, e as intempéries contribuem para a compactação do solo, podendo interferir na produtividade das culturas, sendo necessária, ao longo do tempo, uma intervenção corretiva através do preparo do solo. O preparo do solo consiste na amenização da desagregação do solo, na redução da perda de resíduos vegetais em sua superfície, no melhoramento da distribuição física dos seus elementos de formação (com uma maior retenção de ar e hídrica), e na contribuição do crescimento da raiz (SILVA et al., 2015).

De acordo a Agência Embrapa de Tecnologia e Informação (AGEITEC, 2011), o relevo, o tipo de solo e a vegetação dominante na área considerada para plantio influenciam no tipo de preparo do solo. A aplicação de técnicas mecanizadas de preparo do solo éfortemente empregadas a fim de possibilitar melhor revolvimento do mesmo. Contudo, em solos com relevo inclinado, a técnica de coveamento é a mais utilizada para execução do plantio florestal. Entretanto, visando mecanizar as áreas de encostas, a fim de prover o preparo do solo, técnicas realizadas por empresa florestal no estado de Alagoas foram implementas, através da adaptação da máquina sulcadora para plantio de cana-de-açúcar, para realizar subsolagem.

A subsolagem tem se destacado no ramo florestal por apresentar resultados satisfatórias sobre o solo e por exibir vantagens operacionais e econômicas. O emprego da subsolagem na área florestal foi resultante da abrangência do cultivo mínimo (SASAKI; GONÇALVES, 2005). A técnica consiste no rompimento de camadas de solo compactadas ou impermeáveis, em profundidades maiores do que 0,40 m (PEREIRA et al., 2012), constituídas nos horizontes inferiores do solo, resultantes do cultivo intensivo das culturas (SALVADOR et al., 2008). De acordo com os estudos de Gatto et al. (2003), as florestas de eucalipto cultivadas através de subsolagem podem ser propícias a maiores produtividades, influenciando no volume de madeira (PEREIRA et al., 2012).

O coveamento semimecanizado possibilitou o aumento da produtividade das empresas, porém acarretou em inúmeros problemas ergonômicos para os trabalhadores, assim como a introdução de atividades mecanizadas acarretaram riscos de acidentes e um possível aparecimento de lesões por esforços repetitivos e doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho (LER/DORT). Entretanto, a adaptação de técnicas à realidade das ações executadas pode propiciar condições de trabalho satisfatórias (SILVA et al., 2007).

O sulcamento propicia maior facilidade na execução do coveamento, visto que, o mesmo atua na descompactação do solo. Essa técnica possibilita mais agilidade no

desenvolvimento inicial da muda, maior padronização e crescimento inicial do plantio (REMADE, 2004).

2.4 Madeira de Tração

Árvores com fuste alto, principalmente as juvenis, são instáveis a ação do vento (BOSCHETTI et al., 2015). A grande ocorrência de ventos acarreta a inclinação dos indivíduos, o que propicia incremento de madeira incomum, conhecida como madeira de reação. Nas espécies de coníferas, esse lenho é denominado por lenho de compressão. Em espécies de folhosas, esse lenho denomina-se como madeira de tração (BOSCHETTI et al., 2015).

Nas folhosas, o lenho de tração se desenvolve na parte superior de caules inclinados e provoca reorientação gradual por contração longitudinal. Entretanto, em algumas árvores a madeira de tração é constituída no lado inferior ou de forma esparsa ao longo do caule. Normalmente, a madeira de tração ocorre na área de crescimento mais rápido dos troncos excêntricos, os quais apresentam-se inclinados com seções transversais diferenciadas quanto ao crescimento, sendo este maior na parte superior da inclinação e menor na parte inferior (SOUSA, 2004). Devido a assimetria biomecânica no tronco das árvores inclinadas, nas regiões que apresentam maior excentricidade da medula, provavelmente, há um maior incremento em madeira de tração (BOSCHETTI et al., 2015). Porém, em várias espécies, a formação da madeira de tração pode ocorrer com poucas demonstrações de irregularidades no caule maduro, logo as excentricidades da seção transversal não é um indicativo fixo da existência da madeira de tração (SOUSA, 2004).

A madeira de tração atua como um meio corretivo de curvaturas e inclinações em troncos, além de, possivelmente, realizar a manutenção do ângulo do ramo. Porém, em espécies tropicais, existem indicativos de que a formação da madeira de tração pode ocorrer em árvores sem inclinação, a fim de buscar a luz necessária em florestas densas (WARENJÖ, 2003). Geralmente a madeira de tração apresenta como característica uma coloração mais clara e brilhante, sendo perceptível em madeiras recém-abatidas. A técnica de microscopia é a mais indicada para a identificação da madeira de tração, principalmente ao se tratar de madeira seca (SOUSA, 2004)

A madeira de tração formada nas árvores jovens do gênero *Eucalyptus* sp. apresenta alteração nas suas propriedades, o que acarreta mudanças nas propriedades da madeira e do produto final. Anatomicamente, há diferenças entre madeira de tração e madeira normal, com

diferenciação entre gêneros quanto ao comprimento das fibras e à organização da parede celular, onde tais diferenças influenciam diretamente nas características física, química, morfológica e mecânica da madeira (SOUSA, 2004).

O lenho de tração é identificado pelo alto teor de celulose e o baixo teor de lignina quando comparado ao lenho normal (VIADURRE, 2013). Como consequência é exibida uma elevada instabilidade dimensional, em especial no sentido axial, baixa resistência à compressão e flexão, superfícies ásperas e dificuldade na trabalhabilidade e na colagem (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000). As fibras da madeira de tração se diferenciam das fibras da madeira normal quanto ao conteúdo de uma camada na parede celular, denominada camada gelatinosa - camada G (LIMA, 2015). A fibra gelatinosa é importante, visto que, a mesma apresenta alta tensão longitudinal durante a maturação das células para suportar maiores tensões na madeira (OKUYAMA et al., 1994)

A camada gelatinosa apresenta propriedades visuais diferenciadas em comparação ao restante da parede celular. A camada G é compacta e contínua, constituída de celulose e está situada na região interna da célula voltada para o lume, com possibilidade de ser depositada de diversas formas (SOUSA, 2004), além disso, apresenta baixo ângulo microfibrilar, e suas microfibrilas de celulose são cristalinas e axialmente orientadas, paralelamente à fibra (JIN E KWON, 2009). Anteriormente acreditava-se que a camada gelatinosa não continha lignina, porém novos métodos apontaram a presença de quantidades de pectina, hemiceluloses e lignina na camada G (BOWLING; VAUGHN, 2008). É primordial a execução de testes mais específicos para a identificação da camada G e a ausência da mesma não indica a ausência de tecido de reação (LIMA,2015)

Geralmente, a propriedade mecânica da madeira está relacionada diretamente com a massa específica. Porém, apesar do lenho de tração possuir maior massa específica quando comparado ao lenho normal, as substâncias gelatinosas e as paredes frágeis estabelecem uma relação inversamente proporcional com a resistência da madeira (MORESCHI, 2005). No processamento mecânico, a madeira de tração é dotada de características que interferem negativamente no desdobro primário e no acabamento final dos produtos, devido a liberação de tensões internas que podem provocar empenamentos e rachaduras, além da probabilidade de ocasionar defeitos de secagem nas peças por processos de contração heterogênea. Logo, se tem um menor grau de aproveitamento e uma desvalorização no valor da madeira.

No Brasil é requerido estudos que caracterizem a madeira de tração, pois ainda não se tem conhecimento da extensão da presença desse tipo de madeira em árvores pertencentes ao

gênero *Eucalyptus* sp. que encontra-se em uma posição de inclinação ou até eretas, assim como não se tem um conhecimento consolidado a respeito de sua influência no produto final, já que a madeira de tração provoca modificações na matéria-prima, o que interfere, por exemplo, no setor de produtos sólidos madeireiros (SOUSA,2004).

2.5 Propriedades da Madeira

As condições de crescimento, os tratos silviculturais e a origem genética exercem influência nos lenhos juvenis e adultos e, conseqüentemente, nas propriedades madeireiras, porém as diferenças entre madeira juvenil e adulta são menos notáveis em folhosas (VIDAURRE et al., 2011).

A variabilidade da madeira, decorrente da formação do lenho, está presente entre indivíduos arbóreos de diferentes espécies, entre indivíduos arbóreos de mesma espécie e dentro da mesma árvore (RIGATTO, 2002), assim como ocorrem variações na altura do tronco e no sentido medula-casca (VALADARES, 2013). Essas variações são propiciadas por causas controladas pela genética, pelo ambiente e pela posição na árvore. E as mudanças são causadas por fatores correspondentes à árvore, ao meio ambiente e à silvicultura. No que diz respeito a interação genética – meio ambiente, esta interfere em algumas propriedades da madeira como composição química, densidade básica, porcentagens da madeira juvenil e adulta e morfologia das fibras (BRITO, 1983).

As propriedades mecânicas estão direcionadas à resistência a flexão estática, à compressão paralela as fibras, ao cisalhamento, à tração normal as fibras, à tração paralela as fibras, ao fendilhamento e à dureza (FEUCHAR, 2012). A determinação das propriedades mecânicas e físicas contribui no conhecimento da estrutura da madeira e na otimização de sua empregabilidade (MOTTA, 2011), onde modificações anatômicas e químicas da madeira juvenil acarretam em alterações no comportamento mecânico da madeira (VIDAURRE et al., 2011).

O conhecimento das características da madeira está associado também ao estudo da anatomia da mesma, onde a idade da madeira e sua posição no tronco são aspectos importantes nos estudos de qualidade madeireira. Atualmente, no Brasil, houve um aumento de tais estudos a fim de definir uma empregabilidade mais apropriada para as espécies florestais (RIGATTO, 2002). O potencial de empregabilidade de uma espécie florestal é resultante de suas caracterizações anatômica, física, mecânica e química, as quais determinará a qualidade do produto final (MOTA et. al, 2014).

2.5.1 Ângulo da Microfibrila de Celulose (AMF)

O Ângulo das Microfibrilas de Celulose (AMF) define-se como o ângulo formado entre o eixo da fibra e a orientação das microfibrilas de celulose na camada S2 da parede secundária celular (SOUZA, 2017). As microfibrilas de celulose constituem a unidade fundamental da estrutura da parede celular dos elementos anatômicos das plantas (SOUZA et al., 2015), estão localizadas nas paredes primária e secundária das células vegetais, envolvidas por pectina, hemicelulose e lignina (COUTO et al., 2011), e seu direcionamento exerce influência na especificação das propriedades madeireiras (SOUZA, 2017).

O AMF é um dos fatores anatômicos que influencia na qualidade da madeira (CARNEIRO, 2017). Ao se direcionar às relações entre o AMF e as propriedades da madeira, o AMF é um dos fatores que exerce influência na contração e na anisotropia da madeira, onde em madeira de compressão, um AMF elevado atribui um aumento proporcional na contração longitudinal. O AMF também se relaciona com a resistência à tração e com o módulo de elasticidade das fibras de celulose, onde baixos AMF implica em fibras mais rígidas. A madeira com o AMF elevado é capaz de absorver mais energia, exibindo fraturas com maior rasgo e deformação, representando mais ductilidade, já as amostras com baixo AMF exibe superfícies de fratura lisa (DONALDSON, 2008). O AMF também varia com a densidade da madeira. A variação do AMF se dar em função do lenho inicial e tardio, e a densidade sofre influência pelo quantitativo dos mesmos na madeira. Pesquisas ainda apontam que o AMF exerce influência na definição da retratibilidade, da resistência, da rigidez da madeira, da resistência à tração e do módulo de elasticidade das fibras de celulose, onde pequenos valores de AMF levam a fibras mais fortes e mais rígidas (DOWNES et al., 2003). Porém, são necessários outros trabalhos direcionados ao estudo do ângulo em cada camada da parede celular a fim de relacionar qual camada exerce maior influência sobre uma propriedade específica, tendo em vista a escassez de pesquisas direcionadas a tal contexto com madeiras introduzidas no Brasil. Estudos atribuindo a espessura da parede, o diâmetro do lume e o comprimento da fibra com o AMF exibem resultados diversificados (LIMA, 2015).

O AMF estabelece uma relação com o direcionamento das tensões de crescimento, especificamente em lenho de reação (LIMA, 2015). O lenho de compressão apresenta um alto AMF, com conseqüente resistência à alta tensão de compressão, já o lenho de tração exibe um baixo AMF, e conseqüentemente uma resistência a alta tensão de tração (BOYD, 1980). Ainda

de acordo com o mesmo autor, no lenho de compressão, o AMF normalmente é superior quando relacionado ao lenho oposto, já na camada G das folhosas ele apresenta-se menor. Apesar da madeira de compressão geralmente apresentar um AMF mais elevado quando comparado com a madeira oposta, em madeiras com compressão leve, madeira jovem com compressão ou pontualmente em madeira adulta com compressão grave, o AMF pode se assemelhar ou igualar ao do lenho oposto dentro dos anéis de crescimento individuais (DONALDSON, 2008).

O AMF estabelece um papel funcional no crescimento da árvore, podendo variar de acordo com a idade do indivíduo (RAMOS et al., 2011), já que árvores jovens tendem a apresentar um alto AMF ao requererem uma maior flexibilidade na curvatura do tronco, a fim de evitar a ruptura causada pelo vento. Já em árvores mais velhas o AMF será menor ao necessitarem de uma maior rigidez para suportar o peso do tronco e da copa (TIENNE et al., 2009). Além disso, diâmetros maiores geralmente exibem um AMF mais elevado (SOUZA et al., 2015). A menor variação entre árvores maduras quando comparada a madeira juvenil é um motivo para o AMF ser um fator significativo da rigidez, especificamente na madeira juvenil (DONALDSON, 2008).

As folhosas exibem um AMF com variação média entre 5° e 20° entre espécies e em uma mesma árvore (BOYD, 1980). Geralmente há uma redução do AMF no sentido medula-casca, já no sentido axial o AMF decresce em direção ao topo da árvore. O AMF também varia entre árvores, ainda que próximas, tendo-se maior visibilidade em madeira juvenil (DONALDSON, 2008). O lenho jovem exibe uma massa específica mais baixa, maior proporção de lenho de reação, maior teor de lignina, menor teor de celulose, baixa resistência mecânica e maior AMF (LATORRACA e ALBUQUERQUE, 2000). No entanto, o lenho adulto apresenta propriedades mais adequadas ao setor industrial madeireiro, visto que, ao exibir fibra maiores e menor ângulo microfibrilar da camada S2 da parede celular, propicia uma melhoria da estabilidade e menor tendência a defeitos na secagem e no processamento mecânico (RAMOS et al, 2011).

Pesquisas com variadas espécies tem apontado que sítio, tratos silviculturais, latitude, temperatura anual, índice pluviométrico, geadas e irrigação exercem influência sobre o AMF, podendo ser relacionado à taxa de crescimento da árvore. O AMF também pode estabelecer relação com a fertilidade e o desbaste, onde as condições ambientais podem aumentar o mesmo. No entanto, ensaio com clones seria significativo ao auxiliar na diferenciação dos efeitos locais e genótipo sobre o AMF. Ao se tratar de indivíduos com rápido crescimento, o AMF de suas madeiras é maior (DONALDSON, 2008).

Direcionando-se às técnicas de medição do AMF, as principais são medição individual de fibras, através da microscopia, ou medição em amostras de madeira, por meio da difração de raios-X. As técnicas voltadas à microscopia segmentam-se entre as que dependem das propriedades ópticas da celulose cristalina, fazendo uso das variações da técnica de luz polarizada, e aquelas que direta ou indiretamente possibilita a visualização da orientação das próprias microfibrilas (LIMA, 2015).

A medição do AMF com o microscópio de luz polarizada é realizada com o alinhamento da célula na posição vertical, onde posteriormente é feita a rotação da fibra até a posição de máxima extinção de luz, detectando-se pela coloração escura que a parede celular passa a apresentar. A diferença entre a posição inicial e a posição de máxima extinção de luz corresponde ao AMF. A visualização de uma parede em fibras individuais é realizada por meio do micrótomo, o qual auxilia na obtenção de cortes mais finos, e maceração para dissolução da lamela média (LIMA, 2015). A visualização de uma única parede justifica-se no fato de que em paredes opostas as microfibrilas são direcionadas em sentidos contrários, não sendo possível localizar a posição de máxima extinção de luz (PRESTON, 1934). A medição do AMF por meio da microscopia de luz polarizada requer várias repetições devido a variabilidade da madeira, o que aumenta os custos da utilização desta técnica em relação à difração de raios X, que mede o AMF de várias fibras simultaneamente (SOUZA, 2017).

2.5.2 Lignina

A heterogeneidade da madeira justifica-se em partes pela variação e distribuição dos seus componentes estruturais, direcionando-se para os elementos macromoleculares, constituídos por celulose, hemiceluloses e lignina, e seus componentes secundários, abrangendo extrativos e cinzas (LIMA, 2015).

A lignina é o terceiro componente mais presente na madeira, representando em termos médios de 15 a 35% de seu peso (KLOCK; ANDRADE, 2013). A mesma funciona como um elemento de suporte para toda a árvore, atribuindo propriedades de elasticidade e resistência à madeira (SANTANA, 2009). A distribuição da lignina na parede celular estabelece ligação direta, dentre outros fatores, com a espécie, o lenho inicial e tardio, a distância da medula, e a ocorrência de lenho de reação. Tal distribuição interfere nas propriedades físicas, mecânicas e características anatômicas da madeira (LIMA, 2015).

O lenho de tração caracteriza-se por alto conteúdo de celulose e baixo conteúdo de lignina quando comparado com o lenho normal (VIDAURRE et al, 2013) e pela formação de camada gelatinosa no interior da célula (RAMOS, 2014). No entanto algumas exceções podem ocorrer havendo a ausência da camada G, onde a presença da madeira de tração pode ser definida por altas tensões de crescimento, baixo AMF e baixo teor de lignina (SOUSA, 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da pesquisa

Para a realização desta pesquisa foram coletadas madeiras provenientes de plantios comerciais da CAETEX Florestal S.A, instalados na usina Cachoeira, situada no município de Maceió – AL. As análises anatômicas (maceração e avaliação dos ângulos das microfibrilas do material coletado) ocorreram no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal de Lavras –MG e as químicas foram executadas no Laboratório de Produtos Florestais do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA/UFAL.

3.2 Coleta do Material

Foram utilizadas amostras de clones de *Eucalyptus* sp. de mesma procedência genética, aos quatro anos de idade.

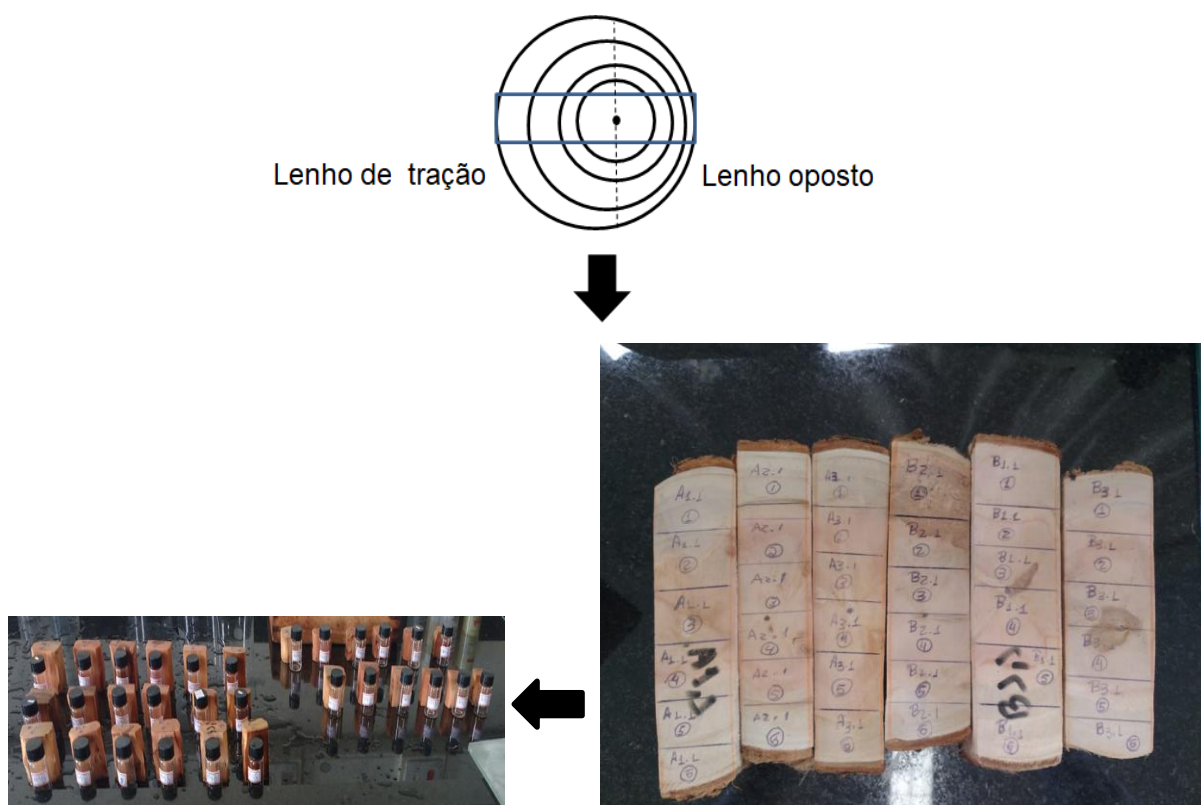
Os plantios comerciais de clones de *Eucalyptus* sp. foram avaliados de acordo com o tipo de preparo do solo, sendo estes a subsolagem e o motocoveamento, onde a profundidade da subsolagem era correspondente a um metro e as covas apresentavam dimensões de 40 cm de profundidade e 30 cm de diâmetro. As duas condições de plantios eram em áreas declivosas.

Foram lançadas parcelas de 15 m x 15 m (225 m²) em talhões com espaçamento de 3,0 m x 2,5 m. Na sequência, realizou-se a mensuração dos diâmetros à 1,30 m do solo (DAP) das 30 árvores contidas dentro da área amostral. Após a obtenção das medidas de DAPs, calculou-se o valor médio do local amostrado (árvore média). Após marcação das árvores médias, foram colhidas três árvores para cada tipo de preparo do solo, somando seis indivíduos. De cada árvore, foram tomadas as medidas das alturas totais e comerciais (diâmetro mínimo de quatro centímetros), respectivamente. Em seguida, foram retirados discos de cinco centímetros de espessura na região do DAP.

3.3 Obtenção das amostras

Os discos de madeira foram serrados para retirada de uma amostra diametral, apresentando uma amostragem da madeira de lenho de tração e da madeira do lenho oposto. Foram obtidas três amostras equidistantes entre a medula e a casca, tanto na seção do lenho de tração quanto do lenho oposto, totalizando em seis corpos-de-prova, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1. Esquema ilustrativo da retirada das amostras diametraes das madeiras de *Eucalyptus* sp.



Fonte: autor, 2022.

3.4 Obtenção dos ângulos das microfibrilas

O preparo das amostras iniciou pela saturação dos corpos-de-prova, os quais foram imersos em água por sete dias. Posteriormente, foram realizados cortes histológicos no plano tangencial com espessura nominal média de 8 μm , com auxílio de um micrótomo de deslize, marca *Reichert* e modelo Jung SM 2000. As secções foram cuidadosamente mantidas em frascos de vidro com capacidade de 30 mL. Em seguida, foi efetuada a separação dos elementos celulares de acordo com o método de maceração descrito por Franklin (1945), mantendo-se as

amostras em estufa a 60°C, durante 24h. Em sequência, o macerado foi lavado em água corrente até o desaparecimento de traços do ácido, permanecendo conservado em frascos de vidro de 30 mL, com água destilada, conforme apresentado na Figura 2.

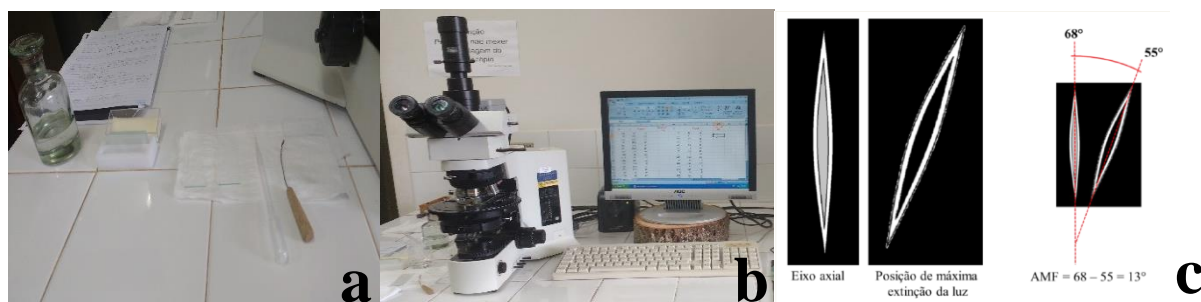
Figura 2: Método de maceração descrito por Franklin (1945): a) Saturação dos corpos de prova; b) Cortes histológicos (8 µm); c) Dissociação dos elementos celulares – Franklin; d) Macerado; e) Lavagem do macerado.



Fonte: autor, 2022.

As medições foram executadas por meio da técnica de microscopia de luz polarizada em microscópio dotado de uma mesa giratória graduada de 0 a 360°. A lâmina com o macerado foi posta na mesa do microscópio e ajustada para visualização das fibras na posição vertical. A mesa foi girada em relação ao seu eixo até encontrar a máxima posição de extinção de luz, nesta posição a luz polarizada se encontrou sobreposta com o mesmo alinhamento das microfibrilas, limitando a passagem de luz. Geralmente é necessário determinar, corretamente, a direção de rotação da mesa do microscópio para o sentido horário ou anti-horário a fim de se evitar medidas de ângulos complementares. A diferença encontrada entre a posição vertical e a nova posição do eixo da fibra, após o giro da mesa, resultou no ângulo microfibrilar. Foram realizadas 20 mensurações por posição diametral dentro do lenho, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Método de maceração descrito por Franklin (1945): a) Saturação dos corpos de prova; b) Cortes histológicos (8 µm); c) Dissociação dos elementos celulares – Franklin; d) Macerado; e) Lavagem do macerado.



Fonte: autor, 2022.

3.5 Lignina

3.5.1 Preparo da amostra

As amostras resultantes do processo de cortes histológicos da análise dos ângulos das microfibrilas de celulose foram reduzidas à palitos (com auxílio de estilete), em seguida passadas em moinho tipo Willey e classificadas em um conjunto de peneiras de 40 e 60 mesh. Para as análises de lignina foi utilizado o montante que ficou retido na peneira de 60 mesh. Posteriormente, as serragens correspondentes à cada posição diametral (três amostras do lenho de tração e três amostras do lenho oposto), das três árvores, foram misturadas e homogeneizadas, perfazendo uma amostra composta de cada posição para os dois tipos de preparo do solo (motocoveamento e subsolagem), totalizando 12 amostras.

Foi determinado o teor de lignina insolúvel, em amostras livres de extrativos, por meio do método de ataque ácido (lignina Klason), de acordo com os procedimentos descritos pela norma analítica NBR 7989 (ABNT, 2010). As análises foram realizadas em duplicata.

3.6 Plano experimental e Análises dos dados

Para a caracterização dendrométrica (altura total, altura comercial e DAP), os dados foram submetidos à análise de variância entre os tratamentos do preparo do solo, a 5% de significância ($P \leq 0,05$). Para comparação múltipla das médias, foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de significância ($P \leq 0,05$). A análise estatística para os dados do DAP considerou as 30 árvores mensuradas por tipo de preparo do solo, já para as análises das alturas (total e comercial) foram avaliados os dados obtidos das três árvores por tratamento.

Para avaliar a influência do tipo de preparo de solo nos ângulos das microfibrilas no lenho de reação das madeiras de *Eucalyptus* sp. foi aplicado o teste de variância ($P \leq 0,05$). Para esta análise, empregou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), disposto em fatorial (2 x 2), com 3 repetições, considerando como fatores de variação o preparo do solo (subsolagem x motocoveamento) e o lenho de reação (normal x tração). Para comparação múltipla das médias, foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de significância ($P \leq 0,05$). A tabela 1 apresenta o plano experimental para esta análise.

Tabela 1: Plano experimental para avaliar o AMF das madeiras de *Eucalyptus* sp.

Tratamento	Preparo do solo	Posição do lenho
T1	Motocoveamento	Lenho de tração
T2	Motocoveamento	Lenho oposto
T3	Subsolagem	Lenho de tração
T4	Subsolagem	Lenho oposto

AMF = ângulo das microfibrilas

Para avaliar a variação diametral dos AMF's e dos teores de lignina, para os dois tipos de preparo do solo, os dados foram processados do *Excel* e os gráficos de comportamento foram feitos utilizando-se o programa Sigma Plot (9.0).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Variáveis dendrométricas

A Tabela 2 apresenta os resultados para as variáveis dendrométricas.

Tabela 2: Valores médios do DAP, da altura total e da altura comercial dos clones de *Eucalyptus* sp. para dois tipos de preparo do solo.

Tratamento	Altura total (m)	Altura Comercial (m)	DAP (cm)
Motocoveamento	20,38 B	17,95 A	13,19 A
Subsolagem	21,57 A	19,06 A	12,74 A

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

De acordo com a análise de variância (em anexo) para a variável dendrométrica ‘‘altura total’’ da madeira de *Eucalyptus* sp, o coeficiente de variação apresentado (2,22%) foi considerado baixo, expressando assim uma baixa dispersão dos dados e uma boa precisão da análise experimental.

Observa-se que as árvores, aos quatro anos de idade, implantadas na área de subsolagem apresentaram um maior crescimento em altura total em relação às árvores implantadas na área com o motocoveamento.

O maior desenvolvimento das árvores em plantios em área que se utilizou a subsolagem pode ser justificado pelo maior revolvimento do solo e maior profundidade resultantes dessa técnica, visto que, tais condições proporcionadas causam interferência direta no desenvolvimento radicular e conseqüentemente no crescimento do indivíduo quando comparado ao motocoveamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Dedecek et al. (2004) em um estudo realizado a respeito de diversos preparos do solo para plantio de acácia-negra, onde observou-se que a técnica de subsolagem propiciou um crescimento inicial mais rápido das mudas quando comparadas àquelas plantadas com abertura de covas. Finger et al. (1996) também verificou o efeito positivo da subsolagem no crescimento do *E. Grandis* até aos 3,5 anos de idade em solo contendo camada de impedimento. Ao considerar dois sítios com solos e produtividades diferentes, Stape et al. (2002) constataram que a subsolagem influenciou em um maior crescimento inicial, em altura, do eucalipto quando comparados ao coveamento, pois o maior revolvimento do solo, provocado pela subsolagem, propiciou melhores condições para o desenvolvimento radicular, permitindo maior absorção de água e nutrientes. Diante das afirmações é possível inferir que a qualidade do plantio está diretamente relacionada, dentre outros fatores, com o preparo do solo. De modo geral, há uma associação favorável entre a taxa de incremento anual das plantas e o volume de solo revolvido (PAIVA et al., 2011).

Para a análise da altura comercial não houve diferença estatística significativa entre os dois tipos de preparo do solo e a média encontrada para os tratamentos foi de 18,50 m. Logo, o método mais indicando consiste na subsolagem por ser menos oneroso e mais produtivo.

Tratando-se dos diâmetros à altura do peito (DAP), observou-se que não houve diferença estatística significativa das plantas procedentes da área subsolada (12,7 cm) em comparação às de área motocoveada (13,2 cm). Esses resultados se mostraram divergentes das observações realizadas por Finger et al. (1996) ao verificar que a subsolagem influenciou em um maior incremento diamétrico do *E. grandis* até os 3,5 anos de idade. Partindo-se de tal observação, é válido ressaltar que em florestas plantadas, os indivíduos jovens, em sua fase inicial de desenvolvimento, tendem a investir mais em altura do que em diâmetro devido ao processo de competição estabelecido em busca da radiação solar (necessária para seu desenvolvimento) e só após estabelecer uma determinada altura é que esses indivíduos passam

a investir em seus diâmetros. Além disso, como já citado anteriormente, Segundo Larson et al. (2001), a qualidade do sítio provoca mudanças na constituição e no crescimento do lenho.

3.2 Ângulo das Microfibrilas de Celulose (AMF)

Os valores médios dos ângulos das microfibrilas das madeiras de *Eucalyptus* sp. não apresentaram interação significativa entre os fatores preparo do solo (subsolagem x motocoveamento) e tipo de lenho (lenho normal e lenho de tração) e as análises dos fatores separadamente também não apresentaram diferenças estatísticas significativas. A Tabela 3 apresenta os dados médios dos ângulos das microfibrilas para cada fator.

Tabela 3. Valores médios dos ângulos das microfibrilas (AMF) para cada tipo de preparo do solo e cada posição radial das madeiras de clones de *Eucalyptus* sp.

Fatores	AMF (°)
Preparo do solo	
Motocoveamento	12,79A
Subsolagem	12,09A
Tipo de lenho	
Lenho normal	12,99A
Lenho de tração	11,88A

Médias do parâmetro avaliado (AMF) condizentes com as combinações de preparo do solo e tipos de lenhos. Letras maiúsculas e minúsculas correspondem aos fatores preparo do solo e tipos de lenhos, na devida ordem. Médias seguidas de mesma letra para cada fator não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O valor médio encontrado para o ângulo microfibrilar foi de 12,44°. O AMF apresentou uma média mínima de 11,88° e uma máxima de 12,99°, correspondentes ao lenho de tração e ao lenho normal, respectivamente.

O valor médio do AMF (12,44°) para madeira de *Eucalyptus* sp. com quatro anos está de acordo com os padrões estabelecidos pela literatura, visto que, conforme Boyd (1980), em folhosas, que inclui o gênero *Eucalyptus*, o AMF varia de 5° a 20°, como resposta aos fatores genéticos e ambientais. Resultados inferiores a 12,44° foram encontrados por Lima et al. (2004) ao avaliar onze clones de *Eucalyptus* aos oito anos de idade, em quatro locais diferentes, exibindo uma média do AMF das madeiras igual a 8,8°, o que justifica o fato de que os ângulos microfibrilares são dependentes da idade da árvore (RAMOS et al., 2011). Logo, indivíduos

juvenis apresentam um alto AMF devido ao requerimento de uma maior flexibilidade para não quebrar o tronco quando o mesmo se curvar mediante ação do vento. Já as árvores mais velhas exibem um menor AMF, visto que, estas requisitam uma maior rigidez para sustentar o peso da copa e do caule (TIENNE et al., 2009).

O AMF é fundamental para a qualidade da madeira, pois ângulos microfibrilares elevados provocam aumento de extensibilidade e de contração longitudinal (CARNEIRO, 2017), e ainda, consoante Walker e Butterfield (1995), proporcionam alta elasticidade e pouca resistência. Enquanto que, madeiras com ângulos microfibrilares inferiores, geralmente, possuem alta contração tangencial (PAGE et al., 1972), menor elasticidade (BARNETT e BONHAM, 2004), maiores resistências (LIMA et al., 2004), maior estabilidade e menor defeitos resultantes da secagem e processamento mecânico da madeira (RAMOS et al., 2011).

Tratando-se dos ângulos microfibrilares resultantes dos lenhos de tração e normal, resultados semelhantes foram verificados por Ferreira (2007), ao constatar a não significância do ângulo microfibrilar entre lenho oposto e lenho de tração em madeiras de *Eucalyptus* sp., em todas as topografias estudadas. Tal fato resulta em consequências positivas, dado que, segundo Couto et al. (2011), a madeira de tração diferencia-se anatomicamente do lenho normal, onde as fibras se distribuem em várias inclinações diferentes, provocando mudanças nas características físico-mecânicas, prejudicando sua aplicação.

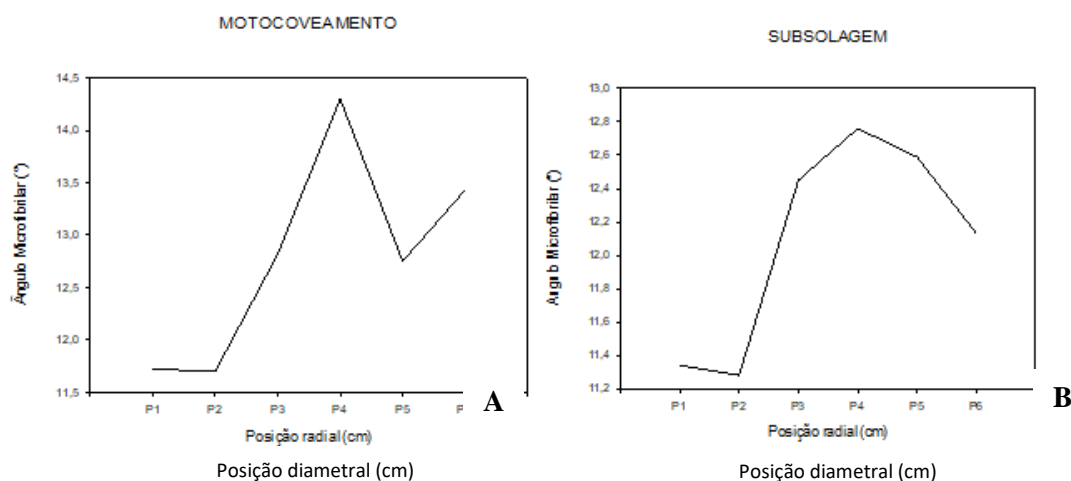
Devido à redução de lignina na parede celular da fibra e sua ausência na camada G, o lenho de tração apresenta alta instabilidade dimensional, tendendo ao surgimento de colapso, superfícies ásperas, dificuldade de trabalhabilidade, aparecimento de compensados empenados e rachados, baixa resistência à compressão e flexão e alta resistência à tração (ALBUQUERQUE E LATORRACA, 2000). Quanto à redução do valor do AMF do lenho normal para o lenho de tração, resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira (2007), visto que, o aumento do ângulo microfibrilar ocorre do lenho de tração para o lenho oposto apresentando um esforço de tração elevado (DINWOODIE, 1981). No entanto, há relatos de que árvores desenvolvidas em áreas declivosas exibiram o AMF pertencente ao lenho de tração superior ao AMF do lenho normal (YANAMOTO et. al, 1997), o que pode sugerir a formação da madeira de reação por estar em área de encosta, sendo necessárias análises adicionais como a busca de camada gelatinosa e a determinação do teor de celulose.

Em relação ao preparo do solo, apesar de estudos com variadas espécies demonstrarem uma correlação entre sítios e tratos silviculturais sobre o AMF, podendo ser atribuído ao crescimento (LIMA, 2015), não houve significância do motocoveamento e da subsolagem com

o AMF. Isto pode ser justificado pela falta de entendimento dos motivos pelos quais as árvores coordenam as alterações no ângulo microfibrilar em resposta a fatores ambientais e de desenvolvimento. Ainda, em concordância com Donaldson (2008), de acordo com seu levantamento sobre AMF, o autor afirma que a literatura é divergente quanto ao assunto. Contudo, a ausência de significância entre o AMF e o preparo do solo não é vista como um ponto negativo, visto que, não interfere negativamente no ângulo das microfibrilas, mantendo-se assim a qualidade homogênea da madeira produzida. Porém, é importante salientar que ao se tratar de árvores jovens, é possível que ocorra uma mudança de comportamento nas propriedades anatômicas da madeira à medida que se eleva a idade das árvores. Logo, torna-se importante o incremento de estudos adicionais.

Na Figura 4 pode-se verificar que em ambos os preparos do solo (motocoveamento e subsolagem), o AMF aumentou da posição inicial (casca) até à medula no lenho de reação, em seguida decresceu e atingiu o valor mínimo no lenho normal. Essa tendência está de acordo com a teoria de que maiores ângulos são encontrados na região da madeira juvenil e menores próximos à casca. Resultados semelhantes foram expostos por Ferreira (2007) quanto às suas amostras de *Eucalyptus* sp. com 24 meses de idade, submetidas à diferentes condições de relevo. Lima et al. (2004) também observou o mesmo comportamento no sentido medula-câmbio, evidenciando a afirmação da teoria de que no sentido radial, ocorre um decréscimo do AMF na direção medula-casca (LIMA, 2015).

Figura 4: Comportamento diametral do AMF (°) para as madeiras de *Eucalyptus* sp. para as áreas submetidas ao motocoveamento (A) e à subsolagem (B), respectivamente.

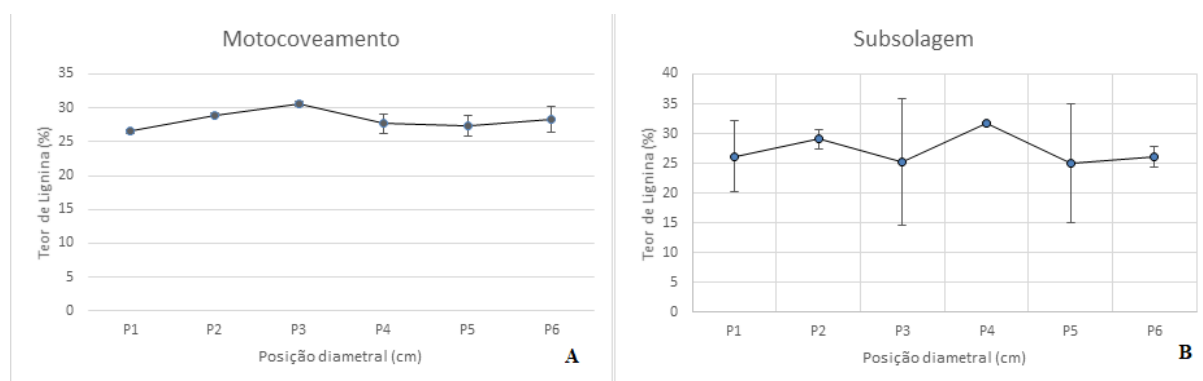


Fonte: autor, 2022.

4.3 Lignina

A Figura 5 exibe a variação diametral do teor de lignina da madeira de *Eucalyptus* sp., considerando as posições radiais dos lenhos de tração e reação, em ambos os tratamentos do solo (motocoveamento e subsolagem). O motocoveamento apresentou o teor médio de lignina igual a 28,2 %, sendo superior à média apresentada pela subsolagem, a qual correspondeu a 27,2%. Quanto às posições radiais, no motocoveamento houve um aumento da posição inicial (casca) até o albarno no lenho de tração, e em seguida decresceu da medula ao albarno no lenho normal. Já na subsolagem ocorreu um crescimento do teor de lignina no sentido casca – albarno e decresceu no sentido medula-albarno. O teor médio de lignina presente no lenho de tração foi superior (28,7%) ao lenho normal (27,8%), ambos referentes ao motocoveamento. Tratando-se da subsolagem, o lenho de tração exibiu uma média inferior (26,8%) quando comparado ao lenho normal (27,7%). Mediante tal comportamento, é válido destacar que a subsolagem apresentou maior desvio padrão quando comparado ao motocoveamento. Entretanto, o lenho de tração caracteriza-se por alto conteúdo de celulose e baixo conteúdo de lignina quando comparado com o lenho normal (VIDAURRE et al, 2013).

Figura 5: Comportamento diametral do teor de lignina (%) para as madeiras de *Eucalyptus* sp. para as áreas submetidas ao motocoveamento (A) e à subsolagem (B), respectivamente.



Fonte: autor, 2022.

Anatomicamente, há diferenças entre madeira de tração e madeira normal, com diferenciação entre gêneros quanto ao comprimento das fibras e à organização da parede celular, onde tais diferenças influenciam diretamente nas características física, química, morfológica e mecânica da madeira (SOUSA, 2004). A distribuição da lignina na parede celular estabelece ligação direta, dentre outros fatores, com a espécie, o lenho inicial e tardio, a distância da medula, e a ocorrência de lenho de reação. Tal distribuição interfere nas propriedades físicas, mecânicas e características anatômicas da madeira (LIMA, 2015).

4. CONCLUSÕES

O preparo do solo interagiu significativamente com a altura total das madeiras de eucalipto.

Os ângulos microfibrilares não apresentaram uma interação significativa entre os preparos do solo (motocoveamento e subsolagem) e os tipos de lenhos (tração e normal). Quanto à posição radial, houve um decréscimo do valor do ângulo microfibrilar no sentido medula-casca em ambos os lenhos.

O teor de lignina apresentou variação em todo o lenho em ambos os preparos do solo, tendo-se um desvio padrão maior dos dados na subsolagem.

É indicado que existam estudos adicionais de análises químicas em madeiras adultas, além de juvenis, a fim de conhecer o padrão de variação entre as madeiras com o aumento da idade, e de averiguar mais detalhadamente o comportamento das mesmas mediante o tipo de preparo do solo e a presença do lenho de tração ou reação em cada posição radial.

A mecanização é muito mais vantajosa para as empresas, visto que, apresenta um maior rendimento em comparação ao motocoveamento. Como não houve efeito sobre as propriedades estudadas, exceto para altura, este processo pode até ser ampliado ou copiado para outras áreas. A diferença estatística apresentada para a variável altura não interfere na indicação da empregabilidade da subsolagem, pois a altura comercial permanece sem alteração ao considerar um diâmetro mínimo de quatro centímetros, onde a madeira excedente pode ser destinada ao uso energético.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. E. C.; LATORRACA, J. V. F. Influência das características anatômicas da madeira na penetração e adesão de adesivos. **Floresta e ambiente**. v.7, n.1, p.158 - 166, 2000.

AGÊNCIA EMBRAPA DE TECNOLOGIA E INFORMAÇÃO (AGEITEC). **EMBRAPA**, Bognola, Itamar Antônio, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3909/anuario-ABRAF-2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**. Brasília: ABRAF; 2013. 167 p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

BARBOSA, T. L. **Influência do local de crescimento na qualidade da madeira para celulose e na susceptibilidade aos ventos**. 2010. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia industrial madeireira). Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2010.

BARNETT, J. R.; V. A. BONHAM. **Cellulose microfibril angle in the cell wall of wood fibres**. **Biological Reviews**, v.79, p. 461–472. 2004.

BOSCHETTI, W. T. N. Et al. Características anatômicas para produção de celulose do lenho de reação de árvores inclinadas de eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.50, n.6, p.459-467, 2015.

BOSCHETTI, W. T. N. et al. Parâmetros dendrométricos e excentricidade da medula em árvores inclinadas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 108, p. 781-789, 2015.

BOWLING, A. J.; VAUGHN, K. C. Immunocytochemical characterization of tension wood: gelatinous fibers contain more than just cellulose. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 95, n. 6, p. 655-663, 2008.

BOYD, J. D. Relationships between fibre morphology, growth strains and physical properties of wood. **Australian Forest Research**, Canberra, v. 10, n. 4, p. 337-360, 1980;

BRITO, J. O. **Influência da adubação mineral nas características dos anéis de crescimento da madeira de *P. caribaea* varo *bahamensis***. Piracicaba, 1983. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

CARNEIRO, M. F. **Qualidade da madeira de clones de eucalipto utilizados na produção de celulose**. 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2017.

- COUTO, A. M.; RIBEIRO, A. O.; SÁ, V. A. **Variação diametral das propriedades físicas, anatômicas e ultraestruturais da madeira de reação de *Rapanea ferruginea***. Lavras: Universidade Federal de Lavras, Trabalho. 2011. 16 p. Trabalho de Pesquisa.
- DEDECK, R. A; CURCIO, G. R; RACHWAL, M. F. G; SIMON, A. A. **Sistemas de preparo do solo para plantio de Acácia –negra (*Acacia-mearnsil*): Efeitos na erosão e na produtividade**. Comunicado Técnico 121: Embrapa, 2004, 5 p.
- DINWOODIE, J. M. **Timber, its nature and behaviour**. Wokingham, England: Van Nostrand Reinhold, 190 p., 1981.
- DONALDSON, L. Ângulo de microfibrila: medição, variação e relações. **IAWA Journal**, v. 29, p. 345–386, 2008.
- DOWNES, G. et al. Wood, pulp and handsheet relationships in plantation grown *Eucalyptus globulus*. **Appita Journal**, Hobart, v. 56, n. 3, p. 221-228, 2003.
- EMBRAPA. **Eucalipto**, 2014. Disponível em:
<<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/Abertura.html>>. Acesso em: 01 fev. 2021.
- FERREIRA, S. **Lenho de tração em *Eucalyptus* spp cultivados em diferentes topografias**. 2007. Tese – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- FEUCHARD, L. D. **Propriedades tecnológicas da madeira de *Casuarina equisetifolia***. 2012. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.
- FINGER, C. A. G; SCHUMACHER, M. V; SCHNEIDER, P. R; HOPPE, J. M. Influência da camada de impedimento no solo sobre o crescimento de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.137-145, 1996.
- GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. M.; NEVES, J. C. L. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 635-646, 2003.
- HIGA, R. C. V; MORA, A. L; HIGA, A. R. **Plantio de Eucalipto na Pequena Propriedade Rural**. Curitiba: Embrapa, 2000. (Documentos, 54).
- HORSTMANN, N; SILVA, M. R. O; ANDRADE, P. G; CARDOSO, M. S; FONTENELE, M. S; LUZ, M. L. A. **Dossiê Técnico - Silvicultura**. 33 p. 2012.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). São Paulo, 2014. Disponível em:
<<http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 28 jan. 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Indicadores do setor brasileiro de árvores plantadas**, 2014. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/iba_2014_pt.pdf>. Acesso: Acesso em: 30 jan. 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Meio ambiente e sustentabilidade**, 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Aspectos econômicos do setor**, 2021. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

JIN, H; KWON, M. Mechanical bending induces tension wood formation with reduced lignin biosynthesis in *Liriodendron tulipifera*. **Journal of Wood Science**, 2009, p. 401-408.

KLOCK, U; ANDRADE, A. S. **Química da madeira**. Curitiba, 2013. ed. 4, p. 85 p.

LATORRACA, J. V. F; ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 279 - 291, 2000.

LIMA, J. T.; BREESE, M. C.; CAHALAN, C. M. **Variation in microfibril angle in *Eucalyptus* clones**. *Holzforschung*, Berlin, v. 58, n. 2, p. 160-166, 2004.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N.; STAPE, J. L. Influência do desbaste e da fertilização no deslocamento da medula e rachaduras de extremidade de tora de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 2, p. 170-177, abr./jun. 2007.

LIMA, L. C; SOUZA, M. T; LIMA, J. T; GOULART, S. L; SILVA, T. A. Influência do ângulo microfibrilar sobre as propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus*. In: II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira: **Anais**, Belo Horizonte, 2015.

LIMA, L. C. **Variação do ângulo microfibrilar e do conteúdo de lignina na parede celular das fibras da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla***. 2015. 51 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

MALINOVSKI, R. A; BERGER, R; SILVA, I. C; MALINOVSKI, R. A; BARREIROS. R. M. Viabilidade econômica de reflorestamentos em áreas limítrofes de pequenas propriedades rurais no município de São José dos Pinhais – PR. **FLORESTA**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 261-274, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/0/Plano+Nacional+de+Desenvolvimento+de+Florestas+Plantadas/90e38846-d556-da1d-0213-dda16a75088e>. Acesso em: 11 fev. 2022.

MOREIRA, J. M. M. A. P; SIMIONI, F. J; OLIVEIRA, E. B. Importância e desempenho das florestas plantadas no contexto do agronegócio brasileiro. **FLORESTA**, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 85 - 94, 2017.

MORESCHI, J. C. **Propriedade da madeira**. Curitiba, 4 ed., 194 p., 2005.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 44, n. 12, p. 2186-2192, 2014.

MOTTA, J. P. **Propriedades tecnológicas da madeira de *Tectona grandis* L. F. Proveniente do Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais), Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

OKUYAMA, T., YAMAMOTO, H., YOSHIDA, M., HATTORI, Y., ARCHER, R.R. Growth stresses in tension wood: role of microfibrils and lignification. **Annals Science Forestry**, v. 51, p. 291–300, 1994.

OLIVEIRA, E. B. Et al. **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Embrapa, 2016. 100 p;

OLIVEIRA, J. T. S. et al. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a produção civil: 1 – avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 113-124, dez. 1999.

PAGE, D. H. et al. **The mechanical properties of singlewood pulp fibres**. Part 1: A new approach. *Pulp and Paper Magazine of Canada*, Westmount, v. 73, n. 8, p. 72-77, 1972.

PAIVA, H.N., JACOVINE, L.A.G., TRINDADE, C., RIBEIRO, G.T. **Cultivo de eucalipto: implantação e manejo**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011. 354p.

PEREIRA, D. P.; FIEDLER, N. C.; LIMA, J. S. S.; GUIMARÃES, P. P.; MÔRA, R.; CARMO, F. C. A. Eficiência da subsolagem na profundidade de preparo do solo em função da declividade do terreno. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 607-612, 2012.

PRESTON, R. D. 1934. **Organisation of the cell wall of the conifer tracheid**. *Royal Society Phil. Trans. B* 224: 131–173.

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. F.; PASTRO, M. S.; SOUZA, M. T.; GARCIA, R. A.; CARVALHO, A. M. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 411-418, 2011.

RAMOS, L. M. A. **Características anatômicas e histoquímicas do lenho de reação em *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.** 2014. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2014.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). **Silvicultura**. n. 82, 2004.

RIBEIRO, N.; SITOIE, A. A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de silvicultura tropical**. Maputo, p. 123. 2002.

RIGATTO, P. A. **Influência dos atributos do solo sobre a produtividade e a qualidade da**

madeira de pinus taeda para produção de celulose kraft. 2002. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SALVADOR, N; BENEZ, S. H; MION, R. L. Consumo de combustível na operação de subsolagem realizada antes e depois de diferentes sistemas de preparo periódico do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.256-262, 2008.

SANTANA, W. M. S. **Crescimento, produção e propriedades da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* com enfoque energético.** 2009. 104 p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SANTOS, C. V. F. **Caracterização físico-mecânica de elementos estruturais roliços perfilados de amaru.** Trabalho de conclusão de curso - (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Itapeva, p. 68. 2013.

SASAKI, C. M; GONÇALVES, J. L. M. Desempenho operacional de um subsolador em função da estrutura, do teor de argila e de água em três latossolos. **Scientia Forestalis**, n. 69, p.115-124, 2005.

SILVA, E. P; MINETTE, L. J; SOUZA, A. P. Análise ergonômica do trabalho de coveamento semimecanizado para o plantio de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 76, p. 77-83, 2007.

SILVA, R. P; FURLANI, C. E. A; TAVARES, T. O; VOLTARELLI, M. A. **Compactação do solo, escarificação e subsolagem.** Jaboticabal, 2015.

SIMÕES, J. W.; COELHO, A. S. R.; MELLO, H. A.; COUTO, H. T. Z. **Crescimento e produção de madeira de eucalipto.** IPEF. n.20, p.77-97, 1980.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS (SNIF). **Bens e Serviços que a Floresta Fornece**, 2019. Disponível em: <<https://snif.florestal.gov.br/pt-br/conhecendo-sobre-florestas/169-bens-e-servicos-que-a-floresta-fornece>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

SOUZA, L. C. **Caracterização da madeira de tração em *Eucalyptus grandis* e sua influência na produção de polpa celulósica.** 2004. 77p. Tese (Pós-graduação em Ciência Florestal para o título de Magister Science) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, M. T; NOBRE, J. R. C; GOULART, S. L; MIRMEHDI, S; PROTÁSIO, T. P; LIMA, J. T; REIS, A. H. Ângulo microfibrilar e contrações das madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla*. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira, 2., 2015, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBCTEM, 2015.

SOUZA, N. C. M. **Estudo do ângulo microfibrilar da madeira de *eucalyptus grandis*, úmida e seca, por microscopia de luz polarizada e estimada por difração de raios x.**

2017. 38 p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

STAPE, J. A.; ANDRADE, S.; GOMES, A. N.; KREJCI, L.C.; RIBEIRO, J.A. **Definição de métodos de preparo de solo para silvicultura em solos coesos do litoral norte da Bahia.** In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: IPEF, 2002. IPEF, 2002. Cap. 8, p. 297-311.

STURION, J. A.; BELLOTE, A. F. J. **Implantação de povoamentos florestais com espécies de rápido crescimento.** In: GALVÃO APM. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Colombo: Embrapa Florestas; 2000. p. 209-219.

TIENNE, D. L. C.; OLIVEIRA, J. N. PALERMO, G. P. M. SOUZA, J. S. LATORRACA, J. V. F. Influência do espaçamento no ângulo das microfibrilas e comprimento de fibras de clone de eucalipto. **Revista Florestal Latinoamericana**, p. 67-83, 2009.

VALADARES, L. B. **Propriedades da madeira e do carvão vegetal de *Artocarpus heterophyllus Lamk.*** 2013. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

VIDAURRE, G. B; LOMBARDI, L. R; OLIVEIRA, J. T. S; ARANTES, M. D. C. Lenho juvenil e adulto e as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 469-480, 2011.

VIDAURRE, G. B; LOMBARDI, L. R; NUTTO, L; FRANÇA, F. J. N; OLIVEIRA, J. T. S; ARANTES, M. D. C. Propriedades da Madeira de Reação. **Floresta e Ambiente**, p. 26-37, 2013.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Flor Ambiental de Florestas de Eucalipto estas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007.

WALKER, J. C. F.; BUTTERFIELD, B. G. The importance of microfibril angle for the processing industries. N.Z. **Forestry**, p. 34-40, 1995.

WARENSJÖ M. **Compression wood in Scots pine and Norway spruce: distribution in relation to external geometry and the impact on the dimensional stability in sawn wood [thesis].** Swedish University of Agricultural Science, 2003.

WIMMER, R.; DOWNES, G. M. Y.; EVANS, R. 2002. Temporal variation of microfibril angle in *Eucalyptus nitens* grown in different irrigation regimes. **Tree Physiology**, 22: 449-457.

YAMAMOTO, H.; OKUYAMA, T.; YOSHIDA, M. **Growth stress generation and microfibril angle in reaction wood.** In: Butterfield, B. G. (Ed.). Microfibril angle in wood. Westport: International Association of Wood Anatomists, p. 225-239, 1997.

ANEXOS

As análises de variâncias referentes à Altura Total, Altura Comercial, DAP e AMF da madeira de *Eucalyptus* sp estão apresentadas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4

Tabela 1. Análise de variância para a Altura Total da madeira de *Eucalyptus* sp.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Preparo do solo	1	2,10	2,10	9,68	0,0359*
Resíduo	4	0,87	0,22		
Total	5	2,97			
CV (%)	2,22				
Média	20,97				

FV – Fontes de variação; GL – Grau de liberdade; SQ – Soma dos quadrados; QM – Quadrado médio; * significância ($p < 0,05$).

Tabela 2. Análise de variância para a Altura Comercial da madeira de *Eucalyptus* sp.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Preparo do solo	1	1,85	1,85	5,25	0,0837 ^{ns}
Resíduo	4	1,41	0,35		
Total	5	3,25			
CV (%)	3,21				
Média	18,50				

FV – Fontes de variação; GL – Grau de liberdade; SQ – Soma dos quadrados; QM – Quadrado médio; ns – Não significativo.

Tabela 3. Análise de variância para DAP da madeira de *Eucalyptus* sp.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Preparo do solo	1	2,87	2,87	2,039	0,1588 ^{ns}

Resíduo	56	78,79	1,41
Total	57	81,66	

CV (%) 9,15

Média 12,97

FV – Fontes de variação; GL – Grau de liberdade; SQ – Soma dos quadrados; QM – Quadrado médio; ns – Não significativo

Tabela 4. Análise de variância para as determinações dos ângulos das microfibrilas (AMF) da madeira de *Eucalyptus* sp.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Preparo do solo (A)	1	1,45	1,45	0,411	0,5395 ^{ns}
Tipos de lenhos (B)	1	3,68	3,68	1,045	0,3366 ^{ns}
Interação A*B	1	0,28	0,28	0,081	0,7834 ^{ns}
Resíduo	8	28,22	3,53		
Total	11	33,64			

CV (%) 15,10

Média 12,44

FV – Fontes de variação; GL – Grau de liberdade; SQ – Soma dos quadrados; QM – Quadrado médio; ns – Não significativo