

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E
DIMENSÕES DAS FIBRAS DE EUCALIPTO UROGRANDIS EM DOIS
SÍTIOS

RAFAEL NASCIMENTO BORGES

CRUZ DAS ALMAS-BA

MARÇO/2017

RAFAEL NASCIMENTO BORGES

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E
DIMENSÕES DAS FIBRAS DE EUCALIPTO UROGRANDIS EM DOIS
SÍTIOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pelo estudante Rafael Nascimento Borges como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof. Clair Rogério da Cruz.

CRUZ DAS ALMAS-BA

MARÇO/2017

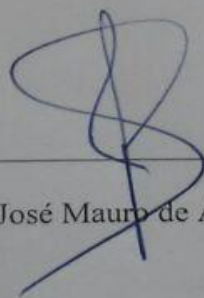
DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E
DIMENSÕES DAS FIBRAS DE EUCALIPTO UROGRANDIS EM DOIS
SÍTIOS

RAFAEL NASCIMENTO BORGES

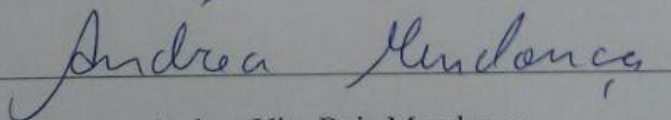
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pelo estudante Rafael Nascimento Borges como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof. Clair Rogério da Cruz.

Aprovado em: 23/3/17

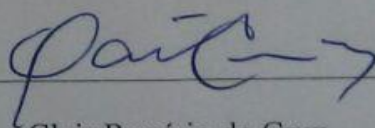
Comissão examinadora:



José Mauro de Almeida



Andrea Vita Reis Mendonça



Clair Rogério da Cruz
(Orientador)

DEDICADO

Aos meus pais, Luiz Carlos e Ana Lúcia.

A minha irmã Lais.

A minha avó Eurides (em memória).

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças para alcançar mais uma conquista na vida.

Aos meus pais Luiz Carlos e Ana Lúcia, por todo amor, por sempre acreditar em mim e por se dedicarem tanto para que esse momento se tornasse possível. Vocês são minha inspiração.

As minhas queridas irmãs Lais, Liziane e Joice, por todo amor, carinho e apoio.

Aos meus familiares, principalmente a minha tia Sandra, minha prima Patrícia e aos meus tios Adilton, José Milton e Edmilson, além da minha cunhada Marlene e do meu cunhado Aroldo, pelo apoio e incentivo.

A minha namorada Maria das Neves, por estar presente nesta etapa da minha vida, com seu carinho e compreensão.

A Cari, Dani, Aninha, Keli e Jadiel, pela maravilhosa amizade e incentivo.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), pela oportunidade na realização desse curso.

Ao meu orientador, professor Clair Rogério da Cruz, pelos ensinamentos, amizade, apoio e confiança nesse trabalho. Imensa honra ser seu orientado.

À empresa BSC/Copener, pelo fornecimento do material utilizado no estudo.

Aos professores do curso de Engenharia Florestal pelo conhecimento compartilhado.

Aos professores José Mauro de Almeida, Andrea Vita Reis Mendonça, Deoclides Ricardo de Souza e Paula Ângela Umbelino Guedes Alcoforado, que aceitaram participar da banca examinadora.

Ao Leonardo, que durante permanência no Laboratório de Tecnologia da Madeira, sempre teve alegria e disposição para ajudar.

À turma de Engenharia Florestal, por todas as lutas vencidas juntos.

Aos amigos Jonas, Lucas, Journey, Daiana, Adriana, Juliana, Sandoval, Naiara, Thiago Cruz, Jiovana, Geise Araújo, Janaine, Heitor, Diogo, Lavínia, Raimundo Nonato, Delsivan e Carlos Soares, pelo companheirismo e bons momentos que dividimos durante esses anos.

À todos que de alguma forma, contribuíram para esse trabalho.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização dos dois locais de plantio do <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> no Estado da Bahia.	14
Figura 2: Esquema da coleta dos discos nas árvores do clone de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>	15

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização dos sítios de plantio do <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> em dois locais no estado da Bahia.	14
Tabela 2: Médias da densidade básica da madeira e da casca do clone de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> com 8 anos de idade, plantados em dois locais e o P-valor.	17
Tabela 3: Valores correspondentes as médias e o P-Valor das dimensões das fibras do <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> com 8 anos de idade, plantados em dois locais no estado da Bahia. ..	19

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Gênero <i>Eucalyptus</i>	4
3.2 <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden.....	6
3.3 <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake.....	6
3.4 Híbrido urograndis	7
3.4 Densidade Básica	8
3.5 Fibras.....	10
3.6 Celulose Solúvel	11
3.7 Fatores Edafoclimáticos	12
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1 Material e Localização dos Sítios.....	14
4.2 Determinação da Densidade básica	15
4.3 Mensurações das dimensões das fibras.....	15
4.4 Análise Estatística	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1 Densidade básica.....	16
5.2 Dimensão das Fibras	19
6. CONCLUSÕES	21
7. REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

RESUMO

No Brasil as espécies do gênero *Eucalyptus* são amplamente utilizadas nas indústrias do setor florestal, devido à fácil adaptação em ambientes com diferentes características edafoclimáticas, suas propriedades físicas e químicas, além do curto ciclo de corte. E para suprir a demanda tem sido inserida em diversas outras regiões no território brasileiro. Porém, existe a possibilidade do comportamento fisiológico da planta diferir de outras quando implantada em outro ambiente. A densidade básica é uma das propriedades mais importante da madeira, sendo influenciada por diversos fatores, que podem definir o uso final da madeira. Este trabalho teve como objetivo determinar a densidade básica da madeira e as dimensões das fibras do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com oito anos de idade plantado em dois locais com diferentes características edafoclimáticas. Foram coletadas seis árvores, três de cada ambiente, que foram cedidas pela empresa BSC/Copener. Foram retirados dois discos de cada altura das árvores, 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, um para a determinação da densidade básica da madeira e outro para avaliar as dimensões das fibras. Os resultados obtidos mostraram que a densidade básica do sítio 1 teve média de 0,556 g/cm³ e o sítio 2 apresentou média de 0,542 g/cm³, não variando estatisticamente em relação ao ambiente. As dimensões das fibras tiveram médias semelhantes às encontradas na literatura. O comprimento e o diâmetro das fibras não variaram estatisticamente em relação ao ambiente, porém a espessura da parede e o diâmetro do lúmen apresentaram médias que variaram estatisticamente em função do ambiente.

Palavras chaves: Eucalipto urograndis. Densidade da madeira. Local de plantio.

ABSTRACT

In Brazil, species of the genus *Eucalyptus* are widely used in forestry industries due to their easy adaptation in environments with different soil and climatic characteristics, their physical and chemical properties, and the short cutting cycle. And to supply the demand has been inserted in several other regions in the Brazilian territory. However, there is a possibility that the physiological behavior of the plant differ from others when implanted in another environment. The basic density is one of the most important properties of the wood, being influenced by several factors, that can define the final use of the wood. The objective of this work was to determine the basic density of wood and the fiber size of the *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* clone at eight years of age at two sites with different soil and climatic characteristics. Six trees were collected, three from each environment, which were provided by the company BSC/Copener. Two disks of each height of the trees were removed, 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of the commercial height, one for the determination of the basic density of the wood and another to evaluate the dimensions of the fibers. The results showed that the basic density of site 1 had a mean of 0.556 g/cm³ and site 2 presented a mean of 0.542 g/cm³, not statistically varying in relation to the environment. The dimensions of the fibers had averages similar to those found in the literature. The length and diameter of the fibers did not vary statistically in relation to the environment, but the wall thickness and lumen diameter presented averages that varied statistically as a function of the environment.

Key words: *Eucalyptus urograndis*. Density of wood. Place of planting.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da madeira de *Eucalyptus* como matéria-prima se dá principalmente pelas suas características de fácil trabalhabilidade, a durabilidade natural, recurso renovável e propriedades físicas e mecânicas, que permitem a ampla utilização pela sociedade em diferentes segmentos.

Com a importância em termos de uso e renda, a qualidade e a produtividade deveriam estar diretamente relacionadas e as plantações florestais devem se adequar para atender as exigências do mercado madeireiro.

A produção de florestas em larga escala permitiu a introdução de novas espécies de *Eucalyptus* como matéria-prima no setor florestal substituindo a utilização de madeira nativa, reduzindo a pressão sobre as espécies locais.

Dentre as espécies que contribuíram com o progresso do setor florestal, destacam-se as do gênero *Eucalyptus*. Esse destaque baseia-se principalmente pela grande variedade de espécies, com características químicas, físicas e anatômicas diferenciadas e adaptação a diferentes climas, permitindo a ampla utilização em diversas áreas, como nas indústrias de celulose e papel, serrarias, lenha e carvão e produtos não madeireiros.

No Brasil o gênero *Eucalyptus* tem grande destaque como escolha para a matéria-prima no setor florestal, em 2014 os plantios de eucalipto representaram 71,8% da área de florestas plantadas no país (IBÁ, 2015).

O mercado exige conhecimento das características estruturais anatômicas e da constituição química para a seleção de clones com potencialidades na obtenção dos resultados esperados. A utilização da hibridação obtida pelo cruzamento de duas espécies com características distintas, permite que a combinação genética possa gerar indivíduos com os

atributos desejados. O efeito dessa combinação possibilita a implantação de árvores com características mais adequadas em relação ao uso final.

O eucalipto *urograndis*, é um híbrido desenvolvido no Brasil, resultado do cruzamento do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com características importantes na utilização industrial (MILAGRES, 2009). Os principais mercados para a madeira deste híbrido são a fabricação de chapas, fonte de energia para as indústrias e utilização na produção de celulose e papel (FARIAS et al., 2013).

Um dos fatores importantes é a densidade básica da madeira, considerada uma das características importante da madeira pois determina as relações do uso da mesma para diversos fins. Esse atributo é de fácil determinação, permitindo analisar na matéria-prima à trabalhabilidade e a relação custo/benefício para o desenvolvimento nos processos de produção. Essa propriedade pode ter influência de diversos fatores, entre eles os aspectos edafoclimáticos no local de plantio (FOELKEL, 2015).

As árvores se comportam de diferentes formas de acordo com o meio em que estão inseridas, no qual alguns fatores como tipo do solo e a disponibilidade de água podem influenciar nas características químicas e anatômicas (ROQUE & TOMAZELLO FILHO, 2009). Justificando a realização de estudos que relacionam a condição dos sítios com as propriedades da madeira (SILVA, 2013).

Dessa forma, o estudo de materiais genéticos plantados em diferentes locais é de grande relevância para se conhecer o efeito das variações ambientais nas propriedades da madeira visando sua utilização.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a densidade básica da madeira e da casca e às dimensões das fibras de um clone de eucalipto urograndis plantado em dois locais com diferentes características edafoclimáticas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Gênero *Eucalyptus*

Eucalipto é a denominação das inúmeras espécies vegetais do gênero *Eucalyptus*, mesmo sendo aplicado a outros gêneros de mirtáceas, especificamente ao *Corymbia* e *Angophora*. O gênero inclui mais de setecentas espécies, com a grande maioria originária da Austrália, havendo apenas poucas espécies próprias dos territórios vizinhos, como da Nova Guiné e Indonésia e uma espécie no sul das Filipinas (ARANTES, 2009).

As árvores de Eucalipto começaram a ser utilizadas comercialmente no Brasil em 1904, por Navarro de Andrade, com as madeiras utilizadas pela Companhia Paulista de Estrada de Ferro e posteriormente, ao longo dos anos, essa matéria-prima foi destinada a outros segmentos, como carvão vegetal, dormentes, celulose e papel, serrarias e outros interesses dentro do mercado industrial (PEREIRA et al., 2000).

Pereira et al. (2000), afirmam que espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam grandes variações nas propriedades físicas e mecânicas, além das características estéticas da madeira, permitindo substituir as madeiras de árvores nativas.

O gênero apresenta características que demonstram potencialidades apropriadas, que associada às condições de clima do país justificam a grande utilização como matéria-prima (BARCELLOS et al., 2005). A grande maioria das plantações de eucalipto no Brasil está atribuída à obtenção de matéria-prima para os diversos setores florestais (MAURI et al., 2015).

Segundo o Relatório Estatístico de 2015 da Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, a área brasileira de plantios florestais, em 2014 chegou a 7,74 milhões de hectares, e desse total os plantios de eucalipto representaram 71,8%. A produtividade média dos plantios brasileiros de eucalipto atingiu cerca de 39 m³/ha.ano mantendo o Brasil novamente na liderança no ranking global de produtividade florestal.

Segundo Frederico (2009), o uso do eucalipto em relação à qualidade da madeira e versatilidade na utilização para obtenção de diferentes produtos, depende de um conjunto de características químicas, físicas, mecânicas e anatômicas da madeira. No gênero é possível encontrar espécies com diferentes classificações em relação à densidade básica, como leves, médias e pesadas, variando entre 0,40 g/cm³ e 1,20 g/cm³ (REMADE, 2003).

A implantação de clones de eucalipto para a formação de florestas foi um progresso que contribuiu para melhoria da qualidade da matéria-prima utilizada nas indústrias. Para corresponder os rendimentos finais com a utilização no mercado, o uso múltiplo deve atuar em conjunto de diversas áreas da tecnologia da madeira, interligadas por meio da matéria-prima, assim, a partir de uma mesma fonte, é possível a produção de diversos materiais (CARVALHO, 2000). Com atividades de manejo podem-se conseguir madeiras para mourões, lenha, carvão e celulose com ciclo de 5 a 10 anos e ciclo de 15 anos para serraria (EVANGELISTA, 2007).

Para os processos de seleção de árvores, a avaliação de clones e práticas de manejo adotadas na implantação e condução dos plantios de florestas clonais foi necessário o progresso tecnológico na atividade de silvicultura no Brasil (XAVIER, WENDLING & SILVA, 2009). Conforme Alzate (2004), o melhoramento florestal foi um dos campos de estudos que contribuiu para ampliar e diversificar a utilização da madeira de Eucalipto, atribuindo ajustes que auxiliaram para as técnicas de propagação vegetativa, a aquisição de híbridos e a tecnologia florestal. E devido aos ganhos incrementais decorrente dos programas de melhoramento ao longo do tempo, a produtividade do eucalipto no Brasil cresceu entre 2008 e 2014 por volta de 0,3% ao ano (IBÁ, 2015).

3.2 *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Alzate (2004), afirma que *E. grandis* é uma das espécies do gênero *Eucalyptus* que apresentam maiores variedades de uso, devido as característica da madeira, sendo leve e de fácil trabalhabilidade.

Segundo Moura & Garcia (2000) o *E. grandis* é muito utilizado para clonagem e no cruzamento de espécies para geração de híbridos. Essa espécie leva vantagem sobre outras espécies do gênero em relação ao incremento volumétrico em condições ambientais apropriadas e é reconhecida como uma das espécies de eucaliptos mais plantadas no Brasil. Apresenta característica para grandes cultivos e facilidade para adaptação em todas as regiões do Brasil (ROCHA, 2000).

3.3 *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake

O *Eucalyptus urophylla* ocorre naturalmente fora do território australiano, na ilha de Timor e em outras ilhas localizadas no arquipélago da Indonésia. Considerada uma das espécies de maior potencial no Brasil em razão da ampla possibilidade de utilização da madeira (SILVA, CASTRO & XAVIER, 2008).

A importância na utilização do *E. urophylla* no Brasil surgiu depois que descobriram a resistência que a espécie apresenta ao agente causador do cancro do tronco e assim, foi utilizada para substituir espécies que eram mais sensíveis à doença, principalmente em regiões mais susceptíveis (MOURA & GARCIA, 2000). Essa espécie tem elevado potencial em relação ao melhoramento genético para clonagem na silvicultura, devido à sua grande abundância fenotípica (RUY, FERREIRA & TOMAZELLO FILHO, 2001).

Silva, Castro & Xavier (2008), afirmam que dentro do gênero eucalipto, o *Eucalyptus urophylla* é uma das espécies mais plantadas no país. Com as técnicas de manejo e diferentes ciclos de corte, pode ser utilizada para celulose e fabricação de móveis no mesmo plantio,

apresenta durabilidade natural e baixos níveis para tensões de crescimento, o que possibilita aumentar o grau de rendimento na utilização da madeira (REMADE, 2003).

Segundo Arantes (2009), a madeira do *E. urophylla* apresenta resistência mecânica moderada, sendo recomendada para diversos usos madeireiros, principalmente em laminação, componentes para estrutura em construções, mourões, celulose e papel, painéis, lenha e carvão. Para Silva, Castro & Xavier (2008) a densidade básica da madeira do *E. urophylla* encontra-se em média com valores de 0,500 g/cm³, com facilidade de adaptação aos diversos climas e condições de solos e com alta plasticidade, sendo envolvida em vários processos de melhoramento genético e no cruzamento com outras espécies para formação de híbridos.

3.4 Híbrido urograndis

A hibridação é utilizada na produção florestal através do cruzamento de espécies com características diferentes que se complementam e originam indivíduos com as características a que se destina o plantio (SILVA et al., 2003).

O eucalipto urograndis é um clone desenvolvido no Brasil, resultado do cruzamento do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Essas espécies deram a este híbrido características importantes na utilização no meio industrial, apresentando altos rendimentos nos processos das indústrias de celulose e papel (MILAGRES, 2009).

Segundo Carvalho (2000), os principais motivos para originar o eucalipto urograndis, foi o bom crescimento no campo, herdado do *E. grandis* e o aumento da densidade da madeira e melhorias no rendimento e nas propriedades físicas da celulose, através da *E. urophylla*. Costa (2011), afirma que o híbrido urograndis apresenta madeira com valores de densidade superior em relação às espécies que a originou, sendo um dos clones mais plantados no Brasil, devido a capacidade em produzir celulose. Com alto nível de produção e uniformidade da madeira é reconhecido como uma das referências nos atuais cultivos florestais e, além disso,

apresenta resistência as doenças e baixa disponibilidade de água (RUY, FERREIRA & TOMAZELLO FILHO, 2001).

O primeiro cultivo de eucalipto urograndis foi na região sudeste do Brasil, no estado do Espírito Santo no final da década de 1970. Porém, foi na década de 1990 que houve o avanço no processo de clonagem, determinando o ritmo de crescimento no setor florestal, principalmente na implantação de plantios florestais para as indústrias (LOPES, 2008).

Montanari et al. (2007) afirmam que o híbrido apresenta características satisfatórias quanto à adaptação aos diferentes sítios florestais, além disso, apresenta características satisfatória em relação a madeira, comparada com algumas espécies do gênero *Eucalyptus*. Apesar de não tolerar ambientes alagados, pode ser cultivado em vários tipos de solos, mas geralmente são plantados em solos profundos e bem drenados, com moderada fertilidade (BISON, 2004).

Bassa, Silva Junior & Sacon (2007), afirmam que um dos motivos que levou ao destaque do híbrido urograndis no Brasil foi seu curto ciclo de corte, que varia entre 6 e 7 anos de idade, sendo umas das matérias-primas de grande utilização no setor florestal. Sua produção varia de acordo com o sítio, com valores entre 30 a 40 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, porém, com o desenvolvimento no melhoramento genético a produção deste híbrido pode obter valores de até 80 m³ (COUTO & MULLER, 2008).

3.4 Densidade Básica

Para Mokfienski (2004), a densidade básica é um dos parâmetros mais importantes da madeira por sua facilidade de determinação, também é um dos critérios que determina a utilização da madeira. Parâmetro de avaliação para qualidade, relacionado aos diversos setores no mercado florestal (MAURI et al., 2015).

A densidade junto a outras características da madeira, como fuste de boa qualidade, maior volume e rápido crescimento, são características importantes na escolha de quais

espécies serão utilizadas nos programas de melhoramento para a indústria de celulose (BISON, 2004). Devido à tecnologia industrial disponibilizada e visando a qualidade dos seus produtos, as empresas de celulose e papel no Brasil buscam utilizar madeiras com densidades básicas variando entre 0,46 a 0,52 g/cm³ (FOELKEL, 2015).

A densidade básica da madeira tem relação direta com outras propriedades e com a composição celular, referente à quantidade e como estão distribuídos os elementos anatômicos da madeira (ROQUE & TOMAZELLO FILHO, 2009). Existem diversos fatores que influenciam na densidade básica da madeira, como a taxa de crescimento das árvores, os aspectos edafoclimáticos, os tratamentos silviculturais, entre outros. A variação pode ocorrer entre árvores da mesma espécie, influenciando na utilização da madeira (LATORRACA & ALBUQUERQUE, 2000).

Quanto a idade, Foelkel (2015) afirma que as alterações das células e a composição química da madeira são modificadas pelo processo de amadurecimento da árvore resultando na alteração no valor da densidade básica. Em concordância com os estudos de CHERELLI (2015), SOARES et al. (2015) e SANTANA et al. (2012).

Pereira et al. (2000), afirmam que a densidade básica da madeira é uma propriedade que está relacionada com alguns aspectos tecnológicos como a contração e o inchamento da madeira, a resistência mecânica, o rendimento e a qualidade da polpa celulósica e a produção e a qualidade do carvão vegetal.

As empresas buscam qualidade na produção com menor custo, justificando investimento no melhoramento florestal para obter resultados satisfatórios em relação aos custos de produção, utilizando preferencialmente madeiras com densidade que favoreça o rendimento no processo (MOKFIENSKI, 2004).

Rodrigues et al. (2003), em estudos sobre a seleção de clones de *Eucalyptus* para as propriedades da madeira em campo, encontraram 96% de herdabilidade para a densidade

básica, constatando que nos programas de melhoramento genético a densidade básica da madeira é um fator importante para a seleção de clones superiores. Foram encontrados valores de alta herdabilidade da densidade básica também nos estudos de REIS et al. (2015) e BOTREL (2006).

3.5 Fibras

As fibras são os principais elementos estruturais da madeira e apresentam duas camadas distintas da parede celular que envolve o lúmen. A camada mais externa é a parede primária, que apresenta estrutura fina e flexível, importante para acompanhar o crescimento em comprimento e diâmetro da célula. Enquanto a parede secundária é dividida em três sub camadas: externa (S1), média (S2) e interna (S3). A camada média que é a mais importante do ponto de vista para a produção de celulose, por ser, geralmente, dez vezes mais espessa que as outras camadas, onde se encontra a maior quantidade de celulose na fibra, variando em termo de espécie, idade e condições ambientais onde a árvore se apresenta (FOELKEL, 2009; MOKFIENSKI, 2004).

Oliveira & Silva (2003), afirmam que as alterações dos valores da densidade na madeira também podem ser influenciadas pelas fibras, o aumento da espessura da parede das fibras podem por consequência, aumentar o valor da densidade. Mokfienski et al. (2008) avaliando a densidade básica de espécies e híbridos de eucalipto, verificaram que a maioria das árvores estudadas com menores valores de densidade, apresentavam maiores diâmetros e menores espessuras de fibras, constatando a correlação entre a densidade básica da madeira e a morfologia das fibras.

Segundo Foelkel (2009), em termos de constituição anatômica dos eucaliptos, as fibras representam cerca de 65 a 75% do volume de madeira, complementado por elementos de vasos e células dos parênquima axial e radial. Como um dos principais componentes celulares da madeira, é necessário conhecer sua estrutura em termos quantitativos e

qualitativos, para os diversos fins da madeira. Vista como fator essencial no ramo industrial dos derivados da celulose, as fibras têm ganhado atenção especial no mercado mundial. A relação na proporção e as dimensões das paredes das fibras implicam inteiramente no grau de alteração do volume e na massa específica, além de interferir de forma indireta nas propriedades da madeira (BURGER & RICHTER, 1991).

3.6 Celulose Solúvel

Os organismos vegetais têm a celulose como um dos mais importantes constituintes, visto como o composto orgânico natural em maior abundância e elemento fundamental na parede celular dos vegetais. Na maioria das vezes associada com ligninas, hemicelulose e extrativos (MELLO JUNIOR, 2010).

Entre os diversos tipos de polpas celulósicas, cada uma classificada de acordo com suas características no resultado final do processo, destaca-se a polpa solúvel, que é a celulose com alta porcentagem de pureza, uniformidade e menores teores de hemicelulose e lignina. Os produtos no qual se destinam a celulose solúvel exigem essas propriedades (MEZZOMO, 1996).

Os produtos oriundos da celulose solúvel possuem maior valor de mercado, um dos motivos é devido ao consumo de matéria-prima ser superior em relação à produção da celulose comum. A madeira representa cerca de 50% do custo no processo de obtenção da celulose solúvel, sendo o principal fator de custo de produção (VIDAL, 2013).

A celulose solúvel é obtida através de três processos: pré-hidrólise da da madeira, polpação e branqueamento (LIMA, 2015). Nesse processo, a lignina e a hemiceluloses precisam ser removidas com intensidade maior, por dificultarem a fabricação.

A celulose solúvel divide-se em dois grupos: A celulose solúvel viscosa, que apresenta de 90 a 92% de teor de alfacelulose, utilizada principalmente para fibras têxteis e embalagens

de alimentos. E a alfa, com teores de alfacelulose até 98%, utilizada em acetatos e éteres (VIDAL, 2013).

3.7 Fatores Edafoclimáticos

O fenótipo de um indivíduo, segundo Ramalho; Santos & Pinto (2000), são opções de expressão de uma característica, que depende do genótipo e do ambiente. Portanto, é possível que um mesmo genótipo sob ambientes diversos possa apresentar variações na sua expressão.

Ferreira et al. (2006) afirmam que a estabilidade fenotípica das plantas clonais são condicionadas com a interação com ambiente, mencionando a fertilidade do solo, déficit hídrico, umidade do solo e regime de chuvas no local. E que o conhecimento destas condições é importante para seleção dos materiais genéticos com potenciais de uso.

Em condições ambientais adversas ao crescimento das espécies florestais, que geralmente apresentam deficiência hídrica, baixas temperaturas e solos de baixa fertilidade, apresentam árvores com altas densidades da madeira, pois, a atividade fisiológica e cambial das plantas é reduzida. Já as árvores com baixas densidades da madeira, estão relacionadas a ambientes que favorecem ao crescimento com disponibilidade e boa distribuição hídrica e solos mais férteis (ROQUE & TOMAZELLO FILHO, 2009).

Os testes clonais devem ser implantados em condições ambientais que comprovem a diferença do plantio em função do ambiente, inserido em condições distintas, que justifiquem a avaliação. As comparações dos sítios em relação às condições de solo e do clima poderão esclarecer se a muda clonal vai gerar resultados satisfatórios a adaptação e produção (XAVIER, WENDLING & SILVA, 2009; PALUDZYSKYN FILHO, SANTOS & FERREIRA, 2006).

A adaptação nos processos fisiológicos das árvores são direcionadas conforme a condição no ambiente (VILLAR et al., 1997). Pensando nisso os produtores de eucalipto tem entendido que o desempenho do clone poderá não ser o mesmo em diferentes ambientes e que

seleccioná-los torna-se necessário a avaliação da produtividade em resposta a interação entre genótipo e ambiente (SANTOS, 2012).

O conhecimento da interação do genótipo com o ambiente permite analisar quais as melhores áreas para o plantio, a produtividade em termos de massa seca por hectare e suporte à estimativa econômica da floresta (MAURI et al., 2015).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material e Localização dos Sítios

Para a realização deste estudo foram coletadas 6 árvores de um clone do híbrido do *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, aos 8 anos de idade, em dois sítios no estado da Bahia (Figura 1), pertencentes a empresa BSC/Copener. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima dos dois sítios é tropical quente e úmido, porém, estes sítios se diferenciam em relação ao tipo de solo e taxa de precipitação. As características de cada sítio estão descritas na Tabela 1.



Figura 1: Localização dos plantios de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* no Estado da Bahia.

Tabela 1: Caracterização dos sítios de plantio do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em dois locais no estado da Bahia.

Sítio	Cidade	Latitude	Longitude	Solo	Precipitação Anual (mm)
De Lícia (1)	Inhambupe	11° 56' 6'' S	38° 32' 41' W	Argisolo vermelho amarelo, espessarênico, textura arenosa/média	900
São Pedro do Rio Azul (2)	Rio Real	11° 37' 38'' S	38°48' 17'' W	Argisolo amarelo, textura arenosa/média	1300

Foram escolhidas árvores com o diâmetro médio dentro do plantio, coletando 3 árvores por ambiente. A altura comercial foi definida como sendo a altura cujo o diâmetro com a casca do fuste fosse de 6 cm. Na Figura 2, mostra o esquema da coleta dos discos nas árvores, no qual, foram retirados dois discos de madeira da base, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, um para a determinação da densidade básica da madeira e outro para avaliar as dimensões das fibras. Após a retirada dos discos, os mesmos foram identificados, colocados em sacos plásticos e conduzidos ao laboratório.

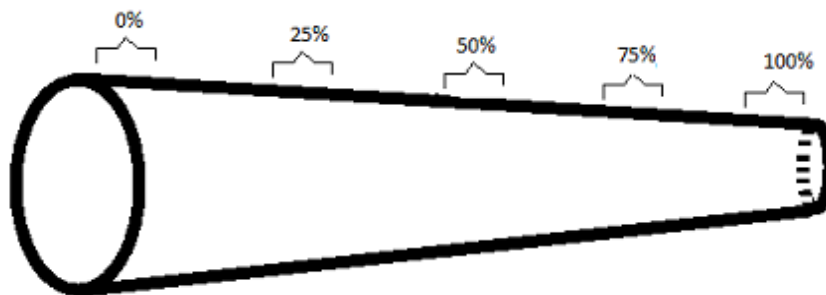


Figura 3: Esquema da coleta dos discos nas árvores do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

4.2 Determinação da Densidade básica

Para a determinação da densidade básica utilizou-se a norma NBR 7190 da ABNT (1997) onde a densidade básica da madeira e da casca foram determinadas pela relação entre o peso seco das amostras e seus respectivos volumes verdes. O volume das amostras foi determinado pelo método de imersão em água e pesagem da água deslocada. As amostras foram levadas para estufa em uma temperatura de $105 \pm 2^\circ \text{C}$ até atingir peso constante, para a determinação do peso seco.

4.3 Mensurações das dimensões das fibras

Utilizou o disco da base (0%) para fazer a mensuração das dimensões das fibras. Foram analisadas 3 amostras de 3 posições diferentes dos discos: Uma próxima a casca, outra

próxima a medula e outra na posição intermediária entre a medula e a casca. Para cada amostra foram mensurados 20 comprimentos de fibras, 20 diâmetros de fibras, 20 espessuras da parede.

Pequenas lascas de madeira foram retiradas de cada ponto de amostragem. Essa madeira foi imersa em uma solução de peróxido de hidrogênio 30% e ácido acético p.a, numa proporção 1:1, dentro de frascos de vidro. Os frascos foram vedados e levados à estufa a 60° C permanecendo por 24 horas até a individualização das fibras. Após essa etapa, as amostras foram lavadas em água corrente até a retirada completa da solução.

Após a individualização das fibras foram montadas lâminas provisórias com o material imerso em glicerina e colorido com safranina. A mensuração das fibras foi realizada em microscópio ótico. Os comprimentos das fibras foram medidos com a lente de aumento de 40 vezes, o diâmetro das fibras e a espessura da parede foram mensuradas com o aumento de 400 vezes. E o diâmetro do lúmen foi obtido entre a diferença do diâmetro da fibra e duas vezes a espessura da parede.

4.4 Análise Estatística

Para comparar as densidades básicas médias entre locais utilizou-se o teste estatístico de comparação de médias t de student e o programa estatístico R versão 3.3.2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Densidade básica

A Tabela 2 apresenta os resultados médios encontrados para a densidade básica da madeira e da casca, a significância estatística é apresentada como P-valor.

Tabela 2: Médias da densidade básica da madeira e da casca do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com 8 anos de idade, plantados em dois locais e o P-valor.

Árvore	Densidade básica da madeira (g/cm ³)	Densidade básica da casca (g/cm ³)
	Média (CV %)	Média (CV %)
1	0,553 (3,742)	0,337 (6,517)
2	0,561 (4,621)	0,330 (7,307)
3	0,553 (2,565)	0,330 (9,907)
Média do sítio 1	0,556 (3,643)	0,332 (7,910)
1	0,544 (4,828)	0,323 (11,961)
2	0,550 (7,465)	0,307 (6,113)
3	0,530 (11,202)	0,315 (5,450)
Média do sítio 2	0,542 (7,831)	0,315 (7,841)
P-Valor	0,2507 ns	0,0683 ns

ns – Valores não significativos estatisticamente.

Os dois locais de plantio apresentaram médias com valores próximos referente a densidade básica da madeira. No sítio 1 o valor médio da densidade básica do clone foi de 0,556 g/cm³, enquanto que no sítio 2, a média foi 0,542 g/cm³.

Apesar de diferenças nos números absolutos, o clone não apresentou variação estatisticamente significativa entre os locais de plantio para a densidade básica da madeira. Portanto, as densidades básicas desses clones podem ser consideradas iguais do ponto de vista estatístico. Freitas (2015) estudando o efeito do ambiente no crescimento e nas características tecnológicas da madeira em clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* para produção de celulose, verificou que a densidade básica teve pouca influência do ambiente, dos sete clones analisados, apenas dois clones apresentaram diferença significativa entre os locais de plantio. Porém, em outros trabalhos, como o de Fernandes et al. (2011), que estudando a interação entre genótipo x ambientes de híbridos de espécies de *Eucalyptus* com 7 anos de

idade, encontraram diferenças estaticamente significativas entre os locais para as médias da densidade básica dos clones.

As médias da densidade básica das árvores dos dois sítios avaliados nesse estudo são superiores as médias encontradas nos trabalhos de Alzate (2004); Morais (2006); Gonzalez et al. (2014) e Eleotério et al. (2015), que apresentaram respectivamente densidade básica com médias de 0,49; 0,52; 0,51 e 0,405 g/cm³, em que todos esses autores avaliaram a densidade básica do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com idades iguais ao clone estudado nesse trabalho. A diferença entre as médias pode estar relacionada ao tipo de clone ou alguma variável dentro de cada estudo, seja por localização de plantio, formas de manejo, tipo de amostragem, entre outros.

Segundo Foelkel (2015), as empresas de celulose e papel no Brasil preferem madeiras com densidades básicas que variam entre 0,46 a 0,52 g/cm³. As médias encontradas neste estudo para os valores de densidade básica em ambos os sítios foram superiores.

Os baixos valores do coeficiente de variação para a densidade básica da madeira e da casca observados na Tabela 2 mostram que o ambiente teve pouca interferência na variável analisada. O sítio 1 apresentou 3,6% no seu valor de coeficiente de variação da densidade básica, enquanto o sítio 2 apresentou 7,8%. Esses valores encontrados no clone em cada sítio, mostram ambos os sítios apresentaram homogeneidade adequada.

Os dois locais de plantio também tiveram valores próximos referentes à média densidade básica da casca, no sítio 1 a média foi 0,332 g/cm³ e no sítio 2 obteve 0,315 g/cm³. Valores seguem dentro da faixa para a densidade básica da casca para às espécies do gênero eucalipto, que variam entre 0,24 a 0,40 g/cm² (FOELKEL, 2005).

A média da densidade básica da casca do presente trabalho são superiores à média encontrada por Duarte (2007), que em seu trabalho ao avaliar a qualidade da madeira do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com 6 anos de idade, apresentou média de 0,209

g/cm³ para densidade básica. A diferença nos valores, pode estar relacionado a diferença de idade entre os materiais estudados.

5.2 Dimensão das Fibras

A fibra é um dos principais elementos anatômicos da madeira e está relacionado com as propriedades da madeira, tornando-se importante analisar a variação nas suas dimensões e de que forma pode interferir no uso final da madeira. A Tabela 3 apresenta as médias das dimensões das fibras e a significância estatística, apresentada como P-valor.

Tabela 3: Valores correspondentes as médias e o P-Valor das dimensões das fibras do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com 8 anos de idade, plantados em dois locais no estado da Bahia.

Árvore	Comprimento da Fibra (mm)	Espessura da parede (µm)	Diâmetro da Fibra (µm)	Diâmetro do Lúmen (µm)
	Média (CV %)	Média (CV %)	Média (CV %)	Média (CV %)
1	0,98 (17,01)	5,40 (41,90)	23,50 (16,99)	12,71 (28,59)
2	0,93 (14,37)	4,27 (41,14)	22,79 (11,79)	14,25 (29,48)
3	1,00 (13,82)	4,50 (29,47)	22,17 (18,63)	13,17 (34,05)
Média do Sítio 1	0,97 (15,07)	4,72 (37,50)	22,82 (15,80)	13,38 (30,71)
1	1,03 (17,72)	4,13 (35,42)	22,79 (11,44)	14,54 (25,22)
2	1,04 (17,07)	4,56 (38,03)	21,75 (11,65)	12,63 (31,66)
3	0,88 (22,65)	4,10 (40,47)	21,50 (21,43)	13,29 (28,66)
Média do Sítio 2	0,99 (19,15)	4,26 (37,97)	22,01 (14,80)	13,49 (28,51)
P-Valor	0,2957 ns	0,0018*	0,0284*	0,7776 ns

ns - Corresponde aos valores que não variaram estatisticamente.

*Valores que apresentaram variação estatisticamente significativa.

O P-valor mostra que o comprimento da fibra e o diâmetro do lúmen não apresentaram diferença significativa entre os sítios, já a espessura da parede e o diâmetro da fibra apresentaram variações significativas entre os sítios.

O comprimento das fibras do clone do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* apresentaram média de 0,97 mm para o sítio 1 e de 0,99 mm para o sítio 2. Em ambos os

sítios, os valores foram superiores à média de 0,84 mm que foi encontrado no trabalho de Gonzalez et al. (2014), que avaliaram as relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* de 8 anos. A média do comprimento das fibras ficou próxima ao encontrado por Gouvea et al. (2012) que encontraram valor médio de 1,08 mm no comprimento de fibras, ao analisar o efeito de dois sítios nas características tecnológicas da madeira de três clones do gênero eucalipto com 7,8 e 8,4 anos de idade.

A espessura da parede do clone no sítio 1 apresentou média de 4,72 μm , superior à média encontrada no sítio 2, que foi de 4,26 μm . Freitas (2015) avaliando o crescimento e a qualidade da madeira de clones de eucalipto urograndis em dois ambientes para a produção de celulose, encontrou médias que correspondem a 4,40 e 4,50 μm , valores bastante similares ao encontrado no presente trabalho. Enquanto que Arantes (2009), no seu estudo a média foi de 3,87 μm , analisando a variação das características da madeira de um clone de eucalipto urograndis.

Em relação ao diâmetro da fibra, o sitio 1 apresentou média de 22,17 μm e o sitio 2 teve 22,02 μm , ambos os sítios apresentaram médias superiores ao resultado do trabalho de Alzate (2004), que encontrou em seu trabalho para a caracterização da madeira do clone de eucalipto urograndis média de 19,88 μm . Barbosa (2013) estudando a qualidade da madeira de eucalipto urograndis em cinco regiões de Minas Gerais, encontrou médias de 24,1 e 22,9 μm para a diâmetro da fibra.

Os valores das médias do diâmetro do lúmen do sítio 1 e do sítio 2 correspondem respectivamente a 13,38 e 13,49 μm . Esses valores são próximos a média de 13,41 μm encontrada no trabalho de Segura (2012), que avaliou as dimensões das fibras do eucalipto urograndis. Silva (2011), estudando a produtividade, idade e qualidade da madeira de

eucaliptos destinada à produção de polpa celulósica branqueada, encontrou valor médio de 8,96 μm .

As diferenças entre as médias da densidade básica da madeira e da casca e das dimensões das fibras deste trabalho em comparação com os de outros autores citados, pode estar relacionado as posições de amostragem, clones distintos e características ambientais distintas.

6. CONCLUSÕES

O clone não apresentou variação estatisticamente significativa da densidade básica da madeira e nem da casca, entre os dois locais considerados. A média da densidade básica da madeira plantada no sítio 1 “De Lícia” foi de (0,556 g/cm^3) e a média da madeira plantada no sítio 2 “São Pedro do Rio Azul” foi de (0,542 g/cm^3).

O comprimento de fibra e o diâmetro do lúmen não apresentaram diferença entre os dois ambientes.

A espessura da parede e o diâmetro da fibra do clone variaram estatisticamente em relação ao ambiente. Para espessura da parede, o sítio 1 apresentou média de 4,72 μm , enquanto o sítio 2 apresentou 4,26 μm . Em relação ao diâmetro do lúmen, o sítio 1 apresentou média de 13,17 μm e o sítio 2 com média de 13,49 μm .

De forma geral, das características das fibras, a espessura da parede foi a que mais foi influenciada pelo ambiente, porém, a mesma não interferiu na densidade básica.

7. REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeiras**. Comissão de Estudo de Estruturas de Madeiras. Rio de Janeiro, Brasil. 107 p. 1997.

ALZATE, S. B. A. **Caracterização da madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *E. grandis* x *urophylla***. 133f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais), Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.

ARANTES, M. D. C. **Variação nas características da madeira e do carvão de um clone de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.** Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 137 p. 2009.

BALIZA, A. E. R. **Produtividade e características da madeira de um clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* plantado em Minas Gerais.** 2014. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2014.

BARBOSA, T. L. **Qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* cultivados em cinco regiões do estado de Minas Gerais para produção de celulose.** 2013. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

BARCELLOS, D. C.; COUTO, L. C.; MULLER, M. D.; COUTO, L. O estado da arte da qualidade da madeira de eucalipto para produção de energia: Um enfoque nos tratamentos silviculturais. **Revista Biomassa & Energia**, Viçosa, MG. v. 2, n. 2, p. 141-158, 2005.

BASSA, A. G. M. C.; SILVA JUNIOR, F. C.; SACON. V. M. Mistura de madeira de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Pinus taeda* para produção de celulose Kraft através do Processo Lo-Solids. **Scientia Florestalis**, v.51, n.75, p. 19-29, set. 2007.

BISON, O. **Melhoramento de eucalipto visando a obtenção de clones para a indústria de celulose.** 169 p. Tese (doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2004.

BOTREL, M. C. G. **Melhoramento genético do *Eucalyptus* para a biomassa florestal e qualidade do carvão vegetal.** 2006. 68 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2006.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira.** São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

COSTA, J. A. **Qualidade da madeira de *Eucalyptus urograndis*, plantado no Distrito Federal, para a produção de celulose Kraft.** Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 86p. 2011.

CARVALHO, A. M. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha.** Piracicaba, 2000. 129p. Tese (Mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo).

CHERELLI, S. G. **Cerne e albarno em eucaliptos: influência da espécie e da idade nas propriedades tecnológicas.** 2015. 152f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015.

COUTO, L.; MULLER, M. D. Florestas energéticas no Brasil. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. S.; GÓMEZ. **Biomassa para energia.** São Paulo: UNICAMP, 2008. 736 p. Cap.4, p. 93-111.

DUARTE, F. A. S. **Avaliação da madeira de *Bétula pendula*, *Eucalyptus globulus* e de híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* destinadas à produção de polpa**

celulósica Kraft. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

ELEOTÉRIO, J. R.; REICHERT, D.; HORNBURG, K. F.; MENEGUELLI, I. Massa específica e retratabilidade da madeira de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p 329-336, abr./jun. 2015.

EVANGELISTA, W. V. Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, oriunda de consórcio agrossilvipastoril. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

FARIAS, J. R.; SILVA, J. F.; NERIS, K. P.; LOPES, R.; LARA, F.; SILVA, M. C.; LISBOA, E. S.; RODRIGUES, J.; CENTENO, A. J.; LOPES, F. M. Desenvolvimento de Eucalipto urograndis no município de Corumbá-Go. **Ensaio e Ciência: Ciência Biológica, Agrária e da Saúde**, vol. 17, n. 2, 2013, p. 09-27. Universidade Anhanguera, Campo Grande, Brasil.

FREDERICO, P. G. U. **Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal.** 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

FREITAS, T. P. **Avaliação do crescimento e da qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* em dois ambientes para produção de celulose,** 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES. 85 f.

FERNANDES, D. E.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; FERREIRA, M. Z. Influência da produtividade de clones híbridos de eucalipto na densidade da madeira e na polpação Kraft. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 143-150, 2011.

FERREIRA, D. F.; DEMÉTRIO, C. G. B; MANLY, B.F.J.; MACHADO A. A.; VENCOSKY R. Statistical models in agriculture: biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 373-388, 2006.

FOELKEL, C. **Casca da árvore do eucalipto.** Eucalyptus Online Book & Newsletter. 2005. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/capitulo_casca.pdf>. Acesso em: 12 de Novembro de 2016.

FOELKEL, C. **Individualização das fibras da madeira do Eucalipto para a produção de celulose Kraft.** Eucalyptus Online Book & Newsletter 2009. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT16_IndividualizacaoFibras.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

FOELKEL, C. **Qualidade da madeira do Eucalipto – Reflexões acerca da utilização da densidade básica como indicador da qualidade da madeira no setor de base florestal.** Eucalyptus Online Book & Newsletter. n. 41. Jun. 2015. Disponível em: <http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT41_Densidade_Basica_Madeira.pdf>. Acesso em: 12 de setembro de 2016.

GONÇALEZ, J. C.; SANTOS, G. L.; SILVA JUNIOR, F. G.; MARTINS, I. S.; COSTA, J. A. Relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Forestalis**. Piracicaba. v. 42, n. 101, p. 81- 89. Mar. 2014.

GOUVEA, A. F. G.; GOMES, C. M.; MATOS, L. M.; SOUZA, T. A.; KUMABE, F. J. D.; BENITES, P. K. R. M. Efeito do sítio na característica tecnológicas da madeira de *Eucalyptus* para produção de celulose Kraft. **Ciência da Madeira**. Pelotas, v. 03, n. 02, p. 102 –105, novembro 2012.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório IBÁ 2015**. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 10 de novembro de 2016.

LATORRACA, J. V.; ALBUQUERQUE, C. E. C Efeito de rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 279-291, jan/abril. 2000.

LIMA, A. F. **Celulose Solúvel: Utilização, Competividade & Tendências de Mercado**. In: FOELKEL, C. *Eucalyptus Online Book & Newsletter*. n. 47. 2015. Disponível em: <<http://eucalyptus.com.br>>. Acesso em: 25 de setembro de 2016.

LOPES, J. L. W. **Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, submetidas a diferentes regimes hídricos**. Tese (Doutorado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 171 p. 2008.

MALAN, F. S. **Eucalypts improvement for lumber production**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. Anais... Piracicaba: IPEF; IPT; IUFRO; ESALQ, 1995. p. 1-19.

MAURI, R.; OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; ROSADO, A. M.; PAES, J. B.; CALEGARIIO, N. Wood density of clones of *eucalyptus urophylla* x *eucalyptus grandis* in different conditions of growth. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 1, p. 193 - 202, mar. 2015.

MELLO JUNIOR, J. A. **Polpação Kraft e Kraft/AQ da madeira de híbrido de *Eucalyptus urograndis* destinada à produção de polpa para dissolução**. 2010. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.

MEZZOMO, L. X. **Potencialidade de *Eucalyptus cloeziana* S. Muell, *Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus urophylla* St. Blake e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, cultivados na Bahia para produção de celulose solúvel**. 1996. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 1996.

MILAGRES, F. R. **Avaliação da madeira de híbridos de *Eucalyptus globulus* com *E. grandis* e *E. urophylla*, para produção de celulose, utilizando espectroscopia nir**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2009, Viçosa, MG.

MOKFIENSKI, A. **Importância relativa da densidade básica e da constituição química da madeira de *Eucalyptus* spp. no rendimento, branqueabilidade e qualidade da polpa Kraft**. 2004. 153f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

- MOKFIENSKI, A. COLODETTE, J. L. GOMIDE, J. L. CARVALHO, A. M. M. L. A importância relativa da densidade de madeira e do teor de carboidratos no rendimento de polpa e na qualidade do produto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 407- 419, jul./set. 2008.
- MORAIS, V. M. **Dinâmica de crescimento de eucalipto clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do estado de Minas Gerais**. 2006. 63 p. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- MOURA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do Eucalipto no Brasil**. São Paulo/SP, 2000.
- MONTANARI, R.; MARQUES, J.; COSTA C.; CÉSAR, M.; CAVALCANTE, L.; HERBERT, I. Níveis de resíduos de metalurgia e substratos na formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol. 7, núm. 1, pp. 59-66, 2007.
- PALUDZYSKYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T.; FERREIRA, C. A. **Eucaliptos indicados para plantios no estado do Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 45 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 129).
- REVISTA DA MADEIRA – REMADE. **O potencial do eucalipto para a produção de madeira sólida**. n. 75, ago.2003. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>> Acesso em: 17 de outubro de 2016.
- OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3. Viçosa-MG, p. 381-385, 2003b
- OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMMEISTER, J. C. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de Eucalipto. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1. Viçosa-MG, 2005, p. 115-127.
- PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; RIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Documentos Embrapa Florestas, Colombo, n. 38, 113 p. 2000.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. D.; PINTO, C. A. P. **Genética na agropecuária**. Lavras: UFLA, 2000,472p.
- REIS, C. A. F.; GONÇALVES, F. M. A.; RAMALHO, M. A. P.; ROSADO, A. M. Estratégias na seleção simultânea de vários caracteres no melhoramento do *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 457-467, abr. - jun. 2015.
- RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; BOTREL, R. T.; SILVA, E. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias, MG. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 17, p. 71-97, 2003.
- ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex: Maiden e *Eucalyptus dunni* Maiden com fontes de matéria prima para serrarias**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), UFPR/Curitiba, 2000, 186 f.

RODRIGUES, E. A. C.; ROSADO, S. C. S.; TRUGILLO, P. F.; SANTOS, A. M. Seleção de clones de *Eucalyptus* para as propriedades físicas da madeira avaliadas em árvore no campo. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 147-152. 2008.

ROQUE, R. M.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 273-285, set. 2009.

RUY, O. F.; FERREIRA, M.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação da qualidade da madeira entre grupos fenotípicos de clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da ilha de Flores, Indonésia. **Scientia Forestalis**, n. 60, p. 21-27, 2001.

SANTANA, W. M. S.; CALEGARIO, N.; ARANTES, M. D. C.; TRUGILHO, P. F. Effect of age diameter class on the properties of wood from clonal *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 1-8, jan/mar. 2012.

SANTOS, G. A. **Interação genótipos x ambientes para produtividade de híbridos multi-espécies de eucalipto no Rio Grande do Sul**. 2012. 128 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SEGURA, T. E. S. **Avaliação das madeiras de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Acacia mearnsii* para a produção de celulose Kraft pelos processos convencionais e Lo-Solids**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2012. 99 p.

SILVA, C. D. **Híbridos de eucalipto sob diferentes regimes hídricos em vasos e crescimento no campo**. viii, 57 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2013.

SILVA, J. C.; CASTRO, V. R.; XAVIER, B. A. **Eucalipto: Manual Prático do Fazendeiro Florestal, produzindo madeira com qualidade**. 2º ed. Viçosa, 2008; 72p.

SILVA, M. G. **Produtividade, idade e qualidade da madeira de *Eucalyptus* destinada à produção de polpa celulósica branqueada**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2011. 95 p.

SOARES, V. C.; BIANCHI, M. L.; TRUGILHO, P. F.; HOFER, J.; PEREIRA, A. J. Análise das propriedades da madeira e do carvão vegetal de híbridos de eucalipto em três idades. **Cerne**, Lavras. v. 21. n. 2. p. 191-197. 2015.

VIDAL, A. C. F. O renascimento de um mercado: o setor de celulose solúvel. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 38, p. 79-129, set. 2013.

VILLAR, P.; CASTRO, P.; PÉREZ, P.; MONTSERRAT, G. M. Stem xylem features in three *Quercus* (Fagaceae) species along a climatic gradient in NE Spain. **Trees - Structure and Function**, San Diego, v. 12, n. 2, p. 90-96, 1997.

XAVIER, A.; WENDLING I.; SILVA. R. L. 2009. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: ed. UFV. 272 p.

