

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

RAFAEL GONÇALVES ESPÓSITO DE OLIVEIRA

ESTABILIDADE DIMENSIONAL E RESISTÊNCIA AO  
CISALHAMENTO DA MADEIRA DE EUCALIPTO TRATADA COM  
CCA-C

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2015

RAFAEL GONÇALVES ESPÓSITO DE OLIVEIRA

ESTABILIDADE DIMENSIONAL E RESISTÊNCIA AO  
CISALHAMENTO DA MADEIRA DE EUCALIPTO TRATADA COM  
CCA-C

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2015

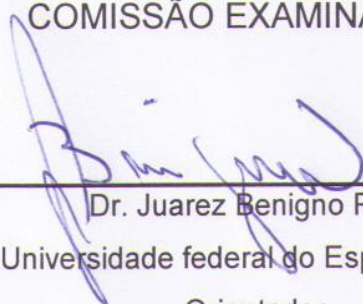
RAFAEL GONÇALVES ESPÓSITO DE OLIVEIRA

ESTABILIDADE DIMENSIONAL E RESISTÊNCIA AO  
CISALHAMENTO DA MADEIRA DE EUCALIPTO TRATADA COM  
CCA-C

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Aprovado em... 09 de dezembro de 2015

COMISSÃO EXAMINADORA

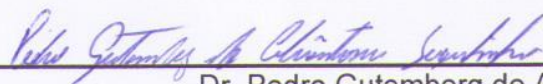


---

Dr. Juarez Benigno Paes

Universidade federal do Espírito Santo

Orientador

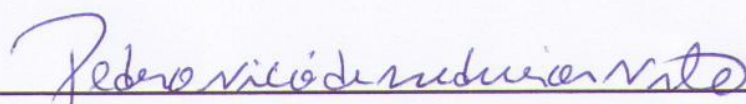


---

Dr. Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho

Universidade Federal do Espírito Santo

Examinador



---

Doutorando Pedro Nicó de Medeiros Neto

Universidade Federal do Espírito Santo

Examinador

Dedico este trabalho a minha mãe e meus irmãos, pelo incentivo, e pela compreensão.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo, principalmente pela minha família e pelos meus amigos.

A minha Mãe, Dona Maria, a Senhora é o meu exemplo em todos os aspectos. Serei eternamente grato pela oportunidade que a Senhora me deu de estudar e poder almejar um futuro melhor, nada que eu fizer será suficiente para pagar isso, eu te amo.

Ao meu Pai, Sr. Juverdi, sei que da sua maneira o Senhor sempre esteve torcendo por mim, te amo.

Aos meus irmãos, Bruno, Marcos, Patricia, Mariana e Victor, pela força, compreensão, e toda ajuda que me deram para que eu pudesse alcançar meu objetivo, amo vocês.

Ao Professor Juarez Benigno Paes pela orientação desse trabalho, e por ter se tornado mais que um Professor, hoje também é um amigo que tenho muita admiração.

Ao doutorando Pedro Nicó de Medeiros Neto, por todo auxílio dado na orientação desse trabalho, você foi muito importante para a conclusão do mesmo.

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira. A todos os Professores da minha graduação pela formação que me proporcionaram obter.

Aos Senhores Elecy Palácio Constantino e José Geraldo Lima, por todo ensinamento e ajuda.

A todos os meus amigos, tanto os que eu já possuía quanto aos que conquistei na graduação.

Enfim, a todos que estavam na torcida por mim, essa conquista é nossa.

## RESUMO

Neste trabalho foi realizada a análise da influência do tratamento da madeira com arseniato de cobre cromatado (CCA – C) nas variações dimensionais e na resistência do lenho ao cisalhamento. O material foi proveniente de moirões oriundos de plantios comerciais de *Eucalyptus* spp. com idade entre 9 e 11 anos, disponibilizados pela Empresa Ambiental Madeiras S. A., localizada no município de Pinheiros, região Norte do estado do Espírito Santo. Foram confeccionados corpos de prova e determinada a estabilidade dimensional da madeira, para tanto foram preparados 18 corpos de prova, sendo seis de alburno tratado, seis de alburno não tratado e seis de cerne, com dimensões de 3,0 x 2,0 x 5,0 cm (radial x tangencial x longitudinal). Para a resistência ao cisalhamento da madeira foram empregados 12 amostras, sendo seis de madeira não tratada e seis de madeira tratada. A partir dos resultados constatou-se que o tratamento não afetou a estabilidade dimensional da madeira. No entanto, a madeira tratada foi menos resistente ao cisalhamento que a não tratada. Os valores de contração e inchamento tangencial e volumétrico, bem como os de resistência ao cisalhamento tiveram pequena variabilidade entre os mesmos, refletidos nos resultados de coeficiente de variação.

Palavras-chave: Resistência mecânica. Contração volumétrica. Tratamento industrial.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 O problema e sua importância .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.2.1 Objetivo geral .....	2
1.2.2 Objetivos específicos .....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Produto químico para tratamento da madeira .....	3
2.2 O gênero <i>Eucalyptus</i> .....	4
2.3 Estabilidade dimensional da madeira.....	5
2.4 Resistência ao cisalhamento da madeira.....	5
2.5 Potencialidades de uso da madeira de eucalipto tratada .....	6
3 METODOLOGIA.....	7
3.1 Origem e coleta do material .....	7
3.2 Preparo do material e obtenção das amostras.....	7
3.3 Determinação das propriedades físico mecânicas.....	8
3.3.1 Teor de umidade e estabilidade dimensional da madeira .....	8
3.4 Ensaio de resistência ao cisalhamento paralelo as fibras .....	8
4 RESULTADOS DA PESQUISA.....	10
5 CONCLUSÕES .....	13
6 REFERÊNCIAS .....	14

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teor de umidade, inchamento e contração radial, tangencial e volumétrico para a madeira de eucalipto.....	<b>9</b>
Tabela 2 - Teor de umidade, força aplicada e resistência ao cisalhamento da madeira de eucalipto .....	<b>10</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corpo de prova para o ensaio de resistência ao cisalhamento paralelo as fibras em madeira sólida (dimensões em cm).....	8
--	---

# 1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material de origem biológica, renovável e de elevada complexidade em termos de suas características físicas, químicas, anatômicas e mecânicas. Em decorrência das variações nas propriedades do lenho o uso correto desse material é um problema a ser enfrentado pelas indústrias madeireiras.

O Brasil possui um clima favorável para reflorestamento, e o eucalipto é a espécie mais plantada no território brasileiro, no entanto sua madeira possui como problemas as tensões de crescimento e de secagem, durante seu beneficiamento. Para que se possa minimizar, ou até mesmo extinguir esses problemas é necessário o conhecimento de suas propriedades físicas, mecânicas e anatômicas.

A legislação brasileira tem tentado minimizar o uso e exploração irracional de madeira de origem nativa e o uso de florestas plantadas, torna-se uma alternativa para atender as exigências e a demanda do mercado consumidor, por produto madeireiro.

Visando atender a essa demanda, as empresas tem investido recursos em florestas plantadas, onde as principais espécies utilizadas para esse fim são as do gênero *Eucalyptus*. Esse gênero tem sua origem na Austrália, e teve boa adaptação ao clima brasileiro, sendo hoje uma das principais espécies consumida pelo setor industrial madeireiro.

A madeira de eucalipto tratada com arseniato de cobre cromatado (CCA) é utilizada em estruturas diversas como colunas, postes, treliças, quiosques, onde os conhecimentos de suas características como estabilidade dimensional e resistência mecânica são de importância para a segurança das construções e das pessoas que delas fazem uso.

## 1.1 O problema e sua importância

A influência do tratamento da madeira com soluções preservativas nas variações dimensionais ocorridas nesse material ao ganhar ou perder umidade e sua influência na estabilidade das construções e na resistência mecânica do

lenho, provocado pelas pressões empregadas nos processos de impregnação da madeira ainda é pouco explorado e conhecido atualmente.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Avaliar a variação dimensional e resistência ao cisalhamento da madeira de eucalipto tratada com CCA-C.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Verificar a influência do preservativo CCA-C na resistência da madeira tratada.

Acompanhar as variações dimensionais entre madeira tratada e não tratada com CCA-C.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produto químico para tratamento da madeira

A madeira é um organismo biológico propenso à degradação que pode ser ocasionada por agentes abióticos (físicos, químicos e mecânicos) e bióticos (biológicos). Dentre os biológicos, os fungos e os insetos são os principais destruidores da madeira. Para atenuar ou até mesmo impedir a biodeterioração são utilizadas substâncias químicas tóxicas a tais organismos. Os produtos hidrossolúveis são os mais utilizados para esse fim e são compostos por uma associação de sais solúveis em água, em que as substâncias químicas presentes possuem ação inseticida e fungicida. Dentre esses produtos destaca-se o arseniato de cobre cromatado (CCA-C) (FERRARINI et al., 2012).

O CCA-C é um dos preservativos mais utilizados para o processo de tratamento de madeiras e tem sido utilizado amplamente no mundo. Protege a madeira contra o apodrecimento por fungos, ataque por insetos ou brocas marinhas. É indicado para tratamento de madeira em uma grande variedade de usos, incluindo dormentes, postes, mourões, construções residenciais e comerciais e estacas (APPEL et al., 2006).

A utilização de produtos para a proteção biológica da madeira visa o aumento de sua vida útil e deve apresentar mínimo de risco desde o aplicador até o consumidor final. Assim a eficiência de um tratamento preservativo está em função do produto empregado, da técnica de aplicação e da espécie de madeira a ser protegida, sendo avaliada em função da profundidade de penetração e da quantidade retida no lenho (APPEL et al., 2006).

De acordo com Alves e Mendes (1988) um produto preservativo para madeira deve conter boa toxidez a organismos xilófagos, não ser volátil nem lixiviável, não se decompor nem se alterar e ter alta permanência na madeira, não ser corrosivo a metais, não ser inflamável, não deve alterar as propriedades físicas e mecânicas da madeira, nem sua cor natural, deve ser inodoro e de baixa toxidez ao homem e animais domésticos, ser econômico e fácil de ser encontrado no comércio.

## 2.2 O gênero *Eucalyptus*

O eucalipto é uma espécie arbórea pertencente à família das Mirtáceas. No Brasil, seu cultivo em escala econômica ocorreu a partir de 1904 e com a lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento, que ocorreu a partir de 1965, a área de plantio no Brasil aumentou de 500 mil para 3 milhões de hectares (VALVERDE, 2007).

O gênero *Eucalyptus* tem sua origem na Austrália. Após sua inserção no território brasileiro, sua utilização se solidificou para a produção de celulose, energia, painéis e madeira tratada, por apresentar uma vasta gama de espécies com características distintas entre si (MAURI, 2010). Pelas suas características de adaptação e sua diversificação quanto ao uso de sua madeira, tem sido uma das árvores mais plantadas no mundo.

No entanto o eucalipto possui alguns problemas como as tensões de crescimento são forças encontradas na madeira, quanto a mesma ainda se encontra úmida, e conforme Kubler (1997), citado por Souza (2006), elas possuem a função de sustentar a árvore ereta.

Segundo Wilhelmy e Kubler (1973), citados por Souza (2006), as tensões de crescimento tem sua origem no câmbio quando as células das paredes celulares estão atingindo a maturidade, nesta fase as células tendem a se contraírem na direção longitudinal, e ao mesmo tempo expandirem-se lateralmente.

Outro problema dessa espécie são as tensões de secagem. Quando a madeira é submetida à secagem em um ambiente que apresenta baixa umidade, a secagem das camadas externas ocorre mais rápido, do que as camadas internas. Estando as camadas internas mais úmidas, essas impedem que as externas se retraírem, ocasionando as tensões (REZENDE, 2009).

Segundo dados da Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ (2015), o Brasil possui 7,74 milhões de hectares plantados de eucalipto, pinus e demais espécies para a produção de painéis de madeira, pisos laminados, celulose, papel, produção energética e biomassa.

O gênero *Eucalyptus* é uma espécie de rápido crescimento, tornando-se uma opção potencial das mais importantes por sua capacidade produtiva, adaptabilidade a diversos ambientes e diversidade de espécies, que o

possibilita atender os diversos segmentos da produção industrial madeireira (LOBÃO et al, 2004).

### **2.3 Estabilidade dimensional da madeira**

A madeira é um material higroscópico, por causa disso ela está propensa a sofrer variações em suas dimensões ao ganhar e perder umidade. Quando esse ganho e perda ocorrem abaixo do ponto de saturação das fibras, nomeia-se de retratibilidade, pois as moléculas de água quando são forçadas a sair, deixam espaços, e quando as forças de atração tentam reaproximá-las, causam a contração da madeira. Quando a madeira adsorve umidade, esses espaços são preenchidos, causando o inchamento desse material (OLIVEIRA, TOMAZELLO, FIEDLER, 2010).

A madeira é um material anisotrópico, e o conhecimento de suas variações é importante, no entanto, a direção longitudinal não é preocupante por apresentar pequenos valores. A direção transversal necessita de maior atenção, pois se difere entre os sentidos radiais e tangenciais, sendo o tangencial que tem maior variação (OLIVEIRA, TOMAZELLO, FIEDLER, 2010).

O coeficiente de anisotropia é um índice importante para avaliar o comportamento das madeiras, e sua maior aplicação ocorre no processo de secagem, pois indicam a maior ou menor propensão de empenamento das peças (OLIVEIRA, TOMAZELLO, FIEDLER, 2010).

### **2.4 Resistência ao cisalhamento da madeira**

De acordo com Bodig e Jayne (1993), citados por Roel (2010), quando forças de mesmo módulo e sentidos contrários são aplicadas a um material sólido causando a deformação de suas fibras, este comportamento recebe o nome de cisalhamento. Como resposta a essas forças, o material desenvolve nos pontos da seção transversal uma reação chamada resistência ao cisalhamento.

O estudo do cisalhamento permite conhecer e caracterizar as propriedades mecânicas da madeira, possibilitando o emprego adequado deste material e aumentando sua durabilidade e segurança (ROEL, 2010).

## **2.5 Potencialidades de uso da madeira de eucalipto tratada**

De acordo com Netto (2010), citado por Vidal et al. (2015), a utilidade da madeira tratada se concentra em produtos como moirões, estacas, postes, dormentes, peças roliças e serradas para atender a construção civil.

No Brasil, o moirão é o produto de madeira tratada mais utilizado. Os postes de madeira tratada é um produto de vida longa, sendo economicamente mais viável do que os produzidos por outros materiais (VIDAL et al., 2015).

Segundo Alves e Sinay (2005), citados por Vidal et al. (2015), os dormente de madeira tratada possuem baixo consumo de energia na sua produção e além de serem fácil de serrarem e de furarem, não sofrem influência de resíduos industriais poluidores da atmosfera.

A madeira de eucalipto tratada vem sendo cada vez mais utilizada nas áreas da construção civil. A utilização não se restringe a peças simples podendo ser empregada em conjunto com concreto, alvenaria e estruturas metálicas (STEINER, 2002).

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Origem e coleta do material**

O material para a realização do presente trabalho foram moirões oriundos de plantios comerciais de *Eucalyptus* spp. com idade entre 9 e 11 anos, diâmetro entre 12 e 14 cm, disponibilizados pela Empresa Ambiental Madeiras S.A, localizada no município de Pinheiros, região Norte do estado do Espírito Santo, Brasil.

No momento da coleta, foram escolhidos aqueles que apresentavam o mínimo de defeitos. Além disso, eles foram separados entre peças tratadas e não tratadas com CCA-C. Para diferenciá-los foi aplicada uma solução a base de cromo azurol S, que confere a madeira uma coloração azulada, quando essa foi impregnada com produto que contém cobre.

### **3.2 Preparo do material e obtenção das amostras**

O material foi encaminhado ao Laboratório de Usinagem e Beneficiamento da Madeira (LUMber) do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Jerônimo Monteiro. Para confecção dos corpos de prova para o ensaio de retratibilidade, os moirões foram cortados em seções de 25 cm de comprimento em uma serra circular destopadeira e posteriormente foram demarcadas nos mesmos as regiões de cerne e alborno para a obtenção das amostras.

Para a confecção dos corpos de prova para o ensaio de cisalhamento, os moirões foram transformados em seções de 50 cm de comprimento, passados em uma plaina desempenadeira, desdobrados em uma serra circular e obtidas amostras nas madeiras tratadas e não tratadas.



### **3.3 Determinação das propriedades físico mecânicas**

#### **3.3.1 Teor de umidade e estabilidade dimensional da madeira**

A confecção dos corpos de prova e a determinação da estabilidade dimensional da madeira seguiram as indicações da Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 7190, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1997). Foram preparados 18 corpos de prova, sendo seis de alburno tratado, seis de alburno não tratado e seis de cerne, com dimensões de 3,0 x 2,0 x 5,0 cm (radial x tangencial x longitudinal).

Os corpos de prova foram colocados em um dessecador, até a completa saturação dos mesmos e foram pesados em balança 0,01g de precisão, para a determinação da massa úmida e mensuradas as suas dimensões nas direções tangencial, radial e longitudinal. Posteriormente as mesmas foram colocadas em uma estufa à temperatura de  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  até ficarem completamente secos.

Os corpos de prova foram colocados em um dessecador para esfriarem e medida sua massa. Depois da estabilidade da massa, os mesmos foram pesados e mesurados nas direções tangencial, radial e longitudinal, para que se pudesse obter seu teor de umidade e suas variações nas direções citadas e volumétrica.

#### **3.4 Ensaio de resistência ao cisalhamento paralelo as fibras**

Para a realização do ensaio, os moirões foram seccionados em 50 cm e posteriormente passados duas de suas faces em uma plaina desempenadeira e transformados em corpos de prova (Figura 1) em uma serra circular, conforme a Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 7190, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1997).

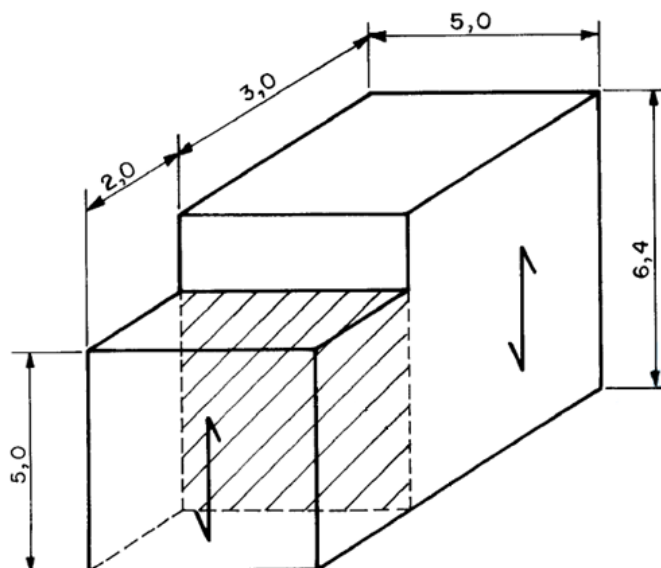


Figura 1 – Corpo de prova para o ensaio de resistência ao cisalhamento paralelo as fibras em madeira sólida (dimensões em cm).

Fonte: NBR 7190 (1997).

O ensaio foi realizado em uma máquina universal de ensaios com capacidade de 100 kN, com tomada de dados automática. Foram utilizados doze corpos de prova, sendo seis de madeira tratada e seis de não tratada.

O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, tendo os valores submetidos à análise de variância ( $F$ ;  $p \leq 0,05$ ) e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS DA PESQUISA

O teor de umidade para alburno tratado e não tratado não teve diferença significativa (Tabela 1), o mesmo não foi observado para o cerne. Isto ocorreu, uma vez que o cerne, por ser menos permeável que o alburno, absorveu menos água. O inchamento radial não foi significativo, porém o alburno tratado obteve inchamento de 15,36% superior ao não tratado e à madeira de cerne.

Tabela 1 - Teor de umidade, inchamento e contração radial, tangencial e volumétrico para a madeira de eucalipto.

Madeira de Eucalipto	Teor de Umidade (%)	Inchamento Radial (%) *	Inchamento Tangencial (%) *	Inchamento Volumétrico (%) *
Alburno Tratado	125,35 a (4,87)	6,25 (56,02)	10,75 (8,55)	17,55 (26,23)
Alburno Não Tratado	125,72 a (2,07)	5,29 (54,29)	9,93 (28,92)	15,26 (21,87)
Cerne	108,11 b (1,91)	6,24 (16,54)	8,27 (29,07)	14,93 (14,39)

Madeira de Eucalipto	Contração Radial (%) *	Contração Tangencial (%) *	Contração Volumétrica (%) *
Alburno Tratado	5,80 (52,65)	9,71 (7,75)	14,83 (22,18)
Alburno Não Tratado	4,96 (54,49)	8,98 (26,35)	13,18 (19,04)
Cerne	5,87 (15,64)	7,60 (26,29)	12,97 (12,58)

\* Não significativo pelo teste F. Valores entre parênteses são os coeficientes de variação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

O inchamento tangencial teve o mesmo comportamento do radial (Tabela 1), tendo o alburno tratado uma variação de 7,63% superior ao não tratado e de 23,07% em relação ao cerne. O alburno tratado também teve maior variação no inchamento volumétrico, sendo 13,05% superior ao alburno tratado e 14,93% superior ao cerne.

No ensaio de contração não se observou variações significativas entre os tratamentos. Na direção radial a maior variação foi no cerne, sendo este 1,19% superior ao alburno tratado e 15,5% ao não tratado. Na contração tangencial, o alburno tratado foi o que apresentou maior variação, sendo 7,63% superior ao alburno não tratado e 21,73% ao cerne. A contração volumétrica também apresentou maior variação no alburno tratado, sendo 11,13% superior ao alburno não tratado e 12,54% superior ao cerne.

O tratamento das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* com CCA-C produziu um aumento significativo na umidade de equilíbrio das duas espécies (VIVIAN et al., 2012). Isto ocorreu, uma vez que os sais empregados para o tratamento promovem uma maior absorção de umidade e, conseqüentemente, uma menor estabilidade dimensional da mesma.

No ensaio de cisalhamento paralelo as fibras (Tabela 2), a variação do teor de umidade entre o alburno tratado e não tratado não foi significativa. A força aplicada e a resistência ao cisalhamento tiveram diferença significativa, tendo o alburno não tratado apresentado valor de 18,43% superior ao tratado para a força aplicada e de 18,03% para a resistência. Isto ocorreu por causa das pressões de tratamento empregadas e da baixa resistência da madeira jovem de eucalipto empregada para a confecção dos moirões. Assim, o tratamento com produtos hidrossolúveis provoca uma pequena perda da resistência mecânica da madeira, por causar degradação dos componentes principais da parede celular (TEREZO; ROSA NETO; AGUIAR, 2005).

Tabela 2 - Teor de umidade, força aplicada e resistência ao cisalhamento da madeira de eucalipto.

Madeira de Eucalipto	Teor de Umidade (%) *	Força (kgf s <sup>-2</sup> )	Resistência ao Cisalhamento (MPa)
Alburno Tratado	12,91 (1,57)	2042,73 b (12,10)	7,73 b (0,91)
Alburno Não Tratado	13,03 (1,87)	2504,37 a (10,11)	9,42 a (0,93)

\* Não significativo pelo teste F. Valores entre parênteses são os coeficientes de variação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

## 5 CONCLUSÕES

O tratamento da madeira com CCA-C não influenciou a estabilidade dimensional da madeira. Assim como não se observou diferença na estabilidade entre alburno e cerne do lenho testado.

A madeira tratada foi menos resistente ao cisalhamento que a não tratada.

Os dados de contração e inchamento tangencial e volumétrico, bem como os de resistência ao cisalhamento tiveram pequena variabilidade entre os mesmos, refletidos nos valores de coeficiente de variação.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVES, M. V. S.; MENDES, A. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília, IBDF/DPq-LPF, 1988. 58p. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/publicacoes/tecnico-cientifico-lpf/a-degradacao-da-madeira-e-sua-preservacao>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Anexo B – Determinação das propriedades das madeiras para projetos de estruturas. Rio de Janeiro, 1997. 107p.

APPEL, J. S. L. et al. Aspectos toxicológicos do preservativo de madeira CCA (arseniato de cobre cromatado): revisão. **Revista Brasileira de Toxicologia**, Porto Alegre, v. 19, p. 33-47, 2006. Disponível em: <[http://www.sbtox.org.br/Revista\\_SBTox/](http://www.sbtox.org.br/Revista_SBTox/)>. Acesso em: 17 maio 2015.

FERRARINI, S. F. et al. Classificação de resíduos de madeira tratada com preservativos à base de arseniato de cobre cromatado e de boro/flúor. **Revista Química Nova**, Porto Alegre, v. 35, p. 1767-1771, 2012. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. Anuário estatístico 2015 ano base 2014. 2015. 77p. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2015.

LOBÃO, M. S. et al. Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n6/23990.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2015.

MAURI, R. **Anatomia e densidade do lenho de clones de *Eucalyptus grandis*, com variação de altitude e de topografia, no estado de Minas Gerais**. 2010. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010. Disponível em: <[http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_3783\\_.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_3783_.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2015.

OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, p. 929-936, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n5/18.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

REZENDE, R. N. **Secagem de toras de clones de eucalyptus empregados na produção de carvão**. 2009. 186f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, 2009. Disponível em: <<file:///F:/TCC%20I/Nova%20pasta/Nova%20pasta/Dissertacao-Raphael.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

ROEL, P. **Comportamento ao cisalhamento da madeira de *Eucalyptus citriodora* através do ensaio “OFF-AXIS”**. Dissertação (Mestrado Engenharia

Mecânica Área de Materiais Lignocelulósicos) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2010. 86f. Disponível em: <[http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94400/roel\\_p\\_me\\_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94400/roel_p_me_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 26 nov. 2015.

SOUZA, M. A. M. **Metodologias não destrutivas para avaliação das tensões de crescimento em *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2006. 80f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/13676/tese%20formatada%20corrigida%20cuba.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

STEINER, C. Utilização prática da madeira de eucalipto roliça, selecionada, tratada em autoclave na construção civil. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 7., 2002, São Carlos. **Anais...** São Carlos: USP/EESC, 2002. CD-Rom.

TEIXEIRA, B. M. **Variabilidade radial e longitudinal de propriedades da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg)**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2008. Disponível em: <[http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2747/dissertacao\\_Br%C3%ADgida%20Maria%20dos%20Reis%20Teixeira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2747/dissertacao_Br%C3%ADgida%20Maria%20dos%20Reis%20Teixeira.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 1 dez. 2015.

TEREZO, R. F.; ROSA NETO, J. P.; AGUIAR, O. J. R. Influência de preservantes hidrossolúveis na resistência mecânica da madeira. **Revista da Madeira**, São Paulo, n.89, 2005. Disponível em: [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=737&subject=Preserva%E7%E3o&title=Inf lu%EAncia%20de%20preservantes%20hidrossol%FAveis%20na%20resist%EAncia%20mec%E2nica%20da%20madeira](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=737&subject=Preserva%E7%E3o&title=Inf lu%EAncia%20de%20preservantes%20hidrossol%FAveis%20na%20resist%EAncia%20mec%E2nica%20da%20madeira). Acesso em: 30 nov. 2015.

VALVERDE, S. R. As plantações de eucalipto no brasil. Texto Técnico. Revista da Madeira. CI Florestas, 2007. Disponível em: <[http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc\\_as\\_brasil\\_31441.pdf](http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_as_brasil_31441.pdf)> Acesso em: 10 dez. 2015.

VIDAL, J. M. et al. Preservação de madeiras no brasil: histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, Santa Maria v. 25, n. 1, p.257-271, 2015. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cflo/v25n1/0103-9954-cflo-25-01-00257.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2015.

VIVIAN, M. A. et al. Qualidade do tratamento preservativo em autoclave para a madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p.445-453, 2012. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr96/cap02.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2015.