

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**EVERTON LORENZETT TAVARES**

**AVALIAÇÕES DE MÉTODOS PARA REDUÇÃO DE RACHADURAS  
DE TOPO DE TORAS DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DOIS VIZINHOS**

**2013**

**EVERTON LORENZETT TAVARES**

**AVALIAÇÕES DE MÉTODOS PARA REDUÇÃO DE RACHADURAS  
DE TOPO DE TORAS DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Aurélio Mathias de Souza

**DOIS VIZINHOS**

**2013**

T231a Tavares, Everton Lorenzett.

Avaliação de métodos para redução de rachaduras de topo de toras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. / Everton Lorenzett Tavares – Dois Vizinhos :[s.n], 2013.  
56 f.:il.

Orientador: Marcos Aurélio Mathias de Souza  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de  
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2013.

Bibliografia p.41-44

1.Eucalyptus grandis. 2.Tensão-crescimento  
I.Souza, Marcos Aurélio Mathias de, orient.  
II.Universidade Tecnológica Federal do Paraná– Dois  
Vizinhos.III.Título CDD: 634.9

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Dois Vizinhos  
Curso de Engenharia Florestal



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÕES DE MÉTODOS PARA REDUÇÃO DE RACHADURAS DE  
TOPO DE TORAS DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.

por

EVERTON LORENZETT TAVARES

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 11 de ABRIL de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Marcos Aurélio Mathias de Souza  
Orientador(a)

---

Prof. Msc. Cilene Cristina Borges  
Membro titular (UTFPR)

---

Prof. Dr. Claudio Thomas  
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela saúde e vitalidade para realizar esse trabalho.

A minha família, em especial aos meus pais Erondi e Lenir que sempre fizeram o possível para me dar uma boa educação, nunca deixando de faltar o amor e o respeito.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Aurélio Mathias de Souza, pela orientação, trabalho e amizade formada nesta graduação.

A Mariana Aparecida Fontana Cabreira pelo carinho e amizade.

Aos professores Andre Luiz de Lima Ponzoni, Cilene Cristina Borges, Claudio Thomas, Fabiani das Dores Abati Miranda, Moeses Andrigo Danner, Mosar Faria Botelho, Rosangela Aparecida Botinha Assumpção, Veridiana Padoin Weber pela ajuda, ensino e amizade.

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal do Câmpus da UTFPR de Dois Vizinhos, em especial a pela amizade e colaboração para o meu aprendizado.

Ao Grupo Martinelli por auxiliar na pesquisa com materiais e corpo técnico.

E a todos aqueles que me deram de alguma forma incentivo e não foram citados aqui.

Obrigado.

## RESUMO

TAVARES, Everton Lorenzett. AVALIAÇÕES DE MÉTODOS PARA REDUÇÃO DE RACHADURAS DE TOPO DE TORAS DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. 10 de abril de 2013. 56 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - Pr, 2013.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de determinar técnicas de abate de árvores de *Eucalyptus grandis* e o efeito da proteção e prevenção de rachaduras de topo de toras. Buscou-se avaliar se ocorreu redução de rachaduras de tensão interna de crescimento nas toras de *Eucalyptus*, determinando a técnica que apresenta melhor redução de rachaduras. Para tanto, foram utilizadas 63 árvores com cinco anos de idade, com o diâmetro da altura do peito (DAP) variando de 10 a 24 centímetros, provenientes de um talhão de *Eucalyptus grandis*, localizado no município de Reserva do Iguaçu, área que apresenta altitude média de 900 metros e clima Cfb. Foram avaliadas duas técnicas de relaxamento das tensões de crescimento mais a testemunha (abate normal) e suas interações com três tratamentos de proteção de topo de tora. Todas as árvores foram abatidas com a utilização de uma motosserra. As técnicas de relaxamento de tensões de crescimento em árvores em pé foram o anelamento convencional e químico, e os métodos de proteção de topo de toras utilizados foram conectores metálicos, silicone industrial e a testemunha (sem proteção de topo de tora). Assim o experimento avaliou as interações das técnicas de relaxamento das tensões de crescimento com os métodos de proteção de topo de tora. Foram medidas as maiores rachaduras no topo das toras nas primeiras 72 horas após o abate com um escalímetro. Os resultados obtidos apontam que as técnicas de relaxamento das tensões influenciaram na redução de rachaduras geradas por tensões internas de crescimento. Que os métodos de proteção de topo de toras restringem as ações de rachaduras caudadas por tensão de crescimento. Que o uso do conector metálico como método de proteção de topo, restringem as ações das rachaduras causadas por tensão de crescimento nas primeiras 24 horas após o abate. Que as ações das tensões internas de crescimento atuaram durante as 48 horas após a derrubada, assim se estabilizando. Quando analisado as interações entre os métodos de relaxamento das tensões e os métodos de proteção de topo de tora notamos que não se diferenciaram estatisticamente entre si

### **Palavras-chave:**

*Eucalyptus grandis*. Tensão de crescimento. Técnicas de relaxamento das tensões:

## ABSTRACT

TAVARES, Everton Lorenzett. REVIEWS OF METHODS FOR REDUCTION OF CRACKS TOP OF LOG *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. April 10, 2013. 56 leaves. Working End of Course of Bachelor in Forestry - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos - Pr, 2013.

The present study was aimed at determining slaughter techniques of *Eucalyptus grandis* and the effect of protection and prevention of cracks top of logs. We sought to assess whether there was a reduction of tension cracks in the internal growth of *Eucalyptus* logs determining the best technique that has cracks reduction. Therefore, we used 63 trees were five years old, with a diameter at breast height (DBH) ranging from 10 to 24 cm, from a stand of *Eucalyptus grandis* wood belonging to the GM, located in the municipality of Reserve Iguaçu, an area that has an average elevation of 900 meters and climate Cfb. We evaluated two techniques of relaxation of tensions over the growth control (normal slaughter) and their interactions with three protective treatments top the log, and all the trees were felled using a chainsaw, relaxation techniques for stress growth in standing trees were applied to girdling girdling conventional and chemical protection methods and top logs were used metal connectors, industrial silicone and control (unprotected top of the log), so the experiment evaluated the interaction techniques relaxation of growth stresses protection methods with top of the log. With a escalímetro, the largest cracks were measured at the top of the logs. These logs evaluated for 72 hours. The results indicate that the techniques of relaxation of tensions influenced the reduction of internal stress cracks growth. The top methods of protection of logs did not differ statistically between themselves, but show a tendency to contain internal tensions actions of growth. We realized using metal connector as protection method stabilizes the top he shares the cracks. Shares of internal tensions growing acted until their total stability at 48 hours after his overthrow.

**Keywords:** *Eucalyptus grandis*. Stress growth. Control techniques.

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - MÉDIA DOS COMPRIMENTOS DE RACHADURAS (CM) EM FUNÇÃO DAS TÉCNICAS DE RELAXAMENTO DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO E A TESTEMUNHA, NO MOMENTO DO ABATE. ...32
- TABELA 2 - MÉDIA DOS COMPRIMENTOS DE RACHADURAS (CM) EM FUNÇÃO DOS MÉTODOS DE PROTEÇÃO DE TOPO DE TORAS DE *EUCALYPTUS GRANDIS*. .....34
- TABELA 3 - MÉDIAS DAS RACHADURAS DO TOPO DE TORAS DE *EUCALYPTUS GRANDIS*, DAS INTERAÇÕES DAS TÉCNICAS DE RELAXAMENTO DAS TENSÕES MAIS O ABATE NORMAL E OS MÉTODOS DE PROTEÇÃO DO TOPO.....36
- TABELA 4 - PORCENTAGEM DE ESTABILIZAÇÃO DAS RACHADURAS DE TOPO DE TORA EM HORAS PRÉ-DETERMINADAS. ....37
- TABELA 5 - MÉDIAS DAS RACHADURAS DE TOPO DE TORA DE *EUCALYPTUS GRANDIS* EM FUNÇÃO DAS TÉCNICAS DE RELAXAMENTO DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO E OS MÉTODOS DE PROTEÇÃO DE TOPO DE TORAS APÓS AS 72 HORAS. ....39

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	DESENHO ESQUEMÁTICO DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO ATUANDO PARA MANTER O EQUILÍBRIO DA ÁRVORE.....	15
FIGURA 2 -	REGIÃO DE ORIGEM DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO.....	17
FIGURA 3 -	DISTRIBUIÇÃO DE TENSÕES DE CRESCIMENTO EM TOPO DE TRONCO DE ÁRVORE. ....	19
FIGURA 4 -	TÉCNICA COM ANELAMENTO PARA O RELAXAMENTO DAS TENSÕES.....	27
FIGURA 5 -	TÉCNICA QUÍMICA PARA O RELAXAMENTO DAS TENSÕES. ...	28
FIGURA 6 -	DETERMINAÇÃO DE RACHADURAS NO TOPO DA TORA.....	29
FIGURA 7 -	INTERAÇÕES DO EXPERIMENTO. ....	30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1	HIPÓTESES .....	11
1.2	OBJETIVO .....	11
1.2.1	Objetivo geral.....	11
1.2.2	Objetivos específicos .....	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
2.1	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden.....	13
2.2	TENSÕES DE CRESCIMENTO .....	14
2.3	ORIGEM DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO.....	16
2.4	RELAÇÃO ENTRE TENSÃO DE CRESCIMENTO E PROPRIEDADES DA MADEIRA .....	18
2.5	RELAÇÕES DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO COM ANATOMIA DA MADEIRA .....	18
2.6	FATORES QUE AFETAM AS TENSÕES DE CRESCIMENTO.....	21
2.6.1	Fatores genéticos .....	21
2.6.2	Diâmetro Da Tora .....	22
2.6.3	Desbaste.....	22
2.6.4	Taxa de crescimento.....	23
2.7	FORMAS DE NEUTRALIZAÇÃO DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO .....	24
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
3.1	ESTATÍSTICA DO EXPERIMENTO .....	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÃO</b> .....	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE A - DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO (DIC)</b> .....	<b>48</b>
	<b>APÊNDICE B - DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO (DIC)</b> .....	<b>51</b>
	<b>APÊNDICE C - BI-FATOREAL</b> .....	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário tecnológico internacional em termos de silvicultura, especialmente na produção de madeira de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., mas a área de florestas plantadas no país é relativamente pequena se comparada à de floresta nativa, existindo preocupação com relação à disponibilidade de matéria-prima para a indústria madeireira no futuro.

Atualmente o País possui 2.251.000 ha de floresta plantadas, sendo 1.837.000 ha de florestada com *Eucalyptus* e 388.000 ha com *Pinus* e 26.000 ha com outras espécies com potencial econômico para o setor florestal (BRACELPA, 2010). A escassez iminente de matéria-prima madeireira tem feito com que o setor busque alternativas para impulsionar o crescimento da atividade de reflorestamento.

Em busca de reduzir o impacto sobre as florestas nativas e os custos de produção, tem se tornado inevitável estudar novas espécies florestais que possam acrescentar e ou substituir as espécies nativas utilizadas, bem como diminuir a extração de algumas espécies que correm risco de extinção, seguindo a visão ambientalista de redução da exploração de florestas nativas.

Por possuir várias características que suprem as necessidades do setor madeireiro, o eucalipto *Eucalyptus* vem conquistado o mercado brasileiro, sendo cada dia mais utilizado. Sua madeira apresenta boas características físicas e mecânicas, assim destaca-se como opções de matéria-prima para as indústrias do setor madeireiro, em função do rápido crescimento das árvores e da possibilidade de estabelecer programas para a produção florestal.

O eucalipto *Eucalyptus* foi introduzido pelo Dr. Edmundo Navarro de Andrade, chefe do Setor Florestal da Companhia Paulista de Ferrovias, com a finalidade de estudar as várias espécies do gênero *Eucalyptus*, visando substituir as madeiras de espécies nativas, tanto para energia quanto para dormentes. O gênero teve seu auge na década de 60 quando ocorreu à criação do Código Florestal e a promulgação da lei de incentivo fiscal, o que fez com que as áreas plantadas com eucalipto aumentassem significativamente (TRUGILHO 2005, p. 1).

Devido ao seu rápido crescimento, boa adaptação ecológica e qualidade satisfatória da madeira, o eucalipto *Eucalyptus* é vastamente plantado no Brasil, para a produção de madeira para diversas finalidades. Porém sua utilização para serraria não é muito significativa no Brasil, em parte devido à relativa disponibilidade de madeira de espécies nativas, ou até mesmo pela falta de informações técnicas sobre sua madeira.

Existem, de fato algumas dificuldades na utilização de sua madeira, decorrentes de tensões de crescimento e colapso na secagem. As tensões de crescimento são características que todas as árvores possuem, em função dos esforços a que o tronco é submetido para manter a árvore em pé, equilibrar o peso da copa, resistir à força dos ventos, dentre outros fatores a que ela é exposta na busca da estabilidade e garantia da sobrevivência.

Mas, as tensões de crescimento podem ser minimizadas valendo-se de técnicas adequadas de manejo, corte, desdobro e demais processos de industrialização. Alguns trabalhos desenvolvidos nos últimos anos vêm procurando entender e responder questões relativas aos problemas da madeira de *Eucalyptus*, quantificando e criando métodos de controle que visem reduzir o efeito das rachaduras provocadas pelas tensões de crescimento (AGUIAR e JANKOWSKY 1986).

Deste modo vem-se buscando cada vez mais conhecimento técnico na área de tecnologia da madeira, pois se sabe que o *Eucalyptus* vem sendo amplamente utilizado, com grandes êxitos, em outros países, como Austrália e África do Sul.

Na busca de favorecer a produção do setor florestal, o presente trabalho tem como objetivo estudar o efeito do método que levam a árvore a morte e do uso de proteção de topo para a prevenção e controle das rachaduras na madeira, visando dessa forma reduzir ou até neutralizar as rachaduras provenientes de tensões internas de crescimento.

## 1.1 HIPÓTESES

As rachaduras de topos de toras de *Eucalyptus grandis* provocadas pelas tensões de crescimento podem ser reduzidas em árvores em pé, utilizando-se de técnicas de relaxamento destas tensões e, que os métodos de proteção de topo de tora estabilizem as rachaduras dos mesmos após o abate.

A hipótese pessimista é que as técnicas de relaxamento em árvore em pé das tensões de crescimento e os métodos de proteção no topo de tora não iram conter as rachaduras dos topos de toras.

## 1.2 OBJETIVO

### 1.2.1 Objetivo geral

Testar técnicas de relaxamento das tensões das árvores de *Eucalyptus grandis* e o efeito da proteção e prevenção de rachaduras de topo de toras.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar redução de rachaduras nas toras de *Eucalyptus grandis*.
- Testar se as técnicas de relaxamento das tensões de crescimento.
- Determinar qual é a técnica de relaxamento das tensões de crescimento testadas que apresentam a melhor redução das rachaduras por tensão de crescimento.

- Avaliar a eficiência dos métodos de proteção de topo utilizados, para a contenção das rachaduras de topo de toras causadas pelas tensões de crescimento.
- Determinar o período de estabilização das rachaduras de topo de toras causadas por tensão de crescimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden

O *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden é uma Angiospermae da família Myrtaceae, de origem Australiana podendo chegar a 75 metros de altura, possui um fuste liso, ocorrem em altitude que variam desde o nível do mar até 1100 m de altitude, se destaca no clima quente e úmido. Suporta temperaturas desde 3 a 32° C sua necessidade de precipitação esta entre 1000 e 1750 mm. Apresenta densidade básica  $Db = 0,700$  a  $0,800$  g/cm<sup>3</sup>, sua madeira é leve e fácil de ser trabalhada (IPEF, 2013, p. 1).

São árvores de rápido crescimento, apresentando problemas de empenamento, contrações e rachaduras quando do desdobro. Quando manejada corretamente a floresta produz madeira excelente para serraria e laminação (IPEF, 2013, p. 1).

Com características de árvore perenifólia, possui geralmente um troco retilíneo, com casca pulverulenta onde desprende em tiras longas deixando aparecer uma superfície lisa de cor branca, acinzentada, esverdeada ou salmão, podendo ser persistente na base (LORENZI, 2003, p. 272).

Possui ramagem longa e robusta, formando uma copa aberta ou podendo ser também alongada. Com folhas juvenis opostas, depois alternadas, oval-lanceoladas, pecioladas, já as adultas lanceoladas, falcadas, verde-escuras, brilhantes, com ápice agudo e margens levemente onduladas, de 10-20 cm de comprimento, com pecíolo de 2-3 cm (LORENZI, 2003, p. 272).

Segundo Lorenzi (2003, p. 272), A disposição das inflorescências em umbelas axilares, com pedúnculo achatado, com 6-12 flores brancas, os botões sésseis, piriformes, com opérculo ligeiramente apiculado. Já os frutos piriformes, que possuem forma de cápsulas, em geral de cores verde-azulados, deiscentes, com valvas encurvadas, com cerca de 7 mm de diâmetro. Suas sementes são marrons

chegando numa coloração preta, são pequenas e arredondadas, entretanto as inférteis tem coloração avermelhas com formato filiforme, as sementes são muito semelhantes a da espécie de *Eucalyptus saligna* podendo ser confundida.

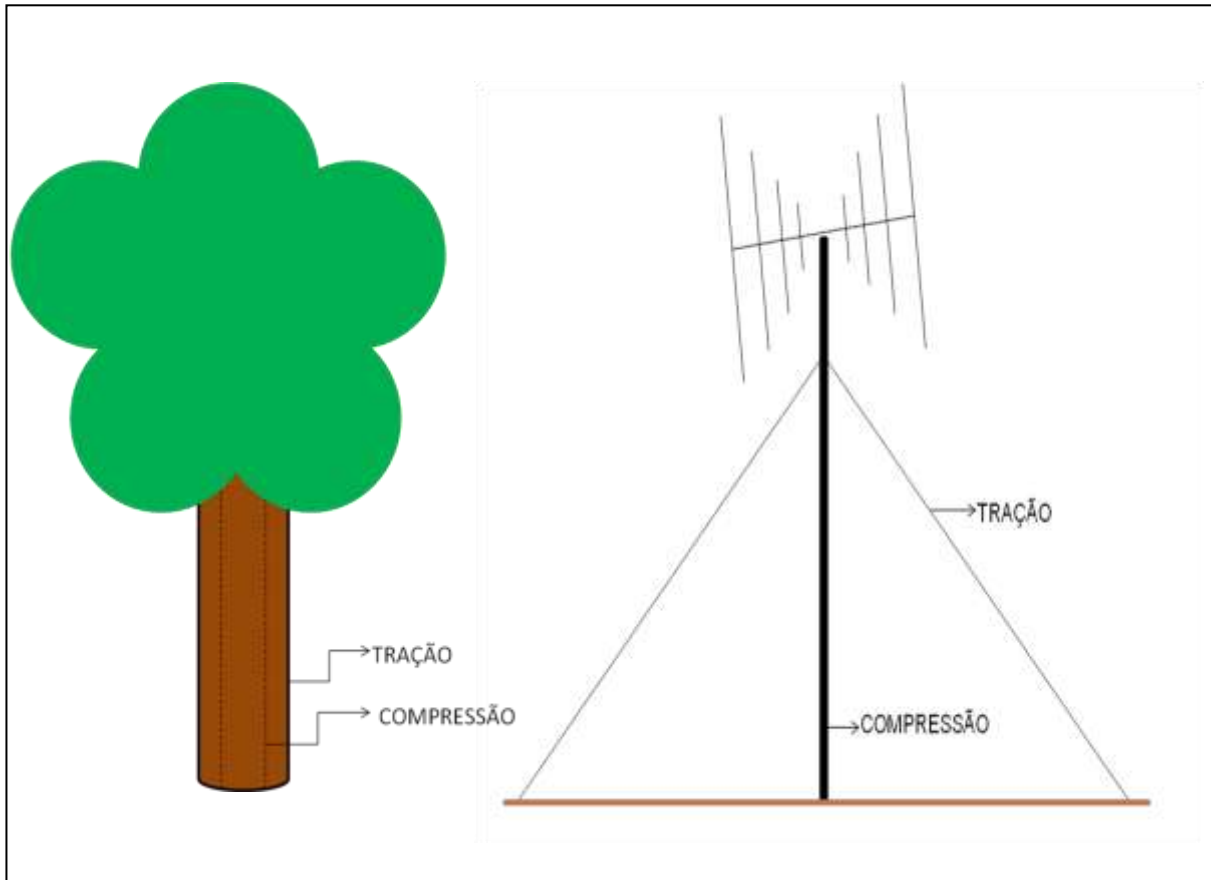
## 2.2 TENSÕES DE CRESCIMENTO

Conforme Beltrame (2010, p. 20) a Sociedade Americana de Ciência Florestal definiu as tensões de crescimento como forças encontradas nos troncos lenhosos verdes. Dessa maneira, são distintas das tensões e deformações que ocorrem na madeira, como resultados da eliminação de água pela secagem, ocorrem tanto em folhosas como em coníferas.

Em árvore viva, as tensões de crescimento são fundamentais para a sustentação do tronco e o equilíbrio das copas, respondendo assim, o crescimento e desenvolvimento normais da árvore. Já os inconvenientes começam ocasionados pela derrubada e posterior processamento mecânico das toras.

Vital (2008, p. 160) apresenta em seu livro que a tensão de crescimento é um dos mecanismos de sustentação vertical das árvores, desta forma aumenta a resistência à ação dos esforços laterais que ocorrem nas direções radial, tangencial e longitudinal. Acreditando que a tensão no sentido longitudinal é a de maior importância, partindo de um gradiente variável com tração máxima próximo da casca, e a compressão são máximas próximas a medula. Assim defendendo que transversalmente ocorrem tensões radiais de tração nulas na região periférica do tronco e máxima na medula e tensões tangenciais máximas quando a compressão periférica e tração na medula.

As tensões de crescimento não são alterações visíveis na estrutura anatômica da madeira, é difícil quantificar as tensões, mas normalmente são encontradas nos troncos de todas as espécies arbóreas. Conforme Van Wyk (1978, p. 1) faz uma comparação entre a estrutura de uma árvore com a estrutura para manter uma antena em pé, onde próximo da medula ocorre compressão e mais nas extremidades ocorre a tração.



**Figura 1 - Desenho esquemático das tensões de crescimento atuando para manter o equilíbrio da árvore.**

**Fonte: Adaptado de Van Wyk (1978, p. 2)**

Conforme Santos (2006, p. 59), as rachaduras afetam diretamente o rendimento nas serrarias, pois comprometem a integridade da madeira e o tamanho final das peças serradas. A primeira evidência da liberação das tensões é o aparecimento de rachaduras nas extremidades das toras. Em seguida os empenamentos, embora também indesejáveis, podem ser contornados mais eficazmente por meio de procedimentos operacionais apropriados de desdobro. O tipo de empenamento associado diretamente às tensões de crescimento é o encurvamento (empenamento longitudinal da face), muito embora existam outros tipos de empenamentos da madeira: arqueamento (empenamento longitudinal da borda), torcimento (empenamento simultâneo em dois eixos) e encanoamento (empenamento transversal da face).

Assim percebemos que as tensões de crescimento são responsáveis por uma série de defeitos que ocorrem na madeira de *Eucalyptus* durante todas as fases de processamento, tais defeitos implicam em perdas de rendimento fazendo com que ocorram pesquisas para minimizar este problema.

### 2.3 ORIGEM DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO

Vários pesquisadores citam o autor Jacobs em 1938<sup>1</sup>, como primeiro pesquisador que sugeriu ser a origem das tensões o resultado de possível encurvamento da nova camada de crescimento da madeira, e que esse fenômeno da mudança dimensional ocorre em um determinado estágio de desenvolvimento da célula.

A origem das tensões de crescimento é proveniente da camada cambial dos troncos das árvores. Geradas na madeira, devido às deposições consecutivas das novas camadas das células a partir do câmbio. Essas novas células tendem a expandir lateralmente enquanto, ao mesmo tempo, se contraem no sentido longitudinal. Assim com a adição de novas camadas de células ao tronco, causa estado de tensão externa (tração). Essas tensões são distribuídas pelo tronco da árvore de forma cumulativa, isso devido à sucessiva deposição de camadas e respectivas tensões. Todas essas interações resultam no surgimento de forças de compressão compensatórias na parte central do tronco (KUBLER, 1987, p. 79; MALAN, 1995, p. 4).

Conforme Beltrame (2010, p. 22), as tensões de crescimento, ocorrem na região cambial da árvore. As quais tendem a contraírem-se longitudinalmente e, simultaneamente, expandirem-se lateralmente. A Figura 2 apresenta a região onde as tensões de crescimento ocorrem.

---

<sup>1</sup> JACOBS, Maxwell Ralph. The fibre tension of wood stens, with special reference to the gens *Eucalyptus*. **Bulletin Cammonwea thy Forestry Bureau**, Camberra, v. 22, p. 7-37. 1938.

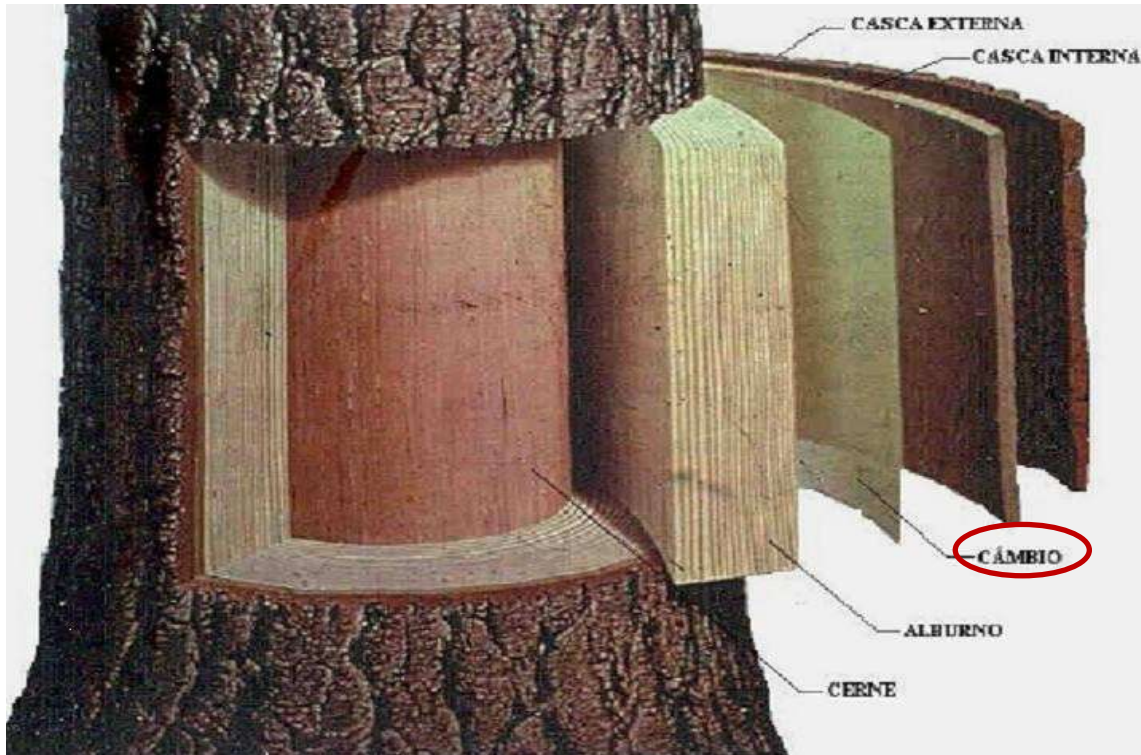


Figura 2 - Região de origem das tensões de crescimento.  
 Fonte: Adaptado de BELTRAME (2010, p. 23).

Segundo Hillis e Brown (1978, p. 4) o surgimento das tensões de crescimento ocorre na fase de lignificação das células do câmbio. Ao ser depositada a lignina nas paredes transversais das células, estas se expandem, provocando uma retração no sentido axial. As células vizinhas, já com uma maior rigidez, restringem a diminuição do comprimento celular, gerando tensões de tração longitudinal, às quais vão se formando, sucessivamente, nas camadas de células recém formadas.

As altas tensões de crescimento não são bem conhecidas, mas podem ser relacionadas a fatores genéticos, idade, diâmetro da tora, taxa de crescimento e inclinação do fuste (OPIE et al., 1984 *apud* SOUZA, 2006, p. 8)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> OPIE, J. E.; CURTIN, R. A.; INCOLL, W.D. **Stand management in Eucaliptos for wood production**. Melbourne: CSIRO. 434 p. 1984.

## 2.4 RELAÇÃO ENTRE TENSÃO DE CRESCIMENTO E PROPRIEDADES DA MADEIRA

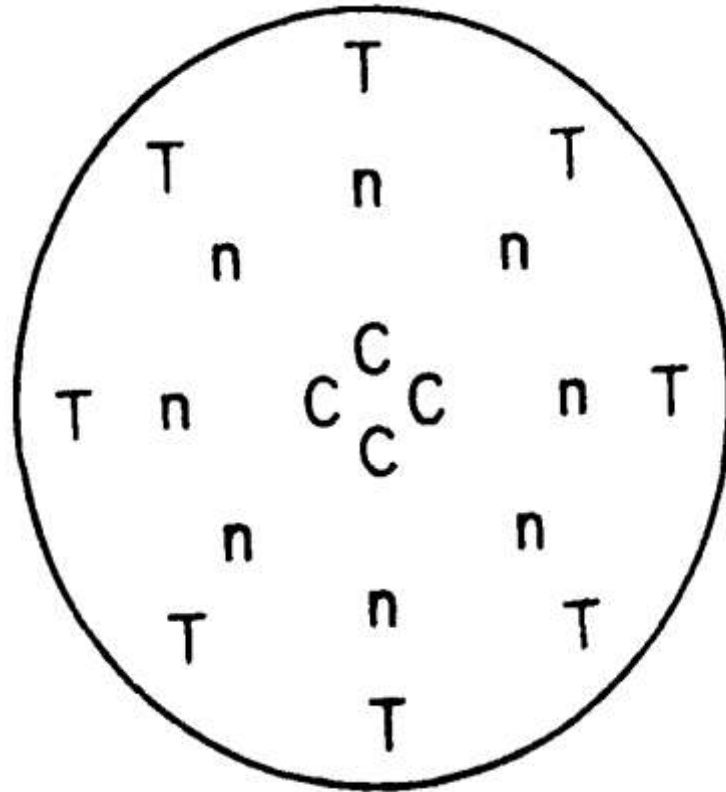
Percebemos que a variabilidade da intensidade das tensões de crescimento entre as espécies é alta, variando mesmo entre árvores da mesma espécie, ainda mesmo dentro da própria árvore ocorrem em diferentes posições, variando na altura e no sentido medula-casca. Em pesquisas realizadas não têm-se encontrado correlações positivas entre a intensidade das tensões de crescimento e dimensões de árvores, idade, diâmetro do tronco ou taxa de crescimento, entretanto, é geralmente reconhecido que com o crescimento da tora em diâmetro, obtido por desbaste ou ampliação do prazo de rotação, os efeitos das tensões de crescimento são reduzidos (SHIELD, 1995, p. 2).

## 2.5 RELAÇÕES DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO COM ANATOMIA DA MADEIRA

Tensões de crescimento são formadas na árvore no momento da formação da madeira nova. Estruturalmente, as tensões são utilizadas pela árvore para manter uma posição vertical. As tensões são formadas em três dimensões (longitudinal, radial e tangencial), mas tensões longitudinais são as mais importantes para os utilizadores de madeira porque apresentam maiores defeitos, fazendo com que ocorram deformações na madeira.

Na árvore as células novas são divididas a partir do câmbio, em seguida ocorrendo à lignificação das mesmas. As células quase imediatamente começaram a inchar em diâmetro e formar camadas adicionais da parede. A magnitude da tensão aumenta com cada anel de crescimento anual, porém em diâmetros maiores as tensões tendem a estabilizar. À medida que a tensão aumenta na periferia da árvore, tensões de compressão equilibradas são desenvolvidas no centro da árvore

conforme esta sendo mostrado na Figura 3. Estas tensões aumentam grandemente durante o período de crescimento juvenil (MAEGLIN, 1987, p. 4).



**Figura 3 - Distribuição de tensões de crescimento em topo de tronco de árvore.**  
**Fonte: Adaptado de MAEGLIN (1987, p. 5).**

Tensões de crescimento causam rachaduras nas toras, deformando a madeira. Durante o crescimento, os problemas de stress no crescimento longitudinal são minimizados por causa do tamanho das toras. Empenamento ocorre devido a diferenças de níveis de tensão.

Maeglin (1987, p. 4) Indica que as tensões são distribuídas ao longo de um raio. Deste modo o diferencial é através de uma dada espessura da placa reduzida. Com toras menores, o problema com rachaduras são acentuados.

Deste modo Malan (1984 *apud* Souza, 2006 p. 12)<sup>3</sup> analisou a associação entre o nível de tensões de crescimento e diversas características da madeira de *Eucalyptus grandis*. Concluiu que as árvores com altos níveis de crescimento eram caracterizadas por elevadas densidades da madeira nas partes externas do lenho, resultando num elevado gradiente de densidade no sentido medula-casca do tronco. Notou-se ainda que os altos níveis de tensões de tração longitudinal na periferia dos troncos estavam intimamente associados à proporção de fibras com paredes celulares espessas, com fibras apresentando comprimentos maiores, quando comparadas com aquelas árvores de menores níveis de tensão periférica. Desta forma sugerindo a redução do nível de tensão de crescimento em árvores, pode resultar em madeiras de baixa densidade periférica dos troncos e como consequência, uma reduzida variação de qualidade da madeira no sentido medula-casca.

Estudando a relação das dimensões das fibras com a deformação residual longitudinal de *Eucalyptus dunnii*, TRUGILHO (2005, p. 67) não encontrou diferença significativa estatisticamente, mas observou uma tendência de aumento das dimensões das fibras em relação a sua idade e tendo uma diminuição na deformação residual longitudinal e no índice de rachaduras de tábuas.

Mas como observado na literatura, às tensões de crescimento são explicadas em termos de tensões das fibras, devido à sua retração que ocorre conforme as fibras se solidificam a partir do câmbio.

---

<sup>3</sup> MALAN, Francois Stephanus. **Studies on the phenotypic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South African, grown *Eucalyptus grandis* (Hill ex maiden)**. Dissertation (Doctor of philosophy Wood Science) Stellenbosh. University Stellenbosh, 1984

## 2.6 FATORES QUE AFETAM AS TENSÕES DE CRESCIMENTO

### 2.6.1 Fatores genéticos

Conforme Fernandes (1982 apud SOUZA, 2006, p. 14)<sup>4</sup>, que pesquisou as tensões de crescimento em progênies de *Eucalyptus urophylla* percebeu uma variação na intensidade de rachaduras em pranchas, estas variações dentro das progênies foram maiores do que entre progênies, Precavendo ao fato de que o índice de rachadura das peças serradas reflete o nível interno de tensão de crescimento, conclui que, existe um controle genético da intensidade de tensão de crescimento, já que, os fatores ambientais de crescimento e o processamento das toras foram idênticos. Isso sugere a possibilidade de manipulação genética dessas características.

Em estudo recente de clones de híbridos de *Eucalyptus* encontrou valores de herdabilidade elevados, mostrando ser uma característica altamente herdável, podendo ser incluída nos programas de melhoramento genético (SOUZA, 2002, p. 16).

Conforme Malan (1988, p. 3), o qual estudou as características de crescimento em *E. grandis*, na África do Sul, concluiu que práticas silviculturais são instrumentos para reduzir o nível de tensão de crescimento em árvore e que outros fatores genéticos e ambientais podem estar envolvidos.

Percebemos que quando se investe em qualidade e procedência de mudas de *Eucalyptus*, ocorre retorno na qualidade de toras fazendo com que reduza a perda de madeira.

---

<sup>4</sup> FERNANDES, P. S. **Variações de densidade da madeira e suas relações com as tensões de crescimento em progênie de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.** 85 p. Dissertação. (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 1982.

### 2.6.2 Diâmetro Da Tora

Torna-se evidente, que quanto maior o diâmetro da tora obtida menores os efeitos da tensão de crescimento (SHIELD, 1995, p. 5).

Conforme Van Wyk (1978, p. 6), toras de maior diâmetro têm potencial maior de produzir tábuas de melhor qualidade do que toras de pequeno diâmetro.

Conforme Chafe (1981, p. 2), em estudos efetuados com *Eucalyptus regnans*, há uma relação direta entre a altura e a tensão de crescimento.

Notamos ainda que pesquisas estão sendo realizadas e vêm mostrando que pode existir relação entre as classes de diâmetro, altura e as tensões de crescimento.

Desse modo, toras de menores diâmetros são mais suscetíveis aos empenamentos e rachaduras, ocorridos pela liberação das tensões de crescimento, devido a sua menor seção para redistribuição dessas tensões (LISBÔA, 1993, p. 3).

As tensões de crescimento podem apresentar defeitos elevados na madeira, considerando o sentido base-topo, sendo esse fato influenciado pelo diâmetro (LIMA et al., 2004, p. 4).

### 2.6.3 Desbaste

Segundo Kubler (1987, p. 83), o desbaste, por definição, reduz a densidade populacional. Se não causar reorganizações das copas remanescentes o desbaste poderá provocar diminuição das tensões de crescimento. Contudo, desbastes rigorosos poderão induzir a novas orientações das copas das árvores e nesse caso o problema das tensões de crescimento poderá ser agravado.

Mesmo que pouco testado experimentalmente acredita-se que o nível de tensão de crescimento pode ser minimizado pelas condições de crescimento e distribuição espacial uniforme da população. E os níveis de tensão gerado nos troncos das árvores poderão ser minimizados pela não necessidade das árvores de

reorganização das suas copas. Assim a população deve ser desbastada levemente, frequentemente e uniformemente (MALAN, 1995, p. 7).

Estudo elaborado por Lima et al (2000, p. 5), indicam a intensidade de desbastes como um dos fatores cruciais na intensidade das tensões de crescimento em mesma classe diamétrica, inevitavelmente influenciando os índices de rachadura de extremidade de toras e o encurvamento da peça serrada úmida.

Portanto, acredita-se que o nível de tensão de crescimento pode ser minimizado pelas condições de crescimento e distribuição espacial uniforme da população. Mas as tensões geradas nos troncos das árvores podem ser minimizadas pela não necessidade de reorientação de suas copas, respeitando o espaço vital das árvores de um plantio fazendo com que os desbastes sejam corretos, frequentes e uniformes.

#### 2.6.4 Taxa de crescimento

Os desbastes conservadores na primeira metade da rotação de 30 anos, seguidos por desbaste de intensidade suficiente para manter uma taxa de crescimento constante, são recomendáveis. Verificou-se que alterações bruscas na taxa de crescimento, podem aumentar as rachaduras de topo (KUBLER, 1987 p. 104).

Nota-se que de acordo com a taxa de crescimento é possível identificar um dos fatores que influenciam diretamente nas formações das tensões de crescimento nas árvores, assim acredita-se que com um bom manejo e tratamentos silviculturais adequados, podemos reduzir a ocorrência das tensões.

## 2.7 FORMAS DE NEUTRALIZAÇÃO DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO

Para melhorar o rendimento em produção em florestas busca-se desenvolver novas técnicas de manejo e colheita de florestas, que superam técnicas que são empregadas para aliviar as tensões de crescimento, mas, por diversas razões, nenhuma delas é considerada inteiramente satisfatória, pois cada técnica é desenvolvida para atender as necessidades de uma situação específica.

As tensões de crescimento são forças existentes no interior dos troncos das árvores. Tem origem nas proximidades da camada cambial, ocorre durante a formação do lenho. Podemos observar os efeitos nas seções transversais dos topos das árvores recém-abatidas e toradas, observando rachaduras no sentido dos raios, tendo como origem pontos próximos à medula Kubler *et al.*, (1987, p. 79).

Há várias técnicas de aliviar as tensões, porém essas técnicas não são totalmente satisfatórias, pois cada situação requer uma técnica diferente, então deve-se incentivar as novas técnicas para que possamos maximizar a produção.

De acordo com Lima *et al.* (2002, p. 4) as rachaduras de topo de toras podem ser consideradas uma propriedade muito importante e muito útil na seleção de árvores de eucaliptos para uso em serraria, mas não responde pela totalidade das rachaduras encontradas na madeira serrada.

Já existem técnicas que demonstram que é possível reduzir as tensões de crescimento no momento do abatimento da árvore e obtenção de toras.

Montagna (1991, p. 8), pesquisou métodos de desdobro em *Eucalyptus grandis* visando diminuir o efeito das tensões de crescimentos que constatou que no desdobro com o sistema de corte à 1/3 do raio da tora apresenta índices de rachaduras nas tábuas menores que quando desdobradas pelo sistema de cortes paralelos, reduzindo, naturalmente, os danos causados pelas rachaduras.

Já Borges et al (2004 p. 10) divulgou o efeito do tratamento térmico sobre as implicações das tensões de crescimentos, o qual mostrou ser eficiente ficando evidente a menor deformação radial das amostras tratadas em relação à testemunha.

Severo et al. (2000, p. 3) por sua vez fez vaporização em toras de *Eucalyptus dunnii* por um período de 20 horas apresentando redução significativa das tensões de crescimento.

Mas o tratamento térmico da madeira pode ser utilizado em diversos fins, como: oferecer maior estabilidade dimensional, relaxar as tensões, aumentar a resistência à degradação fungica. Porém, o tratamento térmico tem seus problemas como: escurecimento, reduz a resistência mecânica, aumenta a rigidez. Isso faz com que a solução para os efeitos negativos seja a aplicação em baixa temperatura em conjunto de longos tempos de tratamento.

Em 2003 na Rigesa Celulose, Papel e Embalagens Ltda, pesquisou-se *Eucalyptus dunnii* de 13 anos de idade e se utilizou de cinco técnicas buscando a redução dos efeitos das tensões de crescimento. Contatou-se que o anelamento do tronco da árvore e posteriormente de suas respectivas toras foi o que apresentou melhores resultados reduzindo as rachaduras das tábuas obtidas (MATOS et al., 2003, p. 5).

No IPEF no ano de 2000 foi analisado um povoamento de *Eucalyptus grandis* de 18 anos de idade, com manejo do sistema CCT, no Estado de São Paulo, com diferentes séries de desbaste. Conclui-se que os sistemas de manejos não influenciaram nas rachaduras de peças úmidas, no entanto, influenciaram nos índices de rachaduras das extremidades de toras e o encurvamento das peças serradas úmidas. (LIMA et al., 2000, p. 14).

Ainda Matos et al. (2003, p. 2), se utilizou de herbicidas do composto Imazapyr para verificar se ocorreria redução das tensões de crescimento do *Eucalyptus dunnii* na árvore e a técnica de anelamento e morte da árvore em pé. Foram os mais eficientes na redução das tensões de crescimento, sendo o método do herbicida o mais indicado devido a sua praticidade e por apresentar menor perda em volume de madeira.

Yamamoto (2005, p. 99), diferentemente dos demais trabalhou com equipamento Strain Gauge para medir as tensões de crescimento de toras de *Eucalyptus dunnii* com 10 anos de idade. Árvores tratadas e não tratadas com herbicida Imazapyr obteve com redução das tensões de crescimento para toras com tratamento de herbicida em relação com as toras não tratadas.

Os resultados obtidos na empresa Champion papel e celulose LTDA., localizado no Horta Florestal de Mogi Guaçu, apresentaram dados referentes ao uso de conectores metálicos do tipo Gang Nail. Os conectores metálicos anti-rachaduras do tipo Gang Nail restringem as ações das tensões internas de crescimento, porém não são suficientes para conter as tensões de secagem (AGUIAR, 1986, p. 8).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo, utilizaram-se 63 árvores, com 05 anos de idade e diâmetro da altura do peito (DAP) variando de 10 a 24 cm, provenientes de um talhão de *Eucalyptus grandis* pertencente ao grupo GM Madeiras. Esta área de estudo está localizada no município de Reserva do Iguaçu, no sudoeste do Paraná, coordenadas geográficas 25°57'1,09" S e 51°53'28,43" W, altitude média de 900m, clima Cfb - Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (IAPAR 2012, p. 1).

O experimento foi realizado utilizando-se técnicas de relaxamento (anelamento e químico) e testemunha, com vinte e uma árvores, para cada tratamento. Os métodos de relaxamento das tensões de crescimento utilizado estão descritos abaixo:

Método com anelamento – Anelamento utilizando uma motosserra. Foi realizado na base da árvore com 10 centímetros de altura do solo, com um corte transversal com 1/3 de profundidade do raio da árvore por 10 cm de altura, após 45 dias foi feito o abate.



**Figura 4 - Técnica com anelamento para o relaxamento das tensões.**  
Fonte: O autor (2013).

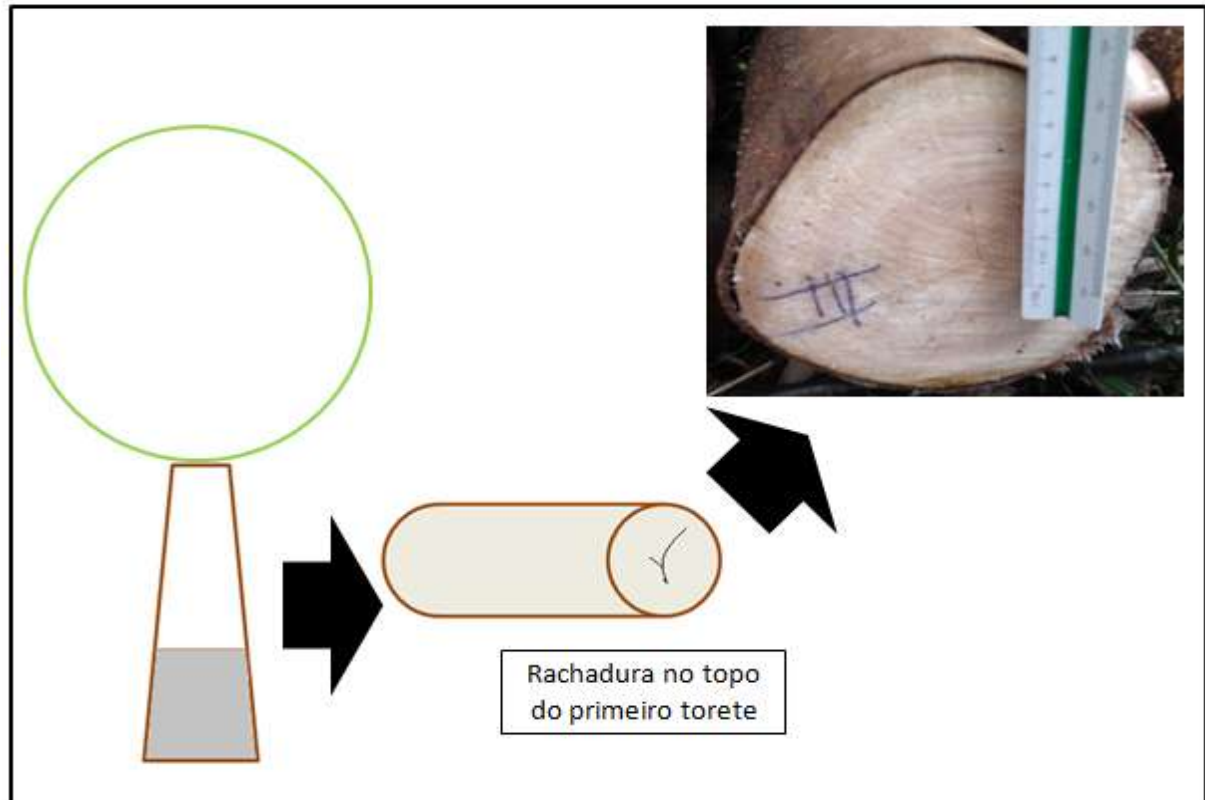
Método químico – Anelamento químico: utilizou-se um facão para descascar as árvores em torno da base a 50 cm acima do chão. Em seguida, aplicou-se o herbicida sistêmico tendo na sua formulação Triclopir-butotílico, pertencente ao grupo químico ácido piridiniloxialconóico e Picloram ao grupo químico ácido piridinocarboxílico. O herbicida foi utilizado na concentração de 10%, como o recomendado pelo fabricante. Após a aplicação do mesmo aguardou-se 45 dias para o abate e seccionamento da árvore.



**Figura 5 - Técnica química para o relaxamento das tensões.**  
**Fonte: O autor (2013).**

Testemunha – sem técnica de relaxamento de tensão de crescimento, a árvore mantida viva até o momento do abate.

A Figura 6 esquematiza o procedimento utilizado para a mensuração das rachaduras de topos de toras recém abatidas.



**Figura 6 - Determinação de rachaduras no topo da tora.**  
**Fonte: O autor (2013).**

Após o abate foi retirado uma tora da base da árvore com 2.5 metros de comprimento, onde foi realizado a medição com escalímetro (precisão de 1:100 cm) a rachadura de maior comprimento no topo da face superior da tora, e em seguida foi aplicado três métodos de proteção de topo, descritos a seguir:

Conector metálico – Toras protegidos no topo com conectores metálicos (anti-racho).

Silicone – toras impermeabilizadas no topo com silicone industrial.

Testemunha – Toras sem proteção de topo.

Essas toras foram avaliados a partir do abate, as 24, 48 e 72 horas após o abate.

Sendo assim, foram gerados nove tratamentos, com sete repetição cada, implicando desta forma em 63 árvores, conforme Figura 7, as quais foram abatidas com a utilização de uma motosserra.

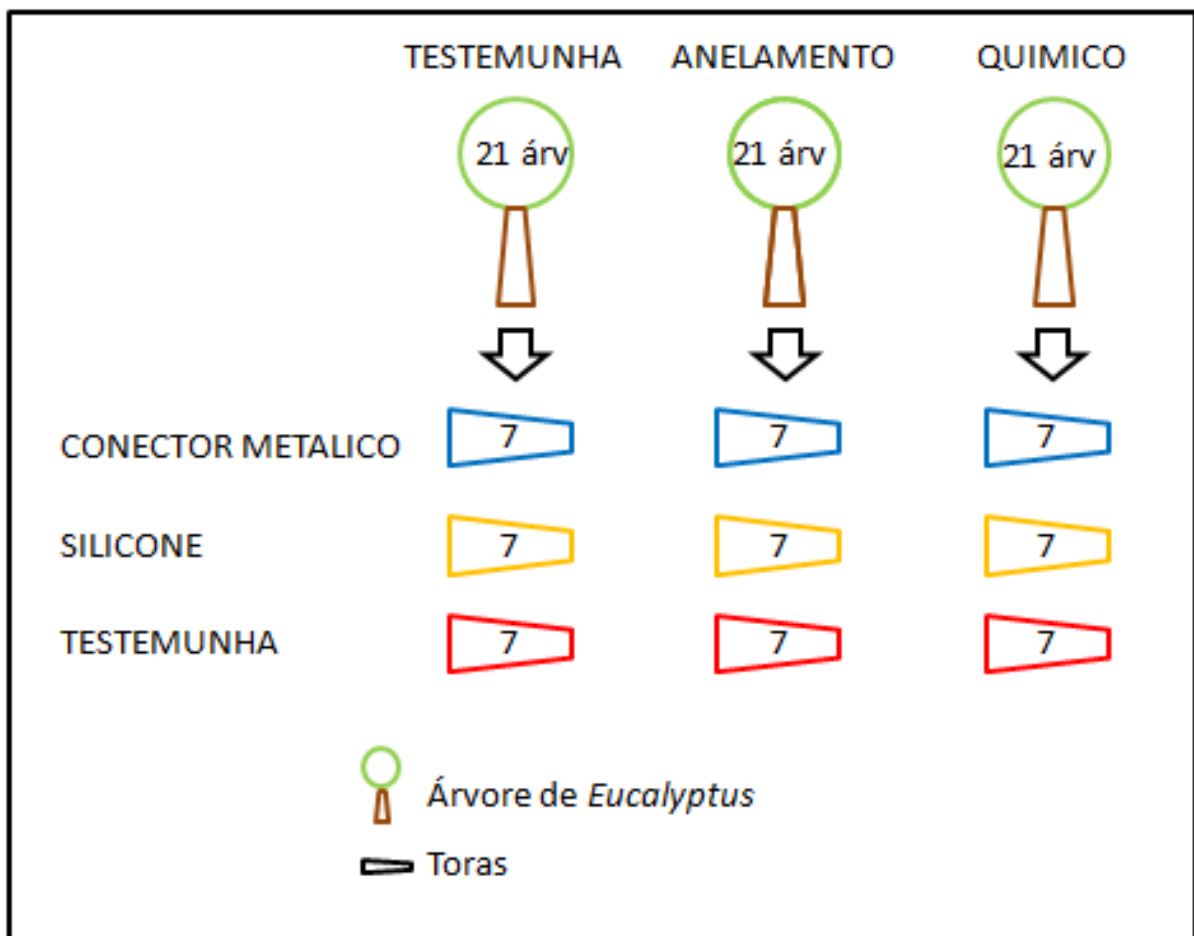


Figura 7 - Interações do experimento.  
Fonte: O autor, (2013)

### 3.1 ESTATÍSTICA DO EXPERIMENTO

Foi gerado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com as medições das 63 árvores, a partir dos resultados obtidos da primeira avaliação, no momento do abate. Essa comparação foi realizada com o intuito de verificar se as técnicas de relaxamento de tensões foram eficientes na redução de rachaduras.

Em seguida um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com as medições das 21 árvores, a partir dos resultados obtidos das varias avaliação da técnica testemunha no período das 72 horas após o abate. Essa comparação foi realizada com o intuito de verificar se os métodos de proteção de topo de toras foram eficientes na estabilização das rachaduras.

Já o teste bi-fatorial foi utilizado para a análise dos dados das rachaduras, ocorridas no período de 72 horas, este teste foi aplicado para verificar a interação existente entre as técnicas de relaxamento das tensões de crescimento e os métodos de proteção de topo de tora.

Essas estatísticas foram geradas com o programa ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados médios de rachaduras em topos de toras das árvores que recebem as técnicas de relaxamento das tensões de crescimento em árvores em pé.

**Tabela 1 - Média dos comprimentos de rachaduras (cm) em função das técnicas de relaxamento das tensões de crescimento e a testemunha, no momento do abate.**

Técnica	Comprimento de rachaduras(cm)
Testemunha	1.50 a
Químico	1.10 b
Anelamento	0,99 b
Dms	0,3162
CV(%)	35.63

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade sendo utilizado o programa ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011) para a realização dos cálculos estatísticos.

O delineamento inteiramente casualizado (DIC), observou que as técnicas de relaxamento das tensões são eficientes na redução das rachaduras por tensões de crescimento na hora do abate, conforme na Tabela 1. Desta forma comprovando a hipótese que as técnicas de relaxamento em árvore em pé reduzem as rachaduras por tensão de crescimento.

Quando expressamos os resultados obtidos na Tabela 1 graficamente, comprova-se a redução das rachaduras de topo de toras obtidas através das técnicas de relaxamento das tensões de crescimento em árvore em pé, conforme o Gráfico 1, deixando evidente que as técnicas de relaxamento das tensões de crescimento em árvore em pé reduzem as rachaduras nos topos de toras.

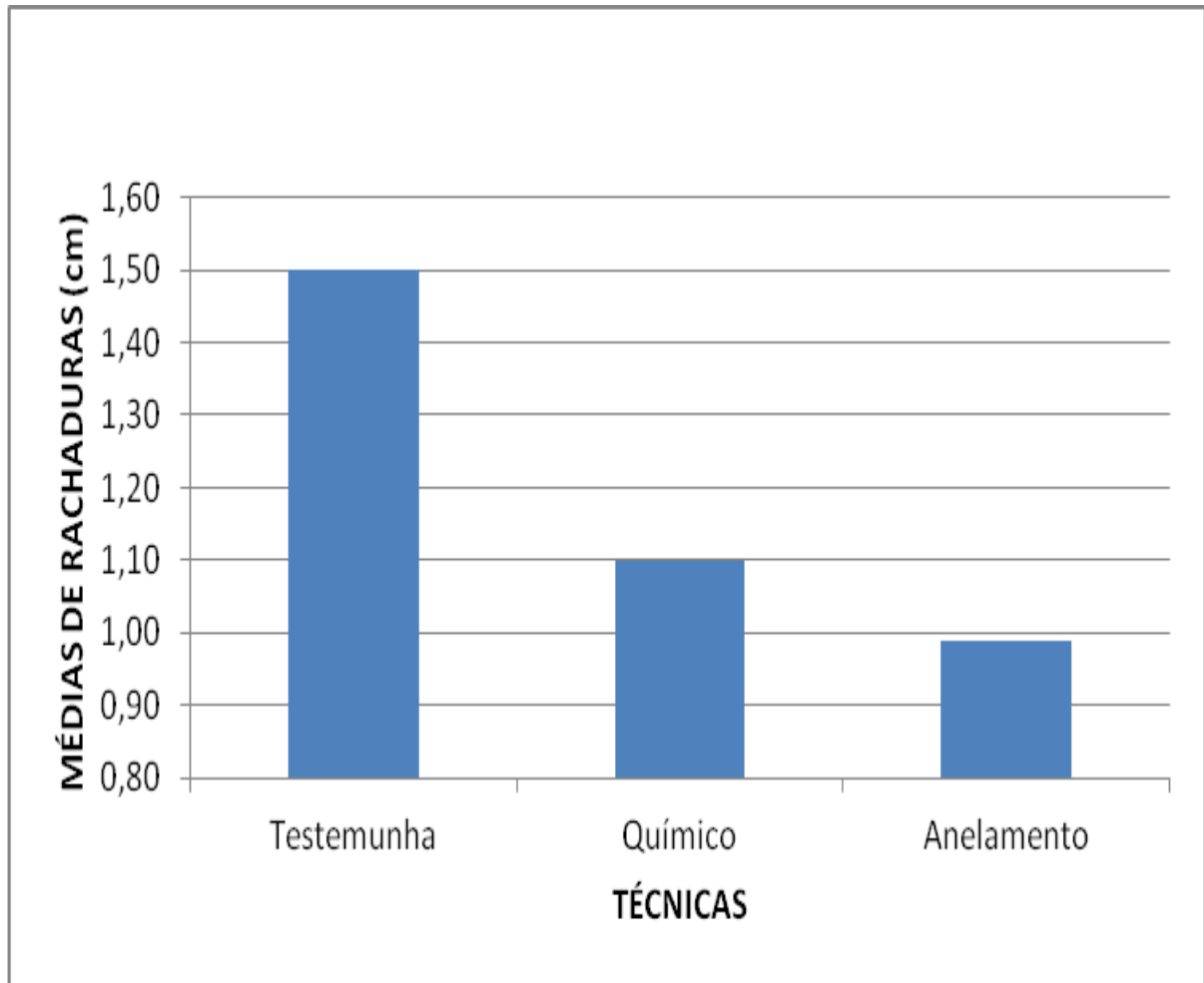


Gráfico 1 - Técnicas de redução de rachaduras em grau de rachadura pelo DIC.  
Fonte: O autor (2013).

Comprovando os resultados de Van Wyk (1978, p. 7), Aguiar e Jankowsky (1986, p. 12), Giordano; Curro e Ghisi (1969, p 1) e Malan (1979, p. 4), que identificaram que o anelamento é uma das formas de controle das rachaduras no topo das toras, acreditando que as rachaduras tem origem na tensão de crescimento, e Matos et al. (2003) e Yamamoto (2005), utilizaram herbicida para promover o relaxamento das tensões de crescimento das árvores, indicando que o método é eficiente na redução de rachaduras, desta forma confirmando os resultados obtidos neste trabalho, que confirmou que as técnicas de relaxamento das tensões de crescimento são eficientes na redução de rachaduras de topo de tora.

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados médios de rachaduras em topos de toras das árvores que recebem os métodos de proteção de topo de tora.

**Tabela 2 - Média dos comprimentos de rachaduras (cm) em função dos métodos de proteção de topo de toras de *Eucalyptus grandis*.**

Método de proteção de topo de tora	Comprimento de rachaduras(cm)
Conector metálico	4.00 a
Silicone	3.96 a
Testemunha	5.50 b
Dms	0,08352
CV(%)	0.74

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade sendo utilizado o programa ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011) para a realização dos cálculos estatísticos.

O delineamento inteiramente casualizado (DIC), analisou que os métodos de proteção de topo de toras são eficientes na estabilização das rachaduras por tensões de crescimento nas primeiras 72 horas após o abate, conforme na Tabela 2. Desta forma comprovando a hipótese que os métodos de proteção de topo de toras restringem as ações das rachaduras por tensão de crescimento

Percebe-se que o conector metálico restringem as ações das rachaduras por tensão de crescimento na forma mecânica isso faz com que elas estabilizem no momento da sua aplicação na madeira, porém, a possibilidade de que após sua colocação ocorra um rearranjo nas tensões internas no topo das toras.

Geraldo e Sodré (1983, p. 1), indicam no uso dos dispositivos anti-rachaduras tipo Gang-Nail para a contenção das rachaduras de topo em postes de *Eucalyptus saligna* e seus híbridos. Aguiar e Jankowsky (1986, p. 12) admite que os conectores metálicos anti-rachaduras do tipo Gang Nail restringem as ações das tensões internas de crescimento.

Já o silicone acredita-se que com a sua utilização reduza a taxa de secagem da madeira assim influenciando na diminuição de rachaduras.

No Gráfico 2 estão dispostos os resultados médios dos comprimentos das rachaduras em topos de toras das árvores.

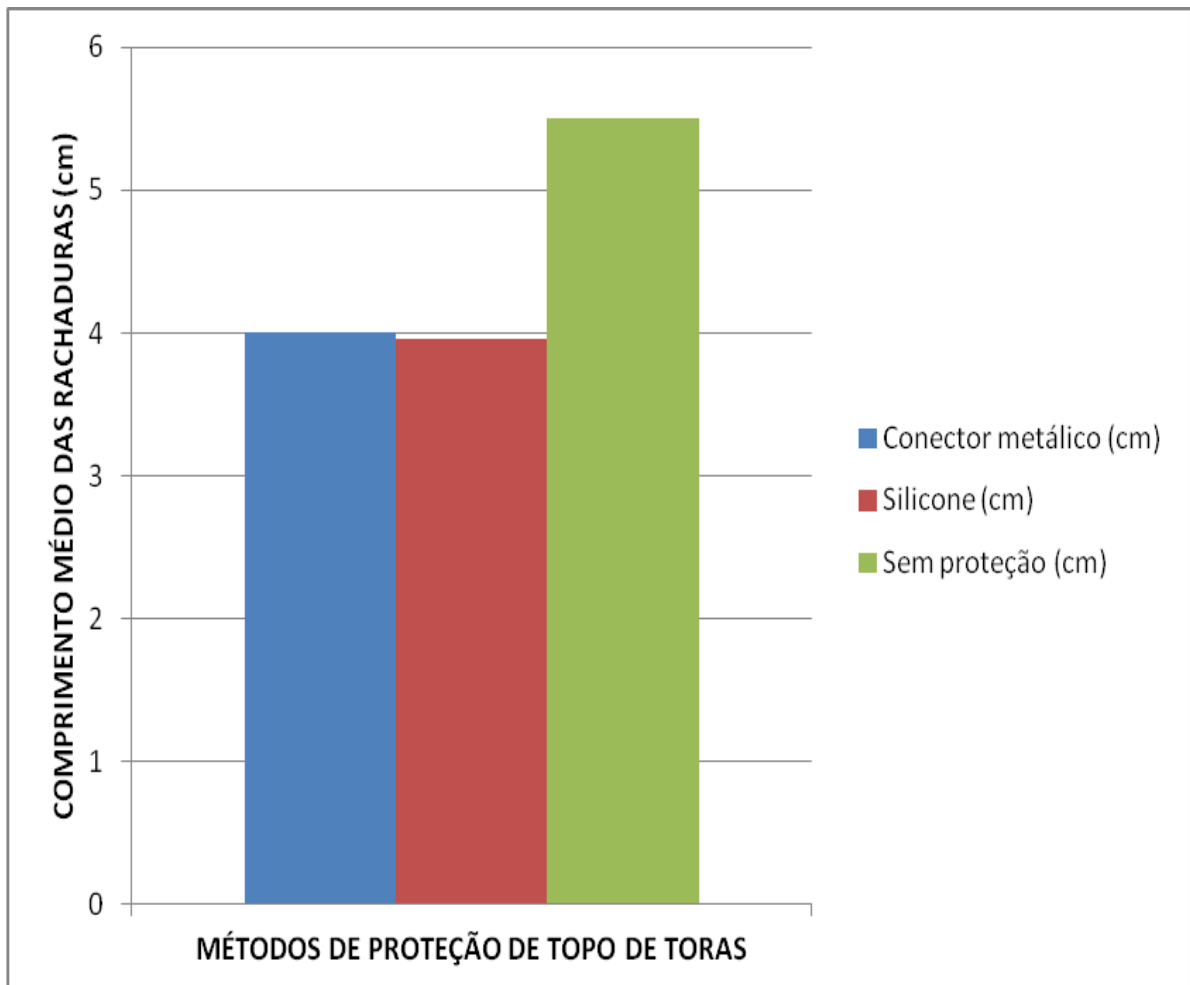


Gráfico 2 - media dos comprimentos dos métodos de proteção de topos de toras.  
Fonte: O autor (2013).

Comprovando os resultados de Geraldo e Sodré (1983, p. 1), e Aguiar e Jankowsky (1986, p. 12), que concluíram que os conectores metálicos restringem as ações das tensões de crescimento.

Nota-se que com o Gráfico 2 que a média dos comprimentos das rachaduras dos conectores metálicos foi superior que a do silicone porém estatisticamente não

se diferenciaram entre si, apresentando que ambas restringem as ações das rachaduras por tensão de crescimento.

Na forma gráfica percebemos a evidente redução nas rachaduras pelos métodos de proteção de topo de toras.

Na Tabela 3 apresenta os resultados médios das rachaduras ocorridas nos topos de toras com o uso das metodologias de proteções no momento 0, 24, 48 e 72 horas após o abate.

**Tabela 3 - Médias das rachaduras do topo de toras de *Eucalyptus grandis*, das interações das técnicas de relaxamento das tensões mais o abate normal e os métodos de proteção do topo.**

TRATAMENTO	TÉCNICAS DE RELAXAMENTO DAS TENSÕES											
	Testemunha				Anelamento				Químico			
	0 h	24 h	48 h	72 h	0 h	24 h	48 h	72 h	0 h	24 h	48 h	72 h
Conector metálico (cm)	1,5	4,0	4,0	4,0	0,4	2,5	2,5	2,5	0,9	3,8	3,8	3,8
Silicone (cm)	1,2	3,9	4,0	4,0	1,0	4,6	4,6	4,6	0,7	2,7	2,7	2,7
Sem proteção (cm)	3,3	5,5	5,5	5,5	0,4	3,7	3,7	3,7	0,9	4,3	4,4	4,4

0 h, 24 h, 48 h, 72 h são os momentos das determinações das rachaduras após o abate da árvore.

Observa-se que as rachaduras causadas pelas tensões de crescimento foram expressivas nas primeiras horas, isso demonstra que quanto mais rápido elas forem para o seu processamento, pode minimizar as rachaduras de topos de tabuas.

O método que apresentou as menores médias de rachaduras foi o de anelamento com conector metálico (2.47 cm). Comparado esse resultado com Aguiar e Jankowsky (1986) verifica-se que os mesmos foram semelhantes, isto é, o anelamento diminuiu as rachaduras de topo e os conectores metálicos restringiram as ações das rachaduras de tensão de crescimento, assim percebeu-se que as técnicas de relaxamento das tensões contêm as rachaduras.

Quando analisado o tratamento testemunha (abate normal sem proteção no topo da tora) no momento das 72 horas após o abate, observa-se que o mesmo

apresentou valores mais elevados que os demais, indicado que as técnicas de relaxamento das tensões reduzem as rachaduras por tensão de crescimento.

Observando que os métodos de proteção de topo toras expressaram valores menores que a testemunha após as 72 horas do abate.

Nota-se que os resultados obtidos pela interação entre o anelamento mais silicone foram maiores que os observado da testemunha, podendo ser explicado devido às toras possuir diâmetros inferiores que ao da testemunha, e com isso tendo uma maior quantidade de lenho juvenil sendo mais propenso a ações das rachaduras por tensão de crescimento.

Na Tabela 4 apresenta as rachaduras de topo de toras estabilizadas em porcentagens nos momentos das 0, 24, 48, 72 horas após o abate.

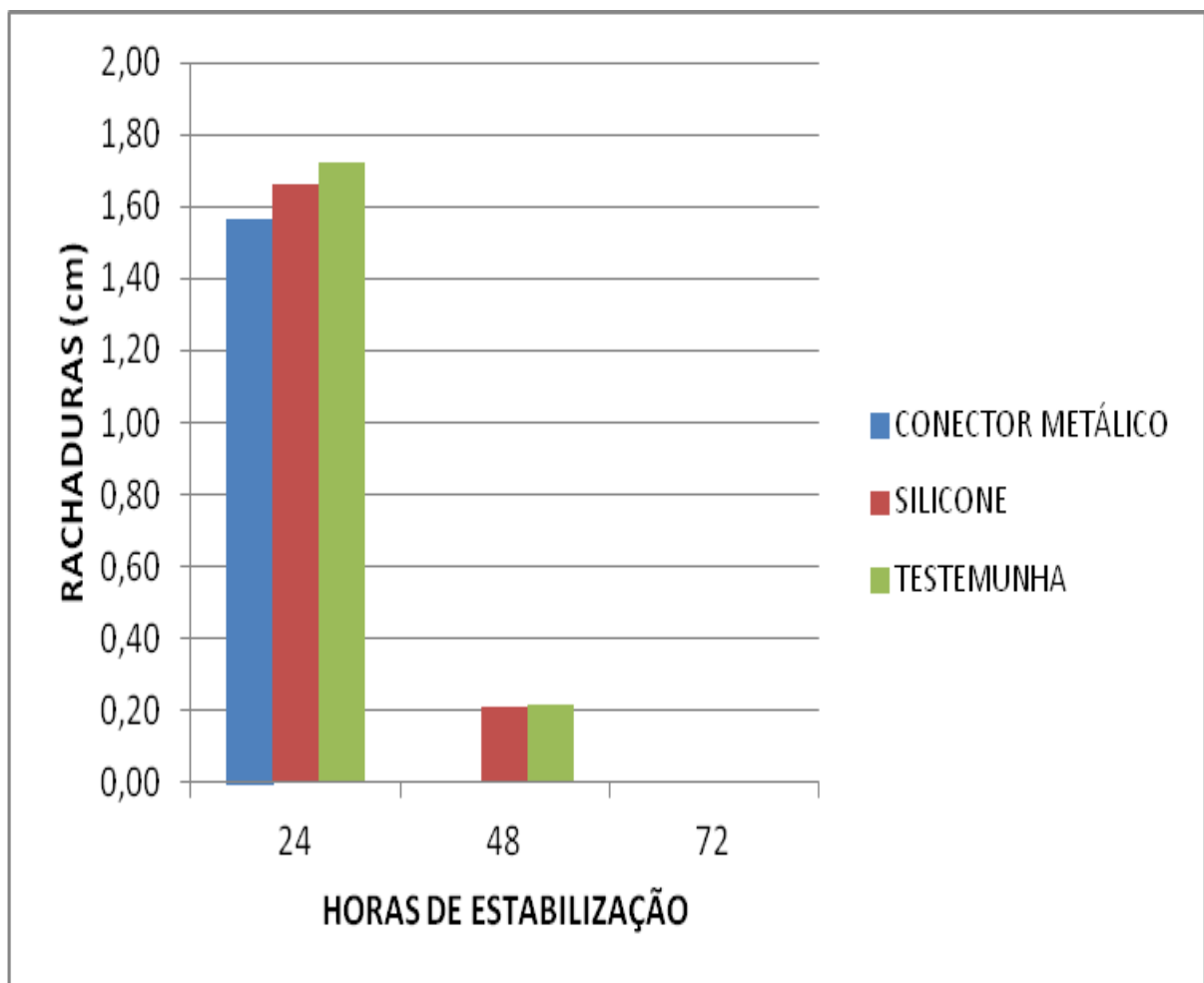
**Tabela 4 - Porcentagem de estabilização das rachaduras de topo de tora em horas pré-determinadas.**

TRATAMENTO	TÉCNICAS DE RELAXAMENTO DAS TENSÕES											
	Testemunha				Anelamento				Químico			
	0 h	24 h	48 h	72 h	0 h	24 h	48 h	72 h	0 h	24 h	48 h	72 h
Conector metálico	38%	100%	100%	100%	18%	100%	100%	100%	23%	100%	100%	100%
Silicone	30%	97%	100%	100%	22%	100%	100%	100%	26%	100%	100%	100%
Sem proteção	59%	100%	100%	100%	12%	99%	100%	100%	21%	98%	100%	100%

Nota-se que a maioria dos tratamentos estabilizaram nas primeiras 24 horas após o abate, porém, os tratamentos sem a morte da árvore em pé (testemunha) com silicone no topo das toras, anelamento sem proteção de topo de toras e anelamento químico sem proteção de topo de toras estabilizaram as rachaduras dos topos às 48 horas, isto mostra, que as tensões internas de crescimento atuam nas primeiras horas após o abate.

As toras foram armazenadas no interior da floresta para evitar que os topos de toras estivessem em contato direto com os raios solares, para impedir que influenciem nas rachaduras por aquecimento e secagem das toras.

O Gráfico 3 demonstra a percentagem da contenção de rachaduras de topo de toras em relação com o uso de métodos de proteção nos momentos após o abate.



**Gráfico 3 - Estabilização em horas das rachaduras de topos de toras de *Eucalyptus grandis* com a utilização de proteções de topo de toras.**

Fonte: O autor, 2013.

No Gráfico 3 pode ser observado que o uso do conector metálico restringem as rachaduras no momento em que foi aplicado. Estabilizando as

rachaduras isso comprova que a técnica com anelamento associada ao uso de conectores metálicos apresentou as menores medias de rachaduras.

A utilização de silicone como forma de proteção de topo de tora, e a testemunha (sem proteção de topo de tora) só estabilizaram as rachaduras em 48 horas após o abate, como mostra no Gráfico 3.

Para verificar a interação das técnicas de relaxamento das tensões de crescimento e os métodos de proteção de topo das toras foi realizado uma análise estatística pelo o método bi-fatorial com 5% de significância, as 72 horas após o abate, conforme a Tabela 5.

**Tabela 5 - Médias das rachaduras de topo de tora de *Eucalyptus grandis* em função das Técnicas de relaxamento das tensões de crescimento e os métodos de proteção de topo de toras após as 72 horas.**

TÉCNICA	MÉDIA DE RACHADURA POR TRATAMENTO (cm)		
	Conector metálico	Silicone	Sem tratamento
Testemunha	3,96 <sup>ns</sup>	4,04	5,50
Anelamento	2,47	4,60	3,70
Químico	3,76	2,70	4,44
CV (%)	53,11		

<sup>ns</sup>: não significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 5 apresenta os resultados estatísticos bi-fatoreal das técnicas de relaxamento das tensões de crescimento em árvore em pé e os métodos de proteção de topo, indicando que não ocorre efeito na redução das rachaduras dos topos de toras após as 72 horas.

Expressando resultados diferentes dos demais pesquisados como Van Wyk (1978, p. 7) Aguiar e Jankowsky (1986, p. 12) Giordano; Curro e Ghisi (1969, p 1) e Malan (1979, p. 4), que relataram que a técnica de anelamento associada a

utilização de conectores metálicos controlam as rachaduras de tensão de crescimento, e Matos et al. (2003 p. 7), Yamamoto (2005 p. 55), recomendam a utilização da técnica químicas para a redução de rachaduras de tensão de crescimento, sendo que os autores trabalharam com espécies, diâmetro e idades diferentes o que pode ter ocasionado resultados desiguais com o estudo em questão.

Conforme a Tabela 5, As interação não ocorreu devido as coeficiente de variação ter apresentado valores elevados (53.11%), isto deve-se ao resultado equivalentes a interação da técnica de anelamento mais silicone que apresentou resultados discrepantes (4,60 cm) sendo maiores que a da testemunha (4,04 cm) acredita-se que isto faz com que não ocorra a devida interação entre os métodos.

O resultado obtido pela interação da técnica de anelamento e silicone (4,60 cm), foi elevado este pode ser explicado devido às toras apresentarem menores diâmetros que as demais, implicando em uma maior camada de lenho juvenil que esta é, mas propensa às ações por tensões de crescimento, desta forma implicando em rachaduras maiores.

Nota-se, que mesmo que as médias não foram significativas percebe-se uma tendência na redução nas rachaduras no topo de toras das interações entre as técnicas de relaxamento das tensões e as proteções de topo, pois quando observado a testemunha geral (5,50 cm) percebe-se que os resultados das demais interações foram menores.

## 5 CONCLUSÃO

As técnicas de relaxamento das tensões de crescimento das árvores em pé reduzem as rachaduras de topo de tora.

A melhor técnica de relaxamento das tensões de crescimento, para redução das rachaduras de topo de toras foi o anelamento com motosserra.

Os métodos de proteção de topo de toras restringem as ações das rachaduras causadas por tensão de crescimento.

O conector metálico anti-rachaduras restringem as rachaduras de topo de toras causadas por ações das tensões de crescimento.

As rachaduras de tensão de crescimento tiveram sua total estabilização até às 48 horas.

## **6 SUGESTÃO**

Recomenda-se novos estudos comparando os diâmetros de árvores com as tensões de crescimento e seus efeitos.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Osmar José Romeiro; JANKOWSKY, Ivaldo. Pontes. **Prevenção e controle de rachaduras de topo em tora de *Eucalyptus grandis***. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, n.33, p.39-46, 1986.

BELTRAME, RAFAEL. **Determinação das deformações residuais longitudinais decorrentes das tensões de crescimento em *Eucalyptus* spp.** 2010. 81p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal/ Tecnologia de Produtos Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

BORGES, Livia Marques; QUIRINO, Waldir Ferreira. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tratado termicamente. **Revista Biomassa & Energia**, v. 1, n. 2, p. 173-182, Abr-Jun de 2004.

BRACELPA. Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Relatório Florestal (RA 02)**. Relatório 2011 base 2010, São Paulo, SP. Disposto em endereço eletrônico [www.bracelpa.org.br](http://www.bracelpa.org.br), visitado em 15/03/2012.

CARDOSO JUNIOR, Antonio Américo; TRUGILHO, Paulo Fernando; LIMA, José Tarcísio; ROSADO, Sebastião Carlos da Silva; MENDES, Lourival Marin. Deformação residual longitudinal em diferentes espaçamentos e idade em clones de híbridos de *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 218-224, jul./set. 2005.

CHAFE, S. C. Variation in longitudinal growth stress basic density and modulus of elasticity with height in the Tree. **Australian Forest Research**, Camberra, v. 11, p. 79-82, 1981.

FANTINATTI, Jussara Bertho. **Equações de Viabilidade para Sementes de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Pinus taeda* L.** 2004. 94p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Tecnologia Pós-Colheita) - Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP), Campinas, 2004.

GERALDO, F.C. e SODRÉ, J.A.C. - **A comparative study of some anti-splitting devices, using *Eucalyptus saligna* and hybrids of *Eucalyptus saligna* x *Eucalyptus SW* poles.** Melbourne, International. Research Group on Wood Preservation, 1983.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Paraná**, Londrina, PR, 2012. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 12 de novembro de 2012.

IPEF. INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Certificado de origem e qualidade**, Piracicaba, SP, 2003, 2p. Disponível em: <<http://www.ipef.br>>. Acesso em: 16/03/2012.

IPEF. INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Chave de Identificação de Espécies Florestais (CIEF)**, Piracicaba, SP. 2013, p. 1 acessado em endereço eletrônico em 10 de janeiro de 2013 na web <http://www.ipef.br/identificacao/cief/especies/grandis.asp>

JACOBS, Maxwell Ralph. The fibre tension of wood stens, with special reference to the gens *Eucalyptus*. **Bulletin Cammonwea thy Forestry Bureau**, Camberra, v. 22, p. 7-37. 1938.

HILLIS, William E., BROWN, Alan Gordon John. **Eucalyptus for wood production**. Melbourne: CSIRO, 1978. 434p.

KUBLER, Hans. **Growth stresses in trees and related wood properties**. Forestry Abstracts 48( 3):131-189. 1987.

LIMA, Israel Luiz de; GARCIA, José Nivaldo; NOGUEIRA, Maria Cristina Stolf. Influência do desbaste nas tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 58, p. 111-125, dez., 2000.

LIMA, Israel Luiz de; GARCIA, José Nivaldo; PIEDADE, Sônia Maria de Stefano. Rachaduras de extremidades de tora e suas implicações nas rachaduras da madeira serrada. **Scientia Forestalis**, n.61, p.13-24, jun.2002.

LIMA, Israel Luiz de. Técnicas de Corte e Derrubada de Eucalipto Para Aliviar Rachaduras De Topo de Toras. **Revista Científica eletrônica de Engenharia Florestal**. Ano I, n. 2, agosto de 2003.

LIMA, José Tarcísio; TRUGILHO, Paulo Fernando; ROSADO, Sebastião Carlos da Silva; CRUZ, Clair Rogério. Deformações residuais longitudinais decorrentes de

ensões de crescimento em eucalipto e suas associações com outras propriedades. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 107-116, 2004.

LISBÔA, Cleubér Delano José. **Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* hill. Ex maiden**. 1993. 275 p.. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

LORENZI, Harri. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras ornamentais e aromáticas**, Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, , 2003.272 p.

MAEGLIN, Robert R. **Juvenile wood, tension wood, and growth Stress effects on processing hardwoods**. In Applying the latest research to hardwood problems: Proceedings of the 15th annual hardwood symposium of the Hardwood Research Council; 1987 May 10-12; Memphis, TN. Memphis, TN: Hardwood Research Council; 1987: 100-108.

MALAN, Francois Stephanus. **Studies on the phenotypic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South African, grown *Eucalyptus grandis* (Hill ex maiden)**. Dissertation (Doctor of philosophy Wood Science) Stellenbosch. University Stellenbosch, 1984.

MALAN, Francois Stephanus. Relationships between growth stress and some tree characteristics in South African grown *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, Pretoria, v. 144, p. 43 – 46, 1988.

MALAN, Francois Stephanus. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/ IPT, 1995. P 1-19.

MATOS, Jorge Luis Monteiro; IWAKIRI, Setsuo; ROCHA, Márcio Pereira da ; PAIM, Ricardo Mayvorme; ANDRADE, Luiz Otávio de. Redução do efeito das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus dunnii*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n 64, p. 128-135, dez., 2003

MONTAGNA, Ricardo Gaeta; PONCE, Reinaldo Herrero; FERNANDES, Plínio de Souza; RIBAS, Clovis. Desdobro de *eucalyptus grandis* Hill ex-maiden visando diminuir o efeito das tensões de crescimento. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v. 3, n. 2, p. 181-190, 1991.

MORI, Edson Seizo; LELLO, Luiz Roberto Belluco; KAGEYAMA, Paulo Yoshio. **Efeito da interação genótipo x ambiente em famílias de *Eucalyptus saligna* Smith.** IPEF, Piracicaba, n. 33, p. 19 – 25, 1986.

NOVAIS, Roberto Ferreira; BARROS, Nairam Félix; COSTA, Liovando Marciano da. Aspectos nutricionais e ambientais do eucalipto. **Revista Silvicultura**, n.68, p.10-17, 1996.

OPIE, J. E.; CURTIN, R. A.; INCOLL, W.D. **Stand management in Eucaliptos for wood production.** Melbourne: CSIRO. 434 p. 1984.

SANTOS, Paulo Eduardo Telles dos. **Defeitos da madeira de eucalipto decorrentes de tensões de crescimento.** Colombo: Embrapa Florestas, 2006. Folder técnico.

SCHACHT, Lothar; GARCIA, José Nivaldo; VENCOVSKY Roland. **Variação genética de indicadores de tensão de crescimento em clones de *Eucalyptus urophylla*.** **Scientia Forestalis**, Piracicaba: IPEF - ESALQ/USP UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, n. 54, 15 p, Dez., 1998.

SEVERO, Elias Taylor Durgante; TOMASELLI, Ivan. Vaporização no alívio das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus dunnii* de duas procedência. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.1, n. 1-2, p 29-32, 2000.

SHIELD, Evan. D. Plantation grown eucalyptus: utilization for lumber and rotary veneers – primary conversion. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo : IPEF / IPT / IUFRO / LCF – ESALQ –USP, 1995.p. 133-139.

SOUZA, Marcos Aurélio Mathias de. **Deformação residual longitudinal (DRL) causada pelas tensões de crescimento em clones de híbridos de *Eucalyptus*.** 2002. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SOUZA, Marcos Aurélio Mathias de. **Metodologias não destrutivas para avaliação das tensões de crescimento em *Eucalyptus dunnii* Maiden.** 2006. 80 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TRUGILHO, Paulo Fernando. **Tensão de crescimento em árvores vivas de clones de *Eucalyptus spp.* E de *Eucalyptus dunnii* Maiden e propriedades de sua madeira.** 2005. 115 p. Tese (Pós-Doutor em Ciências Florestais/Setor de Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VAN WYK, J. L. Hardwood sawmilling can have a bright future in South Africa. **South African Forestry Journal**, Pretoria, v.109, p. 47 – 53, dez., 1978.

VITAL, Benedito Rocha. **Planejamento e Operações de Serrarias.** 1ª Edição. Viçosa. 211p . Editora UFV. 2008.

YAMAMOTO, Hiroyuki. **Biomechanics of wood-toward utilization of forest biomass in the 21st century.** 2005. 164 p. Tese (Pós-Doutor em Ciências Florestais/Setor de Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

**APÊNDICE A - DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO (DIC)**

=====

ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011) - Homepage <http://www.assistat.com>

Por Francisco de A. S. e Silva DEAG-CTRN-UFCG - Atualiz.30/07/2012

=====

Arquivo temporário Data 14/03/2013 Hora 15:14:27

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	2.97966	1.48983	8.2024 **
Resíduo	60	10.89798	0.18163	
Total		62	13.87764	

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
2	60	4.9774	8.2024	<0.001

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	1.49694 a
2	0.99046 b
3	1.10072 b

dms = 0.31620

MG = 1.19604    CV% = 35.63    Ponto médio = 1.56805

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### DADOS

Os dados não foram apresentados porque a tabela excede a largura desta tela ou porque a quantidade deles é grande

## SIGLAS E ABREVIATÖES

UFCG = Universidade Federal de Campina Grande  
CTRN = Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
DEAG = Departamento de Engenharia Agrícola  
FV = Fonte de variação GL = Graus de liberdade  
SQ = Soma de quadrado QM = Quadrado médio  
F = Estatística do teste F MG = Média geral  
CV% = Coeficiente de variação em %  
dms = Diferença mínima significativa

## REFERÊNCIAS DO ASSISTAT

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

**APÊNDICE B - DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO (DIC)**

ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011) - Homepage <http://www.assistat.com>

Por Francisco de A. S. e Silva DEAG-CTRN-UFCG - Atualiz.30/07/2012

Arquivo temporário Data 14/03/2013 Hora 15:14:27

EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	4.60222	2.30111	2071.000 **
Resíduo	6	0.00667	0.00111	
Total	8	4.60889		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
2	8	10.9248	2071	<0.001

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de tratamento

1	4.0000	b
2	3.9667	b
3	5.5000	a

dms = 0.98315

MG = 4.48889 CV% = 0.74 Ponto médio = 4.7000

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

## DADOS

-----  
Os dados não foram apresentados porque a tabela excede a largura desta tela ou porque a quantidade deles é grande  
-----

## SIGLAS E ABREVIACÕES

UFCG = Universidade Federal de Campina Grande  
CTRN = Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
DEAG = Departamento de Engenharia Agrícola  
FV = Fonte de variação GL = Graus de liberdade  
SQ = Soma de quadrado QM = Quadrado médio  
F = Estatística do teste F MG = Média geral  
CV% = Coeficiente de variação em %  
dms = Diferença mínima significativa

## REFERÊNCIAS DO ASSISTAT

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

## **APÊNDICE C - BI-FATOREAL**

ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011) - Homepage <http://www.assistat.com>

Por Francisco de A. S. e Silva DEAG-CTRN-UFCG - Atualiz.30/07/2012

Arquivo temporário Data 14/03/2013 Hora 08:47:00

### EXPERIMENTO FATORIAL

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1(F1)	2	11.06127	5.53063	1.2837 ns
Fator2(F2)	2	14.45175	7.22587	1.6772 ns
Int. F1xF2	4	22.85016	5.71254	1.3260 ns
Tratamentos	8	48.36317	6.04540	1.4032 ns
Resíduo	54	232.64286	4.30820	
Total		62	281.00603	

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
2	54	3.1685	1.2837	0.2853
2	54	3.1685	1.6772	0.1965
4	54	2.5432	1.326	0.2721
8	54	2.1155	1.4032	0.2164

Fator 1 = ABATE

Fator 2 = PROTEÇÃO DE TOPO

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias do fator 1

1	4.50000 a
2	3.59048 a
3	3.63333 a

dms = 1.54401

##### Médias do fator 2

1	3.39524 a
2	3.78095 a
3	4.54762 a

dms = 1.54401

#### MÉDIAS DE INTERAÇÃO

##### Fator 1 x Fator 2 (AxB)

A	B		
	B1	B2	B3
A1	3.9571	4.0429	5.5000
A2	2.4714	4.6000	3.7000
A3	3.7571	2.7000	4.4429

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo  
As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 3.90794 CV% = 53.11 Ponto médio = 4.10000

#### DADOS

-----  
Os dados não foram apresentados porque a tabela excede a largura desta tela ou porque a quantidade deles é grande  
-----

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

UFCG = Universidade Federal de Campina Grande  
CTRN = Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
DEAG = Departamento de Engenharia Agrícola  
FV = Fonte de variação GL = Graus de liberdade  
SQ = Soma de quadrado QM = Quadrado médio  
F = Estatística do teste F MG = Média geral  
CV% = Coeficiente de variação em %  
dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIAS DO ASSISTAT

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.