



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

GABRIELLY DOS SANTOS BOBADILHA

**QUALIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO ATACADAS  
POR *Leptocybe invasa*, *Gonipterus platensis* E *Thyrinteina arnobia***

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2016

**GABRIELLY DOS SANTOS BOBADILHA**

**QUALIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO ATACADAS  
POR *Leptocybe invasa*, *Gonipterus platensis* E *Thyrinteina arnobia***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Recursos Florestais.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Graziela Baptista Vidaurre

Coorientadores: Prof. Dr. José Tarcísio da Silva Oliveira e Prof. Dr. Humberto Fantuzzi Neto.

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

Bobadilha, Gabrielly dos Santos, 1991-

B663q       Qualidade da madeira de árvores de eucalipto atacadas por *Leptocybe* invasiva, *Gonipterus platensis* e *Thyrinteina arnobia* / Gabrielly dos Santos Bobadilha. – 2016.

46 f. : il.

Orientador: Graziela Baptista Vidaurre.

Coorientador: Humberto Fantuzzi Neto ; José Tarcísio da Silva Oliveira.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Eucalipto. 2. Pragas. 3. Estresse biótico em plantas. 4. Tecnologia da madeira. I. Vidaurre, Graziela Baptista. II. Fantuzzi Neto, Humberto. III. Oliveira, José Tarcísio da Silva. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 630

---

**QUALIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO ATACADAS POR  
*Leptocybe invasa*, *Gonipterus platensis* E *Thyrinteina arnobia***

**Gabrielly dos Santos Bobadilha**

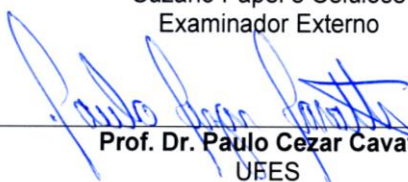
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 26 de Fevereiro de 2016.



---

**Dr. Everton Pires Soliman**  
Suzano Papel e Celulose  
Examinador Externo



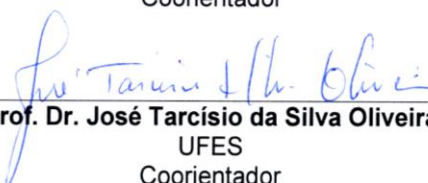
---

**Prof. Dr. Paulo Cezar Cavatte**  
UFES  
Examinador Externo



---

**Prof. Dr. Humberto Fantuzzi Neto**  
UFES  
Coorientador



---

**Prof. Dr. José Tarcísio da Silva Oliveira**  
UFES  
Coorientador



---

**Prof. Dr. Graziela Baptista Vidaurre**  
UFES  
Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

*Ao Deus da minha vida, palavras não podem expressar todo amor e misericórdia oferecidos a mim todo os dias.*

*Aos meus familiares, por todo encorajamento e principalmente meus pais pelo apoio em todos os momentos, mesmo distantes, nunca deixaram de estar presentes.*

*Aos meus “irmãos de fé” de longe e de perto pela torcida e constantes orações.*

*Ao Dercilio Junior pelo carinho, apoio e auxílio no desenvolvimento do trabalho, você foi um grande incentivador.*

*À minha grande amiga Ana Paula por toda parceria e amizade, obrigado por estar sempre disposta caminhar mais uma milha comigo.*

*À minha orientadora Professora Dr.<sup>a</sup> Graziela Baptista Vidaurre, pela parceria, ensinamentos e sobretudo, pelo exemplo de dedicação e esforço.*

*À Universidade Federal do Espírito Santo, juntamente com o Departamento de Ciências Florestais e da Madeira e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais pela realização do curso*

*À FAPES pela concessão da bolsa de estudos.*

*À Suzano Papel e Celulose nas pessoas de Marina Valin e Leandro de Siqueira pelo fornecimento de material e apoio nas análises de polpação Kraft.*

*Aos meus coorientadores Professor Dr. José Tarcísio da Silva Oliveira e Professor Dr. Humberto Fantuzzi Neto pelos ensinamentos, conselhos e orientações.*

*Aos colegas de laboratório, Sara, Brunela, Sabrina, Denise, João Gabriel, Sandra, Hector, Allan, Amanda, Marcos Nicácio, Suellen, Isabela, Mayra, Ana Carolina, Lair, Vinicius Tinti, Anderson, Vilene e Clailson, pelos momentos de descontração e amizade.*

*Ao professor Dr. Paulo Cezar Cavatte (UFES) e pesquisador Dr. Everton Pires Soliman (Suzano Papel e Celulose) por aceitarem o convite de participação da banca examinadora.*

*Ao professor Dr. Mario Tomazzelo (Esalq-USP) pelo auxílio nas análises de densitometria de raio X.*

*Aos demais amigos, professores e funcionários do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira por todo apoio e companheirismo ao longo do curso.*

*A todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização desta importante fase da minha vida.*

*Existem coisas melhores adiante  
que qualquer outra que deixamos para trás.*

**C.S. Lewis**

## Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
1.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>CAPÍTULO I: EFEITO DO ATAQUE DE <i>Leptocybe invasa</i> NAS PROPRIEDADES DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE.....</b>	<b>13</b>
Resumo .....	13
Abstract .....	14
1. Introdução .....	15
2. Materiais e métodos.....	16
3. Resultados .....	18
4. Discussão .....	22
5. Conclusões .....	25
6. Agradecimentos .....	26
7. Referências.....	26
<b>CAPÍTULO II: PROPRIEDADES DA MADEIRA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO ATACADAS POR PRAGAS DESFOLHADORAS .....</b>	<b>30</b>
Resumo .....	30
Abstract .....	31
1. Introdução .....	32
2. Materiais e métodos.....	33
3. Resultados .....	35
4. Discussão .....	38
5. Conclusões .....	41
Agradecimentos.....	42
6. Referências.....	42
2. CONCLUSÕES GERAIS .....	44

## RESUMO GERAL

BOBADILHA, G. S. **QUALIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO ATACADAS POR *Leptocybe invasa*, *Gonipterus platensis* E *Thyrinteina arnobia***. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES. Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Graziela Baptista Vidaurre. Coorientadores: Prof. Dr. José Tarcísio da Silva Oliveira, Prof. Dr. Humberto Fantuzzi Neto.

Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito do ataque de pragas nas variáveis dendrométricas e qualidade da madeira de eucalipto. Foram coletadas árvores de eucalipto jovens atacadas por *Leptocybe invasa* em Tocantins e Maranhão e pelos insetos desfolhadores *Gonipterus platensis* e *Thyrinteina arnobia* em São Paulo. As árvores atacadas por *L. invasa* apresentavam formação de galha por toda a copa, em tamanho grande e com orifício de emergência. As árvores hospedeiras *G. platensis* e *T. arnobia* possuíam histórico de desfolha completa, porém com perda de dominância apical somente para *G. platensis*. Para todas as árvores atacadas foram avaliadas as variáveis dendrométricas, densidade básica, dimensões de vasos e fibras, composição química das madeiras e parâmetros de polpação kraft somente para árvores atacadas por *L. invasa*. O ataque das pragas resultou em alterações no crescimento e nas propriedades da madeira. Nas árvores atacadas por *L. invasa*, os locais de ataque influenciaram nas variáveis dendrométricas, frequência de vasos, comprimento de fibras, perfil radial de densidade e teor de cinzas da madeira. Não houve alteração na densidade básica, vasos e fibras das árvores atacadas por *L. invasa* e *G. platensis*, apenas a madeira de *T. arnobia* apresentou decréscimo na espessura da parede das fibras. Entre os constituintes químicos da madeira, somente os teores de pentosanas e cinzas foram alterados em função do ataque de pragas. O ataque de *L. invasa* acarretou em alteração de todos os parâmetros de polpação Kraft.

**Palavras chave:** Pragas, estresse, tecnologia da madeira.



## GENERAL ABSTRACT

BOBADILHA, G. S. **WOOD QUALITY OF EUCALYPTUS TREES ATTACKED BY *Leptocybe invasa*, *Gonipterus platensis* AND *Thyrinteina arnobia***. 2016. Dissertation (Master's degree in Forest Sciences) – Federal University of Espírito Santo, Jeronimo Monteiro, ES. Advisor: D.Sc. Graziela Baptista Vidaurre. Co-advisors: D.Sc. José Tarcísio da Silva Oliveira, D.Sc Humberto Fantuzzi Neto.

This experiment aimed evaluate to effect of pests attack in dendrometric variables and wood quality of Eucalyptus trees. Were collected attacked wood from Eucalyptus by *Leptocybe invasa* (Tocantins e Maranhão) and by defoliation insects *Gonipterus platensis* and *Thyrinteina arnobia* (São Paulo). The attacked trees by *L. invasa* had galls formation throughout the treetop, in big size and with emergency spot. Both *G. platensis* and *T. arnobia* host trees had a history of complete defoliation, but with loss of apical dominance only to *G. platensis*. For all attacked trees were evaluated dendrometrics variables, specific gravity of wood, vessel and fibers dimensions, chemical composition of woods and parameters of Kraft Pulping only for attacked trees by *L. invasa*. The pests attacks results in changes in growth and wood properties. In attacked trees by *L. invasa*, the attacks sites affected the dendrometrics variables, frequency of vessels, fiber length, radial density profile and ash wood. There was no change in specifc gravity, vessels and fibers of attack trees by *L. invasa* e *G. platensis*, only for *T. arnobia* wood had decrease in thickness of the fiber wall. Among the wood chemical constituents, only the content of pentosans and ash wood has changed due to pest attacks. The *L. invasa* attack has caused changes of all parameters of Kraft Pulping.

**Keys-words:** Pests, stress, wood technology.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A disponibilidade de material vegetal e a baixa biodiversidade nos plantios do gênero *Eucalyptus*, favorecem surtos de insetos e doenças (ZANÚNCIO et al., 2014). Ao passar para o status de praga, os insetos tendem a reduzir o vigor das plantas, conforme o nível de severidade de ataque

A espécie *Leptocybe invasa* (vespa da galha) foi relatada em diversos estados do Brasil e em diferentes níveis de severidade (GARLET et al., 2013) Originária da Austrália, ataca preferencialmente brotações de eucalipto desde viveiros até árvores adultas, induzindo a formação de galhas que acarretam em deformações das folhas e na copa das árvores.

Os insetos desfolhadores *Thyriniteina arnobia* e *Gonipterus platensis*, das ordens Lepidoptera e Coleoptera, respectivamente, consomem principalmente folhas e brotos. Os desfolhamentos provocados por *T. arnobia* ocorrem na fase larval, consumindo preferencialmente as folhas mais velhas enquanto as espécies do gênero *Gonipterus* causam desfolhamentos severos de ponteiro na fase larval.

Povoamentos florestais infestados por pragas severas e recorrentes tendem a ter baixa produtividade volumétrica em virtude da diminuição do crescimento, resultando em perdas econômicas. Nas propriedades da madeira são escassos os estudos científicos que relatam o efeito do ataque de pragas. Sabe-se que as alterações ocorrem tardiamente, sendo dependente de outros fatores, tais como, idade, clima, solo, altitude e tratos silviculturais. Ademais, o dano causado por uma determinada praga pode facilitar a entrada de patógenos favorecendo a alteração das propriedades da madeira.

Diante da necessidade de obter respostas sobre a influência de ataque de pragas nas propriedades da madeira e variáveis dendrométricas, este trabalho surge como fonte para a compreensão das mudanças provocadas no crescimento das árvores e principalmente na qualidade da madeira jovem de eucalipto.

Desta forma, esta dissertação foi estruturada em dois capítulos, conforme apresentados a seguir:

- **Capítulo I:** Efeito do ataque de *Leptocybe invasa* nas propriedades da madeira de eucalipto para produção de celulose.

- **Capítulo II:** Propriedades da madeira de árvores de eucalipto atacadas por pragas desfolhadoras.

## Referências

GARLET, J.; COSTA, E. C.; BOSCARIN, J.; DEPONTI, G.; SHWENGBER, C. R.; MACHADO, L. M. *Leptocybe invasa* em *Eucalyptus* sp. no estado do Rio Grande do Sul, BRASIL. CIÊNCIA RURAL [online]. v. 43, n.12, 2013.

ZANÚNCIO, J. C.; LEMES, P. G.; SANTOS, G. P.; SOARES, M. A.; WILCKEN, C. F.; SERRÃO, J. E. Population Dynamics of Lepidoptera Pests in *Eucalyptus urophylla* Plantations in the Brazilian Amazonia. **Forests**, Switzerland, v. 5, 2014, 72-87.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do ataque de *Leptocybe invasa*, *Gonipterus platensis* e *Thyrinteina arnobia* na qualidade da madeira de árvores de eucalipto.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a interação ambiente x clone nas variáveis dendrométricas, nas propriedades da madeira e polpação Kraft de árvores atacadas por *L. invasa*;

Caracterizar a influência do ataque de *L. invasa*, *G. platensis* e *T. arnobia* nas variáveis dendrométricas, nos parâmetros de vasos e fibras, na densidade e parâmetros químicos da madeira;

Avaliar o efeito do ataque de *L. invasa* na polpação Kraft;

Analisar a variação do perfil radial de densidade aparente da madeira em função do clone e ambiente das árvores atacadas por *L. invasa* e em função do ataque de *G. platensis* e *T. arnobia*.

## **CAPÍTULO I: EFEITO DO ATAQUE DE *Leptocybe invasa* NAS PROPRIEDADES DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE.**

### **Resumo**

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do ataque de *Leptocybe invasa* nas variáveis dendrométricas e propriedades da madeira de dois clones de eucalipto para polpação Kraft. Foram analisadas 10 árvores para cada clone *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus tereticornis*, em cada uma das localidades aos 3 anos de idade, atacadas por *L. invasa* cultivados nos municípios de Imperatriz (MA) e Darcinópolis (TO), Brasil. Foram selecionadas árvores com formação de galha grandes por toda a copa, algumas com orifício de emergência (fechamento do ciclo). Avaliaram-se as variáveis dendrométricas, densidade básica, dimensão de vasos e fibras, propriedades químicas da madeira e parâmetros de polpação Kraft. Em função da localidade de ataque houve alteração das seguintes características: altura total, diâmetro à altura do peito (DAP), volume de casca, frequência de vasos, comprimento de fibras, perfil de radial de densidade e teor de cinzas. O ataque da vespa da galha provocou alterações nas variáveis dendrométricas, teor de pentosanas e cinzas da madeira de ambos os materiais genéticos sendo que a densidade básica, a dimensão de vasos e fibras e os teores de ligninas e extrativos da madeira não foram alterados em função do ataque da vespa;. Em um mesmo local de crescimento, os materiais genéticos podem manifestar resultados distintos na madeira, em função de algumas das propriedades avaliadas serem altamente herdáveis.

**Palavras-chave:** Vespa da galha, Estresse biótico, Qualidade da madeira.

## CHAPTER I: EFFECT OF *Leptocybe invasa* ATTACK IN WOOD PROPERTIES OF EUCALYPTUS FOR PULPING PRODUCTION.

### Abstract

This work aimed to evaluate the effect of *Leptocybe invasa* attack, in dendrometrics variables and wood properties of two *Eucalyptus* clones for Kraft Pulping, cultivated in city of Imperatriz, Maranhao State and Darcinopolis Tocantis State, both in Brazil. Ten trees for each clone from *Eucalyptus urophylla* and *Eucalyptus tereticornis* wood were evaluated for each locations to the 3 years old, attacked by *L. invasa*. Selected trees with big galls formation for all treecop, some of them with emergency spot (closing cycle). Evaluated dendrometric variables, specific gravity, vessels and fiber dimensions, chemicals properties and parameters of Kraft Pulping. Due to attack location, it had change upon following features: total height, diameter at breast height (DBH), bark volume, vessels frequency, fibers length, density radial profile and ash wood content. The galls wasp attack caused changes in dendrometrics variables, pentosans content and wood ashes upon both genetic materials. There was no change due to *L. invasa* attack the following characteristics: specific gravity, vessel and fibers dimensions, lignin and extractives content. In the same place of growth, the genetics materials can manifest different results in the wood, due to some valued properties are highly heritable.

**Keys-words:** gall wasp, biotic stress, woody quality.

## 1. Introdução

A vespa-da-galha, *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae), originária da Austrália, foi relatada atacando plantios de *Eucalyptus* spp. primeiramente no Oriente Médio e na região do Mediterrâneo em 2000 (MENDEL et al., 2004; SANTOS, 2009; DITTRICH-SCHRÖDER et al., 2014). Todavia, a facilidade de adaptar-se a diferentes condições climáticas favoreceu a dispersão de vespa da galha em vários estados do Brasil (GARLET et al., 2013).

O inseto provoca galhas em espécies e híbridos comerciais de eucalipto, preferencialmente *Eucalyptus camaldulensis* (DITTRICH-SCHRÖDER et al., 2014) porém, são relatados ataques em *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. urophylla*, *E. globulus*, *E. pulverulenta*, *E. robusta*, *E. rudis*, *E. viminalis*, *E. grandis*, *E. botryoides*, *E. bridgesiana*, *E. cinerea*, *E. dunni* e *E. nicholli* (MENDEL et al., 2004).

No Brasil, os primeiros surtos de vespa da galha foram detectados em mudas de eucalipto ainda em viveiro e em árvores adultas de clones de *E. camaldulensis* x *E. grandis* no nordeste da Bahia (WILCKEN; BERTI FILHO, 2008) e posteriormente, relatada nos estados do Maranhão, Tocantins, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Goiás (MAGISTRALI et al., 2010; FURTADO; WILCKEN, 2012; QUEIROZ et al., 2012; GARLET et al., 2013 et; PURETZ et al., 2015).

Em 2012, iniciaram os ataques de vespa da galha em plantios comerciais de eucalipto localizados nos estados do Maranhão e Tocantins. O ataque afetou árvores jovens de clones de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus tereticornis*, em uma área correspondente a 216 hectares.

Apesar da rápida dispersão da vespa da galha e a importância dos plantios de eucalipto no Brasil, ainda existem poucas investigações científicas que relatam o efeito da praga no crescimento e, principalmente, nas propriedades da madeira de árvores hospedeiras. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ataque de *L. invasa* nas variáveis dendrométricas e, propriedades da madeira de dois clones de eucalipto para polpação Kraft, cultivados nos estados de Maranhão e Tocantins.

## 2. Materiais e métodos

**Caracterização do material e da área de plantio:** foram coletadas árvores de clones de eucalipto aos 3 anos de idade, atacadas por *Leptocybe invasa* quando possuíam 1 ano de idade, cultivadas em espaçamento 3 x 3 m, nos seguintes municípios:

- Imperatriz (MA): 05°15'23,2" Sul e 47°34'41,6" Oeste, a 173 m de altitude, com temperatura máxima média anual de 31,33 °C e mínima 22,33 °C, com precipitação média anual de 1660 mm.

- Darcinópolis (TO): 06°40'46,4" Sul e 47°51'41,3" Oeste, com 464 m de altitude, com temperatura máxima média anual de 31,08 °C e mínima 22,17 °C, com precipitação média anual de 1500 mm.

**Amostragem das árvores:** em fevereiro de 2014 foram coletadas 10 árvores para cada clone de *E. urophylla var platyphylla* e *E. tereticornis*, em cada uma das duas localidades, totalizando 40 árvores. Foi mensurado o diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores aleatoriamente e a coleta das árvores foi embasada no DAP médio de 300 árvores em cada local.

Em ambas as áreas atacadas por *Leptocybe invasa* as árvores apresentavam formação de galha por toda a copa, em tamanho grande e com orifício de emergência, no qual sinaliza o fechamento do ciclo da praga, classificadas com nível 5 de severidade de ataque, conforme classificação descrita por Thu et al., (2009). Não foi possível a amostragem de árvores não atacadas por *L. invasa*, em consequência do ataque ter afetado a totalidade de ambos os plantios.

Após colheita mensurou-se as alturas total e comercial das árvores (até o diâmetro mínimo de 6 cm) e posteriormente foram seccionados discos ao longo do tronco, nas porções da base, 25, DAP, 50, 75 e 100% da altura comercial. O material restante foi transformado em toretes de 1 m de comprimento, cavaqueados, classificados e homogeneizados para as análises químicas e polpação Kraft.

**Volume de madeira e casca:** dos discos retirados ao longo do tronco, foram mensurados o diâmetro total e pelo método de Smalian estimando o volume de cada árvore com casca e o volume de madeira, e por diferença obteve-se o volume de casca.

**Caracterização de vasos e fibras da madeira:** as amostras de madeira retiradas do disco correspondente à altura do DAP, foram utilizadas para



mensuração de parâmetros de vasos, por meio de cortes histológicos. Após a dissociação dos elementos celulares as fibras foram mensuradas segundo critério da Comisión Pan-Americana de Normas Técnicas – COPANT (1974).

**Densidade básica média ponderada:** foi determinada pelo método de imersão em água, em duas cunhas opostas por disco, determinando-se as médias para cada disco (Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 119421-02 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2003). Com os valores de densidade média das posições longitudinais e o volume das correspondentes, calculou-se a densidade básica média ponderada.

**Perfil radial de densidade aparente:** determinada pelo método de densitometria de raio X. A partir de amostras do DAP realizaram-se as leituras em um feixe colimado de raio X em intervalos de 40  $\mu\text{m}$  no equipamento QTRS-01X e os dados de densidade obtidos pelo software QMS (Quintek Measurement Systems). Foram gerados cinco gráficos para cada condição avaliada e selecionados os que visivelmente expressavam maior representatividade.

**Análise química da madeira:** a partir de toretes foram gerados cavacos, os quais foram triturados e obtida serragem que foi classificada em malhas de 40 e 60 mesh utilizadas nas seguintes análises: extrativos em acetona (TAPPI T204), lignina insolúvel conforme o método Klason, alterado segundo o procedimento proposto por Gomide e Demuner (1986), derivado da norma TAPPI T 222 om-98 lignina solúvel (Goldschimid,1971), lignina total (lignina insolúvel + lignina solúvel), pentosanas (TAPPI T223) e teor de cinzas (NBR 8112 ABNT, 1986).

**Polpação Kraft:** As simulações de cozimentos foram realizadas em digestor TSI, com aquecimento indireto e circulação forçada de licor. As variáveis operacionais do cozimento foram mantidas constantes, com variação apenas da carga alcalina para obter polpa não branqueada com número kappa 18. Foram realizadas curvas de cozimento com quatro pontos e determinado às curvas de correlações, sendo projetado rendimento, rejeito, para número kappa fixo de 18. Utilizando informações da densidade básica e do rendimento depurado no cozimento Kraft, foi determinado o consumo específico.

**Delineamento Experimental:** os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x2, sendo os fatores as duas áreas de ataque (Maranhão e Tocantins) e os clones *Eucalyptus urophylla* var *platyphylla* e *Eucalyptus tereticornis*, com 10 repetições (árvores) para cada variável

resposta. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativo, comparadas em nível de 5% de probabilidade, pelo mesmo teste, com exceção dos parâmetros de cozimento, dos quais foram analisados de forma descritiva.

Para comparar a precisão do experimento, foi utilizado o coeficiente de variação experimental ( $CV_{\text{experimental}}$ ), definido como a estimativa do erro experimental em porcentagem da estimativa da média (STEEL; TORRIE, 1980). Quando o  $CV_{\text{experimental}}$  é inferior a 10% considera-se que o experimento tem alta precisão, de 10% a 20% boa precisão, de 20% a 30% são julgados com baixa precisão e acima de 30% indicam precisão baixíssima (PIMENTEL, 2000).

### 3. Resultados

A interação entre localidades x clone foi significativa para a altura total, DAP e volume de casca das árvores de ambos os materiais genéticos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis dendrométricas de clones de eucalipto aos três anos de idade atacados por *Leptocybe invasa* em duas localidades.

Variável	Localidade	Clone		F
		<i>E. urophylla</i>	<i>E. tereticornis</i>	
<b>Altura total (m)</b>	Imperatriz (MA)	14,27 Aa	14,24 Aa	7,68
	Darcinópolis (TO)	12,38 Ba	10,46 Bb	
	Média	13,32	12,35	
	$CV_{\text{experimental}}^1$	8,39%		
<b>DAP (cm)<sup>2</sup></b>	Imperatriz (MA)	8,89 Aa	9,27 Aa	5,72
	Darcinópolis (TO)	8,90 Aa	7,21 Bb	
	Média	8,9	8,24	
	$CV_{\text{experimental}}^1$	16,01%		
<b>Volume de madeira (m<sup>3</sup>)</b>	Imperatriz (MA)	0,043	0,039	1,91
	Darcinópolis (TO)	0,035	0,018	
	Média	0,039 a	0,029 b	
	$CV_{\text{experimental}}^1$	43,68%		
<b>Volume de casca (m<sup>3</sup>)</b>	Imperatriz (MA)	0,0017 Ab	0,0067 Aa	16,67
	Darcinópolis (TO)	0,0024 Aa	0,0032 Ba	
	Média	0,0021	0,005	
	$CV_{\text{experimental}}^1$	47,02%		

<sup>1</sup>Coeficiente de Variação Experimental (%). <sup>2</sup>Diâmetro a altura do peito. Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

Em Imperatriz as árvores de ambos os clones apresentaram maior crescimento em altura. As árvores de *E. urophylla* oriundas de Darcinópolis apresentaram maiores valores médios em altura quando comparado as árvores de *E. tereticornis* neste mesmo local. Já os valores médios de DAP e volume de casca

foram maiores nas árvores do clone *E. tereticornis* cultivados em Imperatriz. O estudo do fator clone isoladamente demonstrou que as árvores de *E. urophylla* obtiveram maior volume de madeira em relação ao clone de *E. tereticornis*.

A interação entre os fatores anatômicos foi significativa apenas para a frequência de vasos e comprimento de fibras (Tabela 2).

Tabela 2. Caracteres anatômicos e densidade básica da madeira de clones de eucalipto aos três anos de idade atacados por *Leptocybe invasa* em duas localidades.

Variável	Localidade	Clone		F
		<i>E. urophylla</i>	<i>E. tereticornis</i>	
<b>Diâmetro Tangencial dos vasos (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	Imperatriz (MA)	87,71	75,61	0,01
	Darcinópolis (TO)	102,85	91,15	
	Média	95,28 a	83,38 b	
	CV <sub>experimental</sub> <sup>1</sup>	27,38%		
<b>Frequência de Vasos (<math>\text{mm}^2</math>)</b>	Imperatriz (MA)	18 Aa	18 Aa	18,05
	Darcinópolis (TO)	14 Bb	16 Ba	
	Média	16	17	
	CV <sub>experimental</sub>	24,15%		
<b>Espessura de Parede das Fibras (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	Imperatriz (MA)	3,71	3,61	1,17
	Darcinópolis (TO)	3,67	3,45	
	Média	3,69 a	3,53 b	
	CV <sub>experimental</sub>	20,78%		
<b>Comprimento de Fibras (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	Imperatriz (MA)	791,24 Aa	789,32 Ba	6,70
	Darcinópolis (TO)	798,81 Ab	849,86 Aa	
	Média	795,02	819,59	
	CV <sub>experimental</sub>	17,92%		
<b>Densidade Básica (<math>\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}</math>)</b>	Imperatriz (MA)	0,453	0,45	0,49
	Darcinópolis (TO)	0,447	0,437	
	Média	0,45	0,444	
	CV <sub>experimental</sub>	3,40%		

<sup>1</sup>Coeficiente de Variação Experimental (%). Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

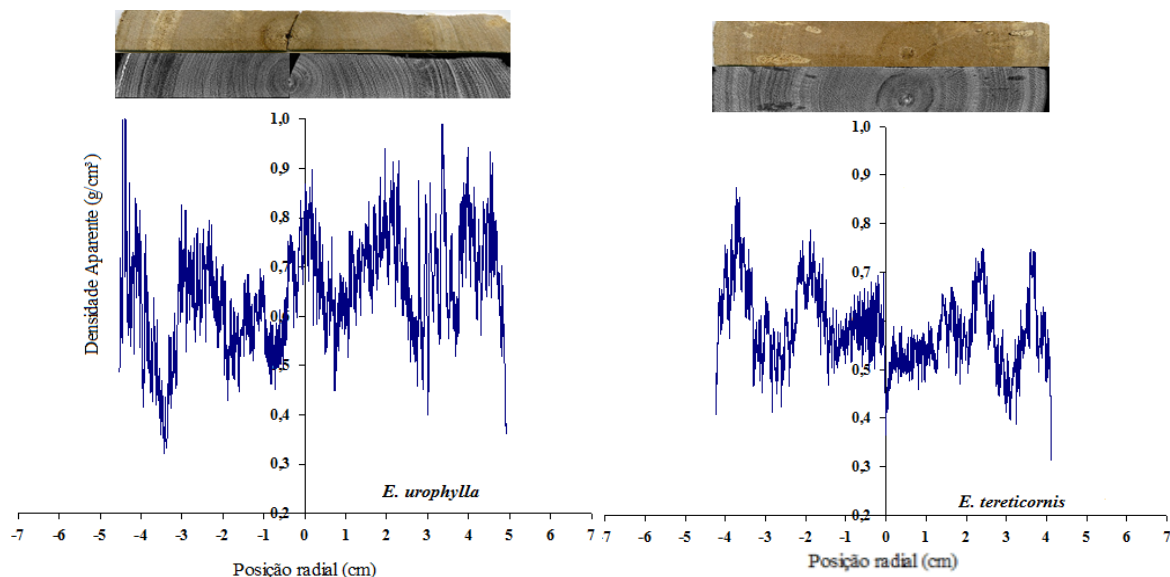
A madeira de *E. urophylla* apresentou maior diâmetro tangencial de vasos em relação a madeira de *E. tereticornis* e menor frequência de vasos na localidade de Darcinópolis. Para ambos os clones houve aumento na frequência de vasos nas madeiras das árvores provenientes de Imperatriz.

Na madeira de *E. urophylla* foram encontradas fibras com maior espessura de parede. A madeira de *E. tereticornis* proveniente de Darcinópolis apresentou fibras mais longas em relação às madeiras provenientes da outra localidade.

O perfil radial de densidade da madeira de *E. urophylla* atacada pela vespa foi mais homogêneo nas árvores cultivadas em Darcinópolis. Em ambas localidades a madeira do clone *E. urophylla* apresentou maiores valores de densidade, sendo este

comportamento evidenciado pela imagem de raio-X digital, onde a coloração mais clara representa densidade alta e a preta baixa (Figura 1).

#### Imperatriz (MA)



#### Darcinópolis (TO)

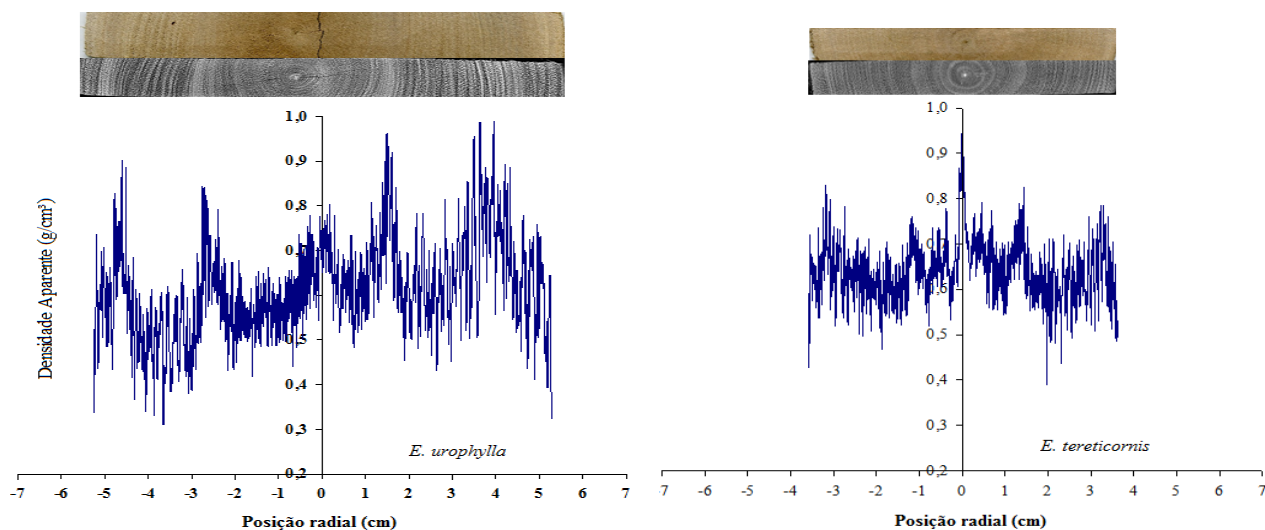


Figura 1. Perfil radial de densidade aparente da madeira de clones de eucalipto aos três anos de idade atacados por *Leptocybe invasa* em duas localidades.

A madeira do clone *E. tereticornis* oriunda de Darcinópolis apresentou menor variação dos valores de densidade ao longo do perfil radial, sendo observado pico de alta densidade na região correspondente a medula.

O teor de cinzas da madeira foi a única variável dentre os parâmetros químicos que obteve interação significativa entres os fatores localidade e clone. Para

ambos os clones houve aumento no teor de cinzas da madeira oriunda de Darcinópolis. Para teor de pentosanas, embora a interação clone x localidade não tenha sido significativa, o estudo isolado dos clones indicou maior porcentagem deste constituinte na madeira de *E. urophylla* (Tabela 3).

Tabela 3. Composição química de clones de eucalipto aos três anos de idade atacados por *Leptocybe invasa* em duas localidades.

Variável	Localidade	Clone		F
		<i>E. urophylla</i>	<i>E. tereticornis</i>	
<b>Extrativos em acetona (%)</b>	Imperatriz (MA)	0,678	0,818	0,00
	Darcinópolis (TO)	0,869	1,017	
	Média	0,774	0,918	
Cvexperimental <sup>1</sup>		64,43%		
<b>Lignina Insolúvel (%)</b>	Imperatriz (MA)	28,82	28,73	1,24
	Darcinópolis (TO)	29,04	28,01	
	Média	28,97	28,33	
Cvexperimental <sup>1</sup>		4,63%		
<b>Lignina Solúvel (%)</b>	Imperatriz (MA)	3,69	3,72	0,00
	Darcinópolis (TO)	3,13	3,16	
	Média	3,41	3,44	
Cvexperimental <sup>1</sup>		2,59%		
<b>Lignina Total (%)</b>	Imperatriz (MA)	32,51	31,16	1,61
	Darcinópolis (TO)	32,45	32,17	
	Média	32,48	31,67	
Cvexperimental <sup>1</sup>		4,13%		
<b>Teor de Pentosanas (%)</b>	Imperatriz (MA)	14,71	14,02	0,23
	Darcinópolis (TO)	14,92	14,34	
	Média	14,82 a	14,18 b	
Cvexperimental <sup>1</sup>		1,63%		
<b>Teor de Cinzas (%)</b>	Imperatriz (MA)	0,230 Bb	0,362 Ba	5,91
	Darcinópolis (TO)	0,348 Ab	0,554 Aa	
	Média	0,296	0,451	
Cvexperimental <sup>1</sup>		12,87%		

\*Coeficiente de Variação Experimental (%). Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

As madeiras de ambos os clones oriundas de Imperatriz necessitaram de maior carga alcalina (álcali ativo %) no processo de deslignificação, principalmente a madeira de *E. tereticornis* (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros de polpação Kraft de clones de eucalipto aos três anos de idade atacados por *Leptocybe invasa* em duas localidades.

Clone	Localidade	Variáveis				
		Álcali ativo (%)	Rendimento bruto (%)	Rendimento depurado (%)	Rejeito (%)	Consumo específico (m <sup>3</sup> .ton. celulose <sup>-1</sup> )
<i>E. urophylla</i>	Imperatriz (MA)	21,3	49,7	49,4	0,3	4,49
	Darcinópolis (TO)	20,04	49,5	49,1	0,4	4,59
<i>E. tereticornis</i>	Imperatriz (MA)	26,6	45,8	45,7	0,1	4,93
	Darcinópolis (TO)	22,1	46,6	46,4	0,2	4,85

O clone de *E. urophylla* apresentou maiores rendimentos em ambos os locais de plantio em comparação a madeira de *E. tereticornis*. Para a madeira do clone *E. tereticornis* o efeito do local se mostra mais pronunciado, sendo a localidade de Darcinópolis mais favorável para este parâmetro.

Os maiores valores de consumo específico foram encontrados na madeira do clone *E. tereticornis* oriunda de Imperatriz. Nas madeiras de *E. urophylla* foi constatado o inverso, com maior consumo específico na madeira oriunda de Darcinópolis.

#### 4. Discussão

O ataque de vespa da galha resultou em alteração do padrão de crescimento das árvores de ambos os clones, independentemente da localidade. Normalmente árvores hospedeiras tendem a manifestar alterações nestas variáveis, anos após o ataque. Neste estudo, o surto por vespa da galha foi detectado no primeiro ano do plantio, na fase inicial de crescimento das árvores, deste modo a formação de galhas nos ramos, pecíolos e nervura das folhas provavelmente favoreceu a alteração no crescimento das árvores.

Os valores de DAP encontrados nas árvores atacadas por vespa da galha, foram aproximadamente 25% inferiores em relação a eucaliptos jovens em condições normais de crescimento relatados na literatura (MATRANGOLO et al., 2010; FERREIRA et al., 2014). Petro et al., (2014), ao estudarem diferentes clones sadios e atacados por vespa da galha na Tanzânia, verificaram que o ataque reduziu em 13,5% o crescimento em DAP dos clones de *E. saligna* e em altura as árvores do clone *E. tereticornis* reduziram aproximadamente 9,5%.

As condições edafoclimáticas juntamente com o ataque de vespa da galha em Darcinópolis favoreceram a perda de vigor das árvores. Massom (2015) também relatou maior infestação por *L. invasa* em regiões quentes e com menor precipitação média anual, contribuindo para maior infestação da praga.

As dimensões dos vasos e fibras das árvores atacadas por vespa da galha foi similar ao encontrado na literatura para madeira de eucalipto jovens, ou seja, o ataque de vespa da galha não influenciou nas variáveis anatômicas (DUTT; TIAGY, 2011; SETTE JÚNIOR et al., 2012).

Os locais de crescimento influenciaram no comprimento das fibras da madeira de *E. tereticornis*, sendo a madeira cultivada em Darcinópolis apresentou fibras mais longas em relação a madeira oriunda de Imperatriz. O comprimento das fibras possui influência direta das divisões longitudinais tangenciais no câmbio, como consequência da taxa de hormônios, que pode ser alterada com a sazonalidade, condições ambientais, fatores genéticos e idade da árvore. Em condições favoráveis de desenvolvimento, a divisão de células cambiais ocorre rapidamente, dessa forma as fibras não crescem em comprimento, sendo verificadas fibras mais curtas neste período (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980).

Os valores de densidade básica, extrativos e lignina da madeira das árvores atacadas por vespa da galha são semelhantes aos resultados encontrados na literatura para clones de eucalipto jovens, em condições sadias de crescimento (GOUVÊA et al., 2011; SETTE JÚNIOR et al., 2012). O fato do ataque da vespa da galha não ter provocado alteração nestas propriedades, pode estar associado à época da colheita das árvores. O ataque de pragas teve efeito direto nas variáveis dendrométricas das árvores, contudo, nas propriedades da madeira as alterações tendem a aparecer anos depois (PETRO et al., 2014).

As variações de densidade no sentido medula-casca das madeiras avaliadas foram influenciadas pelas condições ambientais dos dois locais de ataque da vespa. Embora não haja madeiras sadias para comparar o efeito de vespa da galha, sabe-se que condições ambientais, tais como precipitação, temperatura, relevo, surtos de pragas e doenças podem influenciar no comportamento radial do lenho (BENSON, 1963). Em alguns casos, o perfil radial de densidade possibilita pontuar a época do ataque, entretanto para este estudo isso não foi possível, uma vez que a severidade dos surtos de vespa da galha ocorridos em Darcinópolis e Imperatriz sucedeu-se de maneira indistinta em todas as árvores.

O aumento de 4,5% no teor de pentosanas na madeira de *E. urophylla* em relação àquela de *E. tereticornis*, está mais atrelado a características de herdabilidade que a fatores ambientais, visto que não houve interação entre fatores clone x ambiente. O ataque de vespa da galha provavelmente afetou o teor de pentosanas, para a madeira do clone de *E. tereticornis* foi verificado aumento de 18% e para madeira de *E. urophylla* diminuição de 10% quando aos valores encontrados por Dutt e Tyagi (2011) em clones sadios de mesma espécie aos 4 anos de idade. O maior teor de pentosanas na madeira pode favorecer o processo de polpação Kraft auxiliando o refino da polpa destinada à produção de papel de imprimir e escrever (PEDRAZZI et al., 2015).

A madeira de *E. tereticornis* apresentou maior teor de cinzas em relação a madeira de *E. urophylla*.

O teor de cinzas foi diferente em função da localidade para ambos os clones. As madeiras provenientes de Darcinópolis apresentaram maior teor de cinzas em relação à Imperatriz. Segundo Freddo et al. (1999) o teor de cinzas na madeira varia de acordo com a espécie, fertilidade do solo, as necessidades individuais e outras condições não especificadas pelo autor. O solo com maior disponibilidade de nutrientes para as plantas favorece o acúmulo destes minerais na madeira, sendo esta uma provável resposta para o comportamento das madeiras oriundas de Darcinópolis.

O ataque da vespa da galha provavelmente contribuiu para o aumento do teor de cinzas da madeira. Santos (2009) afirmou que as galhas formadas nas árvores hospedeiras atuam como bloqueadoras de fluxo de nutrientes, desta forma a solução que deveria ser transportada para as folhas tendem a permanecer aderidas na madeira e nestas estruturas. A presença de cinzas no processo de produção de celulose é indesejável, pois resulta em desgaste do equipamento.

A maior carga alcalina necessária para a deslignificação da madeira do clone de *E. tereticornis* resultou em menor rendimento bruto e depurado. Isto ocorreu possivelmente pela menor reatividade da lignina, uma vez que, este clone, apresenta menor teor de lignina em relação ao *E. urophylla* e maior teor de extrativos. Estas características em conjunto contribuem para elevação da carga alcalina, que ao remover lignina e extrativos, para o grau de deslignificação desejado, possivelmente atacou intensamente os carboidratos.



Os menores rendimentos resultaram em maior consumo específico de madeira, ou seja, provocou maior demanda de madeira para a produção de uma tonelada de celulose. Este maior consumo de madeira prejudica a produção de celulose no digestor e a manutenção de volume da pilha de cavacos nas fábricas, implicando em desvantagem para indústria de celulose (FANTUZZI NETO, 2012). O maior consumo específico de madeira de *E. tereticornis*, está associado a menor densidade básica encontrada para este clone.

Embora não tenham sido avaliadas árvores sadias nas mesmas condições de crescimento, o ataque de vespa da galha provocou alterações no crescimento das árvores e nas propriedades da madeira. Ao comparar com as informações de disponíveis na literatura para árvores jovens em condições normais, constata-se que o ataque pode resultar em queda no crescimento e diminuição da qualidade da madeira. Por outro lado, a ausência de árvores sadias nos locais impossibilita afirmar acerca de diversos resultados encontrados neste estudo.

O local de plantio e ataque de pragas influenciam no crescimento da árvore e consequentemente nas propriedades da madeira, mas para que os efeitos possam ser visualizados é necessário o estudo dos indivíduos em idade adulta ou de corte. A avaliação destes materiais jovens pode superestimar ou subestimar o efeito destas variáveis ambientais no crescimento e nas propriedades das madeiras.

As alterações provocadas por ataque de pragas podem ser severas em algumas variáveis, e em outras serem pouco significativas. As condições ambientais juntamente com a época de colheita das árvores tornam-se fatores determinantes da intensidade do efeito do ataque nas árvores hospedeiras.

O monitoramento das árvores atacadas em diferentes épocas do ano, provavelmente contribuiria para o conhecimento da severidade dos surtos em determinado momento. Outro fator a ser considerado é que o estresse a qual os indivíduos foram submetidos pode facilitar o ataque de outros insetos e patógenos, uma vez que o ataque de vespa da galha provoca abertura de orifícios nos ramos, pecíolos e brotos.

## **5. Conclusões**

As localidades de ataque influenciaram o crescimento das árvores, as características anatômicas e o teor de cinzas da madeira.

Nos parâmetros de polpação Kraft não houve uma tendência de comportamento das madeiras em função do local de ataque.

O ataque de vespa da galha acarretou em alterações de crescimento, composição química e nos parâmetros de polpação Kraft.

Em um mesmo local de crescimento e condições, os materiais genéticos podem manifestar resultados distintos na madeira, pois algumas das propriedades avaliadas possuem elevada herdabilidade.

## 6. Agradecimentos

Ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFES, a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES, a empresa Suzano Papel e Celulose e aos Laboratórios de Anatomia, Identificação e Densitometria de raios X em Madeira, ESALQ-USP.

## 7. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8112**: Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941-02**. Determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro. 2003. 6p.

BENSON, P. H. **The application of silviculture in controlling the specific gravity of wood**. Washington:USDA, Forest Service, 1963. 19p.

COMMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – COPANT. **Descripcion de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledoneas**. v.30. p.1-19, 1974.

DITTRICH-SCHRÖDER, G.; HARNEY, M.; NESER, S.; JOFFE, T.; BUSH, S.; HURLEY, B.P.; WINGFIELD, M.J.; SLIPPERS, B. Biology and host preference of *Selitrichodes neseri*: A potential biological control agent of the Eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa*. **Biological Control**, v.78, n.1, p.33-41, 2014.

DUTT, D.; TYAGI, C. H. Comparasion of various eucalyptus species for their morphological, chemical, pulp and paper making characteristics. *Indian Journal of Chemical Technology, Saharanpur*. v. 18, p.145-151, 2011.

FANTUZZI NETO, H. **Qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose Kraft**. 2012, 119 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

FERREIRA, D. H. A. A.; LELES, P. S. dos S.; MACHADO, E. C. ABREU, A. H. M.; ABILIO, F. M. Crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 431-440, 2014.

FREITAS, P. C.; SETTE JUNIOR, C. R.; CASTRO, V. R.; CHAIX, G.; LACLAU, J. P.; TOMAZELLO FILHO, M. Efeito da disponibilidade hídrica e da aplicação de potássio e sódio nas características anatômicas do lenho juvenil de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa: v.39, n.2, p.405-416, 2015.

FREDDO, A.; FOELKEL, C. E. B.; FRIZZO, S. M. B.; SILVA, M. C. M. Elementos minerais em madeiras de eucaliptos e acácia negra e sua influência na indústria de celulose kraft branqueada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.193-209, 1999.

FURTADO, E.L; WILCKEN, C.F. **Priorização de registro de produtos**. 2012 Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Florestas\\_plantadas/1RE/App\\_Prioriza%C3%A7a%20de%20agroquimicos\\_UNESP.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Florestas_plantadas/1RE/App_Prioriza%C3%A7a%20de%20agroquimicos_UNESP.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2015.

GARLET, J.; COSTA, E.C.; BOSCARDIN, J.; DEPONTI, G.; SHWENGBER, C.R.; MACHADO, L.M. *Leptocybe invasa* on *Eucalyptus* sp. in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2175-2177, 2013.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. **Lignins: occurrence, formation, structure and reations**. New York: J. Wiley & Sons, p. 241-266, 1971.

GOMIDE, J.L.; DEMUNER, B.J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v.47, n.8, p.36-38, 1986.

GOUVÊA, A. F. G.; TRUGILHO, P. F.; GOMIDE, J. L.; SILVA, J. R. M.; ANDRADE, C. R.; ALVES, C. Determinação da densidade básica das madeiras de *Eucalyptus* por diferentes métodos não destrutivos. **Revista Árvore**, Viçosa: v.35, n.2, p.349-358, 2011.

MAGISTRALI, I. C.; ANJOS DOS, N.; MAGISTRALI, P. R.; SOUZA DE, R. M. Registro da microvespa-da-galha em plantios de eucaliptos, no Estado do Maranhão. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 25. 2010, Santa Maria, RS. **Anais eletrônicos...** Santa Maria, RS: JAI, 2010. Disponível em: <[http://portal.ufsm.br/jai2010/anais/trabalhos/trabalho\\_1041236389.htm](http://portal.ufsm.br/jai2010/anais/trabalhos/trabalho_1041236389.htm)>. Acesso em: 10 dez 2015.

MASSOM, M. V. **Dinâmica populacional e manejo de *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) em plantações de eucalipto.** Botucatu, SP: UNESP, 2015. 92 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, Botucatu, 2015.

MATRANGOLO, C.A.R. et al. *Eucalyptus* growth under the effect of artificial defoliation, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Santa Maria; v. 45, p. 952-957, 2010.

MENDEL, Z., A.; PROTASOV, N.; FISHER, J.; LA SALLE. “Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*”. **Australian Journal of Entomology**, Australia: v. 43, n. 2 p. 101-113. 2004.

PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** 3 ed. New York: McGraw-Hill, 722 p, 1980.

PEDRAZZI, C., et al. As xilanas nas propriedades de polpas marrons de eucalipto. **Ciência Rural**, Santa Maria; v.45, n.9, 2015.

PETRO, R., MADOFFE, S. S., IDDI, S. Effects of eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & la Salle (Hymenoptera: Eulophidae) on wood basic density of three *Eucalyptus* species in Tanzania. **Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management**, v. 7, n. 4, p. 434-444, 2014.

PIMENTEL G. F. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

PURETZ, B. O., POTRICH, M.; MIRANDA, F. D. A.; LOZANO, E. R.; FREDDO, A. Distribuição da vespa da galha do eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 329-334, 2015.

QUEIROZ, D.L et al. Dispersão de *Leptocybe invasa* no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: SEB/UFPR, v.1, p.246-246, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66630/1/Queiroz-et-al-2012-Leptocybe.pdf>>. Acesso em: 08 dez 2012.

SANTOS, M. S. R. **Estudo da susceptibilidade de *Eucalyptus* sp. a *Leptocybe invasa* e *Ophelimus maskelli* (Hymenoptera: Eulophidae).** UTL, 2009. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal e Recursos Naturais). Universidade Tecnológica de Lisboa, Lisboa, 2009.

SETTE JUNIOR, C. R.; OLIVEIRA, I. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; YAMAJI, F. M.; LACLAU, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa; v.36, n.6, p.1183-1190, 2012.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980. 633 p

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI. **T280 pm-99**: standard. Acetone extractives of wood and pulp. Atlanta: 2000.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI. Test Methods. Atlanta: 1998.

THU, P. Q.; DELL, B.; BURGESS, T. I. Susceptibility of 18 eucalypt species to the gall wasp *Leptocybe invasa* in the nursery and young plantations in Vietnam. **Scienceasia**, v. 35, n., p.113-117, 2009.

WILCKEN, C.F.; BERTI FILHO, E. Vespa-da-galha do eucalipto (*Leptocybe invasa*) (Hymenoptera: Eulophidae): nova praga de florestas de eucalipto no Brasil. Piracicaba: IPEF, 2008. 11 p. Disponível em: < <http://www.ipef.br/protecao/alerta-leptocybe.invasa.pdf>>. Acesso em: 17 de out 2015.

## CAPÍTULO II: PROPRIEDADES DA MADEIRA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO ATACADAS POR PRAGAS DESFOLHADORAS

### Resumo

Neste estudo avaliou-se a influência do ataque dos insetos desfolhadores, *Gonipterus platensis* e *Thyrinteina arnobia* nas variáveis dendrométricas, densidade básica, dimensões de vasos e fibras e nas propriedades químicas da madeira do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com 5 anos, no estado de São Paulo, Brasil. As amostras foram compostas por madeiras provenientes de árvores sadias e atacadas pelas pragas desfolhadoras. Em ambos ataques, as árvores registravam elevado nível de severidade, desfolha completa para as lagartas de *T. arnobia* e perda de dominância apical para *G. platensis*. O efeito dos ataques de *G. platensis* e *T. arnobia* nas variáveis dendrométricas foram restritos, somente as árvores atacadas por *G. platensis* manifestaram crescimento reduzido em altura. Não houve alteração na densidade básica e caracteres anatômicos da madeira das árvores hospedeiras de *G. platensis*, entretanto as árvores atacadas por *T. arnobia* apresentaram diminuição da espessura da parede das fibras, a qual influenciou na menor densidade básica. O perfil radial de densidade das árvores atacadas foi mais heterogêneo em relação as sadias. Os teores de pentosanas e cinzas da madeira foram os únicos constituintes químicos da madeira alterados em função do ataque das pragas desfolhadoras.

**Palavras-chave:** *Thyrinteina arnobia*, *Gonipterus platensis*, qualidade da madeira.

## CHAPTER II: WOOD PROPERTIES OF EUCALYPTUS TREES ATTACKED BY DEFOLIATION PESTS

### Abstract

In this study evaluated the influence of the attack by defoliating insects, *Gonipterus platensis* and *Thyrintaina arnobia*, in dendrometrics variables, specific gravity, vessels and fibers dimensions, and chemical properties of wood on different hybrids of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* with 5 years old, in State of São Paulo, Brazil. The samples were composed of woods from 7 healthy trees and 7 attacked by *G. platensis*. 10 healthy and 10 attacked trees by *T. arnobia*. In both attacks, the trees registered highly severity level, complete defoliation for *T. arnobia* caterpillars and loss of apical dominance by *G. platensis*. The attacks effect by *G. platensis* e *T. arnobia* in dendrometrics variables were restricted, only for attacked trees by *G. platensis* showed reduced growth in height. There was not change in specific gravity and anatomical characters wood of host trees by *G. platensis*, however, attacked trees by *T. arnobia* had thickness of the fiber wall reduction, which it influences the specific gravity. The attacked trees radial density profile was more heterogeneous than healthy trees. The pentosans and ash content were the only chemical wood constituents changed due to the attack by defoliating pests.

**Keys-words:** *Thyrintaina arnobia*, *Gonipterus platensis*, wood quality.

## 1. Introdução

Insetos desfolhadores estão entre as principais pragas do eucalipto no Brasil. Provocam interferências no crescimento das árvores, essencialmente, pela diminuição da quantidade de área fotossintetizante que acarreta em mudanças fisiológicas nas árvores atacadas (KOZLOWSKY, 1963). Esses insetos consomem principalmente folhas, galhos e brotos, com os ataques frequentes provocam enfraquecimento das plantas e, conseqüentemente, diminuição do crescimento em altura e diâmetro.

Conhecido vulgarmente como “gorgulho do eucalipto”, o besouro desfolhador *Gonipterus* spp, vem causando prejuízos nos plantios florestais em diversos países. Originário da Austrália, foi encontrado pela primeira vez na África do Sul em 1916, em fase larval, alimentando-se de brotos e folhas (FAO, 2007). Os insetos adultos alimentam da margem das folhas maduras, enquanto as larvas consomem as folhas mais novas. Segundo Loch; Matsuki (2010) desfolhamentos intensos podem provocar impactos negativos no crescimento das árvores, principalmente se ocorrer em fase jovem, podendo resultar em mortalidade e redução de crescimento.

A lagarta desfolhadora *Thyrintina arnobia* (lagarta parda) ocorre em quase toda a América do Sul, e seus ataques têm provocado perdas expressivas em produtividade nos povoamentos. Alimenta-se tanto de espécies nativas como exóticas, principalmente as pertencentes a família Myrtaceae (GARLET, 2010).

A *T. arnobia* possui um hábito que dificulta a detecção inicial, o ataque inicia da base para o ápice da copa das árvores e geralmente das margens para o interior dos talhões. A lagarta que passa por seis instares de desenvolvimento, tem o maior consumo de área foliar nos últimos estádios. Dessa forma o ataque só é constatado quando a maioria das lagartas já atingiram o quinto e sexto instares, em virtude do aumento repentino de desfolhamento (ZANUNCIO, 1997).

Segundo Larson et al., (2001) a qualidade da madeira está indiretamente relacionada ao tamanho, distribuição e eficiência dos órgãos foliares. Em função das células produzidas no câmbio serem reguladas por processos fisiológicos originários de órgãos foliares da copa da árvore. Oliveira et al., (2014) relataram que a perda de folhagem pode causar alteração na produção de carboidratos e nos hormônios de crescimento, afetando o processo de formação de fibras e vasos. Neste contexto, o



presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do ataque de insetos desfolhadores no crescimento e nas propriedades da madeira de eucalipto.

## 2. Materiais e métodos

**Caracterização da área:** o material foi coletado em plantios comerciais de eucalipto sadios e atacados pelas pragas *G. platensis* e *T. arnobia* nos municípios de Itararé - SP e Lençóis Paulistas – SP, respectivamente. Itararé localiza-se a 24° 6' 54" Sul e 49° 20' 27" Oeste, com altitudes de 740 e 900 metros, clima oceânico Cfb (Köppen-Geiger), precipitação média anual de 1447 mm, e solo classificado como Latossolo vermelho distrófico típico, A moderado com textura argilosa. Lençóis Paulistas, localiza-se a 22°41'17" Sul e 49°9'46" Oeste, com 600 metros de altitude, clima subtropical úmido Cfa (Köppen-Geiger), precipitação média anual de 1457 mm e solo classificado como Neossolo quartzarênico, órtico típico, A moderado.

**Amostragem:** foram coletadas 7 árvores sadias e 7 atacadas por *G. platensis* do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* aos 5,5 anos de idade cultivados em espaçamento 3,25 x 1,85 m. Em Itararé, o ataque por *G. platensis* ocorreu em reboleira, aos 4 anos do plantio e a coleta do material para essa pesquisa foi realizada no ano seguinte ao ataque.

Foram amostradas 10 árvores sadias e 10 atacadas por *T. arnobia* de outro clone do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* aos 5,5 anos de idade, em talhões distintos, ambos com espaçamento 3 x 2 m. O ataque por *T. arnobia* foi detectado aos 2 e 3 anos após o plantio e a desfolha completa no segundo ano de ataque.

As árvores atacadas foram selecionadas de acordo com a severidade do ataque, em que àquelas atacadas por *G. platensis* expressavam perda de dominância apical e desfolha completa. Para as árvores atacadas por *T. arnobia*, selecionou-se às que possuíam histórico de desfolha completa. Após a colheita das árvores foram mensuradas a altura total e comercial (até o diâmetro mínimo de 6 cm), e, posteriormente foram seccionados discos de madeira ao longo do tronco, nas porções da base, 25, DAP, 50, 75 e 100% da altura comercial.

**Volume de madeira e casca:** dos discos referentes as seis posições longitudinais do tronco foram mensurados o diâmetro, e pelo método de Smalian

estimado o volume para cada árvore com casca e sem casca, e por diferença obteve-se o volume de casca.

**Parâmetros dos vasos e fibras da madeira:** A partir de corpos de provas retirados da região de transição entre o cerne e alburno dos discos retirados na altura do DAP, realizou-se por meio de cortes histológicos a mensuração da frequência e diâmetro dos poros. Da mesma amostra, foi realizada a dissociação dos elementos celulares e mensurados o comprimento, largura e diâmetro de lume, e indiretamente a espessura da parede celular das fibras, de acordo com os procedimentos descritos pela Comisión Pan-Americana de Normas Técnicas - COPANT (1974).

**Densidade básica da madeira:** foi determinada pelo método de imersão em água, expressando seu valor como a média de duas cunhas opostas por disco ao longo do fuste, segundo a Norma Brasileira Regulamentadora 119421-02 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003). Com os valores de densidade média entre as posições longitudinais e o volume das correspondentes, obteve-se a densidade básica média ponderada, conforme descrito por Nogueira et al. (2005).

**Perfil radial de densidade aparente** foi determinado pelo método de densitometria de raios X. A leitura das amostras foi feita em um feixe colimado de raios X em intervalos de 40  $\mu\text{m}$  no equipamento QTRS-01X (Quintek Measurement Systems), sendo os dados de densidade aparente obtidos pelo software QMS. Foram gerados cinco gráficos para cada condição avaliada: sadia e atacada por *G. platensis* e *T. arnobia*, e selecionados os que visivelmente expressavam maior representatividade.

**Análise química da madeira:** as cunhas dos discos de madeira oriundas das seis posições longitudinais, foram seccionadas e transformadas em serragem, sendo classificadas em malhas de 40 e 60 mesh e homogeneizadas para a obtenção de uma amostra composta para cada árvore. Realizaram-se as seguintes análises: extrativos em acetona (Technological Association of the Pulp and Paper Industry T204), lignina insolúvel, segundo método Klason, alterado segundo o procedimento proposto por Gomide e Demuner (1986), derivado da norma TAPPI T 224 om-88 e lignina solúvel, determinada por espectrometria, conforme Goldschimid (1971), pentosanas (TAPPI T223) e teor de cinzas (NBR 8112, 1986).

**Delineamento experimental:** os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), nas condições sadias e atacadas, sendo 7

repetições (árvore) para *G. platensis* e 10 para *T. arnobia*. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativo, as médias foram comparadas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

### 3. Resultados

Nos locais de incidência de *G. platensis*, os dados de inventário florestal apontaram diminuição da produtividade e crescimento no período de 5 aos 7 anos do plantio (Tabela 1). No ano de 2013 ocorreu a primeira desfolha apical das árvores hospedeiras e desde então a praga possui recorrência na área.

Tabela 1. Dados de inventário de plantios do híbrido *E. grandis x E. urophylla* atacados por *G. platensis* a partir do ano de 2013

<i>Gonipterus platensis</i>											
	Altura (m)			DAP (cm) <sup>1</sup>			IMA <sup>2</sup>				
	Atacado	Sadio	Perda (%)	Atacado	Sadio	Perda (%)	Atacado	Sadio	Perda (%)		
2015	21,4	25,1	14,8	2015	15,8	16,9	7	2015	41,2	55,2	25,3
2014	20	24,5	18,6	2014	13,6	14,6	6,4	2014	40,9	57,8	29,2
2013	19,2	22,8	15,6	2013	13,7	14,8	7,4	2013	43,2	58,3	25,8

Obs.: <sup>1</sup>Diâmetro a altura do peito; <sup>2</sup> Incremento médio anual.

Com relação a *T. arnobia*, os dados de inventário até 2013 demonstravam perdas de 10% na altura e de 16,7% no IMA.

Os ataques dos insetos desfolhadores não alteraram significativamente os diâmetros à altura do peito (DAP), volumes de madeira e volume de cascas. Notou-se diferença significativa apenas na altura das árvores atacadas por *G. platensis*, mas essa diferença não teve efeito no volume de madeira e casca (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis dendrométricas das árvores de híbridos *E. grandis x E. urophylla*, aos 5 anos de idade, sadios e atacados por pragas desfolhadoras.

Pragas	Descrição	Altura total (m)	DAP (cm)	Volume madeira (m <sup>3</sup> )	Volume Casca (m <sup>3</sup> )
<i>Gonipterus platensis</i>	Sadia	22,95	14,45	0,1243	0,01345
	Atacada	17,64	14,38	0,1032	0,01153
	CV (%) <sup>1</sup>	14,87	14,89	33,89	34,65
	F	60,9	0,00	1,04	0,67
<i>Thyrinteina arnobia</i>	Sadia	24,81	11,92	0,1397	0,01192
	Atacada	24,09	11,47	0,1216	0,00921
	CV (%)	15,84	21,8	52,69	35,82
	F	0,16	2,21	0,40	2,22

Obs.: <sup>1</sup> Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

As propriedades físicas, anatômicas e químicas da madeira não foram alteradas com o ataque de *G. platensis*, ocorrendo diferença estatística somente no valor médio de pentosanas. A madeira das árvores atacadas por *T. arnobia* teve suas propriedades físicas, anatômicas e químicas alteradas, sendo estas significativas para densidade básica, espessura da parede, frequência de vasos, diâmetro tangencial de vasos e teor de cinzas (Tabela 3).

Tabela 3. Propriedades da madeira do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*, provenientes de árvores de 5 anos de idade, sadias e atacadas por pragas desfolhadoras

Variáveis	Descrição	<i>Gonipterus platensis</i>	F	<i>Thyrinteina arnobia</i>	F
Densidade básica da madeira (g.cm <sup>-3</sup> )	Sadia	0,463		0,418 a	
	Atacada	0,481	2,36	0,373 b	10,72
	CV (%) <sup>1</sup>	4,87		9,69	
Espessura da parede das fibras (µm)	Sadia	4,02		3,54 a	
	Atacada	4,03	0,01	2,93 b	61,52
	CV (%)	23,17		24,84	
Comprimento das fibras (µm)	Sadia	1000,68		993,52	
	Atacada	987,25	0,49	925,2	2,3
	CV (%)	17,03		45,7	
Frequência de vasos (mm <sup>-2</sup> )	Sadia	10		7 b	
	Atacada	10	0,06	8 a	4,28
	CV (%)	27,23		33,98	
Diâmetro tangencial de vasos (µm)	Sadia	104,59		109,98 a	
	Atacada	106,54	0,17	99,85 b	8,83
	CV (%)	42,13		33,25	
Extrativos em acetona (%)	Sadia	2,21		2,07	
	Atacada	1,76	0,53	1,92	0,13
	CV (%)	52,58		35,22	
Lignina insolúvel (%)	Sadia	26,05		24	
	Atacada	27,43	0,58	26,45	1,50
	CV (%)	11,52		14,06	
Lignina solúvel (%)	Sadia	3,89		3,98	
	Atacada	4,01	1,10	4,15	0,71
	CV (%)	5,12		8,48	
Lignina total (%)	Sadia	29,94		27,98	
	Atacada	31,44	0,69	30,6	1,67
	CV (%)	10,05		12,37	
Pentosanas (%)	Sadia	14,30 b		13,47	
	Atacada	15,74 a	78,35	14,79	4,11
	CV (%)	10,17		7,79	
Cinzas (%)	Sadia	0,61		0,59 a	
	Atacada	0,58	0,74	0,50 b	5,65
	CV (%)	13,4		18,69	

Obs.: <sup>1</sup>Coefficiente de Variação (%). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O perfil radial de densidade aparente das árvores sadias e atacadas por *G. platensis* foi similar, com contraste na região da medula das árvores atacadas identificada pelos picos elevados de densidade, e ligeiro aumento na porção correspondente a casca. Essas variações no perfil podem ser constatadas a partir na análise da imagem de raios X digital, em que, a coloração preta representa densidades menores, e branca, maiores. Ou seja, no perfil de densidade mais homogêneo na madeira proveniente de árvores sadias, há predomínio de uma das cores.

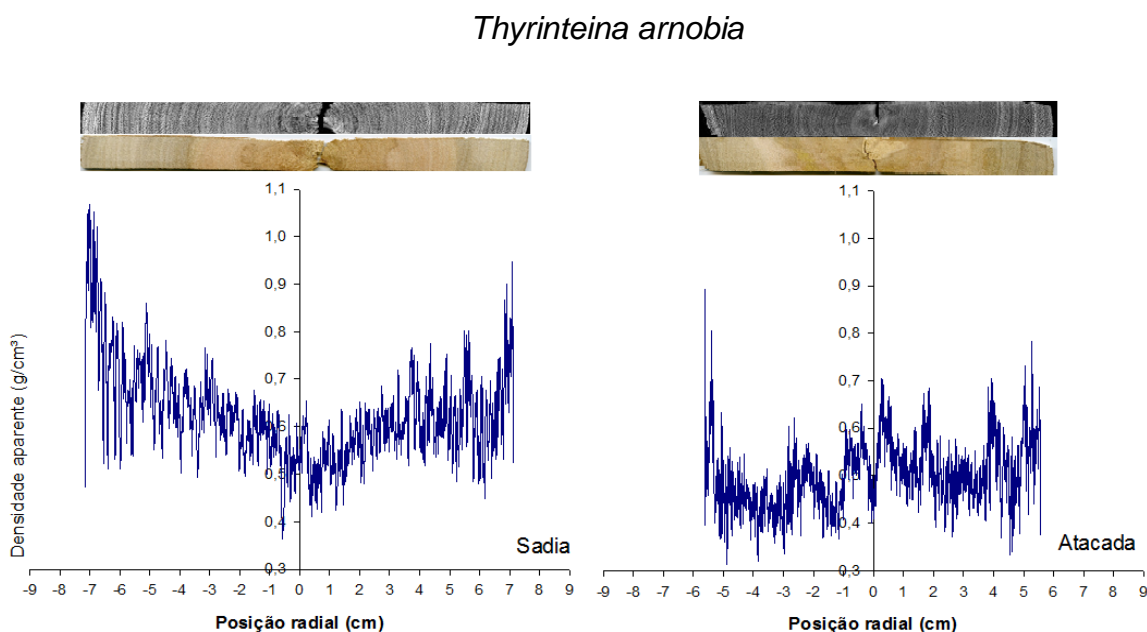
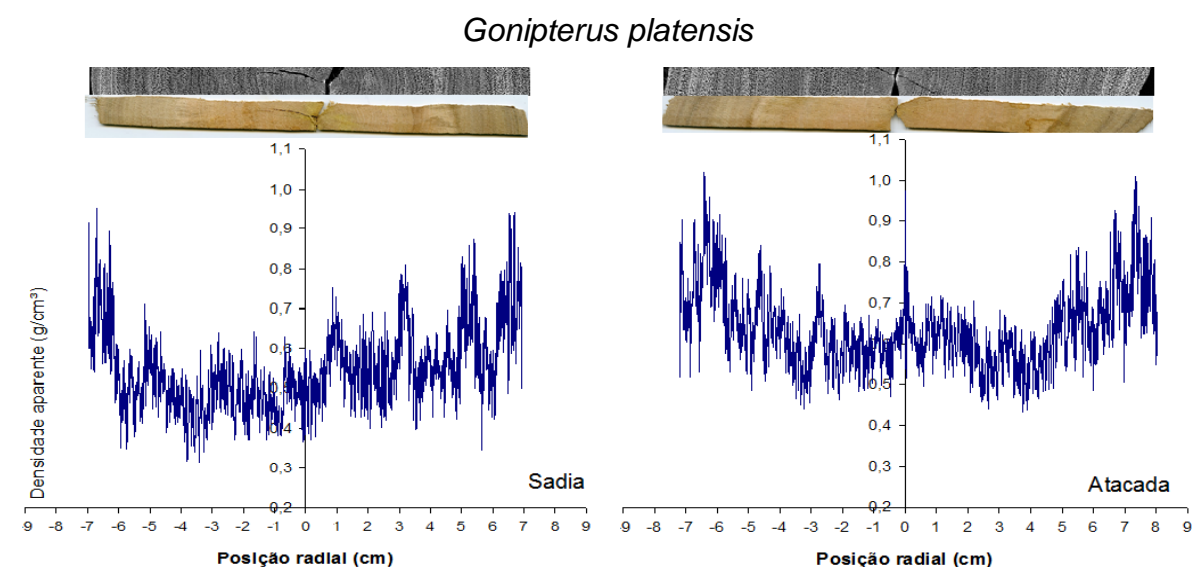


Figura 1. Perfil radial de densidade aparente da madeira de *E. grandis* x *E. urophylla*, aos 5 anos de idade provenientes de árvores sadias e atacadas por pragas desfolhadoras.

As árvores atacadas por *T. arnobia* obtiveram menor densidade no sentido radial com alteração na porção correspondente a 25% do perfil do lenho e aumento de densidade na porção da medula, as árvores sadias, por sua vez, expressaram aumento na densidade, no sentido medula-casca, com menores variações neste sentido.

#### 4. Discussão

As árvores atacadas pelo coleóptero *G. platensis* obtiveram perdas em altura de 21,4% (3,86 m) quando comparadas as árvores sadias, redução característica de árvores desfolhadas e com perda de dominância apical.

Segundo Graham et al. (1963) a redução do crescimento em árvores desfolhadas é proporcional à quantidade de folhas removidas. Além disso, as árvores atacadas por *G. platensis* sofreram perda da dominância apical em função do ataque resultando em menor crescimento em altura.

A altura das árvores atacadas por *T. arnobia* foi semelhante às sadias, este comportamento pode estar associado ao hábito alimentar das lagartas que consomem as folhas no sentido base-topo, sendo estes danos pouco pronunciados no meristema apical.

Não houve alteração dos valores de DAP em função do ataque por *G. platensis* e *T. arnobia*, este comportamento pode estar associado a época de coleta, um e dois anos após o ataque, respectivamente. De acordo com Kozlowski (1963) o crescimento em diâmetro depende primariamente da fotossíntese do ano corrente. Ou seja, a menor influência do ataque no diâmetro das árvores está atrelada a recuperação de seu vigor no ano seguinte, que provavelmente contribuiu para o crescimento, mesmo após o desfolha.

A diferença em altura observada para o ataque do *G. platensis* não foi suficiente para alterar significativamente o volume, o mesmo comportamento se observou para o volume de casca. A tendência de redução de volume em função da desfolha, depende de fatores ambientais, como o grau e a persistência de desfolhamento, vigor da planta antes da desfolha, local, umidade do solo e clima (MATRANGOLO et al, 2010; NICKELE et al, 2012; REIS FILHO et al, 2011). E neste estudo a época de ataque e colheita contribuíram para os resultados de volume.

A desfolha como já discutido por Speight e Wylie (2001) tem efeito pontual no crescimento das árvores, contudo, os efeitos nas propriedades da madeira ocorrem tardiamente. O material sadio e atacado por *G. platensis*, foi coletado um ano após o ataque, dessa forma os efeitos foram expressos no crescimento. O ataque por *T. arnobia* ocorreu em três anos consecutivos, sendo o surto de 2011 o mais severo. Dois anos após o último surto foi realizada a coleta das árvores dessa forma o desfolhamento acarretou em alteração da densidade básica média e nos caracteres anatômicos.

As árvores atacadas por *T. arnobia* obtiveram redução na densidade básica média ponderada da madeira (DBMP) de 9,6% comparadas às madeiras das árvores sadias, este padrão de comportamento esteve acompanhado a menor espessura da parede das fibras. Com a remoção de suas folhagens a árvore atacada passa por desequilíbrio em sua fisiologia, resultando em alteração no processo de formação de células, como o espessamento da parede celular, a qual tem influência direta na densidade da madeira. Outros autores relatam a relação destas duas variáveis (GOUVÊA et al., 2012; QUEIROZ, 2004).

A espessura da parede celular é resultado de distintos processos fisiológicos que ocorrem dentro da copa, ou seja, tal variável é dependente da produção fotossintética de folhas completamente expandidas, de ramos mais velhos localizados nas porções médias e inferiores da copa (LARSON et al., 2001). Em virtude da *T. arnobia* se alimentar tanto de folhas jovens como folhas velhas, a desfolha provavelmente contribuiu para diminuição do espessamento da parede das fibras da madeira e densidade básica da madeira.

Madeiras com densidade baixa tendem a elevar os custos na produção de polpa celulósica. Segundo Fonseca et al. (1996) a densidade da madeira juntamente com o crescimento em volume e rendimento de polpa são as principais variáveis para determinação dos custos no processamento de celulose. Madeiras com baixa densidade resultam em maior consumo específico, ou seja, ocorre maior demanda de madeira para produção de uma tonelada de celulose.

Os ataques por pragas desfolhadoras não tiveram impactos na composição química da madeira de eucalipto. Observando pelo ponto de vista descritivo verifica-se ligeiro aumento no percentual de lignina insolúvel, solúvel e total de 5,3; 3,1 e 5% respectivamente, das madeiras das árvores atacadas por *G. platensis* em relação às sadias. No ataque pela lagarta *T. arnobia*, verifica-se tendência similar, com

aumento de aproximadamente 10,2; 4,3 e 10,4% nos teores de lignina insolúvel, solúvel e total, respectivamente. Este aumento no teor de lignina nas árvores atacadas pode ser em resposta aos danos causados pelos insetos desfolhadores, pois a lignina desempenha função protetora nos vegetais (YAMADA, 2004).

Com o estresse provocado pela desfolha, as árvores podem adquirir maior susceptibilidade a ataques de outros insetos e patógenos (ZANÚNCIO; LIMA, 1975). A lignificação impede o crescimento destes e aumenta como resultado a lesão e, ou, infecção (YAMADA, 2004). Embora a lignina tenha a função de proteção na árvore viva, na produção de polpa celulósica o seu elevado percentual requer maiores quantidade de químicos no processo para sua remoção, afetando negativamente o rendimento e onerando os custos de refino.

As árvores atacadas por *G. platensis* obtiveram maior teor de pentosanas comparadas às sadias (10,7%), sendo este comportamento resposta aos efeitos da desfolha causada pelo coleóptero. O aumento do teor de pentosanas nas árvores atacadas por *G. platensis* assemelham-se ao comportamento de árvores que passam por algum estresse, biótico ou abiótico, e pode ser explicado pela mobilização dos carboidratos das folhas para o interior da madeira. O processo sucede com a finalidade de compensar a fotossíntese, reduzindo gastos com energia, ou como resposta a demanda por carboidratos (CHANTUMA et al., 2009).

O ataque por *T. arnobia* promoveu queda no teor de cinzas (15%) em relação as sadias. Isto ocorreu possivelmente em função da maior remobilização de nutrientes para formação de novas folhas nas plantas desfolhadas por *T. arnobia*, sendo esta redução favorável no ponto de vista industrial, porém a queda na densidade básica da madeira anula esta alteração.

As pequenas alterações observadas no perfil de densidade radial aparente das madeiras atacadas por *G. platensis* estão atreladas a época do ataque e a colheita. Sendo este comportamento observado em quase todas as propriedades da madeira das árvores atacadas por este coleóptero. Segundo Benson (1963) as variações de densidade no perfil radial das madeiras podem estar atreladas as diferentes condições ambientais em que as árvores foram submetidas, tais como, clima, solo, precipitação e ataque de pragas, sendo este último influenciado pelo hábito do inseto, época de ataque e colheita.

Rodrigues (2013) ao avaliar árvores jovens de eucalipto em dois níveis de estresse abiótico verificou maiores picos de densidade aparente no maior nível de



estresse, sendo este resultado distinto ao encontrado no perfil radial das madeiras de árvores atacadas por *G. platensis*.

A alteração nos padrões de densidade aparente na porção correspondente a 5 cm a partir da medula das árvores atacadas por *T. arnobia*, provavelmente corresponde a época do ataque da praga, na fase jovem das árvores. A explicação deste comportamento é complexa, pois está atrelada a fatores ambientais.

Mesmo após revigoração é necessário observar a condição fitossanitária da árvore desfolhada, pois árvores estressadas tem maior predisposição para ação de pragas e doenças (ZANUNCIO et al., 1997). Um outro fator limitante aos plantios atacados é a condição climática a qual estão inseridos, uma vez que, elevadas temperaturas contribuem para eclosão de larvas, diminuindo o ciclo biológico de alguns insetos. No entanto, no inverno os danos são mais severos, pois as baixas temperaturas e precipitação dificultam a recuperação das árvores desfolhadas (FREITAS; BERTI FILHO, 1994).

Pontuar o efeito da desfolha tanto no crescimento das árvores como nas propriedades da madeira é algo complexo, uma vez que, envolve diferentes respostas fisiológicas da planta ao ataque e a condições ambientais, como clima, solo, altitude e tratamentos silviculturais (KOZLOWSKI, 1963; MANTRAGOLO, 2010). Além disso, inicialmente a desfolha interfere na conversão da fotossíntese em biomassa e nas taxas de crescimento, ou seja, as alterações provocadas pelo estresse são expressas na madeira somente alguns anos depois.

## 5. Conclusões

A desfolha causada *Gonipterus platensis* teve efeito no crescimento em altura das árvores. Já as árvores atacadas por *Thyrinteina arnobia* não apresentaram alteração nos padrões de crescimento.

Não houve alteração na densidade básica e nem nos caracteres anatômicos da madeira das árvores desfolhadas por *G. platensis*.

O ataque por *T. arnobia* influenciou na redução da densidade básica da madeira associada a também diminuição da espessura da parede das fibras.

A desfolha interferiu no perfil radial de densidade aparente das madeiras, principalmente das árvores afetadas por *T. arnobia*.

A qualidade da madeira de árvores atacadas por pragas é resultado da persistência, tipo, intensidade do ataque e época da colheita. A utilização dessas madeiras na indústria dependerá principalmente dos efeitos no volume e nas propriedades da madeira.

## **Agradecimentos**

Ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira e o Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFES, a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES, a empresa Suzano Papel e Celulose e aos Laboratórios de Anatomia, Identificação e Densitometria de raios X em Madeira, ESALQ-USP.

## **6. Referências**

AMARAL, A.C.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Avaliação das características dos anéis de crescimento de *Pinus taeda* através de microdensitometria de raios X. **Revista Ciência e Tecnologia**, Piracicaba: v.11/12, n.6, p.17-23, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8112**: Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941-02**. Determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro. 2003. 6p.

BENSON, P. H. **The application of silviculture in controlling the specific gravity of wood**. Washington:USDA, Forest Service, 1963. 19p.

CHANTUMA P. et al. Carbohydrate storage in wood and bark of rubber trees submitted to different level of C demand induced by latex tapping. **Tree Physiology**, Oxford: v. 2, p.1021–1031. 2009.

COMMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – COPANT. **Descripción de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledoneas**. v.30. p.1-19, 1974.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Forest pest species profile**.s.l: FAO, 2007. 4 p.

FONSECA, S. M.; OLIVEIRA, R. C.; SILVEIRA, P. N. Seleção da árvore industrial: procedimentos, riscos, custos e benefícios. **Revista Árvore**, v. 20, n. 1, p. 69-85, 1996.

FREITAS, S. de; BERTI FILHO, E. Efeito da desfolha parcial e total na produção de biomassa de *Eucalyptus grandis* em Mogi-Guaçu, São Paulo. **IPEF**, n. 47, p.29-35, 1994.

GARLET, J. **Levantamento populacional da entomofauna em plantios de *Eucalyptus spp.*** Santa Maria, RS: UFSM, 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

GRAHAM, S. A.; WESTELL, C. W.; HARRISON, R. P. **Aspens: phoenix trees of the Great Lakes region**. 1 ed. Michigan; University of Michigan Press, 1963. 278 p.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. **Lignins: occurrence, formation, structure and reations**. New York: J. Wiley & Sons, p. 241-266, 1971.

GOMIDE, J.L.; DEMUNER, B.J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v.47, n.8, p.36-38, 1986.

GOUVÊA, A. F. G., et al. Efeito do sítio nas características tecnológicas da madeira de *Eucalyptus* para produção de celulose kraft. **Ciência da Madeira**, Pelotas; v. 03, n. 02, p. 102-115, 2012.

KOZLOWSKI, T. T. Growth characteristics of forest trees. **Journal of Forestry**, United States of America; v. 61, n. 09, p. 655-662, set, 1963.

LARSON, P. R.; KRETSCHMANN, D. E.; CLARK III, A. ISEBRANDS, J. G. **Formation and Properties of Juvenile Wood in Southern Pines: a synopsis**. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 2001. 42 p.

LOCH, A. D.; MATSUKI, M. Effects of defoliation by *Eucalyptus weevil*, *Gonipterus scutellatus*, and chrysomelid beetles on growth of *Eucalyptus globulus* in southwestern Australia. **Forest Ecology and Management** 260: 1324 – 1332. 2010.

MATRANGOLO, C.A.R. et al. *Eucalyptus* growth under the effect of artificial defoliation, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Santa Maria; v. 45, p. 952-957, 2010.

NICKELE, M. A. et al. Leaf-cutting ant attack in initial pine plantations and growth of defoliated plants. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Santa Maria; v. 47, n.7, p. 892-899, 2012.

NOGUEIRA, E. M.; NELSON, B. W.; FEARNSIDE, P. M. Wood density in dense forest in central Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, s.l.; v. 208, p. 261-286, 2005.

OLIVEIRA, M. A., DELLA LUCIA, T. M. C., DELLA LUCIA, R. M., DOS ANJOS, N., ARAUJO, M. S., LEITE, B. S. The Simulated Effect of Defoliation in the Growth of the *Eucalyptus grandis*. **Chemical engineering transactions**, Milano; v. 39, 2014.

QUEIROZ, S. C. S.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C. Influência da densidade básica da madeira na qualidade da polpa Kraft de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Revista Árvore**, Viçosa; v.28, n.6, p.901-909, 2004.

REIS FILHO, W.; SANTOS, F.; STRAPASSON, P.; NICKELE, M. A. Danos causados por diferentes níveis de desfolha artificial para simulação do ataque de formigas cortadeiras em *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo; v. 31, n. 65, p.37-42, 2011.

RODRIGUES, B. P. **Qualidade do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* sob estresse hídrico abiótico e o impacto na produção de celulose**. Jerônimo Monteiro, ES:UFES, 2013. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

SPEIGHT, M. R; WYLIE, F.R. **Insect Pests in Tropical Forestry**. CABI Publishing, Oxford, Brisbane, 2001.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI. **T280 pm-99**: standard. Acetone extractives of wood and pulp. Atlanta: 2000.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI. Test Methods. Atlanta: 1998.

YAMADA, T. Resistência de plantas a pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? **Informações agrônômicas**, Piracicaba; n 108. 2004.

ZANUNCIO, J.C.; LIMA, J.O.G. Ocorrência de *Sarsina violascens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera: *Lymantriidae*) em eucaliptos de Minas Gerais. **Brasil Florestal**, v.6, n.23, p.48-50, 1975.

ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; GONÇALVES, R. C.; OLIVEIRA, A. C. de. Morfologia e bionomia de *Thyriniteina leucoceraea* Rindge (Lep., Geometridae) alimentadas com *Eucalyptus urophylla*. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo; v. 41, n. 1, p. 5-8, jan. 1997.

## 2. CONCLUSÕES GERAIS

O ataque pragas provocou diferentes respostas nas variáveis dendrométricas e propriedades da madeira das árvores hospedeiras.

Os locais de ataque não influenciaram nas variáveis dendrométricas das árvores atacadas *Leptocybe invasa*, exceto no diâmetro de *E. saligna* x *E.*

*tereticornis*. A frequência de vasos, comprimento de fibras, perfil radial de densidade e teor de cinzas da madeira foram alterados em função dos locais de ataque.

O ataque de *L. invasa* provocou alterações expressivas nas variáveis dendrométricas de *E. saligna* x *E. tereticornis*. Nas árvores atacadas por insetos desfolhadores foi encontrada variação do crescimento somente na altura das árvores hospedeiras de *G. platensis*.

A densidade básica e os parâmetros de vasos e fibras não foram alteradas em função do ataque de *L. invasa* e *G. platensis*. Entretanto a madeira das árvores atacadas por *T. arnobia* apresentaram redução da espessura da parede das fibras conferindo alteração na densidade básica da madeira.

O ataque de *L. invasa*, *G. platensis* e *T. arnobia* provocou poucas variações na composição química da madeira, sendo alterados somente os teores de pentosanas e cinzas.

Nos parâmetros de polpação Kraft o ataque de *L. invasa* acarretou em alterações na carga álcali, rendimento depurado e consumo específico de madeira.

O perfil radial de densidade aparente das árvores atacadas por pragas desfolhadoras demonstrou maior heterogeneidade em relação às sadias.

A incidência de pragas pode ter efeitos distintos nas propriedades da madeira e variáveis dendrométricas, isto dependerá do tipo de praga, intensidade de ataque, susceptibilidade e sanidade das plantas, condições ambientais e o período em que o material atacado foi analisado. Este último fator influencia na recuperação do vigor das plantas e manifestação dos efeitos do ataque nas propriedades da madeira.