AVALIAÇÃO DA MADEIRA DE
Eucalyptus saligna E *Eucalyptus urophylla*
PARA PRODUÇÃO DE LÂMINAS

MARCIO ROBERTO GAIOTTO

Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr.

IVALDO PONTES JANKOWSKY

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para a obtenção do título
de Mestre em Ciências, Área de
Concentração: Ciências
Florestais.

Piracicaba
Estado de São Paulo - Brasil

Julho - 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - FCLQ/USP

Gaiotto, Marcio Roberto
G143a Avaliação da madeira de Eucalyptus saligna e Eucalyptus
 urophylla para produção de lâminas. Piracicaba, 1993.
 119p.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia

1. Eucalipto - Produto derivado 2. Laminado de madeira -
Produção 3. Madeira de eucalipto - Avaliação I. Escola Su-
perior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

AVALIAÇÃO DA MADEIRA DE
Eucalyptus saligna E *Eucalyptus urophylla*
PARA PRODUÇÃO DE LÂMINAS

MARCIO ROBERTO GAIOTTO

Aprovada em: 10.09.1993

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Ivaldo Pontes Jankowsky ESALQ/USP

Prof. Dr. Luiz Ernesto George Barrichelo ESALQ/USP

Prof. Dr. Nilson Franco DPFT/IPT

Prof. Dr. IVALDO PONTES JANKOWSKY

Orientador

À minha esposa JACQUELINE,
que me acompanhou e apoiou
neste momento de minha vida,
Ao meu filho AUGUSTO, meu
estímulo de vida,

e aos meus pais Palmiro
e Luiza, pelo carinho
manifestado constante-
mente

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. IVALDO PONTES JANKOWSKY, pela amizade, orientação e incentivo durante a elaboração deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. José Nivaldo Garcia, pela amizade, sugestões e incentivo durante a elaboração do trabalho.
- Ao Prof. Dr. João Walter Simões, pela amizade, apoio e colaboração.
- Aos Profs. Dr. Mario Ferreira e Dr. Luiz Ernesto George Barrichelo, pelas sugestões e colaboração.
- Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Z. do Couto, pelo auxílio na análise estatística dos dados.
- Aos Srs. Benedito Moisés da Silveira Leite e Eduardo José Moisés, pela amizade e colaboração, tornando possível a execução do trabalho.
- Aos Srs. Luis Eduardo Facco e Milton Cesar Ribeiro, pela amizade e pelo trabalho de digitação e composição gráfica da dissertação.
- Aos estagiários do CPZ do Departamento de Zootecnia e funcionários da EECF de Anhenbi, pelo corte e transporte do material da dissertação.
- À Caribaea Indústria Madeireira Ltda., São Manuel, SP, por permitir a utilização de seu equipamento para secagem das lâminas.
- A todos aqueles que emprestaram, sua amizade e apoio direto ou indireto durante a realização deste curso.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	i
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas do Apêndice.....	x
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Cultura do Eucalipto no Brasil.....	4
2.2. Tensões de crescimento em <i>Eucalyptus</i>	8
2.3. O Processo de Laminação.....	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1. Materiais.....	21
3.2. Método.....	24
3.2.1. Derrubada das árvores e corte das toras.....	25
3.2.2. Armazenamento das toras e quantificação das rachaduras.....	31
3.2.3. Aquecimento.....	34
3.2.4. Produção das lâminas.....	38
3.2.5. Análise Estatística.....	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1. Densidade básica média das toras de <i>Eucalyptus urophylla</i> e <i>E. saligna</i>	46
4.2. Rendimentos na laminação.....	50

	Página
4.3. Avaliação das rachaduras antes e depois do aquecimento das toras.....	65
4.4. Características das lâminas produzidas.....	78
5. CONCLUSÕES.....	100
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
7. APÊNDICE	111
ANEXO.....	118

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Reflorestamento com Incentivos Fiscais no Brasil.....	7
Tabela 2. Resumo das variáveis estudadas.....	25
Tabela 3. Tempo aproximado de aquecimento para toras com densidade média (0.45-0.55), totalmente imersas em água quente ou vapor (FEIHL & GODIN, 1975).....	35
Tabela 4. Temperaturas e tempos utilizados no aquecimento "Direto" das toras.....	37
Tabela 5. Temperaturas e tempos utilizados no aquecimento "Gradual das toras.....	38
Tabela 6. Quadro de análise de variância para o delineamento casualizado num esquema Fatorial 3x3x2, com 3 repetições para cada espécie.....	45
Tabela 7. Densidade básica (g/cm^3) do <i>E. urophylla</i> em diferentes posições da árvore.....	48
Tabela 8. Densidade básica (g/cm^3) do <i>E. saligna</i> em diferentes posições da árvore.....	49
Tabela 9. Diâmetros (m) e volumes (m^3) de madeira de cada tratamento (média de três toras) da espécie <i>E. urophylla</i> entre as diferentes fases durante a laminação.....	54

Tabela 10. Diâmetros (m) e volumes (m ³) de madeira de cada tratamento (média de três toras) da espécie <i>E. saligna</i> entre as diferentes fases durante a laminação.....	55
Tabela 11. Volumes totais, por espécie, nas diferentes fases.....	56
Tabela 12. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o <i>Eucalyptus saligna</i> . Os valores foram agrupados por posição das toras na árvore, média de 18 repetições.....	56
Tabela 13. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o <i>Eucalyptus urophylla</i> . Os valores foram agrupados por posição das toras na árvore, média de 18 repetições.....	56
Tabela 14. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o <i>Eucalyptus saligna</i> . Os valores foram agrupados por tipo de corte, média de 12 repetições.....	57

Tabela 15. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o <i>Eucalyptus urophylla</i> . Os valores foram agupados por tipo de corte, média de 12 repetições.....	57
Tabela 16. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o <i>Eucalyptus saligna</i> . Os valores foram agrupados por tipo de aquecimento, média de 18 repetições.....	58
Tabela 17. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o <i>Eucalyptus urophylla</i> . Os valores foram agrupados por tipo de aquecimento, média de 18 repetições.....	58
Tabela 18. Rendimento Volumétrico (%) entre as diferentes operações, agrupadas segundo as variáveis: tipo de corte, posição na árvore e tipo de aquecimento para cada espécie. Média de 3 repetições.....	61

Tabela 19. Resultados de análise de variância pelo teste F aplicada aos resultados da Tabela 18.....	61
Tabela 20. Resultados de análise de variância pelo teste F aplicada aos resultados da Tabela 18, sem os dados da posição TOPO.....	64
Tabela 21. Valores médios atribuídos as rachaduras de topo antes e depois do aquecimento das toras. Média de 3 repetições.....	66
Tabela 22. Análise geral da variância aplicada aos valores do índice de rachadura da Tabela 21 através do teste F.....	67
Tabela 23. Teste de Tukey aplicado aos tratamentos posição das toras na árvore.....	69
Tabela 24. Teste F, para os tratamentos aquecimento, corte e sua interação dentro do tratamento "posição" (BASE, MEIO e TOPO) Antes e Depois do Aquecimento do <i>Eucalyptus saligna</i>	70
Tabela 25. Teste de Tukey aplicado ao tratamento "aquecimento" dentro da posição BASE no <i>E. saligna</i>	71
Tabela 26. Teste de Tukey aplicado ao tratamento tipo de corte dentro da posição TOPO no <i>E. saligna</i>	72

Tabela 27. Teste F, para os tratamentos aquecimento, corte e sua interação dentro do tratamento "posição" (BASE, MEIO e TOPO) Antes e Depois do Aquecimento do <i>Eucalyptus urophylla</i>	75
Tabela 28. Teste de Tukey aplicado ao tratamento "aquecimento" dentro da posição BASE no <i>E. urophylla</i>	76
Tabela 29. Teste de Tukey aplicado ao tratamento "aquecimento" dentro da posição TOPO, Depois do Aquecimento, no <i>Eucalyptus urophylla</i>	76
Tabela 30. Teste de Tukey aplicado ao tratamento tipo de corte dentro da posição TOPO, Antes do Aquecimento, no <i>Eucalyptus urophylla</i>	78
Tabela 31. Média da retração na direção tangencial, média da rugosidade e média de lâminas com nós, após secagem, em cada tratamento [<i>E. urophylla</i>].....	83
Tabela 32. Média da retração na direção tangencial, média da rugosidade e média de lâminas com nós, após secagem, em cada tratamento [<i>E. saligna</i>].....	84

Tabela 33. Espessura e a variação da espessura (a variação foi avaliada no comprimento total e na largura da lâmina) em cada tratamento [<i>E. urophylla</i>].....	91
Tabela 34. Espessura e variação da espessura (a variação foi avaliada no comprimento total e na largura da lâmina) em cada tratamento [<i>E. saligna</i>].....	92
Tabela 35. Altura de pilhas de 50 lâminas secas, para comparação do defeito ondulação.....	95

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Secção transversal de um torno desenrolador mostrando as relações geométricas entre a tora, a faca e a barra de compressão. Fonte: JANKOWSKY & SUCHSLAND (1978).....	14
Figura 2. Posições de coleta das toras e dos discos na árvore.....	26
Figura 3. Sequência de corte com anelamento e destopo no anelamento (derrubada, toragem e destopo).....	28
Figura 4. Destopo das toras próximo ao anelamento.....	29
Figura 5. Detalhe ilustrando os destopos das toras nos três tipos de corte utilizados: C ₁ -Corte com anelamento e destopo no anelamento; C ₂ -Corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento; C ₃ -Corte sem anelamento.....	30
Figura 6. Armazenamento das toras submersas em água, dentro de um tanque de aço de 9,6 m ³ de capacidade.....	32
Figura 7. Secção das extremidades de uma tora onde foi feita a avaliação de rachaduras através dos três círculos concêntricos A, B e C detalhados no esquema. FONTE: AGUIAR (1986).	33

Figura 8. Faixa de temperaturas favoráveis para laminação de madeiras duras (folhosas) em função da densidade básica (LUTZ, 1974).....	35
Figura 9. Representação gráfica da variação da densidade básica do <i>E. urophylla</i> e <i>E. saligna</i> em 18 árvores no sentido base-topo..	50
Figura 10. Lâminas de uma tora da BASE do <i>E. urophylla</i> representando as três secções circulares da tora e mostrando a incidência de nós e rachaduras.....	80
Figura 11. Lâminas de uma tora de <i>E. urophylla</i> mostrando a incidência de nós, rachaduras e ataque de <i>Platypus</i>	81
Figura 12. Lâminas de cerne do <i>E. urophylla</i> mostrando a grande incidência de nós e rachaduras.....	82
Figura 13. Foto aproximada da rugosidade superficial provocada pela grã ondulada, em uma lâmina de <i>E. urophylla</i>	89
Figura 14. Ondulação de lâminas secas (50 lâminas em cada pilha) no tratamento tipo de corte. C ₁ = corte com anelamento e destopo no anelamento; C ₂ = corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento; e C ₃ = corte sem anelamento.....	96

Figura 15. Ondulação de lâminas secas (50 lâminas em cada pilha) no tratamento posição das toras na árvore.....	97
Figura 16. Ondulação de lâminas secas (50 lâminas em cada pilha) no tratamento tipo de aquecimento.....	98
Figura 17. Lâmina de <i>E. saligna</i> após a secagem em estufa contínua.....	99

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

	Página
Tabela 1. Análise de variância para as perdas percentuais durante a avaliação do rendimento do <i>Eucalyptus saligna</i>	111
Tabela 2. Análise de variância para as perdas percentuais durante a avaliação do rendimento do <i>Eucalyptus urophylla</i>	112
Tabela 3. Análise de variância para as perdas percentuais durante a avaliação do rendimento do <i>Eucalyptus saligna</i> , sem os dados da posição TOPO.....	113
Tabela 4. Análise de variância para as perdas percentuais durante a avaliação do rendimento do <i>Eucalyptus urophylla</i> , sem os dados da posição TOPO.....	114
Tabela 5. Análise de variância para as perdas percentuais acumuladas durante a avaliação do rendimento do <i>Eucalyptus saligna</i> , sem os dados da posição TOPO.....	115
Tabela 6. Análise de variância para as perdas percentuais acumuladas durante a avaliação do rendimento do <i>Eucalyptus urophylla</i> , sem os dados da posição TOPO.....	116

- Tabela 7.** Limites unilaterais de F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, para o caso de $F > 1$, utilizados nas análises de variância das perdas percentuais, do rendimento volumétrico e das rachaduras de topo para obtenção da significância dos valores de F calculados. [com os dados da posição Topo].. 117
- Tabela 8.** Limites unilaterais de F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, para o caso de $F > 1$, utilizados nas análises de variância das perdas percentuais, do rendimento volumétrico e das rachaduras de topo para obtenção da significância dos valores de F calculados. [sem os dados da posição TOPO].. 117

AVALIAÇÃO DA MADEIRA DE
Eucalyptus saligna E *Eucalyptus urophylla*
PARA PRODUÇÃO DE LÂMINAS

Autor: Marcio Roberto Gaiotto

Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Pontes Jankowsky

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar a produção de lâminas de madeira de *E. urophylla* e *E. saligna* por desenrolamento, avaliando-se experimentalmente a eficiência de métodos para prevenção das rachaduras de topo e a possibilidade dessas duas espécies serem utilizadas na manufatura de compensados.

Nos ensaios foram utilizadas 18 árvores de *E. saligna* procedentes da Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi, São Paulo, e 18 árvores de *E. urophylla* provenientes do campus da ESALQ, Piracicaba, SP.

Foram ensaiados, utilizando um delineamento totalmente casualizado, três tipos de corte, três toras por árvore em diferentes alturas e dois tipos de aquecimento por imersão em água, resultando um total de 18 combinações com três repetições. Foram realizadas avaliação do rendimento volumétrico e avaliação das rachaduras de topo antes e depois do aquecimento das toras.

Pela análise dos resultados concluiu-se que o arredondamento e o rolo-resto foram as principais fases de laminação que causaram o baixíssimo rendimento volumétrico das toras do TOPO das árvores do *E. saligna* e do *E. urophylla*. O rendimento volumétrico foi melhor para o *E. saligna* quando utilizado o Aquecimento Direto, e melhor para o *E. urophylla* quando utilizado o Aquecimento Gradual.

Pela análise das rachaduras de topo, concluiu-se que o anelamento nas toras da posição TOPO, em ambas espécies, diminuíram significativamente as rachaduras antes do aquecimento. Houve diferença significativa no índice de rachadura na altura da árvore para ambas espécies. Somente nas toras do TOPO do *E. urophylla* o Aquecimento Gradual, proporcionou um menor índice de rachadura, em comparação ao Aquecimento Direto.

Pelas características que apresentaram as lâminas de *E. saligna* e *E. urophylla*, é possível utilizá-las para manufatura de compensados. Porém, seu uso é limitado para o miolo do compensado, devido à grande incidência de nós e às rachaduras laterais.

EVALUATION OF *Eucalyptus saligna* AND
Eucalyptus urophylla WOOD
FOR VENEER PEELING PRODUCTION

Author: Marcio Roberto Gaiotto

Adviser: Ivaldo Pontes Jankowsky, Dr.

The objectives of this study were to evaluate the efficiency of prevention end-splitting on veneer logs methodology of *E. saligna* and *E. urophylla* to determine the possibility of using these species in plywood manufacturing.

For the trials, 18 sixteen year-old trees of *E. saligna* and 18 twenty-one year-old of *E. urophylla*, were felled.

For both species a factorial experiment was set up and the following factors were tested: three kinds of tree felling, three veneer logs in different tree heights, and two kinds of veneer log hot water heatings.

According to the volumetric production analysis, it was concluded that *E. saligna* production were better with Direct Heating veneer logs and *E. urophylla* production were better with Progressive Heating veneer logs. And there were change in veneer logs production of different tree heights.

According to the analysis of end-splitting, it was concluded that before logs heatings, the cutting and the bucking of TOP logs with circunferencial grooves reduced the initial end-splitting emergence, for both species. Progressive Heating of logs reduced the end-splitting tendency within TOP logs of *E. urophylla*.

It is possible to use the veneer of *E. saligna* and *E. urophylla* to plywood manufacturing. However, these veneer can be used only in the plywood core because the high incidence of dead knots and checked veneers.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, embora não existam registros históricos precisos, o início da atividade industrial de produção de lâminas e compensados está ligado a imigração de origem européia, no começo da década de 40, principalmente na região sul do país (PR, SC e RS) devido a grande ocorrência da madeira de *Araucaria angustifolia*.

Posteriormente, no final da década de 60 e início da década de 70 ocorreu um deslocamento das indústrias para a região norte, em função da disponibilidade, características adequadas e aceitação no mercado de nova matéria-prima, proveniente da floresta amazônica.

Atualmente, devido ao aumento do consumo e o distanciamento das reservas naturais em relação aos centros consumidores, o abastecimento da matéria-prima tradicional passou a ser prejudicado. Além disso, devido aos movimentos ecológicos mundiais, o governo brasileiro estabeleceu leis que protegem os recursos naturais ainda existentes, dificultando, portanto, a retirada de madeiras nativas apropriadas para industrialização. Há algum tempo o

problema já foi levantado e a alternativa sugerida para atender esse setor madeireiro, foi a utilização da madeira de reflorestamento, principalmente as espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*.

A madeira de *Pinus* vem sendo empregada há algum tempo na indústria de painéis compensados, para a obtenção das lâminas que constituem principalmente a parte central do compensado. Quanto ao *Eucalyptus*, muito pouco se tem utilizado por produzir lâminas de baixa qualidade e com baixo rendimento.

O principal aspecto que tem inviabilizado o emprego de *Eucalyptus* nas indústrias de compensados é o aparecimento de acentuadas rachaduras no topo das toras, provocadas tanto pelo rápido crescimento como pela secagem dessa madeira. Na Austrália diversas espécies de *Eucalyptus* são fontes de matéria-prima para as indústrias de painéis compensados, algumas com os mais altos padrões de qualidade, porém com baixo rendimento devido às rachaduras de topo.

Além disso, quando é possível laminar essas toras, não é raro após a secagem as tensões internas provocarem rachaduras e ondulações em toda a extensão das lâminas, prejudicando a manufatura dos compensados.

Dessa forma, o problema de utilização dos eucaliptos pode ser abordado em duas fases, sendo a primeira relativa a preparação das toras para a laminação e

o processamento mecânico propriamente dito, cujo maior problema são as rachaduras no topo, e a segunda englobando a secagem das lâminas e a manufatura dos painéis.

Mundialmente o Brasil é o país que tem a maior área de florestas homogêneas com espécies de eucalipto. A utilização de sua madeira para a obtenção de produtos tem sido pesquisada principalmente para a produção de pasta celulósica, papel, chapas de fibras e geração de energia. Porém, pouco se tem pesquisado quanto à sua utilização nas indústrias de laminados, compensados e madeiras serradas.

Se as rachaduras de topo forem neutralizadas com o uso de tecnologia apropriada, será possível contornar um dos principais problemas da indústria de compensado.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a produção de lâminas de madeira de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus saligna*, por desenrolamento, avaliando-se experimentalmente a eficiência dos métodos para prevenção das rachaduras de topo, e a possibilidade dessas duas espécies serem utilizadas na manufatura de painéis compensados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do Eucalipto no Brasil

A introdução da eucaliptocultura no Brasil para a produção de madeira partiu da iniciativa privada, no início do século XX, procurando resolver principalmente seus problemas de origem energética. A expansão da eucaliptocultura originou-se das informações resultantes dos estudos desenvolvidos pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro (COSTA, 1961). O Dr. Edmundo Navarro de Andrade, trabalhando no Departamento Florestal dessa companhia, testou diversas espécies de *Eucalyptus* de origem australiana, nos Hortos Florestais de Jundiaí e Rio Claro (ANDRADE, 1961).

Em 1960 era estimado que as plantações de eucalipto no Brasil ocupavam uma área de 560.000 ha, com 447.000 ha em São Paulo, 60.000 ha em Minas Gerais, 34.000 ha no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná e 19.000 ha distribuídos entre outros Estados; com as seguintes espécies: *E. saligna* (32%); *E. alba* (18%); *E. citriodora* (14%); *E. tereticornis* (12%); *E. grandis* (9%); *E.*

paniculata (6%); *E. robusta*, *E. botryoides*, *E. resinifera*, *E. camaldulensis*, *E. propinqua*, *E. pimentata* e outros (9%). Estas plantações destinavam-se à produção de lenha, carvão para siderurgia, postes, moirões de cerca, estacas para fundações de edifícios, dormentes, escoras de minas, chapas de fibras, pasta celulósica e papel (CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 1961).

A partir de 1966, com a criação dos incentivos fiscais para o reflorestamento, houve a necessidade de ampliação das pesquisas que passaram a ser desenvolvidas a nível regional através da integração Universidade x Empresa. Como pode-se verificar na Tabela 1, o reflorestamento no Brasil tornou-se uma operação em grande escala atingindo em 1986 um total de mais de 3.200.000 ha de área reflorestada com eucalipto (IBDF¹, citado por Sociedade Brasileira de Silvicultura-SBS, 1990). Apesar dos incentivos fiscais para reflorestamento terem sido abolidos em dezembro de 1987, as indústrias florestais brasileiras, utilizando-se da tecnologia já adquirida para a implantação de florestas, possuem no momento aproximadamente 6.000.000 ha de área reflorestada por eucalipto (SBS, 1990; Associação Nacional dos Fabricantes

¹IBDF- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Estatística de Reflorestamento. Brasília. 1988.

de Papel e Celulose-ANFPC, 1990 e GARCIA²).

Segundo a Food and Agriculture Organization-FAO (1981), o eucalipto apesar de integrar importantes programas de recursos florestais de rápido crescimento em grande número de espécies, somente poucas compunham imensas áreas de plantações industriais, por apresentarem características favoráveis de utilização, tais como: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. robusta*, *E. maculata*, *E. paniculata* e *E. viminalis*.

É bastante variável a utilização final da madeira de *Eucalyptus*, como celulose e papel, madeira serrada, chapas aglomeradas, chapas de fibras, postes, etc., e também desempenham papel importante na produção de energia, como recurso renovável. De um modo geral, as plantações com eucalipto no mundo estão divididas aproximadamente em: madeira para celulose (85%), postes e madeira de qualidade inferior (10%) e madeira serrada (5%) (FAO, 1981). Segundo SBS (1990), o Brasil ofertou nos anos de 1987/1988 mais de 64.000.000 m³ de madeira sólida de eucalipto, podendo-se calcular que aproximadamente 60% da madeira de eucalipto foi utilizado para lenha, 22% para produção de carvão vegetal, 15% para celulose e 3% para chapas de fibras.

²GARCIA, C.H. Comunicação pessoal. 1993.

Tabela 1. Reflorestamento com Incentivos Fiscais no Brasil

ANO	Reflorestamento (1000 ha)	Área Refl. Acumulada (1000 ha)
1967	14	14
1968	30	44
1969	54	98
1970	84	182
1971	129	311
1972	172	483
1973	161	644
1974	188	832
1975	223	1055
1976	262	1317
1977	194	1511
1978	228	1739
1979	283	2022
1980	272	2294
1981	230	2524
1982	187	2714
1983	91	2802
1984	124	2926
1985	131	3057
1986	174	3231

FONTE: IBDF, 1988. Estatística de Reflorestamento.

Deve-se ressaltar que, além do reduzido consumo de madeira destinada ao processamento mecânico, menos ainda tem sido pesquisado sobre a possibilidade de utilização dos eucaliptos nas indústrias de compensados. No Brasil foram divulgados somente quatro trabalhos sobre a utilização dos eucaliptos para manufatura de compensado, realizados por JANKOWSKY (1979), JANKOWSKY & AGUIAR (1983), AGUIAR (1986) e GAIOTTO *et alii*³ (1992).

³ GAIOTTO, M.R.; WATAI, L.T. & JANKOWSKY, I.P. Evaluation of Experimental Eucalipt Plywood. In: Adhesive Technology for Tropical Woods Symposium. Taipei, Taiwan. 1992. 9p.

2.2. Tensões de crescimento em *Eucalyptus*.

As principais características desfavoráveis, que existem em toras de eucalipto são as tensões de crescimento, as contrações por ocasião da secagem, o colapso e as fibras reversas (FAO, 1981). Porém esses problemas podem ser minimizados através do emprego de tecnologia adequada.

Segundo McCombe⁴, citado por MAC MILLAN (1984), na Austrália são utilizadas diversas espécies de eucaliptos (*Eucalyptus maculata*, *E. regnans*, *E. diversicolor*, *E. marginata*, *E. obliqua*, *E. delegatensis*) na produção de compensados, alguns com os mais altos padrões de qualidade, mas com baixo rendimento devido às rachaduras de topo originadas pelas tensões de crescimento. Esse alto padrão de qualidade só foi possível com o aperfeiçoamento do maquinário e a introdução de técnicas aprimoradas (WALLIS, 1970).

Segundo FREITAS (1979), a madeira de eucalipto é amplamente utilizada para a obtenção de fibras para chapas e celulose, como também para produção de carvão, postes e moirões. Contudo a produção de madeira serrada tem sido restrita, e o principal obstáculo é o

⁴McCOMBE, B. Suitability of 1939 regrowth mountain ash for veneer and plywood manufacture. Papers 17th For. Prod. Res. Conf. CSIRO (Aust.) Topic 1/14. 1975.

aparecimento, após o abate das árvores, das rachaduras de topo, originadas das tensões de crescimento. Foi constatado que as rachaduras de topo nas toras é o principal problema durante a laminação, conforme ensaios realizados por JANKOWSKY & AGUIAR (1983), pois as garras do torno desenrolador, principalmente as garras internas, não fixam suficientemente as toras rachadas, o que provoca o rachamento da mesma quando aumenta o esforço requerido pelo corte, tornando-a inutilizável para a produção de lâminas. Resultados semelhantes foram obtidos por JANKOWSKY (1979) em um ensaio com três espécies de *Eucalyptus*.

Os troncos de todas as árvores, quando crescem em diâmetro, são submetidas a um ligeiro encurtamento entre dois pontos quaisquer, próximos à periferia e na direção longitudinal, o que impõe uma compressão axial na madeira interna nas proximidades da medula (JACOBS, 1965). Este fenômeno deve-se a polimerização da lignina nos espaços inter-microfibrilares na parede secundária, e que induzem a uma contração longitudinal da célula como resultado da sua expansão radial nas camadas de crescimento; de onde ficou estabelecido ser essa a origem das tensões de crescimento nos troncos das árvores (BOYD, 1972). Para efeito de comparação quantitativa, BOYD (1950) verificou que as tensões de crescimento do eucalipto variaram de 70 a 280 kgf/cm² (7 a 28 MPa), que são superiores aos valores das

cargas de ruptura na tração normal às fibras.

Segundo Dinwoodie⁵ e Malan⁶, citado por AGUIAR (1986), em algumas espécies o aumento do diâmetro e o efeito acumulativo das camadas sucessivas de crescimento em estado de tração induzem a parte central do tronco a uma compressão superior ao limite elástico, causando o desenvolvimento de inúmeras fendas de compressão, tanto na madeira como nas paredes das células, observadas pela primeira vez na Austrália e denominadas de madeira quebradiça ("brittle heart").

Observando o desdobro de toras de *Eucalyptus saligna*, GALVÃO (1976) verificou que o empenamento apareceu em consequência da desigualdade de comprimento na prancha resultante de tensões não balanceadas, ou seja, as camadas de madeira mais externas da peça retraem-se longitudinalmente (tração), enquanto as da região interna expandem-se (compressão) durante o desdobro.

Analisando a relação entre a altura da árvore e a tensão de crescimento dentro e entre três espécies de madeira, YAO (1979) verificou que houve

⁵DINWOODIE, J.M. Growth stresses in timber: a review of literature. Forestry, London, 39(2):162-70. 1966.

⁶MALAN, F.S. Studies on the phenotypic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South African grow. *Eucalyptus grandis* (hill ex-Maiden). PhD Thesis, University of Stellenbosh. 1984.

realmente diferença significativa na tensão de crescimento longitudinal dentro de árvores da mesma espécie e considerável variação entre espécies.

Para o equilíbrio das tensões internas (tração e compressão) seria ideal a utilização de técnicas aplicadas nas árvores em pé para reduzir as rachaduras que ocorrem por ocasião da derrubada da árvore e a sua transformação em toras, e também prevenir a existência das falhas internas de compressão e as microfendas conhecidas como madeira quebradiça.

Segundo Ramos⁷ citado por GALVÃO (1976), o método sul-africano pode evitar os defeitos que aparecem no desdobro, devido as tensões de crescimento, porém esse método irá produzir madeira tangencial que apresenta maiores problemas de secagem e maior instabilidade dimensional durante o uso dessa prancha.

Estudos realizados no Brasil por GERALDO & SODRÉ (1983) com o objetivo de comparar vários dispositivos para *E. saligna* e seus híbridos, concluíram que os conectores anti-rachaduras tipo placas dentadas foram os que mais contribuíram para redução das rachaduras do topo dos postes.

Em experimento realizado para produção de

⁷RAMOS, I. África do Sul horizonte florestal do Brasil. O eucalipto, madeira de serraria na África do Sul. S.P. Editora Joruês, 81p.

lâminas pelo processo de desenrolamento com *E. grandis* de 15 anos de idade, AGUIAR (1986) concluiu que a melhor maneira de reduzir as rachaduras de topo é fazendo o anelamento de 30 cm acima do local de corte antes da derrubada da árvore, aplicação nos topos de dispositivos anti-rachaduras do tipo placa dentada, e armazenamento das toras totalmente submersas em água o maior tempo possível.

2.3. O Processo de Laminação

Para WANGAARD & SARAOS (1959), a qualidade das lâminas de madeira obtidas por desenrolamento pode ser avaliada através da uniformidade na espessura, rugosidade e fendas de laminação, parâmetros que estão relacionados com a regulagem do torno desenrolador.

Uma conceituação mais detalhada dessa qualidade é apresentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (1986), segundo a qual uma lâmina de boa qualidade deve apresentar a superfície sem rugosidade, espessura uniforme, com fendas de laminação não profundas, livre de nós, buracos de nós ou rachaduras, e sem manchas.

A regulagem incorreta do torno desenrolador produzirá lâminas de má qualidade, as quais prejudicarão a posterior manufatura dos compensados. A variação na espessura afetará a linha de colagem e a prensagem do painel; a rugosidade excessiva provocará um aumento no

consumo de adesivos, prejudicará a linha de colagem, e condicionará a quantidade de madeira que será retirada das faces do painel durante o lixamento. Já uma lâmina com fendas de laminação profundas poderá romper-se quando manipulada; sob variações bruscas de umidade poderá provocar a delaminação do painel compensado; ou ainda ocasionar o aparecimento das rachaduras de superfície, indesejáveis em painéis cujas faces irão receber um acabamento mais aprimorado. Uma lâmina sem fendas de laminação não terá a flexibilidade suficiente para facilitar o trabalho manual ou em equipamentos automáticos, durante a manufatura do compensado (FEIHL & GODIN, 1970).

Segundo JANKOWSKY & SUCHSLAND (1979), o torno desenrolador é dotado de regulagens que visam as condições ótimas de corte, envolvendo o ajuste acurado das relações geométricas entre o gume da faca, a barra de compressão e o centro de rotação das garras. Tais relações são definidas na Figura 1, que mostra a secção transversal de um torno, onde pode-se ver o ângulo de afiação da faca, ângulo da faca, abertura vertical e abertura horizontal.

Figura 1. Secção transversal de um torno desenrolador mostrando as relações geométricas entre a tora, a faca e a barra de compressão.
Fonte: JANKOWSKY & SUCHSLAND (1978)

A função da faca é a de cortar a madeira numa espessura determinada, e de separar a lâmina resultante da tora (PALKA, 1974). Ela deve ser fina e estar afiada em ângulo agudo, normalmente constituída por duas placas de aço, com o corpo aço mais suave e a parte cortante de um aço duro altamente refinado para resistir às forças exercidas durante a laminação.

Se o ângulo da faca for muito grande, serão produzidas lâminas corrugadas, com uma a duas ondas por

centímetro ou até mais, causando vibração no corte. Se o ângulo da faca for muito pequeno as lâminas apresentarão alternâncias de espessuras grossas e delgadas no sentido do desenrolamento.

O ângulo de afiação da faca muito grande favorece a formação de fendas de laminação profundas. O fio da faca é de muita importância na rugosidade das lâminas, melhorando o fio diminui a rugosidade. Uma faca cega combinada com altas pressões na barra de compressão favorece o arrebetamento da parede celular das fibras (LUTZ, 1978).

A função da barra de compressão é comprimir a madeira logo após o corte, guiar e apoiar o corte da faca. Esta compressão controla a qualidade da lâmina em termos de rugosidade, profundidade das fendas de laminação e uniformidade de espessura (BALDWIN, 1975).

As aberturas horizontal e vertical são determinadas em relação ao posicionamento da barra de compressão e da faca. O nível de compressão é definido como a diferença entre a espessura da lâmina e a abertura horizontal, expressa em porcentagem da espessura nominal da lâmina. Quando o ajuste das partes do torno determinam uma abertura horizontal pequena e uma abertura vertical grande, pode-se produzir uma separação da grã nas zonas fracas existentes entre os anéis de crescimento de certas espécies (LUTZ, 1978 e CUMMING & COLLETT, 1970).

Num estudo realizado por LUTZ (1967) objetivando a determinar a influência de umidade e a velocidade da laminação sobre a qualidade das lâminas de *Pinus taeda* verificou-se que com o aumento da umidade e da velocidade aumenta-se a carga sobre a barra de compressão, o que se traduz em lâminas delgadas e com menor resistência a tração perpendicular às fibras. Além disso observa que em velocidades muito baixas a porção do lenho primaverai sofre "separação por compressão".

Segundo KOLLMAN (1975), para se obter um laminado de boa qualidade e um índice elevado na produção, a velocidade do corte deverá ser mantida tão constante quanto possível. Significa que a velocidade de rotação da tora deve ser aumentada à medida que seu diâmetro decresce.

Além da regulagem do torno, as características da matéria-prima também influenciam a qualidade das lâminas. Dentre as diversas características tecnológicas da madeira, considera-se, como regra geral, que a matéria-prima mais adequada são espécies florestais com massa específica entre 0.40 e 0.70g/cm^3 ; não impedindo, entretanto, de laminar espécies mais leves ou mais pesadas (LUTZ, 1978).

A tora ideal, para manufatura de lâminas deve estar livre de defeitos, apresentar um crescimento lento e uniforme com anéis de crescimento em circunferências perfeitamente concêntricas e cilíndricas

(LUTZ, 1975). Fugindo dessas características a regulagem do torno desenrolador deve ser modificada afim de equilibrar os efeitos negativos da tora (AGUIAR, 1984).

As principais características das toras, destinadas a produção de lâminas em torno desenrolador, que afetam a qualidade das lâminas são a densidade, a presença de anéis de crescimento, direção da grã, umidade e excentricidade dos anéis.

Após a obtenção da matéria-prima, normalmente as toras são estocadas em pátios, ao ar livre. Durante o armazenamento podem ocorrer defeitos nas toras como o aparecimento de rachaduras nos topos e nas superfícies devido a secagem podendo produzir lâminas rugosas e quebradiças; apodrecimento parcial do topo proporcionando uma má fixação das garras e a formação de manchas que depreciam o produto final. Portanto, a melhor forma para minimizar esses defeitos é aquela que mantém uma alta umidade nas toras, o que pode ser conseguida com a imersão em água ou irrigação das mesmas (FEIHL, 1978 e MILLER, 1979).

Antes da laminação, há necessidade de aquecer as toras, principalmente as espécies densas. O aquecimento geralmente é feito em tanques de aço ou alvenaria, utilizando-se vapor, água quente ou combinação de ambos (SAMPLAIC, 1979 e KOLLMANN *et alii*, 1975). O aquecimento das toras faz com que a madeira amoleça e

limite ao mínimo a dilaceração das fibras, e propicia a obtenção de lâminas com superfície lisa, melhora as condições de corte das madeiras duras, amolece os nós e a reduz o tempo de secagem das lâminas.

Segundo Fleischer⁸, citado por FEIHL (1972), o aquecimento da madeira pelo método de água quente é de 5 a 10% mais vagaroso para a tora atingir a temperatura desejada do que pelo método por vapor direto. Por isso, o método por água quente torna-se mais desejável devido o começo do processo ser gradativo, ou seja, o aquecimento da madeira é mais suave e uniforme, com mínimos prejuízos na madeira, diminuindo quase que por completo a ocorrência das rachaduras de topo.

As temperaturas adequadas para o aquecimento variam de espécie para espécie, sendo que muitas espécies de madeira mole apresentam melhor laminação quando frias, acontecendo o contrário com espécies duras (KOLLMANN et alii, 1975). Baseando-se em madeiras da América do Norte, LUTZ (1974) verificou que a medida que aumenta a densidade básica da madeira, aumenta-se a temperatura favorável para a laminação.

O tempo de aquecimento de uma tora depende principalmente da temperatura recomendada para a laminação

⁸FLEISCHER, H.O. Heating rates for logs, bolts, and flitches to be cut into veneer. U.S. Forest Prod. Lab. Rep. No.2149. 1959.

e do diâmetro da tora. A penetração do calor em uma tora é 2,5 vezes mais rápido na direção longitudinal do que na direção transversal. Porém, comparando-se as dimensões, normalmente as toras possuem o comprimento muito maior do que o próprio diâmetro, e portanto, a penetração do calor iniciada pelo lado da casca, alcançará o centro da tora primeiro (EFPL, 1977 e FEIHL, 1972). Segundo Feihl & Godin⁹, citado por JANKOWSKY & SUCHSLAND (1978), a medida que aumenta o diâmetro da tora, maior é o tempo de aquecimento. FEIHL (1972) concluiu que o maior fator que afeta o tempo de aquecimento, após temperatura pré-estabelecida, é a massa específica, ou seja, quanto maior a massa específica, maior é o tempo de aquecimento numa mesma temperatura. Para atingir a temperatura desejada para laminação de uma tora, considera-se que o tempo total de aquecimento como sendo igual ao tempo normal calculado para amolecer a madeira mais aproximadamente metade desse tempo normal (Maclean¹⁰, citado por FEIHL, 1972).

O aquecimento excessivo ou drástico pode provocar: rachaduras nos extremos das toras, separação dos lenhos inicial e tardio durante a laminação, e aumentar o

⁹FEIHL, O. & GODIN, V. Heating veneer logs: a practical guide. Canadian Forestry Service. Technical Report n. 9. 1975.

¹⁰MACLEAN, J.D. Rate of temperature change in short-length round timbers. Trans. Amer. Soc. Mech. Eng. 68(1):1-16, 1946.

número de toras que são lançadas fora do torno durante a laminação (LUTZ, 1974).

Segundo FEIHL & GODIN (1970), toras muito frias durante a laminação podem produzir fendas de laminação profundas, com rugosidade excessiva e ondulações. Aquecer toras a temperaturas maiores do que as recomendadas provocam arrepiamento superficial das fibras nas lâminas, além de provocar distorções na faca e contra-faca devido a dilatação térmica do metal.

Para coníferas o aquecimento das toras torna-se vantajoso, pois facilita o corte dos nós, prolonga a utilização da faca e pode-se obter lâminas para face. Pode-se alcançar as mesmas vantagens no aquecimento das folhosas, além de tornar a madeira macia e mais fácil de cortar. A lâmina proveniente de tora aquecida seca mais rapidamente do que lâmina de toras não aquecidas (EFPL, 1977 & LUTZ, 1974).

Deve-se tomar cuidados especiais no aquecimento de toras que possuem tensões de crescimento. A tensão de crescimento, junto com a variação dimensional, pode causar rachaduras do tipo estrela ou pé de galinha, iniciando na medula da tora (LUTZ, 1974).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

No presente estudo utilizou-se toras de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus saligna* obtidas de povoamentos experimentais. Para evitar que a secagem natural da madeira interferisse nos resultados do ensaio, após o abate as toras foram imediatamente transportadas para o Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba-SP.

A madeira de *Eucalyptus urophylla* foi obtida em talhão localizado no município de Piracicaba-SP em terrenos da ESALQ-USP, a 22°43' de latitude sul e 47°65' de longitude oeste e a uma altitude de 580 m. As principais características do talhão são:

- Espécie: *E. urophylla*.
- Origem e procedência: 5 km este de Eban, Ludon. Ilha Timor Português, Indonésia.
latitude: 9°37' (Sul)
longitude: 124°15' (Oeste)
altitude: 1.240 m.

- Data do plantio: 14 de novembro de 1969.
- Espaçamento inicial: 3,0m x 2,0m (sem adubação)
- Área do talhão: 3.240 m²
- Relevo: declividade (~15%)
- 1º Desbaste: 1984 (extração de 30% das árvores)
- 2º Desbaste: janeiro de 1991 (30% das remanescentes)
- Data de corte das árvores: 09 de janeiro de 1991
- Idade das árvores: 21 anos
- DAP médio das árvores coletadas: 32,94 cm (26,5-42,5 cm)
- Altura total média: 28,1 m (20,3 - 32,0 m)

A madeira do *Eucalyptus saligna* foi obtida em talhão localizado na Estação Experimental de Ciências Florestais da ESALQ, no município de Anhembi-SP, a 22°47' de latitude sul e 48°09' longitude oeste e a uma altitude de 500 m, à aproximadamente 100 km de Piracicaba-SP. As principais características do povoamento são:

- Espécie: *Eucalyptus saligna*.
- Origem e procedência: Coff's Harbour, Austrália
 - latitude: 30°50' (Sul)
 - longitude: 152°49' (Oeste)
 - altitude: 500 m.
- Data do plantio: 20 de janeiro de 1976
- Espaçamento inicial: 3,0m x 2,0m (sem adubação)
- Área do talhão: 10.000 m²
- Relevo: plano

- 1º Desbaste: setembro/1984 (extração de 40% das árvores)
- Data de corte das árvores: 24 de abril de 1992
- Idade das árvores: 16 anos
- DAP médio das árvores coletadas: 32,61 cm (25,0-39,0 cm)
- Altura total média: 32,6 m (29,0 - 36,0 m).

A seleção das árvores, visando a aplicação dos diferentes tratamentos, foi feita ao acaso. Verifica-se nas tabelas de campo (ANEXO) que os diâmetros médios das árvores apresentaram um coeficiente de variação de 13,26% e 11,65%, respectivamente para o *E. urophylla* e para o *E. saligna*; o que significa que houve uma variação fenotípica aceitável entre as árvores por espécie.

As operações de descascamento, aquecimento, laminação e guilhotinagem foram efetuadas no Setor de Painéis a Base de Madeira, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ-USP. Para o aquecimento das toras foi utilizado um tanque de aço com dimensões de 1,50m x 1,20m x 0,85m (1,53 m³) com sistema de aquecimento da água através de resistências elétricas. As toras foram laminadas em um torno industrial THOMS & BENATO, modelo LHT-14, de 85 CV de potência, com capacidade de laminar toras de até 60 cm de diâmetro por 1,30 m de comprimento. A secagem das lâminas de *E. urophylla* foi efetuada nas dependências do LCF, utilizando-se de um secador semi-industrial de madeira serrada, com capacidade de secagem para 3 m³ de madeira. A

secagem do *E. saligna* foi realizado em secador contínuo para lâminas, possuindo 12 m de comprimento por 4 m de largura, pertencente a CARIBAEA Indústria Ltda localizada em São Manuel-SP. Em ambas as secagens o teor de umidade final pretendido foi de 10%, em média.

3.2. Método

A metodologia estabelecida para o presente trabalho teve como diretrizes não só comparar as duas espécies de *Eucalyptus* entre si, mas também permitir uma avaliação de diferentes métodos de corte para prevenção das rachaduras de topo, o efeito desses métodos em função da altura da árvore, e a forma de condução do aquecimento das toras. A eficiência dos tratamentos foi avaliada através do rendimento volumétrico obtido no processo de laminação e da qualidade das lâminas.

Um resumo das variáveis estudadas é apresentado na Tabela 2, sendo que o modelo adotado foi o fatorial 2x3x3 com 3 repetições, por espécie.

Adicionalmente, foram coletados discos de todas as toras para determinação da densidade básica.

Tabela 2. Resumo das variáveis estudadas

VARIÁVEL ESTUDADA	DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL	QUANTIDADE POR VARIÁVEL	
		ÁRVORES	TORAS
Posição na Árvore	BASE, MEIO, TOPO	36	36
Tipo de Corte	Anelado com destopo no anel,		
	Anelado com destopo proximo ao anel e sem anelar	12	36
Aquecimento	DIRETO, GRADUAL	18	54
TOTAL DE ÁRVORES = 36		TOTAL DE TORAS = 108	

3.2.1. Derrubada das árvores e corte das toras.

Com o objetivo de verificar a incidência das rachaduras conforme a altura da árvore, foram coletadas 3 (três) toras por árvore, sendo uma tora da base, uma tora do meio e uma tora do topo, adotando-se o seguinte procedimento:

- logo após a derrubada media-se a altura comercial da árvore, definida pela distância do corte na base (parte mais grossa) até a posição no topo (parte mais fina) em que o diâmetro com casca fosse de 18 cm. O diâmetro mínimo de 18 cm foi estabelecido em razão da limitação do torno desenrolador do Departamento de Ciências Florestais, que lamina somente toras com diâmetro acima de 15 cm;

- obtendo-se a altura comercial eram demarcadas uma tora no

meio desta altura (tora do MEIO) e uma tora em ambos os extremos (tora da BASE e a tora do TOPO), conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2. Posições de coleta das toras e dos discos na árvore.

As toras eram então cortadas, aplicando-se os diferentes tratamentos de prevenção das rachaduras de topo, conforme as técnicas recomendadas por AGUIAR (1986), assim caracterizados.

- Corte com anelamento e destopo no anelamento (C₁).

Pouco antes da derrubada da árvore foi efetuado o anelamento com motosserra, a uma profundidade correspondente a 1/3 do raio e 30 cm acima do local de corte. Após a derrubada, antes da toragem, foi efetuado outro anelamento a uma distância de 1,10 m do anelamento

anterior. Antes do aquecimento as toras foram destopadas em cima do corte de anelamento (Figuras 3 e 5).

- Corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento (C₂).

A metodologia é semelhante a adotada para o Corte "C₁", diferenciando-se somente no local de seccionamento dos topos da tora, o que pode ser visualizado nas Figuras 4 e 5.

Figura 3. Sequência de corte com anelamento e destopo no anelamento (derrubada, toragem e destopo).

Figura 4. Destopo das toras próximo ao anelamento

- Corte sem anelamento (C3).

Corte industrial normalmente utilizado para a derrubada e toragem da árvore sendo que a tora teve o mesmo comprimento que os casos C₁ e C₂. Antes do aquecimento as toras foram destopadas à 30 cm de cada extremidade (Figura 5).

Após seccionadas, as toras foram identificadas com auxílio de plaquetas de alumínio codificadas e realizadas as medições dos diâmetros com casca.

Do topo de cada tora foi retirado um disco de 2,5 cm para determinação da densidade básica (Figura 3). Os discos, após saturados em água, foram divididos em 4 (quatro) cunhas e a densidade básica determinada tomando-se 2 (duas) destas, opostas, pelo método da balança hidrostática (FOELKEL, 1971).

Figura 5. Detalhe ilustrando os destopos das toras nos três tipos de cortes utilizados:
C1-Corte com anelamento e destopo no anelamento.
C2-Corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento.
C3-Corte sem anelamento.

Para diminuir as rachaduras de topo provocadas pela perda de umidade as toras receberam nos topos uma camada de emulsão de parafina em meio aquoso, antes de serem transportadas.

3.2.2. Armazenamento das toras e quantificação das rachaduras.

Após o corte e transporte até o laboratório do Departamento de Ciências Florestais, todas as toras permaneceram armazenadas em água por um período mínimo de 30 dias (Figura 6). Essa técnica teve por base as observações efetuadas por AGUIAR (1986).

Antes de serem submetidas ao aquecimento, as toras foram destopadas (de acordo com os tipos de corte C₁, C₂ e C₃, ilustrados na Figura 5), uniformizando o comprimento em 1,1 m. Esse procedimento também permitiu ajustar o tamanho das toras ao torno desenrolador.

Logo após o destopo era feita a quantificação das rachaduras de topo, seguindo-se metodologia empregada por AGUIAR (1986), que consta da inspeção nas extremidades de todas as toras para localizar o avanço das rachaduras, medindo-se as suas aberturas com auxílio de uma régua com precisão de 1,0 mm dentro de três

Figura 6. Armazenamento das toras submersas em água, dentro de um tanque de aço de $9,6 \text{ m}^3$ de capacidade.

círculos consecutivos e concêntricos, riscados com auxílio de lápis de cera, afastados entre si à uma distância de $1/3$ de raio médio. Atribuiu-se os seguintes pesos para cada um dos 3 círculos: centena para C, dezena para B e unidade para A, como mostra a Figura 7.

Segundo AGUIAR (1986), essa atribuição de pesos pela localização das rachaduras na face da tora foi

devido à importância de cada secção no processo de laminação por desenrolamento.

Figura 7. Secção das extremidades de uma tora onde é feita a avaliação de rachaduras através dos três círculos concêntricos A, B e C detalhados no esquema.
Fonte: AGUIAR (1986).

3.2.3. Aquecimento

Após a primeira avaliação das rachaduras, as toras foram submetidas ao aquecimento por imersão em água quente.

Logo após o aquecimento das toras, foi feita uma nova avaliação das rachaduras de topo, seguindo-se a metodologia anteriormente descrita.

A temperatura de aquecimento foi definida em função da densidade básica da espécie, seguindo-se inicialmente as recomendações básicas de LUTZ (1974) e JANKOWSKY & AGUIAR (1983). Como mostra a Figura 8, LUTZ (1974) estabeleceu a relação entre a densidade de madeiras da América do Norte (folhosas) e a temperatura apropriada para sua laminação, determinando um intervalo de temperatura para cada densidade. Esse intervalo é função da variabilidade no aquecimento, devido a forma irregular das toras, diferença da densidade e teor de umidade numa mesma madeira e fendas na superfície da tora. Após pré-ensaio, as temperaturas de aquecimento consideradas apropriadas para o *E. urophylla* e o *E. saligna* foram respectivamente de 75°C e 70°C. Quanto ao tempo de aquecimento, adotou-se as recomendações feitas por Feihl & Godin¹¹, citado por JANKOWSKY & SUCHSLAND (1978) e FEIHL (1972). Conforme

¹¹FEIHL, O. & GODIN, V. Heating veneer logs: a practical guide. Canadian Forestry Service. Technical Report n.9. 1975.

Figura 8. Faixa de temperaturas favoráveis para laminação de madeiras duras (folhosas) em função da densidade básica (LUTZ, 1974).

Temperatura de laminação		Temperatura na caixa de cozimento		Tempo de aquecimento (horas) diâmetros				
°F	°C	°F	°C	25 cm	30 cm	46 cm	61 cm	76 cm
120	19	120	49	8	12	27	48	76
140	60	140	60	8	11	25	45	70
160	71	160	71	7	11	24	44	68

Tabela 3. Tempo aproximado de aquecimento para toras com densidade média (0,45-0,55), totalmente imersas em água quente ou vapor (FEIHL & GODIN, 1975).

apresentado na Tabela 3. Adotaram-se dois métodos para o aquecimento, denominados de Direto e Gradual.

Conhecendo-se a temperatura desejada para determinada espécie e o tempo de aquecimento conforme o diâmetro da tora, o aquecimento "Direto" constou somente de uma etapa de aquecimento, ou seja, manteve-se a temperatura desejada pelo período de aquecimento estimado (Tabela 4).

O aquecimento "Gradual" constou de duas etapas, onde na primeira metade aproximadamente do período previsto manteve-se a temperatura em torno de 70% da temperatura desejada, e na segunda metade do período de aquecimento manteve-se a temperatura desejada. Esses valores são mostrados na Tabela 5.

A temperatura inicial (ambiente) da água e das toras, para as duas espécies e nos dois tipos de aquecimento, foi em média 25°C.

Logo após o aquecimento das toras, foi feita uma nova avaliação das rachaduras de topo, seguindo-se a metodologia anteriormente descrita.

TABELA 4. Temperaturas e tempos utilizados no aquecimento "Direto" das toras.				
Espécie	Posição *2	Temperatura desejada p/ espécie	T.C. *3	T.T. *4
*1 <i>E. urophylla</i> db=0.66	base (29)	75°C	10	15
	meio (23)	75°C	6	9
	topo (19)	75°C	3	4,5
<i>E. saligna</i> db=0.57	base (31)	70°C	11	16,5
	meio (23)	70°C	7	10,5
	topo (17)	70°C	1	1,5
<p>*1 - db é a densidade básica média da espécie (g/cm³)</p> <p>*2 - entre parenteses é a média do diâmetro sem casca de 9 toras em cada posição da árvore (base, meio e topo).</p> <p>*3 - Tempo calculado (T.C.) para manter as toras na temperatura desejada baseado na Tabela 3, em horas.</p> <p>*4 - Tempo total (T.T.)=T.C. + 0,5 * T.C., em horas.</p>				

TABELA 5. Temperaturas e tempos utilizados no aquecimento "Gradual" das toras.

Espécie	Posição *1	Temperatura desejada (°C)	Tempo de aquecimento (horas)		T.C. *5
			1ª etapa	2ª etapa	
<i>E. urophylla</i>	base (30)	75 (55) *2	8 (5+3) *3	11 (9+2) *4	10
	meio (23)	75 (55)	6 (3+3)	7 (4+3)	6
	topo (18)	75 (55)	4 (2+2)	3 (1+2)	3
<i>E. saligna</i>	base (30)	70 (50)	10 (6+4)	7 (5+2)	11
	meio (22)	70 (50)	7,5 (4+3,5)	4 (2+2)	7
	topo (17)	70 (50)	2,5 (0,5+2)	3 (1+2)	1

*1-entre parenteses é a média do diâmetro sem casca de 9 toras em cada posição da árvore (base, meio e topo).

*2-entre parenteses é a temperatura utilizada na 1ª etapa de aquecimento das toras.

*3-o primeiro número entre parenteses são as horas calculadas para manter as toras na temperatura desejada e o segundo nº foi o tempo necessário para atingir essa temperatura.

*4-ídem "*3", na 2ª etapa.

*5- Tempo calculado (T.C.) baseado na Tabela 3.

3.2.4. Produção das lâminas

Foram produzidas lâminas com 2,0 mm de espessura nominal, conforme regulagem indicada por FEIHL & GODIN (1970). O torno desenrolador foi regulado para as seguintes combinações, tendo sido a mesma para as duas espécies:

- ângulo de afiação da faca: 20°00'
- ângulo de faca: 90°00' a 89°00'
- abertura horizontal: 1,80 mm
- abertura vertical: 0,45 mm

No transcurso do trabalho, em cada tora foram efetuadas medidas dos diâmetros com casca, descascada, após arredondamento, e do rolo resto, com a finalidade de avaliar as perdas em cada operação e o rendimento volumétrico do processo de obtenção de lâminas.

As lâminas após saírem do torno com uma largura de 1,00 m, eram enroladas em um carretel e transportadas à guilhotina onde foram cortadas no comprimento de 1,0 m nominal, pré-definido.

A qualidade mínima das lâminas que foram utilizadas para calcular o volume (verde) laminado, foi a de classificação D, correspondente a lâmina de quarta, descrita na norma ABNT (1986), na qual admite-se nós firmes ou abertos de até 70 mm de largura desde que a soma dos defeitos não seja superior a 300 mm na largura da lâmina. Outros defeitos não mencionados são admitidos desde que não afetem a resistência ou a utilização das chapas.

Para a determinação dos volumes verdes (tora por tora), adotou-se metodologia usada por MEDINA (1986), utilizando-se as seguintes equações:

- determinações do volume de tora com casca (V1), e sem casca (V2):

$$V = \frac{\pi}{8} * (Da^2 + Db^2) * L$$

onde:

L = comprimento da tora (m);

Da = diâmetro maior (m);

Db = diâmetro menor (m);

V = volume (m³).

- determinação do volume da tora arredondada (V3), e do rolo resto (V4):

$$V = \frac{\pi}{4} * D^2 * L$$

onde:

L = comprimento da tora (m);

D = diâmetro (m);

V = volume (m³).

- determinação do volume verde laminado (V5):

$$V5 = V3 - V4$$

onde:

V3 = Volume da tora arredondada (m^3);

V4 = Volume do rolo resto (m^3);

V5 = Volume laminado (m^3).

Para analisar o rendimento volumétrico em função do diâmetro, o comprimento utilizado para calcular os volumes de todas as toras foi de 1,10 metro. O volume das lâminas verdes (V6) foi calculado pela seguinte equação:

$$V6 = N \cdot v$$

onde:

N = número de lâminas (antes da secagem);

v = volume individual médio das lâminas (m^3);

V6 = volume das lâminas verdes (m^3).

Por diferença determinaram-se as perdas, expressas em porcentagem, referindo-se ao volume com casca como 100%:

$$V1 - V2 = \text{perda no descascamento (m}^3\text{)};$$

$$V2 - V3 = \text{perda no arredondamento (m}^3\text{)};$$

$$V3 - V5 = \text{perda no rolo resto (m}^3\text{)};$$

$$V5 - V6 = \text{perda no manuseio antes da secagem das lâminas (m}^3\text{)}.$$

A somatória das perdas, em porcentagem, foi a perda total, que subtraída de 100 deu o rendimento volumétrico de lâminas verdes, em porcentagem, em relação ao volume com casca.

Também foi quantificada a redução de volume das lâminas após secagem. Como a madeira tende a contrair-se mais nas direções tangencial e radial do que na direção longitudinal, foram medidas as espessuras e comprimentos das lâminas após a secagem. Essa medição foi feita a cada 2 lâminas produzidas utilizando a seguinte equação:

$$R_{T,R} = \frac{D_v - D_s}{D_s} * 100$$

$R_{T,R}$ = retração da lâmina na direção tangencial ou radial, expressa em porcentagem (%).

D_v = dimensões da lâmina verde.

D_s = dimensões da lâmina seca.

Nessa análise, portanto, foi quantificada uma nova redução de volume e com isso calculou-se o rendimento total após secagem e a retração volumétrica da espécie.

Adicionalmente, para se conhecer a qualidade das lâminas produzidas no ensaio a partir de toras de *E. urophylla* e *E. saligna*, foram efetuadas as avaliações indicadas a seguir:

- fendas de laminação, através de avaliação subjetiva segundo JANKOWSKY (1978);
- quantificação do número de nós por m^2 e porcentagem de lâminas com nós;
- rugosidade: (visualmente foi quantificada a porcentagem de rugosidade/ m^2 em lâminas secas);
- uniformidade da espessura (foi determinada com um relógio comparador (precisão de 0,01 mm), para cada duas lâminas de 1,0 x 1,0m produzidas e em três pontos da largura);
- ondulações, pelo método japonês (WGUTW, 1977) que classifica o defeito "ondulação" da lâmina seca por meio da altura de 50 lâminas empilhadas.

3.2.5. Análise Estatística

Para determinar a influência das variáveis de cada tratamento, os resultados foram analisados estatisticamente segundo um delineamento totalmente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 3 \times 2$ ($3^2 \times 2$) com 3 repetições para ambas espécies (Tabela 6). A comparação entre combinações foi efetuada aplicando-se o teste F.

Para comparação entre médias, foi utilizado o teste Tukey, aplicado ao nível de significância de 5%. Os dados foram analisados com auxílio dos microcomputadores do Laboratório de Métodos Quantitativos do Departamento de Ciências Florestais, através do procedimento "GLM" de análise de variância do programa estatístico "SAS" (1988).

Para se obter uma distribuição mais próxima da curva normal, os dados originais do rendimento volumétrico foram transformados para $\ln(y+10)$ e os dados originais do índice de rachadura foram transformados para $\ln(y+100)$. Decidiu-se aplicar essas transformações por apresentarem os menores coeficientes de variação.

TABELA 6. Quadro de análise de variância para o delineamento casualizado num esquema Fatorial 3x3x2, com 3 repetições para cada espécie.

Fonte de Variação		G. L.
Corte (C)		(c-1)
Posição (P)		(p-1)
Aquecimento (A)		(a-1)
Interação	C x P	(c-1) (p-1)
	C x A	(c-1) (a-1)
	P x A	(p-1) (a-1)
Tratamentos		(t-1)
Resíduo		(n-1) - (t-1)
Total		(n-1)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Densidade básica média das toras de *Eucalyptus urophylla* e *E. saligna*.

A principal característica física da madeira, considerada como uma ferramenta na atividade de produção de lâminas, é a densidade básica (g/cm^3). Por meio dela, o produtor de lâminas ou pesquisador conhecerá o quanto será gasto em energia para aquecê-la. Apesar de fugir do escopo principal desse trabalho de pesquisa, o autor considerou relevante comentar os resultados obtidos.

As Tabelas 7 e 8 apresentam os valores de densidade básica em função da posição na árvore, respectivamente para o *E. urophylla* e *E. saligna*.

Os coeficientes de variação tanto dentro de cada posição como para a árvore inteira, foram inferiores a 10,5% para as duas espécies. Esse aspecto, associado com a amplitude de variação dos valores individuais da densidade básica, permite concluir que as variações dessa propriedade física da madeira estão dentro dos limites previstos na definição da temperatura de aquecimento, ou seja, a

variação da densidade básica dentro de cada espécie não invalidou a temperatura definida para o aquecimento.

O *Eucalyptus urophylla* foi a espécie com maior valor médio da densidade básica ($0,66 \text{ g/cm}^3$) e maior heterogeneidade dessa propriedade (0,55 a 0,79), enquanto que o *Eucalyptus saligna* tem madeira ligeiramente mais leve ($0,57 \text{ g/cm}^3$) e mais homogênea (0,48 a 0,67).

Tanto os valores médios da densidade básica como o padrão de variação na direção longitudinal da árvore (ilustrados na Figura 9) são coerentes com os resultados divulgados por outros pesquisadores como: BARRICHELO *et alii* (1984); SOUZA *et alii* (1986); BARRICHELO, BRITO & MIGLIORINI (1983); FOELKEL *et alii* (1975) e (1983), BRITO & BARRICHELO (1977) e (1983) e FERREIRA & KAGEYAMA (1978).

Segundo LUTZ (1974) as espécies florestais com densidade básica entre 0.40 e 0.70 g/cm^3 são adequadas para produção de lâminas.

Considerando, portanto, somente a densidade básica, as espécies trabalhadas são adequadas para produção de lâminas e compensados devido apresentarem densidades básicas dentro da amplitude considerada favorável.

Tabela 7. Densidade básica (g/cm^3) do *E. urophylla* em diferentes posições na árvore.

N ^o Árvore	base	meio	topo	média (árvore)
1	0.630	0.643	0.646	0.640
2	0.780	0.790	0.750	0.774
3	0.675	0.733	0.725	0.711
4	0.624	0.636	0.605	0.622
5	0.627	0.684	0.719	0.677
6	0.656	0.718	0.695	0.690
7	0.659	0.680	0.702	0.680
8	0.604	0.607	0.628	0.613
9	0.799	0.752	0.753	0.768
10	0.697	0.717	0.710	0.708
11	0.551	0.576	0.592	0.573
12	0.628	0.656	0.623	0.636
13	0.683	0.679	0.695	0.686
14	0.678	0.682	0.710	0.690
15	0.554	0.609	0.663	0.609
16	0.565	0.556	0.599	0.573
17	0.626	0.671	0.718	0.672
18	0.659	0.680	0.701	0.680
Média	0.650	0.670	0.680	0.666
Ampl. Var. (0.551-0.799)	(0.556-0.790)		(0.599-0.753)	
Coef. Var(%)	10.24	8.99	7.63	8.52

Tabela 8. Densidade básica (g/cm^3) do *E. saligna* em diferentes posições na árvore.

Nº Árvore	base	meio	topo	média (árvore)
1	0.550	0.584	0.571	0.568
2	0.548	0.580	0.588	0.572
3	0.613	0.608	0.613	0.611
4	0.581	0.626	0.606	0.604
5	0.485	0.546	0.542	0.524
6	0.545	0.537	0.573	0.552
7	0.570	0.603	0.629	0.601
8	0.557	0.578	0.581	0.572
9	0.519	0.578	0.581	0.559
10	0.553	0.566	0.552	0.557
11	0.552	0.618	0.562	0.577
12	0.523	0.569	0.551	0.548
13	0.528	0.577	0.585	0.563
14	0.483	0.576	0.514	0.524
15	0.580	0.639	0.613	0.611
16	0.575	0.603	0.613	0.597
17	0.585	0.589	0.568	0.581
18	0.569	0.668	0.671	0.636
Média	0.551	0.591	0.584	0.575
Ampl. Var. (0.483-0.613)	(0.537-0.668)		(0.514-0.671)	
Coef. Var(%)	6.13	5.46	6.22	5.26

Figura 9. Representação gráfica da variação da densidade básica média do *E. urophylla* e *E. saligna* em 18 árvores no sentido base-topo.

4.2. Rendimentos na laminação

As Tabelas 9 e 10 apresentam os volumes de madeira, para o *E. urophylla* e *E. saligna*, no decorrer das diferentes operações industriais, definidos para cada posição das toras na árvore, numa média de 3 toras.

A Tabela 11 apresenta os volumes totais agrupados por espécie, mostrando também os volumes totais nas diferentes fases, desde obtenção da tora até produção de lâmina seca. As Tabelas de 12 a 17, mostram as perdas médias em cada uma das fases, e o rendimento final, individualizada para cada tratamento usado neste trabalho. Como mencionado na metodologia, os valores são dados em porcentagem e foram calculados considerando como 100% os

valores correspondentes aos volumes das toras com casca. Também são mostradas nas Tabelas de 12 a 17 as comparações estatísticas das médias para cada fase e para determinado tratamento.

As Tabelas 12 e 13 apresentam as perdas percentuais nas diferentes fases, respectivamente para *E. saligna* e *E. urophylla*, em relação as posições em que foram retiradas as toras de cada árvore, ou seja, na BASE, no MEIO e no TOPO. Nos valores referentes a perda no descascamento, houve uma perda maior e significativa nas toras da BASE da árvore em relação as toras do MEIO e TOPO, semelhante ao trabalho de BARRICHELO *et alii* (1984); ou seja, de um modo geral os teores de casca são mais elevados na BASE. Na transformação das toras para a forma cilíndrica, verifica-se tanto para o *E. saligna* como para o *E. urophylla*, que as toras do TOPO das árvores possuem maior perda no arredondamento do que as toras do MEIO e da BASE da árvore. Isso mostra que as toras do TOPO são mais cônicas, ou seja, em função dos valores da perda no arredondamento observados, a conicidade tende a diminuir levemente da BASE até o MEIO da árvore sem muitas variações, e acentuando-se significamente deste ponto até o TOPO. Por comparação, as perdas no arredondamento das toras do TOPO foram, em média para as duas espécies, 53,6% maiores que as toras do MEIO.

As perdas ocasionadas no rolo-resto são

determinadas pelas dimensões das garras do torno, afetando de maneira diferente o rendimento de toras localizadas em posições diferentes (BASE, MEIO e TOPO). Para o *E. saligna* verifica-se estatisticamente que houve maiores perdas percentuais no rolo-resto das toras do MEIO e do TOPO. Enquanto que para o *E. urophylla* as perdas maiores ocorreram somente para as toras do TOPO. Menores perdas podem ser observadas nas toras da BASE, em função, portanto, do diâmetro médio inicial das toras. Na Tabela 12 observa-se que não houve diferença significativa entre as médias em relação as perdas percentuais no manuseio. No *E. urophylla* (Tabela 13), as toras do TOPO apresentaram menores perdas no manuseio em comparação as toras da BASE. Provavelmente a ocorrência de rachadura de topo interferiu na firmeza das lâminas nessas posições. Quanto as perdas percentuais na secagem, as lâminas do *E. urophylla* obtidas das toras da BASE e TOPO da árvore apresentaram menores perdas do que as lâminas obtidas das toras do MEIO. E no *E. saligna*, tanto as toras da BASE quanto as do MEIO apresentaram estatisticamente as maiores perdas na secagem do que as toras do TOPO. Verifica-se que no *E. saligna* e no *E. urophylla* a perda total percentual foi estatisticamente maior nas toras da posição TOPO. Visto que as toras da BASE e do MEIO não diferiram estatisticamente, os dados das toras do TOPO foram descartados para o prosseguimento das análises das perdas percentuais nas diferentes fases de

obtenção de lâminas para os tratamentos tipo de "corte" e tipo de "aquecimento" (Tabelas de 14 a 17).

As Tabelas 14 e 15 apresentam as perdas percentuais nas diferentes fases em relação ao tipo de corte, respectivamente para o *E. saligna* e *E. urophylla*. Como poderia esperar, não houve diferenças significativas entre os tipos de cortes em relação as perdas percentuais na operação de arredondamento das toras. Quanto as perdas no rolo-resto, não houve diferença significativa ao nível de 5% entre as médias dos tipos de corte. Isso significa que os cortes com anelamento (C₁ e C₂) não foram tão eficientes na prevenção das rachaduras de topo. Se o tratamento apresentasse resultado esperado, as perdas percentuais no manuseio deveriam ser maiores no tipo de corte que não previniu a tendência das rachaduras de topo (C₃), ou seja, sem anelamento produziria lâminas muito rachadas e se separariam facilmente, produzindo maior quantidade de retalhos. Também não era esperado que houvesse diferenças significativas entre as médias dos tipos de cortes nas perdas percentuais no descascamento das toras e na secagem das lâminas.

Tabela 9. Diâmetros (m) e volumes (m³) de madeira de cada tratamento (média de três toras) da espécie *E. urophylla* entre as diferentes fases durante a laminação.

Trata- mento	Diâmetro maior c/ casca (m)	Diâmetro menor c/ casca (m)	Volume com casca (m ³)	Diâmetro maior s/ casca (m)	Diâmetro menor s/ casca (m)	Volume sem casca (m ³)	Diam. da tora ar- redondada (m)	Volume da tora arred. (m ³)	Diâmetro do rolo resto (m)	Volume do rolo resto (m ³)	Volume lami- nado (m ³)	Volume laminas verdes (m ³)	Volume laminas secas (m ³)
C1A1b	0.350	0.319	0.0981	0.301	0.269	0.0712	b 0.249	0.0535	0.113	0.0110	0.0425	0.0365	0.0351
C1A1m	0.263	0.254	0.0582	0.207	0.216	0.0424	m 0.191	0.0316	0.100	0.0086	0.0230	0.0213	0.0194
C1A1t	0.215	0.203	0.0380	0.192	0.183	0.0306	t 0.148	0.0188	0.101	0.0089	0.0099	0.0095	0.0089
C2A1b	0.346	0.319	0.1178	0.302	0.273	0.0910	b 0.279	0.0673	0.122	0.0128	0.0546	0.0484	0.0451
C2A1m	0.256	0.243	0.0636	0.226	0.218	0.0514	m 0.212	0.0389	0.100	0.0086	0.0302	0.0284	0.0256
C2A1t	0.210	0.198	0.0375	0.187	0.176	0.0287	t 0.153	0.0203	0.103	0.0092	0.0111	0.0109	0.0102
C3A1b	0.363	0.326	0.0959	0.306	0.276	0.0718	b 0.246	0.0523	0.191	0.0317	0.0206	0.0170	0.0164
C3A1m	0.272	0.255	0.0538	0.236	0.226	0.0427	m 0.196	0.0333	0.100	0.0086	0.0247	0.0241	0.0229
C3A1t	0.216	0.207	0.0361	0.191	0.177	0.0285	t 0.150	0.0193	0.105	0.0095	0.0098	0.0087	0.0084
C1A2b	0.388	0.341	0.1108	0.340	0.299	0.0800	b 0.256	0.0565	0.101	0.0089	0.0476	0.0424	0.0414
C1A2m	0.274	0.265	0.0570	0.250	0.233	0.0449	m 0.200	0.0345	0.100	0.0086	0.0259	0.0251	0.0238
C1A2t	0.211	0.205	0.0364	0.186	0.178	0.0278	t 0.149	0.0192	0.101	0.0089	0.0103	0.0095	0.0089
C2A2b	0.338	0.331	0.1036	0.320	0.284	0.0745	b 0.240	0.0496	0.100	0.0086	0.0410	0.0336	0.0321
C2A2m	0.262	0.250	0.0607	0.230	0.225	0.0467	m 0.208	0.0372	0.119	0.0122	0.0250	0.0205	0.0195
C2A2t	0.210	0.200	0.0390	0.184	0.174	0.0309	t 0.158	0.0215	0.105	0.0095	0.0119	0.0110	0.0104
C3A2b	0.336	0.299	0.0886	0.287	0.260	0.0658	b 0.231	0.0460	0.107	0.0099	0.0361	0.0312	0.0299
C3A2m	0.252	0.244	0.0534	0.222	0.215	0.0415	m 0.197	0.0335	0.100	0.0086	0.0248	0.0231	0.0221
C3A2t	0.210	0.203	0.0369	0.190	0.180	0.0296	t 0.145	0.0179	0.105	0.0095	0.0084	0.0082	0.0077

C1 = corte com anelamento e destopo no anelamento
 C2 = corte com anelamento e destopo antes anelamento
 C3 = corte sem anelamento
 A1 = aquecimento direto
 A2 = aquecimento indireto
 b = tora da base da árvore
 m = tora do meio da árvore
 t = tora do topo da árvore

Tabela 10. Diâmetros(m) e volumes (m³) de madeira de cada tratamento (média de três toras) da espécie *E. saligna* entre as diferentes fases durante a laminação.

Tratamento	Diâmetro maior c/casca (m)	Diâmetro menor c/casca (m)	Volume com casca (m ³)	Diâmetro maior s/casca (m)	Diâmetro menor s/casca (m)	Volume sem casca (m ³)	Diam. da tora arredondada (m)	Volume da tora arred. (m ³)	Diâmetro do rolo resto (m)	Volume do rolo resto (m ³)	Volume laminado (m ³)	Volume laminas verdes (m ³)	Volume laminas secas (m ³)
C1A1b	0.384	0.322	0.1094	0.325	0.295	0.0844	b 0.258	0.0590	0.140	0.0179	0.0411	0.0383	0.0364
C1A1m	0.254	0.236	0.0525	0.236	0.228	0.0469	m 0.199	0.0346	0.108	0.0101	0.0245	0.0228	0.0215
C1A1t	0.183	0.180	0.0279	0.171	0.165	0.0244	t 0.138	0.0166	0.105	0.0095	0.0071	0.0057	0.0055
C2A1b	0.391	0.315	0.1100	0.334	0.292	0.0864	b 0.245	0.0543	0.105	0.0095	0.0447	0.0372	0.0352
C2A1m	0.259	0.251	0.0567	0.239	0.235	0.0492	m 0.204	0.0368	0.117	0.0120	0.0248	0.0222	0.0205
C2A1t	0.198	0.187	0.0325	0.181	0.176	0.0230	t 0.143	0.0178	0.105	0.0095	0.0082	0.0071	0.0070
C3A1b	0.397	0.323	0.1126	0.334	0.296	0.0862	b 0.253	0.0555	0.117	0.0120	0.0435	0.0414	0.0394
C3A1m	0.251	0.243	0.0529	0.229	0.226	0.0448	m 0.194	0.0327	0.105	0.0095	0.0231	0.0210	0.0198
C3A1t	0.195	0.184	0.0312	0.173	0.168	0.0251	t 0.136	0.0160	0.105	0.0095	0.0065	0.0054	0.0051
C1A2b	0.370	0.313	0.1015	0.316	0.290	0.0802	b 0.256	0.0567	0.162	0.0240	0.0327	0.0311	0.0284
C1A2m	0.243	0.231	0.0485	0.225	0.222	0.0432	m 0.191	0.0315	0.120	0.0127	0.0187	0.0173	0.0165
C1A2t	0.182	0.174	0.0276	0.170	0.166	0.0245	t 0.123	0.0134	0.105	0.0095	0.0059	0.0042	0.0041
C2A2b	0.375	0.311	0.1032	0.326	0.281	0.0813	b 0.229	0.0467	0.145	0.0203	0.0264	0.0248	0.0236
C2A2m	0.250	0.240	0.0523	0.225	0.218	0.0429	m 0.176	0.0365	0.105	0.0095	0.0171	0.0161	0.0155
C2A2t	0.174	0.167	0.0259	0.169	0.154	0.0220	t 0.114	0.0113	0.105	0.0095	0.0018	0.0012	0.0011
C3A2b	0.366	0.297	0.0964	0.295	0.273	0.0712	b 0.229	0.0470	0.118	0.0124	0.0346	0.0322	0.0308
C3A2m	0.246	0.230	0.0495	0.218	0.209	0.0401	m 0.181	0.0286	0.138	0.0184	0.0102	0.0131	0.0126
C3A2t	0.204	0.186	0.0330	0.178	0.168	0.0259	t 0.126	0.0137	0.105	0.0095	0.0042	0.0032	0.0031

C1 = corte com anelamento e destopo no anelamento
 C2 = corte com anelamento e destopo antes anelamento
 C3 = corte sem anelamento
 A1 = aquecimento direto
 A2 = aquecimento indireto
 b = tora da base da árvore
 m = tora do meio da árvore
 t = tora do topo da árvore

Tabela 11. Volumes totais, por espécie, nas diferentes fases.

ESPECIE	Volume com casca (m3)	Volume sem casca (m3)	Volume tora arred. (m3)	Volume rolo resto (m3)	Volume lami-nado (m3)	Volume lamina verde (m3)	Volume lamina seca (m3)
<i>E. urophylla</i>	1,1854	0,9000	0,6512	0,1936	0,4574	0,4114	0,3878
<i>E. saligna</i>	1,1136	0,9066	0,6086	0,2253	0,3751	0,3443	0,3305

Tabela 12. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o *Eucalyptus saligna*. Os valores foram agrupados por posição das toras na árvore, média de 18 repetições.

POSICAO	Perda descascamento %	Perda arredondamento %	Perda no rolo resto %	Perda no manuseio %	Perda na secagem %	PERDA TOTAL %	Rendim. Volumétrico %
base	23,05a	27,60 b	15,23 b	2,66a	1,66a	70,20 b	29,80a
meio	14,86 b	24,18 b	23,09a	3,20a	1,88a	67,22 b	32,78a
topo	15,31 b	36,86a	30,75a	3,37a	0,41 b	86,70a	13,30 b

Tabela 13. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o *Eucalyptus urophylla*. Os valores foram agrupados por posição das toras na árvore, média de 18 repetições.

POSICAO	Perda descascamento %	Perda arredondamento %	Perda no rolo resto %	Perda no manuseio %	Perda na secagem %	PERDA TOTAL %	Rendim. Volumétrico %
base	26,34a	20,89 b	14,22 b	5,46a	1,34 b	68,25 b	31,75a
meio	22,35ab	17,18 b	16,63 b	3,37ab	2,56a	62,09 b	37,91a
topo	21,06 b	26,67a	25,01a	1,53 b	1,50 b	75,77a	24,23 b

Tabela 14. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o *Eucalyptus saligna*. Os valores foram agrupados por tipo de corte, média de 12 repetições.

TIPO DE CORTE	Perda descascamento %	Perda arredondamento %	Perda no rolo resto %	Perda no manuseio %	Perda na secagem %	PERDA TOTAL %	Rendim. Volumétrico %
C1	16,57a	23,58a	21,89a	2,49a	2,01a	66,54a	33,46a
C2	18,92a	29,28a	16,70a	3,46a	1,81a	70,17a	29,83a
C3	21,38a	24,82a	18,89a	2,85a	1,50a	69,42a	30,58a

C1-Corte com anelamento e destopo no anelamento

C2-Corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento

C3-Corte sem anelamento

Tabela 15. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o *Eucalyptus urophylla*. Os valores foram agrupados por tipo de corte, média de 12 repetições.

TIPO DE CORTE	Perda descascamento %	Perda arredondamento %	Perda no rolo resto %	Perda no manuseio %	Perda na secagem %	PERDA TOTAL %	Rendim. Volumétrico %
C1	24,18a	19,21a	13,30a	4,20a	2,78a	63,66a	36,34a
C2	23,58a	18,96a	18,24a	2,88a	1,54a	65,20a	34,80a
C3	25,27a	18,93a	14,75a	6,17a	1,53a	66,65a	33,35a

C1-Corte com anelamento e destopo no anelamento

C2-Corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento

C3-Corte sem anelamento

Tabela 16. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o *Eucalyptus saligna*. Os valores foram agrupados por tipo de aquecimento, média de 18 repetições.

AQUECI- MENTO	Perda descas- camento %	Perda arredon- damento %	Perda no rolo resto %	Perda no ma- nuseio %	Perda na se- cagem %	PERDA TOTAL %	Rendim. Volume- trico %
DIRETO	17,98a	25,31a	15,71a	3,52a	2,19a	64,71 b	35,29a
GRADUAL	19,93a	26,47a	22,61a	2,34a	1,36a	72,71a	27,29 b
Perda acumulada		A	B	C			
DIRETO		43,29a	59,00 b	62,52b			
GRADUAL		46,40a	69,01a	71,35a			

A = perda descascamento (pdesc)+perda arredondamento (parred)

B = pdesc + parred + perda rolo-resto (prrr)

C = pdesc + parred + prrr + perda no manuseio.

Tabela 17. Perdas percentuais nas diferentes fases durante a obtenção de lâminas por desenrolamento e Rendimento para o *Eucalyptus urophylla*. Os valores foram agrupados por tipo de aquecimento, média de 18 repetições.

AQUECI- MENTO	Perda descas- camento %	Perda arredon- damento %	Perda no rolo resto %	Perda no ma- nuseio %	Perda na se- cagem %	PERDA TOTAL %	Rendim. Volume- trico %
DIRETO	25,28a	19,02a	17,72a	5,02a	1,79a	68,83a	31,17 b
GRADUAL	23,41a	19,04a	13,13a	3,82a	2,11a	61,51 b	38,49a
Perda acumulada		A	B	C			
DIRETO		44,30a	62,02a	67,04a			
GRADUAL		42,45a	55,58 b	59,40b			

A = perda descascamento (pdesc)+perda arredondamento (parred)

B = pdesc + parred + perda rolo-resto (prrr)

C = pdesc + parred + prrr + perda no manuseio.

As Tabelas 16 e 17, mostram que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre as médias do tratamento tipo de aquecimento para ambas espécies, em relação as perdas percentuais nas diferentes fases da produção de lâminas até a classificação D. Porém, pelo acúmulo de perdas, mostra que para o *E. saligna* (Tabela 16) o aquecimento direto beneficiou estatisticamente o rendimento volumétrico de lâminas em comparação ao aquecimento gradual. Essa desvantagem do aquecimento gradual surgiu a partir do acúmulo da perda no rolo-resto. Já o *E. urophylla* (Tabela 17) perdeu menos volume em relação a tora com casca, no tratamento com aquecimento gradual. Essa diferença estatística entre tipos de aquecimento também surgiu a partir do acúmulo da perda no rolo-resto. Em termos de rendimento, recomenda-se aquecer o *E. saligna* utilizando a metodologia tradicional de aquecimento de toras. Para o *E. urophylla* recomenda-se o aquecimento gradual utilizado nesse trabalho.

Como observado em trabalho de MEDINA (1986), e verificando-se nas Tabelas de 12 a 17, as fases que geraram maiores perdas foram no descascamento, arredondamento e rolo-resto, por causa dos fatores relacionados, respectivamente, à: casca, conicidade da tora e o diâmetro da garra do torno. O primeiro fator é uma característica intrínseca a espécie, o que torna difícil a sua diminuição, a não ser através de melhoramento genético.

A redução do segundo fator, como menciona MEDINA (1986), é com auxílio também do melhoramento florestal e do manejo florestal que permite a valorização da madeira nos talhões através de práticas tais como podas e desbastes. E o terceiro fator é por dois motivos: (a) exige aprimorar o equipamento destinado a produção de lâminas diminuindo por exemplo, o diâmetro das garras que fixam as toras e (b) devido a tendência ao rachamento, inerente à espessura que provoca ocorrência de má fixação das garras principalmente no momento em que a garra maior se recua.

Observadas as perdas percentuais, foram calculados os rendimentos volumétricos da produção de lâminas secas para cada amostra. Os resultados dos valores dos rendimentos volumétricos por total de cada variável são mostrados nas Tabelas de 12 a 17 e agrupadas na Tabela 18 de onde cada valor representa a média de 3 toras por tratamento. Portanto, a somatória das perdas em porcentagem subtraídos de 100, resulta o rendimento quantitativo.

Os resultados da análise de variância, aplicada aos valores da Tabela 18, são apresentados na Tabela 19. Para a análise, como mencionado anteriormente, os resultados foram transformados em $\ln(y+10)$, pois estatisticamente apresentaram uma boa distribuição normal.

Tabela 18. Rendimento Volumétrico (%) entre as diferentes operações, agrupadas segundo as variáveis: tipo de corte, posição na árvore e tipo de aquecimento para cada espécie. Média de 3 repetições.

Espécie	Posição	Tipo de Corte	Aquecimento Direto	Aquecimento Indireto
<i>E. urophylla</i>	BASE	C1	35,52	36,41
		C2	17,38	37,70
		C3	30,14	33,36
	MEIO	C1	33,07	40,37
		C2	42,44	41,68
		C3	28,47	41,46
	TOPO	C1	22,90	27,28
		C2	23,47	24,75
		C3	26,29	20,71
<i>E. saligna</i>	BASE	C1	33,05	26,66
		C2	30,72	23,28
		C3	34,86	30,25
	MEIO	C1	40,74	33,40
		C2	35,20	30,13
		C3	37,18	20,00
	TOPO	C1	19,33	9,59
		C2	22,48	2,89
		C3	16,44	9,06

Tabela 19. Resultados de análise de variância pelo teste F aplicada aos resultados da Tabela 18.

C. V.	G.L.	VALOR F (probabilidade)	
		<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Corte	2	0.42 _{ns} (0.6568)	0.63 _{ns} (0.5391)
Aquecimento	1	17.35** (0.0002)	3.28 _{ns} (0.0779)
Posição	2	23.85** (0.0001)	4.94* (0.0121)
Corte x Aquec.	2	0.16 _{ns} (0.8496)	0.13 _{ns} (0.8777)
Corte x Posição	4	0.74 _{ns} (0.5713)	0.86 _{ns} (0.4986)
Aquec. x Posição	2	2.09 _{ns} (0.1372)	0.95 _{ns} (0.3960)
Tratamentos	13	5.64** (0.0001)	1.54 _{ns} (0.1465)
Resíduo	40		
TOTAL	53		
Coef. de variação (CV) =		8,98%	8.10%
Média =		3,478 (25,29%) [#]	3,679 (31,30) [#]
** - nível de 1% de significância			
* - nível de 5% de significância			
_{ns} - não significativo			
[#] - Resultado original			

A análise de variância acusou significâncias pelo teste F, ao nível de 1%, para os tratamentos posição e aquecimento no *E. saligna*. Para o *E. urophylla*, também a análise de variância acusou significância pelo teste F, ao nível de 5%, para o tratamento posição, porém o tratamento tipo de aquecimento não apresentou significância. No tratamento tipo de corte e demais interações, o teste F não apresentou significância estatística em ambas espécies.

Com a aplicação do teste de Tukey, obsevou-se que o resultado para a posição TOPO mostrou diferença significativa ao nível de 5% quando comparado com as posições BASE e MEIO, conforme pode ser verificado nas Tabelas 12 e 13, última coluna.

O baixo rendimento volumétrico obtido nas toras do TOPO das árvores é função das grandes perdas ocorridas nas fases de arredondamento e no rolo-resto verificadas nesse tratamento. Como discutido anteriormente, essas perdas foram causadas pela conicidade maior das toras do TOPO e pelas dimensões das garras do torno em relação ao diâmetro das toras. O rendimento das toras do MEIO foi, em média, para as duas espécies, 101,47% maior que o rendimento das toras do TOPO.

Não houve diferença significativa estatisticamente entre as toras da BASE e do MEIO da árvore, porém as toras do MEIO apresentaram um rendimento volumétrico 10,0% e 19,40% maior que as toras da BASE,

respectivamente para o *E. saligna* e *E. urophylla*. Novamente observando as Tabelas 12 e 13, de todas as perdas apresentadas, a explicação do menor rendimento das toras da BASE em relação as toras do MEIO, é em função da diferença significativa das perdas percentuais no descascamento que foi maior nas toras da BASE. Frisa-se, portanto, que as toras da BASE possuem cascas mais espessas.

Para analisar os tratamentos tipo de aquecimento e tipo de corte, retiraram-se os dados do tipo de posição TOPO, incluindo somente os dados das posições BASE e MEIO que não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey, como pode ser observado nas Tabelas 12 e 13. Portanto, a Tabela 20 apresenta os resultados de uma nova análise de variância pelo teste F aplicada aos resultados da Tabela 18, sem os dados da posição TOPO e sem a causa de variação "posição".

Observa-se tanto no *E. saligna* como no *E. urophylla*, que a variável tipo de aquecimento apresentou diferença significativa ao nível de 5% enquanto que o tratamento tipo de corte e a interação Aquecimento x Corte não foram significativas para ambas espécies.

Os resultados do teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de 5%, dos tipos de aquecimentos (Aquec. Direto e Aquec. Gradual) para as espécies *E. saligna* e *E. urophylla*, são mostrados nas Tabelas 16 e 17, última coluna, respectivamente.

Tabela 20. Resultados de análise de variância pelo teste F aplicada aos resultados da Tabela 18, sem os dados da posição TOPO.

C. V.	G.L.	VALOR F (probabilidade)	
		<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Corte	2	0.48 _{ns} (0.5932)	0.53 _{ns} (0.5968)
Aquecimento	1	5.98* (0.0205)	4.47* (0.0428)
Corte x Aquec.	2	0.16 _{ns} (0.8496)	0.47 _{ns} (0.6279)
Tratamentos	5	1.60 _{ns} (0.1904)	1.29 _{ns} (0.2927)
Resíduo	30		
TOTAL	35		
Coef. de variação (CV) =		7,88%	8,51%
Média =		3,685 (31,29%) #	3,763 (34,83)

* - nível de 5% de significância
_{ns} - não significativo
- entre parenteses é o resultado original

No *E. saligna* o aquecimento direto apresentou um rendimento volumétrico (35,29%) maior que o aquecimento gradual (27,29%). E no *E. urophylla* foi ao contrário, ou seja, o aquecimento direto (31,17%) foi menor que o aquecimento gradual (38,49%). Demonstra, portanto, que cada espécie apresenta um melhor rendimento volométrico para um determinado tipo de aquecimento.

4.3. Avaliação das Rachaduras antes e depois do aquecimento das toras.

Como mencionado na metodologia, após o tempo mínimo de armazenamento das toras submersas (30 dias), foi feito o descascamento e o destopo das toras. Imediatamente mediu-se as rachaduras e colocou-se as toras no tanque de aquecimento em temperatura e tempo pré-determinados. Após o período de aquecimento uma nova medição das rachaduras do topo foi realizada, antes de começar a laminação.

Os resultados dos índices atribuídos as rachaduras são apresentados na Tabela 21, onde cada valor representa a média de três toras por tratamento e estão separados por rachaduras Antes do Aquecimento e Depois do Aquecimento. Entre parenteses são apresentados os valores transformados em $\ln(y+100)$. Houve a necessidade dessa transformação para efeito de análise pois os dados originais não possuíam uma distribuição normal.

Os resultados da análise de variância, aplicada aos valores da Tabela 21, são apresentados na Tabela 22; na qual observa-se que as variáveis "corte" e "posição" foram significativos ao nível de 1% para o *E. saligna*, Antes e Depois do Aquecimento.

Verifica-se também no *E. saligna*, que as variáveis "aquecimento" e as interações "corte x aquecimento" e "aquecimento x posição" mudaram de

Tabela 21. Valores médios atribuídos as rachaduras de topo antes e depois do aquecimento das toras. Média de 3 repetições.

Espécie	Posição	Tipo de Corte	Antes aquecimento		Depois Aquecimento	
			Aq. direto	Aq. indireto	Aq. direto	Aq. indireto
E. uruphylla	BASE	C1	103,3 (5,31)	63,3 (5,10)	388,7 (6,19)	328,7 (6,06)
		C2	100,0 (5,30)	83,3 (5,21)	561,0 (6,49)	275,0 (5,93)
		C3	118,3 (5,39)	33,3 (4,89)	355,3 (6,12)	403,8 (6,22)
	MEIO	C1	51,7 (5,02)	68,3 (5,13)	228,5 (5,79)	170,0 (5,60)
		C2	34,3 (4,90)	16,7 (4,76)	208,3 (5,73)	155,0 (5,54)
		C3	83,3 (5,21)	71,7 (5,15)	208,3 (5,73)	295,2 (5,98)
	TOPO	C1	0,0 (4,60)	0,0 (4,60)	152,7 (5,53)	83,3 (5,21)
		C2	0,0 (4,60)	0,0 (4,60)	150,0 (5,52)	83,3 (5,21)
		C3	33,3 (4,89)	66,7 (5,12)	203,3 (5,71)	136,7 (5,47)
E. saligna	BASE	C1	206,7 (5,73)	121,7 (5,40)	350,0 (6,11)	337,2 (6,08)
		C2	210,2 (5,74)	66,7 (5,12)	457,2 (6,32)	263,5 (5,70)
		C3	210,0 (5,74)	120,0 (5,39)	340,2 (6,09)	263,3 (5,70)
	MEIO	C1	68,3 (5,13)	140,0 (5,48)	295,3 (5,98)	421,0 (6,26)
		C2	100,0 (5,30)	66,7 (5,12)	210,5 (5,74)	175,0 (5,62)
		C3	123,3 (5,41)	140,0 (5,48)	357,5 (6,13)	232,7 (5,81)
	TOPO	C1	33,3 (4,89)	33,3 (4,89)	158,7 (5,56)	193,8 (5,68)
		C2	35,0 (4,90)	0,0 (4,60)	141,7 (5,49)	35,2 (4,91)
		C3	68,5 (5,13)	100,0 (5,30)	232,3 (5,81)	211,8 (5,74)

comportamentos Depois do Aquecimento. A variável "aquecimento" que foi significativa ao nível de 5% e as variáveis das interações "corte x aquecimento" e "aquecimento x posição" que foram significativas ao nível de 1% Antes do Aquecimento, passaram a ser não significativas Depois do Aquecimento.

Os valores dos coeficientes da variação encontrados para o índice de rachadura Antes do Aquecimento (4,64%) e Depois do Aquecimento (4,95%) são considerados baixos levando-se em conta que os dados foram transformados para $\ln(y+100)$.

Tabela 22. Análise geral da variância aplicada aos valores do índice de rachadura da Tabela 21 através do teste F.

C. V.	G.L.	VALOR F (probabilidade)			
		<i>Eucalyptus saligna</i>		<i>Eucalyptus urophylla</i>	
		Antes Aquec.	Depois Aquec.	Antes Aquec.	Depois Aquec.
Corte	2	8,21** (0,0010)	5,78** (0,0062)	2,00ns (0,1485)	3,11ns (0,0556)
Aquecimento	1	4,63* (0,0375)	2,81ns (0,1013)	1,08ns (0,3048)	11,09** (0,0019)
Posição	2	23,01** (0,0001)	17,46** (0,0001)	10,42** (0,0002)	55,39** (0,0001)
Corte x Aquec.	2	5,22** (0,0097)	2,95ns (0,0636)	0,04ns (0,9647)	3,02ns (0,0602)
Corte x Posição	4	0,86ns (0,4961)	2,47ns (0,0597)	1,50ns (0,2201)	0,47ns (0,7550)
Aquec. x Posição	2	7,81** (0,0014)	0,58ns (0,5661)	2,01ns (0,1470)	1,85ns (0,1705)
Tratamentos	13	7,43** (0,0001)	5,10** (0,0001)	2,77** (0,0067)	10,75** (0,0001)
Resíduo	40				
TOTAL	53				
Coef. de variação (CV) =		4,64%	4,95%	5,96%	3,72%
Média		5,230 (100,57)*	5,807 (257,94)	4,959 (51,54)	5,773 (247,43)

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - não significativo

- entre parenteses é o resultado original

Observando-se as médias originais do *E. saligna*, verifica-se que Depois do Aquecimento, o índice de rachadura aumentou em 156,5%, alcançando uma diferença no índice de rachaduras de 157,37.

Para o *E. urophylla*, somente a variável "posição" foi altamente significativa Antes e Depois do Aquecimento. A variável "aquecimento" mudou de comportamento Depois do Aquecimento, ou seja, não era significativo Antes do Aquecimento e passou a ser altamente significativo Depois do Aquecimento.

Outras variáveis não apresentaram significância nem Antes nem Depois do Aquecimento.

Observando-se as médias originais do *E. urophylla*, verifica-se que Depois do Aquecimento, o índice de rachadura aumentou em 380%, alcançando uma diferença no índice de rachadura de 195,89.

Fazendo-se uma comparação, o *E. saligna* tem um índice de rachadura maior que o *E. urophylla* tanto Antes como Depois do Aquecimento. Porém o *E. urophylla*, no geral, tem uma evolução maior das rachaduras após o seu aquecimento em relação ao *E. saligna*.

Para os tratamentos posição das toras na árvore, o teste de Tukey, acusou diferença significativa ao nível de 5% entre as três "posições" Depois do Aquecimento no *E. urophylla* (Tabela 23). As toras da BASE apresentaram o maior índice de rachaduras, seguindo diferentemente pelas

Tabela 23. Teste de Tukey aplicado ao tratamento posição das toras na árvore.

Trata- mento	N. Rep.	<i>Eucalyptus saligna</i>		<i>Eucalyptus urophylla</i>	
		Antes aquec.	Depois aquec.	Antes aquec.	Depois aquec.
		Médias TUKEY	Médias TUKEY	Médias TUKEY	Médias TUKEY
BASE	18	150,31 a	329,67 a	83,61 a	396,53 a
MEIO	18	106,39 a	281,92 a	54,33 a	210,89 b
TOPO	18	45,03 b	162,25 b	16,67 b	134,89 c

toras do MEIO e posteriormente pelas toras do TOPO, as quais mostraram o menor índice de rachaduras. Antes do Aquecimento, para o *E. urophylla*, e Antes e Depois do Aquecimento, para o *E. saligna*, também as toras do TOPO apresentaram os menores índices de rachadura que outras duas posições, porém, as médias das toras da BASE e MEIO não diferiram significativamente entre si. Portanto, verifica-se claramente que as tensões de crescimento, quando relacionadas com as rachaduras de topo, diminuem significativamente da BASE até o TOPO das árvores. Resultados semelhantes foram obtidos por YAO (1979), onde houve realmente diferenças significativas nas tensões de crescimento longitudinal dentro das árvores da mesma espécie.

Esse baixo índice de rachadura das toras do TOPO em relação outras duas posições indica que a medida que ocorre o desenrolamento da tora, vai se obtendo lâminas com menos rachaduras nas laterais, ou seja, de melhor qualidade. Além disso elas retraem volumetricamente menos

No *E. saligna* (Tabela 24), o tratamento tipo de aquecimento foi altamente significativo nas toras da BASE e não significativo nas toras do MEIO e TOPO, tanto Antes como Depois do Aquecimento. Já o tratamento tipo de corte não foi significativo para as toras da BASE e do MEIO, e significativo para as toras do TOPO tanto Antes como Depois do Aquecimento. A interação "corte x aquecimento" não foi significativa em nenhum momento.

Tabela 25. Teste de Tukey aplicado ao tratamento "aquecimento" dentro da posição BASE no *E. saligna*.

Tratamento	N. Rep.	Antes aquec.		Depois aquec.	
		Médias	TUKEY	Médias	TUKEY
Aq. direto	9	208,94	a	371,33	a
Aq. gradual	9	91,67	b	288,00	b

Na Tabela 25, verifica-se pelo teste de Tukey que houve diferença significativa entre as médias do Aquecimento direto e gradual, tanto Antes como Depois do Aquecimento nas toras da BASE. Antes do Aquecimento as toras do Aquecimento direto apresentaram um índice de rachadura de 127,9% superior que o Aquecimento gradual. Depois do Aquecimento essa superioridade é de 28,9%. O Aquecimento direto aumentou as rachaduras em 77,7% Depois do Aquecimento, e o Aquecimento gradual aumentou 214,2%. Pode-se notar que apesar da diferença significativa entre as médias Depois do Aquecimento, os tratamentos mantiveram a mesma tendência no índice de rachadura em Antes do

Aquecimento.

Segundo LUTZ (1974), quando a madeira verde é aquecida, gera uma expansão tangencial e uma contração radial, o que, dependendo da espécie e temperatura, origina rachaduras no topo. Este movimento térmico aumenta com a temperatura, mas a taxa de aumento é lento até 66°C e mais rápido acima de 66°C, o qual pode originar rachaduras a partir da medula.

Pela metodologia adotada (Tabela 5) comparando-se ao parágrafo anterior, o Aquecimento gradual (214,2%) deveria apresentar uma taxa de evolução das rachaduras menor que o Aquecimento direto (77,7%) para ambas espécies Depois do Aquecimento. Portanto, a metodologia adotada não foi eficiente em amenizar a rachadura dos topos do *E. saligna*.

Tabela 26. Teste de Tukey aplicado ao tratamento tipo de corte dentro da posição TOPO no *E. saligna*.

Tratamento	N. Rep.	Antes aquecimento		Depois aquecimento	
		Médias	TUKEY	Médias	TUKEY
C1	6	33,33	a b	176,25	a b
C2	6	17,50	b	88,42	b
C3	6	84,25	a	222,08	a

C1- Corte com anelamento e destopo no anelamento

C2- Corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento

C3- Corte sem anelamento

A comparação entre as médias do tratamento tipo de corte dentro da posição TOPO no *E. saligna* através do teste de Tukey, é apresentado na Tabela 26. É possível

verificar que o corte C₂ foi diferente significativamente e inferior ao corte C₃, mas não diferencia ao corte C₁, Antes do Aquecimento das toras. Depois do Aquecimento o mesmo tratamento (C₂) apresentou semelhante diferença significativa em comparação aos outros dois tipos de cortes (C₁ e C₂).

Como citado por AGUIAR (1986), vários autores mencionam em seus trabalhos o efeito do anelamento, no controle das rachaduras de topo originadas pelas tensões de crescimento. Van Wyk¹², citado por AGUIAR (1986), mostrou em um trabalho realizado na África do Sul, que havia uma diminuição das rachaduras de topo em toras de *Eucalyptus* spp, quando era feito anelamento com uma profundidade variando entre 2,5 a 4,0 cm à uma distância de 1/3 do diâmetro do corte transversal.

Num trabalho semelhante AGUIAR (1986) verificou que o corte industrial apresentou maior valor para as rachaduras de topo, do que o corte com anelamento.

No presente trabalho os cortes com anelamento Antes do Aquecimento também diminuíram a tendência a rachar nos topos das toras do TOPO. Apesar do C₁ não diferenciar significativamente de C₃, é possível verificar que o índice de rachadura apresentado por C₃ é 152,8% maior do que o C₁, e 381,4% maior que C₂.

¹²VAN WYK, J.L. Hardwood sawmilling can have a bright future in South Africa Forestry Journal, Pretoria, (109): 47-53. 1978.

Depois do Aquecimento verifica-se que mantendo-se o anelamento, diminui-se a tendência a rachar as extremidades das toras. Pode-se afirmar, em função dos resultados, que o anelamento pode diminuir as rachaduras de topo antes do aquecimento e mantém significativamente em um nível mais baixo as rachaduras de topo durante o aquecimento das toras. Isso significa, portanto, que as toras de *Eucalyptus* spp estão em constante liberação de tensões até pelo menos 75°C.

Segundo LUTZ (1974), quando uma tora é aquecida a uma temperatura acima de 82°C, 90% ou mais da tensão de crescimento longitudinal é aliviada. Portanto, mantendo-se o anelamento durante o aquecimento das toras, provavelmente será possível produzir lâminas com menos defeitos ocasionados pelas rachaduras de topo.

No *E. urophylla* (Tabela 27), o tratamento aquecimento foi significativo ao nível de 5% dentro da posição BASE e não significativo dentro da posição MEIO tanto Antes como Depois do Aquecimento. Dentro da posição TOPO, o tratamento aquecimento passou de não significativo Antes do Aquecimento para altamente significativo Depois do Aquecimento.

Já o tratamento tipo de corte não foi significativo dentro das posições BASE e MEIO, Antes e Depois do Aquecimento. Dentro da posição TOPO, o tipo de corte mudou de comportamento, passando de altamente

significativo ao nível de 1% Antes do Aquecimento para não significativo Depois Aquecimento. Assim como no *E. saligna*, também no *E. urophylla* a interação "corte x aquecimento não foi significativa em nenhum momento.

Tabela 27. Teste F, para os tratamentos aquecimento, corte e sua interação dentro do tratamento "posição" (BASE, MEIO e TOPO) Antes e Depois do Aquecimento do *Eucalyptus urophylla*.

C.V.	G.L.	Valor de F (significancia)					
		Antes Aquecimento			Depois Aquecimento		
		BASE	MEIO	TOPO	BASE	MEIO	TOPO
Aquec. (A)	1	5,67*	0,00 _{ns}	0,51 _{ns}	5,93*	0,12 _{ns}	10,01**
Corte (C)	2	0,17 _{ns}	0,93 _{ns}	7,49**	0,51 _{ns}	1,34 _{ns}	2,42 _{ns}
C x A	2	0,63 _{ns}	0,09 _{ns}	0,51 _{ns}	2,30 _{ns}	2,36 _{ns}	0,03 _{ns}
Tratamento	5	1,45 _{ns}	0,41 _{ns}	3,30*	2,31 _{ns}	1,51 _{ns}	2,99 _{ns}
Resíduo	12						
TOTAL	17						
Coef.Var.(%)	=	5,31	8,23	4,00	3,56	3,95	3,63
Média-ln(y+100)=		5,177	4,972	4,727	6,176	5,713	5,430
Media original =		83,61	54,33	16,67	396,53	210,89	134,89

* - significativo ao nível de 5%

** - significativo ao nível de 1%

_{ns} - não significativo

Tabela 28. Teste de Tukey aplicado ao tratamento "aquecimento" dentro da posição BASE no *E. urophylla*.

Tratamento	N. Rep.	Antes aquec.		Depois aquec.	
		Médias	TUKEY	Médias	TUKEY
Aq. direto	9	107,22	a	457,22	a
Aq. gradual	9	60,00	b	335,83	b

Tendência semelhante quanto ao índice de rachadura do *E. saligna* em relação ao tipo de aquecimento das toras da BASE, é verificado no *E. urophylla* na Tabela 28. Ou seja, Antes do Aquecimento as toras do Aquecimento direto apresentaram um índice de rachadura de 78,7% superior que o Aquec. gradual. Depois do Aquecimento essa superioridade é de 36,1%. O Aquecimento direto aumentou as rachaduras em 326,4% Depois do Aquecimento, e o Aquecimento gradual aumentou em 459,7%.

Tabela 29. Teste de Tukey aplicado ao tratamento "aquecimento" dentro da posição TOPO, Depois do Aquecimento, no *Eucalyptus urophylla*.

TRATAMENTO	N. Repetições	Médias	Tukey (5%)
Aq. direto	9	168,67	a
Aq. gradual	9	101,11	b

Comparando-se as médias da Tabela 29, verifica-se que foram significativamente diferentes nível de 5%, onde Aquecimento gradual apresentou um índice de rachadura inferior ao Aquecimento Direto dentro da posição

TOPO, Depois do Aquecimento. Segundo SAMLAIC (1979), o método para aquecer toras por meio de água quente é um dos mais eficientes, ou seja, aquece a madeira uniforme e gradualmente, reduzindo ao mínimo as tensões e desta forma as rachaduras da madeira.

Para a posição TOPO do *E. urophylla* verifica-se que por meio de água quente, o Aquecimento direto proporcionou um começo de processo mais violento, aquecendo rapidamente as superfícies das toras enquanto que o cerne permanecia ainda frio; resultando, portanto, em tensões de madeira e provocando as rachaduras dos topos, prejudicando a qualidade da madeira.

O Aquecimento gradual proporcionou às toras do TOPO no primeiro período de aquecimento um patamar da temperatura à 55°C para o *E. urophylla* e *E. saligna* (Tabela 4), abaixo dos 66°C comentados por LUTZ (1974). Estando abaixo de 66°C, a movimentação da madeira termicamente na direção tangencial (inchamento) e radial (contração) foi mais branda, provocando um menor índice de rachadura quando comparada ao Aquecimento direto. Acima de 66°C, ou seja, 75°C para o *E. urophylla*, a taxa de aumento do movimento térmico da madeira é mais rápida provocando rachaduras maiores nos topos das toras.

A comparação entre as médias do tratamento tipo de corte dentro da posição TOPO no *E. urophylla* através do teste de Tukey, é apresentado na Tabela 30. É

possível verificar que as toras do TOPO aneladas (C₁ e C₂) apresentaram um índice de rachadura nulo, enquanto que o corte sem anelamento (C₃) apresentou um índice de 50,00. Demonstra, portanto, que o anelamento nas toras do TOPO do *Eucalyptus urophylla*, assim como no *E. saligna*, foram eficientes. Porém, como pode-se verificar na Tabela 27, o anelamento não se manifestou durante o aquecimento, visto que não foi significativo o tipo de corte nas toras do TOPO do *E. urophylla*, Depois do Aquecimento.

Tabela 30. Teste de Tukey aplicado ao tratamento tipo de corte dentro da posição TOPO, Antes do Aquecimento, no *Eucalyptus urophylla*.

TRATAMENTO	N. Repetições	Médias	Tukey (5%)
C ₁	6	0,00	b
C ₂	6	0,00	b
C ₃	6	50,00	a

C₁- Corte com anelamento e destopo no anelamento
 C₂- Corte com anelamento e destopo próximo anelamento
 C₃- Corte sem anelamento

4.4. Características das Lâminas Produzidas

Após o processo de laminação por desenrolamento, as lâminas apresentaram as seguintes características:

- Fendas de Laminação

Utilizando subjetivamente atribuição de valores para fendas de laminação, conforme JANKOWSKY (1978), as lâminas produzidas de *E. urophylla* e *E. saligna* estavam entre razoavelmente fechadas e razoavelmente abertas.

Isso significa que a abertura horizontal e abertura vertical adotadas na metodologia para regulação do torno desenrolador, resultaram em uma compressão na tora que produziu lâminas de razoável qualidade em relação às fendas de laminação. Essas características de qualidade permite afirmar a viabilidade da utilização dessas lâminas na manufatura de painéis compensados.

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de JANKOWSKY & AGUIAR (1983).

Para melhorar a qualidade da lâmina em relação e profundidade das fendas de laminação FEIHL & GODIN (1970) recomendam ou aumentar mais um pouco a pressão da contra faca, ou seja, diminuir a distância da abertura horizontal, ou utilizar uma temperatura mais alta para o aquecimento das toras tornando-as mais flexíveis.

- Números de Nós

O principal defeito em importância para manufatura de compensados foi a alta incidência de nós, conforme pode ser observado nas Tabelas 31 e 32 (4^a e 5^a colunas) e Figuras 10, 11 e 12.

Figura 10. Lâminas de uma tora da base do *E. urophylla* representando as três secções circulares da tora mostrando a incidência de nós e rachaduras.

Figura 11. Lâminas de uma tora de *E. urophylla* mostrando a incidência de nós, rachaduras e ataque de *Platypus*.

Figura 12. Lâminas do cerne do *E. urophylla* mostrando a grande incidência de nós e rachaduras.

Tabela 31. Média da retração na direção tangencial, média da rugosidade e média de lâminas com nós, após secagem, em cada tratamento [*E. urophylla*].

TRATA- MENTO N ^o	RETRAÇÃO TANGENCIAL (%)	RUGOSIDADE (%)	PORCENTAGEM DE LÂMINAS COM NÓS	NÚMERO DE NÓS/m ²	
				MÍN.	MÁX.
C1A1b	6,02	11	97	0	37
C1A1m	5,65	19	100	1	34
C1A1t	6,12	16	100	6	23
C1A2b	5,63	16	96	0	45
C1A2m	5,90	20	100	1	32
C1A2t	6,06	21 (NÓ)	100	8	25
C2A1b	5,82	19	62	0	11
C2A1m	6,15	18	60	0	27
C2A1t	4,90	17 (NÓ)	100	2	30
C2A2b	4,06	10	87	0	47
C2A2m	4,46	24	97	0	49
C2A2t	4,69	32 (NÓ)	100	4	38
C3A1b	6,02	19	90	0	26
C3A1m	5,73	10	100	1	24
C3A1t	5,74	17	100	4	24
C3A2b	5,80	NÓ	100	4	89
C3A2m	4,65	15	96	0	37
C3A2t	6,08	NÓ	100	5	11

C1 = corte com anelamento e destopo no anelamento
 C2 = corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento
 C3 = corte sem anelamento
 A1 = aquecimento direto
 A2 = aquecimento indireto
 b = tora da base da árvore
 m = tora do meio da árvore
 t = tora do topo da árvore

Tabela 32. Média da retração na direção tangencial, média da rugosidade e média de lâminas com nós, após secagem, em cada tratamento [*E. saligna*].

TRATA- MENTO N ^o	RETRAÇÃO TANGENCIAL (%)	RUGOSIDADE (%)	PORCENTAGEM DE LÂMINAS COM NÓS	NÚMERO DE NÓS/m ²	
				MÍN.	MÁX.
C1A1b	4,11	NÓ	100	2	39
C1A1m	4,69	17 (NÓ)	98	0	24
C1A1t	3,29	15 (NÓ)	100	7	22
C1A2b	2,95	16	100	2	32
C1A2m	3,42	11 (NÓ)	100	1	23
C1A2t	3,11	12	100	10	15
C2A1b	4,43	17	100	5	46
C2A1m	4,92	12	100	6	26
C2A1t	4,04	NÓ	100	2	30
C2A2b	2,76	20	100	5	39
C2A2m	4,71	13 (NÓ)	95	0	22
C2A2t	----	--	---	-	--
C3A1b	3,54	14	90	0	51
C3A1m	3,39	16 (NÓ)	100	6	29
C3A1t	4,45	15	100	7	17
C3A2b	3,77	14 (NÓ)	100	1	46
C3A2m	4,09	NÓ	100	15	26
C3A2t	1,34	NÓ	100	2	30

C1 = corte com anelamento e destopo no anelamento

C2 = corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento

C3 = corte sem anelamento

A1 = aquecimento direto

A2 = aquecimento indireto

b = tora da base da árvore

m = tora do meio da árvore

t = tora do topo da árvore

As Tabelas 31 e 32 mostram poucas combinações com porcentagem de lâminas com nós abaixo de

90% para ambas espécies. Somente as combinações C2A1b e C2A1m do *E. urophylla*, os quais possuem toras da mesma árvore, apresentaram menor porcentagem de lâminas com nós. Para espécie *E. saligna* todos os tratamentos apresentaram a porcentagem de lâminas com nós acima de 90%.

A Tabela 31 mostra que a ocorrência de lâminas com menor quantidade de nós por m² foi observada na maioria das toras da BASE e em algumas toras do MEIO das árvores de *E. urophylla*. A Tabela 32 mostra que somente pouquíssimas toras de *E. saligna* nas posições da BASE e do MEIO produziram lâminas sem nós na superfície.

As Figuras 10 e 11 mostram três lâminas representando as três secções circulares de uma tora da BASE do *E. urophylla*, onde foram atribuídos pesos para cálculo do índice de rachaduras. Verifica-se que a lâmina de cima (alburno) de ambas as Figuras, não apresentam incidência de nós. Observa-se, portanto, que em uma tora a grande incidência de nós soltos se acumulam na parte central (cerne) Figura 12. O nó solto corresponde a um ramo já morto e que deixou de participar do desenvolvimento do tronco, isto é, não há uma continuidade estrutural dos tecidos lenhosos. A sua coloração é marrom escura até preta. Nas lâminas de madeira é chamado de nó solto pois não têm aderência, e quando cai deixa uma cavidade (buraco de nó) que é prejudicial para produção de compensados.

Segundo HILLIS¹³, citado por AGUIAR (1986), "os galhos inferiores do *Eucalyptus*, devido à insuficiência da disponibilidade de luz, morrem cedo. Contudo, dependendo do espaçamento entre árvores, os galhos podem persistir no fuste durante o crescimento da árvore, encontrando-se posteriormente no tronco tocos de galhos mortos com mais de 10 cm de diâmetro e que são atacados facilmente por fungos e insetos. Algumas vezes os *Eucalyptus* podem ter excelentes formas e apresentarem-se sadios aparentemente, porém quando serrados aparecem os tocos de galhos mortos, veias de kino e outras imperfeições, as quais ocorrem devido a não exudação de resinas repelentes à água após a queda dos galhos, como ocorre com o *Pinus*".

JANKOWSKY (1979 e 1983), JANKOWSKY & AGUIAR (1983) e AGUIAR (1986), recomendam o desenvolvimento de pesquisa nas áreas de manejo e melhoramento florestal, especificamente estudos para avaliar técnica e economicamente a aplicação das operações de desrama artificial e desbastes seletivos, visando a melhoria da qualidade dos troncos para produção de lâminas.

Pelos dados observados nesse trabalho e segundo a norma ABNT (1986), as lâminas de *E. urophylla* e *E. saligna* só poderiam ser utilizadas no miolo dos painéis. Se usadas como capa, essa nodosidade superficial reduziria

¹³HILLIS, W. E. Wood quality and utilization. In: HILLS, W.E. & BROWN, A. G. *Eucalyptus* for wood Production. CSIRO. Adelaide. 1979. 434p.

o valor comercial do compensado.

Como pode ser observado na Figura 11, as duas primeiras lâminas de *E. urophylla* (de cima para baixo) apresentaram orifícios provocados pelo ataque do coleoptero *Platypus*. Ataque esse que foi observado por ZANI *et alii* (1984) nas procedências de *E. urophylla*. Nesse trabalho, esses orifícios foram encontrados em 40% das toras, defeito que também desclassifica a qualidade ideal da lâmina.

- Rugosidade

A rugosidade na lâmina aparece como cavidades oblongas rasas no lado fechado e áreas levantadas oblongas baixas no lado das fendas da laminação, correndo na direção da grã (FEIHL & GODIN, 1970).

A orientação da estrutura da madeira e a taxa de crescimento afetam a lisura superficial das lâminas desenroladas. Quando está cortando tangencialmente contra a grã, a madeira tende a romper no momento do corte feito pela faca, causando depressões no lado fechado da lâmina. Um corte através das fibras e na posição mais desvantajosa que alcança um ângulo de aproximadamente 90° , ocorre ao redor do nó, local onde aparece grã ondulada e grã irregular (LUTZ, 1974).

As lâminas obtidas neste experimento apresentaram características semelhantes às aquelas encontradas por JANKOWSKY & AGUIAR (1983), consideradas

como razoavelmente lisas, qualidade de lâmina esta que permite afirmar a viabilidade técnica de sua utilização na manufatura de painéis compensados. Além dessa avaliação subjetiva, o autor quantificou subjetivamente a porcentagem de rugosidade por m^2 da lâmina, mostrado nas Tabela 31 e 32 e Figura 13.

Verifica-se nas Tabelas 31 e 32 que o *E. urophylla* e *E. saligna* apresentaram uma média, respectivamente, de 18 e 15% de rugosidade por m^2 de lâmina, sendo que os nós contribuíram bastante para a ocorrência da rugosidade.

As camadas de crescimento do tecido lenhoso ao redor do galho morto têm a tendência de mudar o sentido de crescimento das fibras provocando essa grã desarrumada ao redor do nó.

No *E. urophylla* encontra-se uma maior porcentagem de lâminas rugosas por causa da direção desfavorável da grã. Esse desvio da grã em relação ao eixo do tronco, conhecido como grã ondulada, foi encontrada em mais da metade das árvores de *E. urophylla* (Figura 13). E no *E. saligna* a rugosidade encontrada foi devido, em maior parte, à incidência de nós.

Segundo FEIHL & GODIN (1970) e FEIHL (1964) as medidas corretivas como aumentar a temperatura de aquecimento e a pressão da contra-faca, ajudarão a diminuir esse defeito, mas a rugosidade não pode ser completamente

eliminada quando a irregularidade da grã é severa. Eles acrescentam que é difícil prevenir esse efeito quando esta laminando lâminas grossas. Quando for laminas em espessuras finas (aproximadamente 1,30 mm e mais finas) pode ser prevenida essa rugosidade por meio de um controle cuidadoso da temperatura da tora e regulagens do torno.

Figura 13. Foto aproximada da rugosidade superficial provoca pela grã ondulada, em uma lâmina de *E. urophylla*.

- Uniformidade da espessura

A uniformidade da espessura da lâmina é desejável para a produção de colagens de alta qualidade principalmente em compensados de espessura específica. A tolerância permitida em lâminas verdes dependerá em parte

do uso final. Em casos específicos, lâminas com dois (2) mm de espessura não pode variar 5% acima ou abaixo dessa espessura (LUTZ, 1974).

Ângulo da faca e altura da faca mal reguladas, para determinada matéria-prima, resultam em lâminas com espessura irregular (FEIHL & GODIN, 1970).

As Tabelas 33 e 34 mostram a espessura e a variação da espessura das lâminas em cada tratamento, respectivamente no *E. urophylla* e *E. saligna*. Observando-se as médias da variação da espessura na direção do comprimento e na direção da largura da lâmina entre as espécies, a diferença foi levemente maior para o *E. urophylla*, sendo que no tratamento C1A2b encontrou-se a maior variação no sentido do comprimento da lâmina, de 0,41 mm.

Quanto à espessura da lâmina, a média encontrada foi maior no *E. urophylla* (2,14 mm) do que no *E. saligna* (2,06 mm). Os desvios padrões das espessuras apresentadas por ambas espécies, estão dentro dos limites preconizados pela literatura.

Segundo LUTZ (1974) várias pesquisas mostraram que a madeira tendo alto teor de umidade é mais provável produzir lâminas mais finas do que madeira com baixo teor de umidade. Um exemplo são lâminas do alburno de Douglas-fir serem mais finas que lâminas do cerne usando a mesma regulagem do torno.

Tabela 33. Espessura e variação da espessura (a variação foi avaliada no comprimento total e na largura da lâmina) em cada tratamento [*E. urophylla*].

TRATA- MENTO N.º	VARIAÇÃO DA ESPESSURA (mm)				ESPESSURA DA LÂMINA (mm)			
	NO SENTIDO DO COMPRIMENTO		NO SENTIDO DA LARGURA		MAX.	MIN.	MÉD.	DESVIO PADRAO
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.				
C1A1b	0,24	0,01	0,10	0,02	2,30	1,96	2,12	0,072
C1A1m	0,16	0,01	0,10	0,01	2,28	2,06	2,13	0,049
C1A1t	0,12	0,01	0,11	0,02	2,29	1,99	2,14	0,078
C1A2b	0,41	0,01	0,12	0,02	2,44	1,88	2,11	0,111
C1A2m	0,16	0,01	0,15	0,04	2,31	2,01	2,13	0,073
C1A2t	0,21	0,04	0,19	0,01	2,39	1,80	2,11	0,117
C2A1b	0,28	0,01	0,17	0,01	2,36	1,94	2,18	0,101
C2A1m	0,29	0,01	0,15	0,03	2,48	2,04	2,18	0,092
C2A1t	0,09	0,07	0,10	0,02	2,32	2,14	2,22	0,053
C2A2b	0,31	0,01	0,10	0,03	2,37	1,88	2,09	0,094
C2A2m	0,33	0,01	0,19	0,02	2,46	1,98	2,15	0,106
C2A2t	0,21	0,06	0,19	0,01	2,37	1,86	2,13	0,104
C3A1b	0,30	0,01	0,14	0,01	2,30	1,87	2,12	0,080
C3A1m	0,19	0,01	0,09	0,01	2,31	1,89	2,11	0,084
C3A1t	0,25	0,03	0,13	0,01	2,41	1,95	2,18	0,114
C3A2b	0,34	0,01	0,13	0,01	2,35	1,92	2,12	0,095
C3A2m	0,27	0,01	0,15	0,01	2,43	2,06	2,16	0,090
C3A2t	0,18	0,04	0,30	0,01	2,60	1,99	2,15	0,164
Média	0,24	0,02	0,14	0,02	2,38	1,96	2,14	

C1 = corte com anelamento e destopo no anelamento

C2 = corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento

C3 = corte sem anelamento

A1 = aquecimento direto

A2 = aquecimento indireto

b = tora da base da árvore

m = tora do meio da árvore

t = tora do topo da árvore

Tabela 34. Espessura e variação da espessura (a variação foi avaliada no comprimento total e na largura da lâmina) em cada tratamento [*E. saligna*].

TRATA- MENTO N.º	VARIAÇÃO DA ESPESSURA (mm)				ESPESSURA DA LÂMINA (mm)			
	NO SENTIDO DO COMPRIMENTO		NO SENTIDO DA LARGURA		MAX.	MIN.	MÉD.	DESVIO PADRAO
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.				
C1A1b	0,31	0,01	0,16	0,02	2,27	1,80	2,07	0,088
C1A1m	0,25	0,01	0,12	0,01	2,25	1,95	2,08	0,071
C1A1t	0,10	0,10	0,07	0,01	2,09	1,95	2,00	0,051
C1A2b	0,25	0,01	0,14	0,01	2,29	1,87	2,09	0,103
C1A2m	0,15	0,01	0,06	0,01	2,19	1,99	2,06	0,052
C1A2t	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
C2A1b	0,27	0,01	0,09	0,02	2,25	1,87	2,07	0,077
C2A1m	0,24	0,01	0,11	0,02	2,28	1,97	2,09	0,053
C2A1t	0,06	0,06	0,08	0,02	2,07	1,90	1,99	0,055
C2A2b	0,29	0,01	0,16	0,01	2,35	1,92	2,11	0,085
C2A2m	0,09	0,01	0,09	0,01	2,11	1,97	2,04	0,041
C2A2t	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
C3A1b	0,25	0,01	0,11	0,01	2,27	1,86	2,07	0,072
C3A1m	0,18	0,01	0,09	0,01	2,25	1,97	2,09	0,067
C3A1t	-----	-----	0,15	0,04	2,19	2,03	2,09	0,058
C3A2b	0,28	0,01	0,10	0,01	2,29	1,89	2,08	0,085
C3A2m	0,10	0,03	0,09	0,01	2,11	2,96	2,03	0,047
C3A2t	-----	-----	0,15	0,04	2,12	1,97	2,03	0,078
Média	0,20	0,02	0,11	0,02	2,21	1,99	2,06	

C1 = corte com anelamento e destopo no anelamento
 C2 = corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento
 C3 = corte sem anelamento
 A1 = aquecimento direto
 A2 = aquecimento indireto
 b = tora da base da árvore
 m = tora do meio da árvore
 t = tora do topo da árvore

Nesse trabalho, como o *E. urophylla* possui uma densidade básica maior, é necessário aplicar uma pressão da contra faca maior do que no *E. saligna*.

Durante a tomada de dados da espessura, observou-se que a rugosidade da superfície da lâmina contribui bastante para a irregularidade da espessura.

- Ondulações

As ondulações na lâmina, após secagem, podem ser causadas pela tensão de crescimento, pela presença de madeira de reação, pela grã irregular e pela possibilidade de uma regulação imprópria no torno desenrolador (LUTZ, 1974). O colapso durante a secagem das lâminas pode provocar ondulações e encruamentos (JANKOWSKY & AGUIAR, 1983).

Os resultados da ondulação da lâmina seca são mostrados na Tabela 35 e Figuras 14, 15 e 16. No momento da medição em seis (6) pontos diferentes da altura das pilhas, as lâminas apresentavam um teor de umidade média de 12,0 %.

A norma japonesa de classificação de ondulação de lâminas secas, atribui pesos que variam desde baixa ondulação até muito severa ondulação, comparando-se a altura da pilha de 50 lâminas secas (WGUTW, 1977).

Pelo o que mostram a Tabela 35 e Figuras 15 e 16 as pilhas individuais que apresentaram alturas igual e

acima de 16,0 cm, como nas toras da BASE, do MEIO e do tipo de aquecimento indireto do *E. urophylla*, são consideradas como ondulações razoavelmente severas, porém as ondulações das pilhas de outros tratamentos foram baixas.

Dentro do tratamento tipo de corte as toras sem anelamento apresentaram-se mais onduladas (lado esquerdo da Figura 14).

Já dentro do tratamento posição das toras na árvore, as toras do topo do *E. saligna* não produziram lâminas suficientes para completar a pilha. Porém verifica-se que as lâminas das toras do TOPO do *E. urophylla* resultaram em uma menor pilha comparada as outras posições (Figura 15).

Apesar de não ter sido feita uma análise de correlação entre o índice de rachadura e ondulações nesse trabalho, nota-se que aumentando o índice de rachadura, há uma tendência em aumentar a altura das pilhas. Causa provável são as tensões de crescimento.

Para o tratamento tipo de aquecimento, não se notou grandes diferenças entre as variáveis (Figura 16).

Entre as espécies, o *E. urophylla* apresentou maior ondulação. A causa provável dessa diferença foi provocada pela grã irregular da espécie *E. urophylla*, somada a secagem irregular das lâminas em estufa para madeiras serradas. Além disso, esse processo de secagem das lâminas de *E. urophylla* aumentou a incidência de

rachaduras nas laterais e no meio da lâmina, provocadas respectivamente, pela evolução das rachaduras existentes e retração tangencial da madeira. O *E. saligna* apresentou menores ondulações devido a sua grã ser mais reta e porque as lâminas foram secas em estufas de secagem contínua para lâminas (Figura 17). A maioria das lâminas de *E. saligna*, como do exemplo da Figura 17, não racharam e não apresentaram grandes ondulações.

Tabela 35. Altura de pilhas de 50 lâminas secas, para comparação do defeito ondulação.

TRATAMENTOS		<i>E. urophylla</i>	<i>E. saligna</i>	Médias
TIPO DE CORTE	C ₁	15,1	13,8	14,4
	C ₂	15,9	13,1	14,5
	C ₃	15,4	15,2	15,3
POSIÇÃO NA ÁRVORE	BASE	16,0	14,4	15,2
	MEIO	16,1	12,7	14,4
	TOPO	13,9	7,5	13,9
TIPO DE AQUECIMENTO	DIRETO	15,5	15,2	15,3
	INDIRETO	16,8	14,9	15,8
MÉDIAS		15,6	14,2	

Pelo fato de não ter sido feita uma comparação de tipos de secagem de lâminas entre as espécies *E. urophylla* e *E. saligna*, a experiência adquirida neste trabalho, sugere a utilização de equipamentos e métodos de secagem que minimizem ou eliminem por completo esses defeitos como ondulações, rachaduras, etc, provocados pela secagem irregular.

C_3 C_2 C_1 *Eucalyptus urophylla* C_3 C_2 C_1 *Eucalyptus saligna*

Figura 14. Ondulação de lâminas secas (50 lâminas em cada pilha) no tratamento tipo de corte. C_1 = corte com anelamento e destopo no anelamento; C_2 = corte com anelamento e destopo próximo ao anelamento; e C_3 = corte sem anelamento.

TOPO

MEIO

BASE

Eucalyptus urophylla

TOPO

MEIO

BASE

Eucalyptus saligna

Figura 15 - Ondulação de lâminas secas (50 lâminas em cada pilha) no tratamento posição das toras na árvore.

AQUEC. GRADUAL

AQUEC. DIRETO

Eucalyptus urophylla

AQUEC. GRADUAL

AQUEC. DIRETO

Eucalyptus saligna

Figura 16 - Ondulação de lâminas secas (50 lâminas em cada pilha) no tratamento tipo de aquecimento.

Figura 17 - Lâmina de *Eucalyptus saligna* após a secagem em estufa contínua.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos e discutidos, pode-se concluir deste trabalho que:

- o arredondamento e o rolo-resto foram as principais operações de laminação que causaram o baixíssimo rendimento volumétrico das toras do TOPO das árvores do *Eucalyptus saligna* (13,30%) e do *Eucalyptus urophylla* (24,23%);
- o tratamento tipo de corte utilizado no trabalho não interferiu no rendimento volumétrico de ambas espécies;
- quanto ao tipo de aquecimento, o rendimento volumétrico foi melhor para o *E. saligna* quando se utilizou o Aquecimento direto, e melhor para o *E. urophylla* quando se utilizou o Aquecimento gradual;
- comparativamente, o *E. saligna* tem um índice de rachadura maior que o *E. urophylla* tanto Antes como Depois do Aquecimento. No entanto, durante o aquecimento as rachaduras evoluíram mais no *E. urophylla* do que o *E. saligna*;

- para ambas as espécies, as rachaduras de topo são maiores nas toras obtidas na BASE da árvore, diminuindo significativamente deste ponto até as toras obtidas no TOPO;
- a metodologia adotada para aquecer as toras não foi eficiente na diminuição da rachadura de topo no *E. saligna*. No *E. urophylla*, o aquecimento gradual proporcionou, somente nas toras do TOPO, um menor índice de rachadura do que o aquecimento direto;
- o anelamento nas toras da posição TOPO do *E. saligna*, antes e durante o aquecimento, diminuiu significativamente as rachaduras de topo. Para o *E. urophylla*, o anelamento nas toras do TOPO foi antes do aquecimento;
- pelas características que apresentaram as lâminas de *E. saligna* e *E. urophylla*, é possível utilizá-las para manufatura de compensados. Porém, seu uso é limitado ao miolo do compensado devido a grande incidência de nós e rachaduras laterais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas -NBR 9531/86.
Classificação de lâminas de madeira. 1986. 3p.

AGUIAR, O.J.R. Utilização de *Pinus* na produção de laminados e compensados. *Silvicultura*, São Paulo, 9(34):37-43, jan./fev., 1984.

AGUIAR, O.J.R. Método para controle das rachaduras de topo em toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, visando a produção de lâminas por desenrolamento. Piracicaba, 1986. 104p. (TESE-MESTRADO-ESALQ).

ANDRADE, E.N. DE. O Eucalipto. 29 ed. Jundiaí. CPEF, 1961. 667p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE (ANFPC). Relatório Estatístico 1990. São Paulo, 1990.

BARRICHELO, L.E.B.; NARIYOSHI, A.H.; BEIG, O. & DINIZ, A.S.
Variação das características da madeira de Eucalipto

para diferentes espécies, idades e locais. XVII Congresso Anual de Celulose e Papel. São Paulo, 385-398, 1984. v1.

BARRICHELO, L.G.B.; BRITO, J.O. & MIGLIORINI, A.J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. Silvicultura, São Paulo 8(28):726-31. 1983.

BALDWIN, R.F. Plywood manufacturing practices. San Francisco, M. Freeman, 1975.

BOYD, J.D. Tree growth stresses: 2 The development of shakes and other visual failures in timber. Australian Journal of Applied Science. Melbourne, (1):296-312, 1950.

_____ Tree growth stress: 5 Evidence of an origin in differentiation and lignification. Wood Science and Technology, Berlin, (6):251-62, 1972.

BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Correlações entre as características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal. I. Densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. IPEF, Piracicaba, (14):9-20, 1977.

Celulose sulfato de
madeiras de diferentes espécies de eucalipto.
Silvicultura 8(28):734-738. 1983.

CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2, São Paulo. Relatórios
e Documentos. São Paulo, FAO 2V., 1961.

COSTA, T.G.M. Os eucaliptos no planejamento da política
florestal brasileira. São Paulo, Estrada de Ferro
Central do Brasil, 1961. 7p.

CUMMING, J.D. & COLLETT, B.M. Determining lathe setting for
optimum veneer quality. Forest Products Journal,
Madison, 20(11):20-7, 1970.

DOKKEN, N.M. & GODIN, V. Veneer Lathe Knife Pitch Gauge.
Canadian Forestry Service, Ottawa, 8p. (Report
OPX-108-E), 1975.

EFPL - EASTERN FOREST PRODUCTS LABORATORY. Veneer peeling
and drying: part 1. Ottawa, 1974. 38p.

Food and Agriculture Organization (FAO). Eucalyptus for
Planting. Rome, FAO, 1981. 503p.

FEIHL, O. A. Rotary Cutting of Curly Yellow Birch. Forest Products Research BRANCH. Department of Forestry PUBLICATION N^o 1086. 1964. 18p.

FEIHL, O. Heating frozen and nonfrozen veneer logs. Forest Products Journal, Madison, 22(10):41-51, 1972.

FEIHL, O. Protection of veneer logs in storage in eastern Canada. Eastern Forest Products Laboratory. Report OPX196E. 1978. 20p.

FEIHL, O. & GODIN, V. Peeling defects in veneer, their causes and control. Department of Fisheries and Forestry. Canadian Forestry Service. Publications n.1280. 1970. 18p.

FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto. Silvicultura (14):148-152, 1978.

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M & BARRICHELO, L.G.B. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. Revista IPEF, Piracicaba, (2/3):65-74, 1971.

FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G. & MILANEZ, A.F. Estudo comparativo das madeiras de *E. saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para produção de celulose sulfato. Revista IPEF, Piracicaba, (10):17-37. 1975.

FOELKEL et alii. Variabilidade radial da madeira de *Eucalyptus saligna*. Silvicultura 8(28):782-791. 1983.

FREITAS, A.R. DE. O uso da madeira serrada de eucalipto. Tecnologia, São Paulo, (3):3-6, out. 1979.

GALVÃO, A.P.M. Aspectos da utilização da madeira de eucalipto no Brasil - seu aproveitamento em serraria. IPEF. Boletim Informativo Especial. Piracicaba, 4(12):8-20, 1976.

GERALDO, F.C. & SODRE, J.A.C. A comparative study of some anti-splitting devices, using *Eucalyptus saligna* and hybrids of *Eucalyptus saligna* x *Eucalyptus* spp poles. The International Research Group on Wood Preservation, Austrália, 1983.

JACOBS, M.R. Stress and strain, in tree trunks as they growth in length and width. Canberra, Dept. of National Development Forestry and Timber Bureau, 1965. 15p.

JANKOWSKY, I.P. Qualidade das lâminas de *Pinus strobus* (Martinez) var. *chiapensis* obtidas por desenrolamento. Revista IPEF, Piracicaba, (16):50-59. 1978.

JANKOWSKY, I.P. Manufatura de painéis compensados com madeira de *Eucalyptus*: Resultados preliminares. Circular Técnica do IPEF, Piracicaba, (82):1-4, dez. 1979.

_____. Manufatura de painéis compensados com *Eucalyptus*: Caracterização de diversas espécies. IV Congresso Florestal Brasileiro. Silvicultura, São Paulo, 8(28):821-4, jan/fev. 1983.

JANKOWSKY, I.P. & AGUIAR, O.J.R. Manufatura de painéis compensados com *Eucalyptus*: Caracterização de diversas espécies. Revista Floresta, Curitiba, 14(1): 46-53, jun. 1983.

JANKOWSKY, I.P. & SUCHSLAND, O. A produção de lâminas de madeira por desenrolamento. Revista da Madeira, São Paulo 321:7-12, 1978.

_____. A regulagem do torno desenrolador. Revista da Madeira, São Paulo 326:12-16, fev. 1979.

KOLLMANN, F.F.P. Principles of Wood Science and Technology.
Berlin, Springer-Verlag, 1975. Vol.II.

LUTZ, J.F. Effect of moisture content and split of cut on
quality of rotary-cut-veneer. USDA. Forest Service FPL
research note, Madison, (176):1-13, nov. 1967.

LUTZ, J.F. Techniques for peeling, slicing and drying
veneer. USDA: Forest Service FPL research paper,
Madison, (228):1-63, 1974.

_____. Manufacture of veneer and plywood from united
states hardwoods with special reference to the south.
USDA For. Serv. Res. Pap. FPL 225, Madison, Wisc., 1975.
9p.

_____. Wood Veneer: log selection, cutting and drying.
USDA. ~Technical Bulletin, (1577). 1978.

MACMILLAN, W.P. Reconstituted Products. In: HILLIS, W.E. &
BROWN, A.G. *Eucalyptus* for wood production. Adelaide,
CSIRO, P. 317-213. 1984.

MEDINA, J.C. Efeito da temperatura de aquecimento na
obtenção de lâminas por desenrolamento e sobre a
qualidade da colagem de compensados fenólicos de *Pinus*

- elliottii* Engelm. Curitiba, 113p. 1986.
(TESE-MESTRADO-UFP).
- MILLER, D.J. Deterioration of logs in cold decks: A survey of infomartion applying to the Pacific Northwest. Forest Products Journal, Madison, 29(1):34-40. 1979.
- PALKA, L.C. Veneer cutting review. Can. For. Serv. Inf. Rep. VP-X-135, 1974.
- SAMLAIC, J. Acondicionamento (cozimento) de toras e blocos de madeira. Revista da Madeira, São Paulo, 28(326):17-22, 1979.
- SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. User's Guide, ed. Cary, NC, 1988.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (SBS). A Sociedade Brasileira e seu Patrimônio Florestal. São Paulo, 1990. 20p.
- SOUZA, V.R.; CARPIM, M.A.; BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posições em árvores de *E. grandis* e *E. saligna*. IPEF, Piracicaba (33):65-72. 1986.

YAO, J. Relationship between height and growth stresses within and among White Ash, White Oak, and Shagbark Hickory. Wood Science 11(4):246-51, 1979.

WALLIS, N.K. Australian Timber Handbook. 3^a E. Halstead Press, Sidney, 1970. 340p.

WANGAARD, F.F. & SARAOS, R.P. Effect of several variables on quality of rotary-cut veneer. Forest Products Journal, Madison, 9(6):179-87. 1959.

WGUTW - Working Group on Utilization of TROPICAL Woods: Properties of Some Papua New Guinea Woods Relating with Manufacturing Processes II Plywood, particleboard, fiberboard, pulp and charcoal from some East New Britain woods. Bulletin of the GOVERNMENT FOREST EXPERIMENT STATION N^o 292. Tokyo, Japan, pg. 110, 111 e 153. 1977.

ZANI FILHO, J.; KAGEYAMA, P. Y. & BERTI FILHO, E. Avaliação de ataque de *Platypus* sp. em procedências de *Eucalyptus urophylla*, IPEF, Piracicaba, Nov. 1984.

7. APÊNDICE

Tabela 1. Análise de variância para as perdas percentuais durante a avaliação do rendimento do *Eucalyptus saligna*.

C.V.	G.L.	Valor de F (significancia)				
		Perdas		Percentuais		
		Decasc.	Arred.	R.Resto	Manus.	Secagem
Aquec. (A)	1	2,57 _{ns}	4,93*	1,27 _{ns}	3,83 _{ns}	12,58**
Corte (C)	2	12,09**	2,58 _{ns}	2,07 _{ns}	0,01 _{ns}	0,45 _{ns}
Posição (P)	2	25,53**	9,76**	11,88**	0,66 _{ns}	18,53**
C x A	2	1,55 _{ns}	1,10 _{ns}	0,51 _{ns}	1,14 _{ns}	0,67 _{ns}
A x P	2	0,58 _{ns}	2,58 _{ns}	1,82 _{ns}	0,02 _{ns}	3,27 _{ns}
C x P	4	1,94 _{ns}	0,44 _{ns}	0,58 _{ns}	0,63 _{ns}	1,11 _{ns}
Tratamento	13	6,91**	2,98**	2,78**	0,77 _{ns}	4,84**
Resíduo	40					
TOTAL	53					
Coef.Var. (%)	=	4,18	5,51	8,73	6,34	2,85
Média transf.	=	3,300	3,645	3,437	2,558	2,422
Media original	=	17,74	29,55	23,02	3,08	1,32

* - significativo ao nível de 5%

** - significativo ao nível de 1%

ns - não significativo

Tabela 2. Análise de variância para as perdas percentuais durante a avaliação do rendimento do *Eucalyptus urophylla*.

C.V.	G.L.	Valor de F (significancia)				
		Perdas		Percentuais		
		Decasc.	Arred.	R.Resto	Manus.	Secagem
Aquec. (A)	1	0,02 _{ns}	0,08 _{ns}	2,89 _{ns}	1,55 _{ns}	0,70 _{ns}
Corte (C)	2	0,13 _{ns}	0,16 _{ns}	1,56 _{ns}	1,27 _{ns}	3,59*
Posição (P)	2	3,74*	9,59**	20,15**	8,78**	6,36**
C x A	2	0,42 _{ns}	0,21 _{ns}	3,33*	1,47 _{ns}	0,10 _{ns}
A x P	2	0,69 _{ns}	0,13 _{ns}	1,42 _{ns}	0,04 _{ns}	0,06 _{ns}
C x P	4	0,24 _{ns}	0,63 _{ns}	1,85 _{ns}	1,63 _{ns}	1,42 _{ns}
Tratamento	13	0,84 _{ns}	1,75 _{ns}	4,86**	2,40*	2,05*
Resíduo	40					
TOTAL	53					
Coef.Var. (%)	=	5,83	5,85	6,26	7,52	3,55
Média transf.	=	3,486	3,428	3,313	2,571	2,463
Media original	=	23,25	21,58	18,62	3,45	1,80

* - significativo ao nível de 5%

** - significativo ao nível de 1%

_{ns} - não significativo

Tabela 3. Análise de variância para as perdas percentuais durante a avaliação do rendimento do *Eucalyptus saligna*, sem os dados da posição TOPO.

C.V.	G.L.	Valor de F (significancia)				
		Perdas		Percentuais		
		Decasc.	Arred.	R.Resto	Manus.	Secagem
Aquec. (A)	1	1,03 _{ns}	0,33 _{ns}	3,87 _{ns}	2,61 _{ns}	6,90 _{ns}
Corte (C)	2	2,21 _{ns}	1,90 _{ns}	0,94 _{ns}	0,42 _{ns}	0,72 _{ns}
C x A	2	0,45 _{ns}	0,60 _{ns}	0,11 _{ns}	1,34 _{ns}	0,76 _{ns}
Tratamento	5	1,27 _{ns}	1,07 _{ns}	1,19 _{ns}	1,22 _{ns}	1,97 _{ns}
Resíduo	30					
TOTAL	35					
Coef.Var. (%)	=	6,17	5,05	9,13	5,96	3,41
Média transf.	=	3,345	3,564	3,323	2,547	2,462
Media original	=	18,96	25,89	19,16	2,93	1,77

* - significativo ao nível de 5%
 ** - significativo ao nível de 1%
 ns - não significativo

Tabela 4. Análise de variância para as perdas percentuais durante a avaliação do rendimento do *Eucalyptus urophylla*, sem os dados da posição TOPO.

C.V.	G.L.	Valor de F (significancia)				
		Perdas		Percentuais		
		Decasc.	Arred.	R.Resto	Manus.	Secagem
Aquec. (A)	1	1,36 _{ns}	0,00 _{ns}	2,76 _{ns}	0,60 _{ns}	0,39 _{ns}
Corte (C)	2	0,45 _{ns}	0,04 _{ns}	1,22 _{ns}	2,01 _{ns}	2,61 _{ns}
C x A	2	1,29 _{ns}	0,20 _{ns}	2,59 _{ns}	1,08 _{ns}	0,03 _{ns}
Tratamento	5	0,97 _{ns}	0,10 _{ns}	2,07 _{ns}	1,36 _{ns}	1,14 _{ns}
Resíduo	30					
TOTAL	35					
Coef.Var. (%)	=	3,86	5,71	8,26	8,90	4,62
Média transf.	=	3,527	3,353	3,193	2,637	2,474
Média original	=	24,34	19,03	15,43	4,42	1,95

* - significativo ao nível de 5%
 ** - significativo ao nível de 1%
 ns - não significativo

Tabela 5. Análise de variância para as perdas percentuais acumuladas durante a avaliação do rendimento do *Eucalyptus saligna*, sem os dados da posição TOPO.

C.V.	G.L.	Valor de F (significancia)			
		Perdas	Percentuais	Acumuladas	
		A	B	C	D
Aquec. (A)	1	1,19 _{ns}	9,10**	7,95**	7,56**
Corte(C)	2	2,35 _{ns}	0,37 _{ns}	0,69 _{ns}	0,64 _{ns}
C x A	2	0,63 _{ns}	0,18 _{ns}	0,19 _{ns}	0,18 _{ns}
Tratamento	5	1,43 _{ns}	2,04 _{ns}	1,94 _{ns}	1,84 _{ns}
Resíduo	30				
TOTAL	35				
Coef.Var.(%)	=	4,18	3,05	2,70	2,46
Média transf.	=	3,990	4,294	4,335	4,359
Media original	=	44,84	64,00	66,93	68,71

* - significativo ao nível de 5%
 ** - significativo ao nível de 1%
 ns - não significativo
 A = Perdas descascamento + perdas arredondamento
 B = A + perdas no rolo-resto
 C = B + perdas no manuseio
 D = C + perdas na secagem (= Perda Total)

Tabela 6. Análise de variância para as perdas percentuais acumuladas durante a avaliação do rendimento do *Eucalyptus urophylla*, sem os dados da posição TOPO.

C.V.	G.L.	Valor de F (significancia)			
		Perdas	Percentuais	Acumuladas	
		A	B	C	D
Aquec. (A)	1	0,67 _{ns}	4,36*	4,20*	4,36*
Corte (C)	2	0,17 _{ns}	0,53 _{ns}	0,38 _{ns}	0,18 _{ns}
C x A	2	0,70 _{ns}	0,36 _{ns}	0,09 _{ns}	0,15 _{ns}
Tratamento	5	0,48 _{ns}	1,23 _{ns}	1,03 _{ns}	1,01 _{ns}
Resíduo	30				
TOTAL	35				
Coef.Var. (%)	=	3,18	2,96	3,22	2,93
Média transf.	=	3,970	4,223	4,284	4,312
Media original	=	43,38	58,80	63,22	65,17

* - significativo ao nível de 5%
 ** - significativo ao nível de 1%
 ns - não significativo
 A = Perdas descascamento + perdas arredondamento
 B = A + perdas no rolo-resto
 C = B + perdas no manuseio
 D = C + perdas na secagem (= Perda Total)

Tabela 7. Limites unilaterais de F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, para o caso de $F > 1$, utilizados nas análises de variância das perdas percentuais, do rendimento volumétrico e das rachaduras de topo para obtenção da significância dos valores de F calculados. [com os dados da posição TOPO].

C.V.	G.L.	Limites unilaterais de F	
		Nível de 5%	Nível de 1%
Aquec. (A)	1	4,08	7,31
Corte (C)	2	3,23	5,18
Posição (P)	2	3,23	5,18
C x A	2	3,23	5,18
A x P	2	3,23	5,18
C x P	4	2,61	3,83
Tratamento	13	1,97	2,61
Resíduo	40		
TOTAL	53		

Tabela 8. Limites unilaterais de F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, para o caso de $F > 1$, utilizados nas análises de variância das perdas percentuais, do rendimento volumétrico e das rachaduras de topo para obtenção da significância dos valores de F calculados. [sem os dados da posição TOPO].

C.V.	G.L.	Limites unilaterais de F	
		Nível de 5%	Nível de 1%
Aquec. (A)	1	4,17	7,56
Corte (C)	2	3,32	5,39
C x A	2	3,32	5,39
Tratamento	5	2,53	3,70
Resíduo	30		
TOTAL	35		

ANEXO

TABELA DE CAMPO
(DIMENSÕES DAS ÁRVORES)

ESPÉCIE: *Eucalyptus urophylla*

Árvore n ^o .	DAP (cm)	ALTURA TOTAL (m)	ALTURA COMERCIAL (m)
01	36,2	32,00	15,75
02	31,7	20,30	11,35
03	32,0	27,30	10,90
04	42,5	25,60	12,60
05	38,5	27,30	14,25
06	34,5	26,50	13,80
07	31,0	30,60	12,55
08	28,0	30,30	10,30
09	39,0	27,20	15,00
10	32,5	28,60	14,40
11	37,5	26,70	14,15
12	32,5	30,30	10,45
13	33,0	31,00	17,50
14	31,0	30,40	11,40
15	27,5	27,30	7,45
16	30,5	24,70	6,80
17	28,5	30,60	11,40
18	26,5	29,40	9,80
MEDIA	32,94	28,08	
CV (%)	13,26		

ESPÉCIE: *Eucalyptus saligna*

Árvore n ^o .	DAP (cm)	ALTURA TOTAL (m)	ALTURA COMERCIAL (m)
01	39,0	36,00	23,70
02	28,0	31,00	13,30
03	33,2	36,00	24,80
04	32,2	35,00	22,10
05	30,5	32,00	17,60
06	32,0	31,30	14,90
07	25,0	29,00	10,80
08	39,0	34,00	27,90
09	31,0	33,70	21,20
10	36,0	33,00	24,30
11	37,7	33,50	26,10
12	30,0	30,70	17,40
13	33,2	32,50	19,20
14	32,0	31,00	15,40
15	34,5	32,00	20,80
16	30,2	30,50	15,70
17	34,0	30,70	17,70
18	35,0	34,00	22,20
MEDIA	32,61	32,55	
CV (%)	11,65		