

## ANÁLISE DOS DEFEITOS DE VERGAMENTO DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis*

**MATHEUS LEMOS DE PERES<sup>1</sup>; DARCI ALBERTO GATTO<sup>2</sup>; LEANDRO LEMOS DE PERES<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (CDTec/ UFPel) - matheusldeperes@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias – darcigatto@yahoo.com

<sup>3</sup>Curso de Engenharia de Materiais (CDTec/UFPel) – leandroldeperes@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A técnica de vergamento da madeira maciça que teve o início do seu desenvolvimento no início do século XIX por Michel Thonet, tornou-se uma tendência mundial na produção de móveis. A técnica consiste basicamente na conformação da madeira em peças curvas para diversos fins. A madeira vergada já era utilizada muito tempo antes na confecção de equipamentos de caça, como arcos e flechas, instrumentos musicais e também em embarcações, onde a madeira conformada era utilizada na parte estrutural, servindo de apoio para o corpo ou para o casco do barco (VON ZUBEN, 2010).

Segundo STEVENS; TURNER (1952) as espécies de madeira que apresentam melhor qualidade para o vergamento são as estrangeiras *white oak*, *yellow birch* e *white ash*. No Brasil, GATTO et al. (2008) apresentaram um trabalho de caracterização tecnológica da madeira para vergamento, obtendo resultados considerados satisfatórios com a madeira de *Carya illinoensis* (Nogueira-pecã), devido às características favoráveis ao vergamento presentes na mesma como porosidade em anel. Outra espécie difundida no país é o *Eucalyptus grandis*, que por ser de reflorestamento apresenta a necessidade de desenvolvimento de tecnologias que a inclua na produção de peças e móveis vergados, o que irá agregar valor ao produto final. Porém, madeiras de reflorestamento normalmente não apresentam propriedades vantajosas para sua utilização na indústria do vergamento.

Nesse caso, para que o vergamento ocorra de forma bem sucedida, é necessário que a madeira seja pré-tratada, ou seja, plasticizada por aplicação de vapor ou cozimento para que haja o amolecimento de seus componentes internos, nesse caso, a lignina e a parte cristalina da celulose. A lignina depositada e polimerizada entre as microfibrilas na parede secundária induz a um irreversível inchamento ou expansão no plano transversal da célula (AMARAL, 1991; BOYD, 1972).

Porém, mesmo após tratamentos térmicos e a utilização de material de alta qualidade, não é excluída a probabilidade de ocorrerem danos ou defeitos durante o processo de vergamento.

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar pré-tratamentos por meio da caracterização dos defeitos ocorrentes na madeira de *Eucalyptus grandis* submetida ao vergamento por processos de plasticização por vaporização e cozimento.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dos ensaios de vergamento foi utilizada madeira originária do município de Telêmaco Borba, Paraná. A empresa fornecedora possui florestas

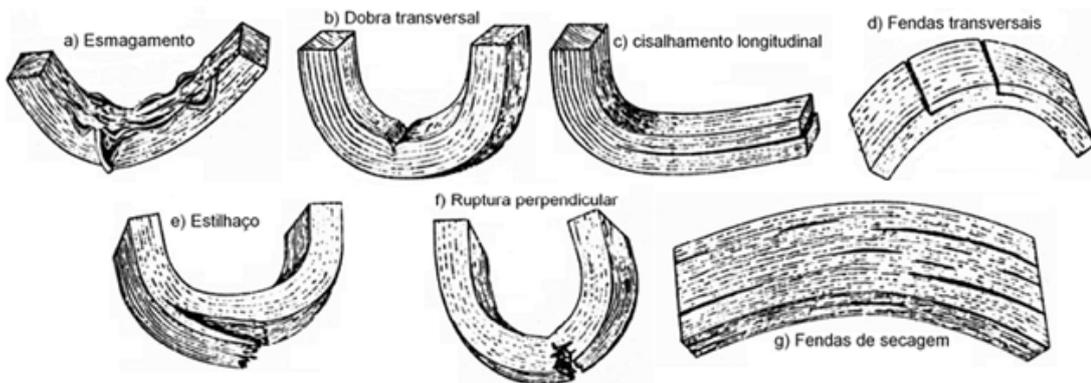
manejadas e selo FSC Brasil. A matéria-prima foi fornecida com dimensões de 4,5 cm de espessura, 20 a 30 cm de largura e comprimento variável, tendo teor de umidade médio de 13%. As tábuas utilizadas da madeira de *Eucalyptus grandis* passaram pelo controle de qualidade do fornecedor, sendo consideradas de primeira classe, ou seja, sem a presença de nós nem de rachaduras provocadas por tensões de crescimento ou secagem, sem vestígios de ataques de organismos xilófagos e sem a presença de outras substâncias prejudiciais à estrutura da madeira.

Da matéria-prima apresentada foram confeccionados corpos de prova de 1,7 x 5,0 x 100 cm, que foram vergados sobre um raio fixo de 34 cm após tratamentos de vaporização e cozimento, segundo PERES (2011).

**Tabela 1** – Distribuição dos tratamentos em função do tempo de exposição.

| Tratamentos | Descrição               |
|-------------|-------------------------|
| T1          | Vaporização 45 minutos  |
| T2          | Vaporização 60 minutos  |
| T3          | Vaporização 90 minutos  |
| T4          | Vaporização 120 minutos |
| T5          | Cozimento 45 minutos    |
| T6          | Cozimento 60 minutos    |
| T7          | Cozimento 90 minutos    |
| T8          | Cozimento 120 minutos   |

Após o vergamento, os corpos de prova foram mantidos na forma por um período de 45 minutos, para que houvesse o resfriamento, de acordo com o descrito por GATTO et al. (2008). A seguir os corpos de prova foram retirados da forma e analisados quanto aos defeitos, segundo VORREITER (1958) (Figura 1).



**Figura 1** - Esquema dos defeitos de possível ocorrência no processo de vergamento da madeira. Fonte: VORREITER (1958), modificado.

Foram contabilizados defeitos qualitativamente, isto é, analisaram-se ocorrências de cada tipo, sendo desprezadas medidas de magnitude ou reincidência de um mesmo tipo de defeito em um mesmo corpo de prova. De posse dos dados que descreveram cada tratamento, foram feitas análises estatísticas utilizando-se programa específico (Statgraphics Centurion XV) para a determinação do melhor tratamento utilizado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao término dos ensaios e após as medições de perda de forma circular, foi feita a análise qualitativa dos defeitos, desconsiderando a magnitude e considerando apenas a ocorrência.

Na Tabela 2, é possível observar que o tratamento que apresentou maior número de defeitos decorrentes do processo, foi o tratamento de cozimento durante o período de 90 minutos (T7), apresentando uma média de 2,4 defeitos por corpo de prova. Em contrapartida, o tratamento de vaporização por um período de 45 minutos (T1) obteve o melhor desempenho entre os 8 tratamentos, com a ocorrência de 1,2 defeitos por corpo de prova. Dados coincidentes com os encontrados no presente estudo, foram verificados por PECK (1957) que após o tratamento por vaporização durante um período de 40 minutos, vergou 40 peças onde 95% das mesmas foram vergadas com sucesso e sem a ocorrência de defeitos.

**Tabela 2 – Ocorrência média de defeitos por corpo-de-prova em cada tratamento.**

| Tratamento | Contagem | Média | Desvio padrão | Coeficiente de variação (%) | Mínimo | Máximo |
|------------|----------|-------|---------------|-----------------------------|--------|--------|
| T1         | 10       | 1,2   | 0,79          | 65,73%                      | 0      | 2      |
| T2         | 10       | 2,1   | 1,29          | 61,27%                      | 0      | 4      |
| T3         | 10       | 1,4   | 0,70          | 49,94%                      | 0      | 2      |
| T4         | 10       | 1,8   | 0,92          | 51,05%                      | 0      | 3      |
| T5         | 10       | 2,2   | 1,14          | 51,60%                      | 0      | 4      |
| T6         | 10       | 2,1   | 1,10          | 52,41%                      | 0      | 3      |
| T7         | 10       | 2,4   | 0,97          | 40,25%                      | 0      | 3      |
| T8         | 10       | 1,3   | 0,95          | 72,98%                      | 0      | 3      |

Já para o cozimento, o tratamento que obteve melhor desempenho foi o T8, cozimento por um período de 120 minutos, onde a média de defeitos por corpo-de-prova foi de 1,3. Apesar do bom resultado, o tempo de cozimento não coincide com o utilizado por GATTO et al. (2008), que estipularam, após realização de testes preliminares, um tempo de cozimento para a madeira de 35 minutos.

**Tabela 3 – Ocorrência média de cada defeito após os tratamentos.**

| Defeitos | Contagem | Média | Desvio padrão | Coeficiente de variação (%) | Mínimo | Máximo |
|----------|----------|-------|---------------|-----------------------------|--------|--------|
| a        | 8        | 5,63  | 1,77          | 31,43                       | 2      | 7      |
| b        | 8        | 6,50  | 1,77          | 27,27                       | 3      | 8      |
| c        | 8        | 0,00  | 0,00          | 0,00                        | 0      | 0      |
| d        | 8        | 0,25  | 0,71          | 282,84                      | 0      | 2      |
| e        | 8        | 3,88  | 1,81          | 46,65                       | 1      | 6      |
| f        | 8        | 1,88  | 1,64          | 87,58                       | 0      | 4      |
| g        | 8        | 0,00  | 0,00          | 0,00                        | 0      | 0      |

Diante dos valores obtidos na Tabela 3 é possível verificar que o defeito que possui maior ocorrência é o defeito do tipo *b* (dobra transversal), que possui uma média de ocorrência durante o processo de 6,5 vezes em cada tratamento, enquanto que defeitos como cisalhamento longitudinal e fendas de secagem tornam-se completamente ausentes. Segundo VORREITER (1958) estes defeitos são originários de problemas de secagem após o vergamento, defeito tipo *g*, e em situações em que o vergamento é muito agressivo, defeito tipo *c*. Dados estes que

coincidem com os encontrados por GATTO et al. (2008), onde a presença dos mesmos defeitos não foi notada.

Defeitos como esmagamento e dobra transversal possuem maior propensão a ocorrerem, pois são ocasionados pela curvatura acima do suportado pela madeira, bem como defeitos como fendas transversais, estilhaço e ruptura perpendicular ocorrem por pressão de extremidade abaixo do ideal ou falha no posicionamento da cinta anti-tração (PERES, 2011; VORREITER, 1958).

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos por meio da análise da ocorrência dos defeitos após o processo de vergamento pode-se concluir que:

Tratamentos de vaporização apresentam melhor desempenho quanto a ocorrência de defeitos;

Tratamento de vaporização por 45 minutos pode ser considerado o mais indicado para reduzir consideravelmente a ocorrência de defeitos uma vez que apresenta-se mais eficiente energeticamente do que o tratamento de 120 minutos de cozimento, onde é necessária uma quantidade maior de água em ebulição por um período maior.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. C. B. **Defeitos Na Madeira De Eucaliptus:** suas causas e possibilidades de redução (Revisão Bibliográfica). Piracicaba: Escola Superior de Agronomia "Luiz Queiroz"/ Laboratório de Ciências Florestais, 1991. 25 p.

BOYD, J. D. The growth stresses: evidence of a origin in differentiation and lignification. **Wood Science and Technology**, New York, n. 6, p. 252-262, 1972.

PECK, E. U. S. FOREST SERVICE. **Bending Solid Wood to Form**. Netherlands: Fredonia Books, 1958.

GATTO D. A. et al. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DAS MADEIRAS DE *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* E *Platanus x acerifolia* QUANDO SUBMETIDAS AO VERGAMENTO. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 121-131, 2008.

PERES, M. L. **QUALIDADE DA MADEIRA VERGADA DE *Eucalyptus grandis* HILLEX MAIDEN**. 2011 (Monografia de conclusão de curso) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 57p., 2011.

STEVENS, W. C. TURNER, N. **Solid and Laminated Wood Bending**. Amsterdam, Netherlands: Fredonia Books, 1952.

VORREITER, L. **Holztechnologischeshandbuch. Band II**. Wien und München: Verlag Georg Fromme & CQ, , 1958. 646p.

VON ZUBEN, D. L. **Desenvolvimento de processo de fabricação por vergamento de madeira maciça**. Monografia de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade São Francisco, Campinas, 46p, 2010.