

INFLUÊNCIA DA CLASSIFICAÇÃO DE LÂMINAS NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE PAINÉIS LVL (*Laminated Veneer Lumber*)¹

Lucas Fernandez Barroso², Ana Paula Lima³, Alexsandro Bayestorff Da Cunha⁴.

¹ Vinculado ao projeto “Tomografia de impulso como método não destrutivo para avaliação de árvores”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal – CAV – Bolsista PIBIC

³ Engenheira Florestal

⁴ Orientador, Departamento de Engenharia Florestal – CAV – alexsandro.cunha@udesc.br

O painel laminado unidirecional, denominado de LVL (*Laminated Veneer Lumber*) foi desenvolvido nos Estados Unidos na década de 70, para aplicações estruturais como carrocerias, vagões de trens, escadas, flanges de vigas “I”, entre outras, em função da maior resistência na direção longitudinal. Na distribuição das lâminas ao longo do painel, as externas contribuem mais sobre o módulo e elasticidade (MOE) e sobre o módulo de ruptura (MOR), que aquelas colocadas próximas a linha neutra, portanto, a classificação de lâminas em classes de qualidade por meio da determinação do MOE dinâmico é uma das melhores formas de se alcançar os coeficientes máximos de resistência e rigidez. O estudo teve por objetivo determinar a influência da distribuição das lâminas nas propriedades tecnológicas de painéis LVL, as quais foram classificadas pelo MOE dinâmico e posicionadas de forma gradual ao longo da espessura.

Foram utilizadas 100 lâminas torneadas de *Pinus taeda*, classificadas por meio do MOE à flexão estática não destrutiva de 3 pontos, quando aplicado uma força conhecida e constante. O plano experimental foi composto por 21 painéis, distribuídos em 7 tratamentos (Tabela 1), os quais foram produzidos com 9 lâminas unidirecionais de 3,2 mm de espessura, dimensões de 1,35 X 2,57 m, adesivo com gramatura dupla de 370 g/cm² a base de resina fenol formaldeído e ciclo de prensagem com 140°C de temperatura, 11 kgf/cm² de pressão por um tempo de 28 min.

Os ensaios de densidade, teor de umidade, estabilidade dimensional, flexão estática e cisalhamento foram realizados de acordo com os procedimentos descritos na norma brasileira (ABNT/NBR) e na europeia (EN). A análise estatística, posterior a avaliação da homogeneidade das variâncias e normalidade da distribuição dos dados, foi realizada pela análise da variância e teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram valores de densidade e teor de umidade médios de 514kg.m⁻³ e 9,74%, respectivamente, os quais foram equivalentes entre os tratamentos, no entanto, diferenciaram estatisticamente da testemunha, que apresentou 496kg.m⁻³ e 10,25%. A menor densidade encontrada nos painéis do tratamento testemunha se deve a não classificação das lâminas, a qual é reflexo direto da densidade da lâmina, e por conseguinte, o teor de umidade se mostrou maior, em função da maior proporção de espaços vazios disponíveis para a entrada de água. Para estabilidade dimensional, que é apresentada pelos ensaios de absorção de água e inchamento em espessura, também não foi observada diferença significativa entre todos os tratamentos, possivelmente reflexo da densidade equivalente dos painéis, da mesma gramatura de adesivo e das variáveis do ciclo de prensagem.

Os valores encontrados para resistência e rigidez, que são as principais variáveis influenciadas pela distribuição das lâminas, demonstraram a superioridade do tratamento 5, que foi composto somente por lâminas da classe superior 1, tanto para MOE quanto para MOR.

Observou-se também que, à medida que eram posicionadas lâminas de menor qualidade na camada abaixo da superior e acima da inferior, os valores reduziam, se mostrando equivalentes somente entre os tratamentos 1 e 2, que utilizaram lâminas das classes 3 e 4 nas três camadas centrais. Em comparação com o tratamento 6, formado exclusivamente por lâminas da classe 4, e com o tratamento testemunha, todos se mostraram superiores, demonstrando a efetividade da classificação. No ensaio de cisalhamento na linha de cola, que está relacionado a qualidade da colagem, observou-se que não houve influência da classificação de lâminas, mesmo as mais densas, que conseqüentemente apresentam maior dificuldade da penetração do adesivo.

Portanto, a utilização de lâminas classificadas pelo MOE melhorou as propriedades de resistência e rigidez dos painéis LVL, demonstrando que, mesmo sem equipamentos sofisticados, consegue-se aumentar o valor agregado dos produtos, principalmente para uso estrutural.

Tabela 1: Plano experimental – distribuição das lâminas ao longo da espessura do painel.

Painel	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Testemunha
Lâmina superior (capa)	1	1	1	1	1	4	Sem classificação
Lâmina 1	2	1	1	1	1	4	Sem classificação
Lâmina 2	3	2	1	1	1	4	Sem classificação
Lâmina 3	4	3	2	1	1	4	Sem classificação
Lâminas central	4	4	4	2	1	4	Sem classificação
Lâmina 3	4	3	2	1	1	4	Sem classificação
Lâmina 2	3	2	1	1	1	4	Sem classificação
Lâminas 1	2	1	1	1	1	4	Sem classificação
Lâmina inferior (capa)	1	1	1	1	1	4	Sem classificação

Legenda: T: tratamento; números dentro dos tratamentos se referem as classes de qualidade de módulo de elasticidade dinâmico (classe 1: maiores valores; classe 4: menores valores).

Tabela 2. Valores médios das propriedades físicas e mecânicas dos painéis LVL.

T	D (kg.m ⁻³)	TU (%)	AA (%)	IE (%)	f _m (MPa)	E _{mo} (MPa)	Cisalhamento Fervura
1	503 _(4,99) a	9,57 _(1,77) a	56,47 _(16,47) a	10,58 _(1,51) a	35,85 _(15,51) d	6130,57 _(6,97) c	0,65 _(25,86) a
2	525 _(3,05) a	9,99 _(12,65) a	53,50 _(13,93) a	10,56 _(0,55) a	36,07 _(15,17) d	6235,74 _(13,79) c	0,67 _(18,17) a
3	495 _(5,10) a	9,46 _(3,43) a	54,51 _(10,75) a	10,42 _(0,43) a	38,38 _(22,95) c	6411,69 _(8,96) b	0,67 _(10,63) a
4	511 _(5,99) a	10,97 _(2,69) a	51,42 _(8,39) a	10,55 _(0,55) a	40,79 _(16,63) b	6584,53 _(18,28) b	0,69 _(19,64) a
5	534 _(5,16) a	8,78 _(7,32) a	56,33 _(19,54) a	10,46 _(0,41) a	47,85 _(08,47) a	7388,33 _(17,01) a	0,74 _(25,65) a
6	514 _(4,53) a	9,66 _(2,52) a	58,55 _(18,93) a	10,57 _(0,72) a	33,11 _(37,36) f	4782,65 _(15,16) d	0,63 _(26,91) a
Test.	496 _(4,50) b	10,25 _(10,94) a	48,29 _(10,61) a	10,45 _(1,79) a	34,70 _(13,79) e	4980,38 _(11,13) d	0,64 _(18,52) a

Legenda: T: tratamento; D: densidade; TU: teor de umidade; AA: absorção de água; IE: inchamento em espessura; f_m e E_{mo}: resistência máxima (módulo de ruptura) e módulo de elasticidade à flexão estática. Tratamentos seguidos de letras iguais não apresentam diferença significativa pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Palavras-chave: Painel estrutural. Painéis de lâminas unidirecionais. Módulo de elasticidade dinâmico.