

VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
UBERLÂNDIA – JULHO DE 2002

ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA RIGIDEZ À FLEXÃO NAS PLACAS DE MADEIRA
LAMINADA PROTENDIDA

EVERALDO PLETZ – Professor do Departamento de Estruturas da Universidade Estadual de Londrina - UEL – doutorando no SET – EESC – USP - pletz@sc.usp.br

FRANCISCO ANTONIO ROCCO LAHR – Professor Titular do Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – frocco@sc.usp.br

JÚLIO CESAR PIGOZZO – Professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá – UEM - doutorando no SET – EESC – USP – pigozzo@sc.usp.br

RESUMO: Embora geralmente os dados geométricos das estruturas sejam representados por seus valores nominais, a prática tem demonstrado que este procedimento não é o mais adequado para as placas de madeira laminada protendida. Os efeitos do desbitolamento das lâminas ficam bastante amplificados porque, ao afetar a altura de suas seções transversais, afetam também seus momentos de inércia, dependentes deste valor elevado à terceira potência, cujos estudos preliminares apontam para um desvio padrão de quase 10%. Outra fonte de variabilidade é introduzida pela curvatura dos eixos das peças ao longo do comprimento. Estes fatores fazem com que as superfícies destas placas não sejam perfeitamente planas. Conseqüentemente, o momento de inércia da seção transversal da placa não pode ser avaliado pela somatória dos momentos de inércia das lâminas e, muito menos, calculado cada um destes a partir das dimensões nominais. Se não bastasse, o que realmente interessa é a rigidez da placa, ou simplificada o produto EI . O módulo de elasticidade das lâminas também apresenta variabilidade, isto é, de lâmina para lâmina e dentro de cada lâmina. Esta variabilidade maior, dependente de diversos fatores, chega a apresentar, segundo estudos preliminares, coeficiente de variação superior a 20% ao se trabalhar com madeira de *Pinus Taeda*. A variabilidade do momento de inércia e do módulo de elasticidade das lâminas e da própria placa foi determinada. Os resultados demonstram que a rigidez deve ser avaliada probabilisticamente; que a madeira das coníferas é mais adequada para sistemas de alta redundância; que o cálculo de deslocamentos e deformações, que são dependentes destes parâmetros, se constitui, na realidade, apenas uma estimativa, com um certo grau de confiabilidade estabelecido de acordo com o processo de controle adotado; e idem para o cálculo dos esforços; e que finalmente mais estudos são necessários para incorporar, no cálculo, o efeito destas variabilidades.

Palavras-chave: madeira, placas laminadas protendidas, rigidez à flexão

ABSTRACT: Although geometrical data describing structures are generally represented by their nominal values, practice has revealed that laminations present size variability. The importance of this variability increases when it affects the height of deck cross sections, because moment of inertia depends on the value of the height raised to the third power. This fact amplifies severely the variability. Preliminary studies show a standard deviation of almost 10%. As far as stress-laminated decks are regarded, the variability of dimensions along the length of the laminations introduces a new source of variability for the cross section moment of inertia. The obtained surfaces are not completely flat, they present irregularities resulted from this size variability along the length of laminations. Consequently, the moment of inertia of the cross section of a stress-laminated deck is not obtained by summing up the individual moment of inertia of each lamination. On the other hand, modulus of elasticity also presents a strong variability not only from lamination to lamination, but also along the length of the lamination. Preliminary experiments reveal for *Pinus Taeda* a standard deviation of 23%. The variability of moment of inertia of the laminations and of the plate itself was determined, as well as the variability of the modulus of elasticity. The results show that rigidity just can be estimated probabilistically; that softwoods are suited for system of high redundancy; that the calculation of deformations and stress distribution along the structures are dependent on this variability and thus the referred calculations are nothing more than estimations with a certain level of confidence to be established according to the lamination identification procedure adopted; and finally that further research must be developed on probabilistic numerical factors to be incorporated to the calculation expressions of rigidity of the cross section of stress-laminated decks.

Keywords: timber, stress laminated deck, flexural rigidity

1. INTRODUÇÃO

Segundo RITTER (1992), as placas protendidas de madeira laminada surgiram nos anos 70 no Canadá e ganharam um impulso significativo com a participação dos Estados Unidos no processo de desenvolvimento tecnológico a partir dos anos 80. A placa protendida possui como arranjo básico lâminas de madeira maciça serrada ou laminada colada, com seção retangular, justapostas e solidarizadas por meio de protensão transversal, apoiada nos dois bordos opostos correspondentes às extremidades das lâminas, conforme indica a Figura 01.

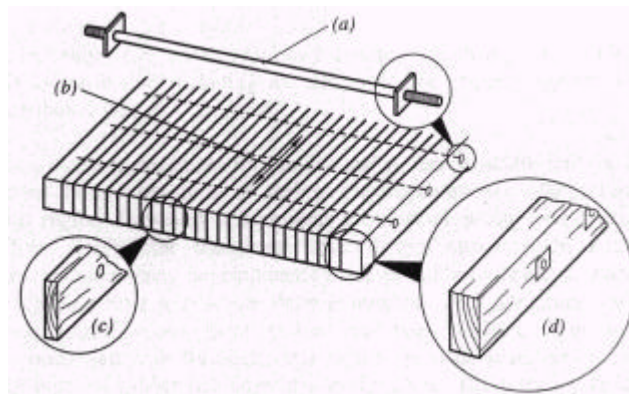


Figura 01 – Placa Protendida

As lâminas de madeira usualmente possuem dimensões comerciais. Normalmente as placas atingem comprimento da ordem de 10 metros, com altura da seção transversal variando em torno de “L”/ 25, dependendo do tipo de ponte e da largura da placa, sendo “L” o vão da placa. O sistema de protensão é usualmente constituído por barras de aço laminado a quente, de alta resistência, da Dywidag (ST85/105 ou ST105/125), com diâmetros de 15 mm a 32 mm.

Para o projeto de uma placa, o conhecimento de seu momento de inércia e dos módulos de elasticidade do material é fundamental, conforme relata PLETZ (2001). No caso particular de placas laminadas de madeira, que se caracteriza pela variabilidade das características geométrica e física do material, é imprescindível que se estude seus efeitos sobre aquelas grandezas.

Os ensaios aqui apresentados confirmam o que sugere a prática, que o momento de inércia efetivo é maior do que aquele calculado usando-se as dimensões nominais e, que esta variabilidade depende do processo de classificação adotado. Quanto ao módulo de elasticidade observa-se uma variabilidade muito maior do que a observada em relação ao momento de inércia e também se constata que a mesma diminui, a medida que o processo de classificação se torna mais rigoroso. Este trabalho tem como objetivo delinear o problema acima colocado e avaliar preliminarmente sua dimensão e importância.

2. CÁLCULO DO MOMENTO DE INÉRCIA

2.1. Lote de Madeira de *Pinus Taeda*

Foram obtidas 37 vigas de madeira de *Pinus Taeda*, tratadas contra demanda biológica com aplicação de CCA em autoclave, com dimensões nominais de 5cm x 20cm x 520 cm, com alta incidência de defeitos, principalmente nós, foram obtidas junto a fornecedor, sem qualquer processo de classificação. Estas 37 vigas foram dispostas paralelamente para formarem uma placa de aproximadamente 190 cm x 20 cm x 520 cm.