

6. CONCLUSÕES FINAIS

Do estudo sobre peças compostas realizado na bibliografia, pode-se concluir que as vigas compostas de madeira serrada, ligadas por pregos, apresentam grande facilidade e baixo custo de produção, podendo ser largamente empregadas nas construções de madeira principalmente quando é requerido um acréscimo de inércia sem a disponibilidade de peças de seção maciça.

Segundo a bibliografia consultada, o método dos coeficientes para dimensionamento de peças compostas, apesar de proporcionar agilidade no cálculo, apresenta grande variabilidade por não considerar a rigidez da ligação e, por este motivo, alguns documentos normativos, que anteriormente o adotavam, após revisão optaram pelo método analítico

Já o método analítico proporciona maior precisão no cálculo de peças compostas, considerando a influência do deslizamento relativo entre as peças que compõem a seção em função das propriedades de rigidez de cada elemento, da geometria da seção, do vão, do módulo de deslizamento da ligação e do espaçamento entre conectores.

As normas DIN 1052 e EUROCODE 5 apresentam método de dimensionamento semelhantes derivado do método analítico das equações de equilíbrio – modelo simplificado. A principal diferença é o valor do módulo de deslizamento que, na norma européia, é obtido por uma equação empírica que considera a densidade da madeira e o diâmetro do pino, enquanto que a norma alemã propõe valores tabelados em função da configuração da seção transversal. Os valores de módulo de deslizamento indicados pela norma alemã são muito inferiores aos que normalmente resultam do cálculo pela fórmula do EUROCODE 5.

Os ensaios de ligações conduzidos com dois ciclos de carga e descarga, apresentaram valores de módulo e deslizamento muito acima dos estimados pela equação do EUROCODE 5. As melhores aproximações experimentais aos valores do EUROCODE 5 foram obtidas quando os corpos-de-prova foram ensaiados com carregamento monotônico crescente sem ciclos.

Conclui-se que a formulação empírica do EUROCODE 5 conduz à boas aproximações para o cálculo de vigas compostas. Entretanto, são necessárias mais investigações sobre rigidez de ligações.

O método do EUROCODE 5 demonstrou ser satisfatório para estimar o valor da rigidez efetiva à flexão, bem como das deformações e tensões normais, até o limite de flecha de $L/200$. A partir deste limite, verificou-se que as vigas apresentaram redução da rigidez, devido ao comportamento não linear das ligações, comportamento este que não é representado pelo método do EUROCODE 5.

Quanto à capacidade das vigas, tanto o modelo do EUROCODE 5 quanto o da NBR 7190 indicam forças de ruptura muito abaixo das observadas nos ensaios. Isto indica uma reserva de capacidade das vigas, em função da redistribuição de esforços entre os elementos de ligação, devido à flexibilidade dos mesmos.

Em termos de verificação da segurança da peça, o critério de dimensionamento da NBR 7190 não conduz, na maioria dos casos usuais, a resultados muito discrepantes dos obtidos pelo EUROCODE 5, pois o fator restritivo é a ligação entre os elementos. Entretanto, situações nas quais seja necessário um controle mais rigoroso dos deslocamentos, ou o aumento da capacidade de carga dos elementos das ligações, podem levar a resultados distinto entre os dois documentos normativos.

Assim sugere-se a adoção do critério do EUROCODE 5 para o dimensionamento de vigas I de seção composta, considerando que o mesmo conduz a resultados mais precisos. Também possibilita ao projetista a adoção de soluções com menores densidades de pregos, trabalhando-se com valores da inércia efetiva inferiores a 85% da inércia teórica.

O ensaio em viga composta com elevada taxa de pregos, viga P3 (1 prego 22 x 48 a cada 2,4 cm), apresentou ruptura precoce induzida pelo enfraquecimento da região inferior da alma e mesa. Logo, não se recomenda a utilização de elevadas taxas de pregos, pois isto conduz ao enfraquecimento da região tracionada.