

## 2.4 Conclusões da revisão bibliográfica

O estudo das peças comprimidas e flexocomprimidas de madeira tem alcançado avanço significativo nas últimas décadas, gerando fórmulas que, em grande parte, se fundamentam na experimentação e que têm sido incorporadas pelos códigos normativos. A ruptura desses elementos estruturais é caracterizada pela interação entre os fenômenos de instabilidade e a resistência do material.

Recentemente, a norma brasileira que trata do projeto das estruturas de madeira, passou por um profundo processo de revisão. A adoção do método dos estados limites promoveu uma substancial alteração de alguns critérios de dimensionamento, dentre eles o das peças sujeitas à compressão paralela às fibras e o das peças flexocomprimidas. Com a nova formulação, a NBR 7190/97 passou a classificar as peças comprimidas em função de seus respectivos índices de esbeltez (curtas, medianamente esbeltas e esbeltas). No projeto das peças curtas é dispensada a avaliação dos eventuais efeitos da flexão e, nos demais casos, são considerados de forma diferenciada as excentricidades acidental e inicial, além do efeito da fluência da madeira. A imposição dessas excentricidades no cálculo das peças medianamente esbeltas e esbeltas faz com que a sua estabilidade seja verificada segundo os critérios de peças flexocomprimidas.

No entanto, nas seções em que trata do dimensionamento das peças comprimidas e flexocomprimidas, o texto da NBR 7190/97 nem sempre é muito claro, o que causa dúvidas à comunidade profissional. Assim, torna-se marcante a necessidade de sua reedição numa próxima revisão e, para exemplificar, destaca-se que no item 7.5.5 a norma brasileira faz exigências quanto à excentricidade acidental mínima, que não deve ser tomada com um valor menor que  $h/30$ . Na verdade há uma ambigüidade que pode ter sido causada por um erro de digitação. Onde se lê excentricidade acidental mínima deveria constar excentricidade inicial mínima. Outrossim, por uma questão de coerência, a excentricidade acidental mínima exigida para as peças esbeltas deve ser  $e_a \geq h/13$ , como anteriormente constatado.

O procedimento para o cálculo das peças comprimidas e flexocomprimidas, proposto pela norma brasileira, tem sido alvo de críticas especialmente pela complexidade de algumas de suas expressões e pelas discontinuidades verificadas no diagrama que representa a variação da resistência de cálculo em função dos diferentes índices de esbeltez. Alguns autores

também criticam a utilização da força crítica de Euler ( $F_E$ ) na determinação da excentricidade de cálculo de peças medianamente esbeltas.

Na tentativa de reformular as propostas da norma brasileira para o dimensionamento das peças sujeitas a estes esforços, os autores nacionais pesquisados propuseram expressões ainda mais complexas ou que resgatavam conceitos do método das tensões admissíveis, sem uma fundamentação convincente. Apesar disto, Cordovil lembra muito bem que na análise da estabilidade da peça, a esbeltez não pode ser condicionada, apenas, ao raio de giração mínimo, especialmente porque é possível ocorrer instabilidade segundo o eixo de maior inércia quando há travejamento na outra direção.

Recordando os comentários de Gehri, diferentes métodos, ao serem comparados, devem verificar não só os resultados do dimensionamento como também a eficiência do processo.

O EUROCODE 5/93, a DIN 1052/88 e a AS 1720.1/97 não fazem qualquer menção quanto ao comportamento mecânico das madeiras que passaram por um tratamento químico contra a demanda biológica ou tratamento retardante da ação do fogo. Encontra-se na norma canadense, na NDS/97 e na AF&PA/ASCE 16-95/96 uma grande quantidade de fatores de ajuste recomendados para o dimensionamento das peças sujeitas a esforços de compressão e flexo-compressão, dentre eles o fator que considera a influência das incisões realizadas para o tratamento preservativo. Analisando os fatores recomendados pelo documento normativo brasileiro, percebe-se a ausência de coeficientes que modifiquem as propriedades mecânicas da madeira como consequência de um prévio tratamento químico, dentre outros, o que sugere a necessidade de prosseguimento das pesquisas brasileiras neste campo.

Relativamente ao processo de dimensionamento das peças comprimidas axialmente, um aspecto favorável e interessante apresentado pelos códigos normativos de outros países, aqui analisados, é que eles conduzem a uma única equação, resguardada a exceção feita anteriormente quanto à norma australiana, que expressa o comportamento da peça sujeita a esse tipo de solicitação dentro dos intervalos de esbeltez estabelecidos. Pela análise detalhada das equações propostas é possível se concluir que, dessa forma, o processo de cálculo torna-se rápido, de fácil entendimento e programação.

Outra questão que desperta o interesse, quando são analisados os códigos normativos de outros países, é a limitação do índice de esbeltez em 140, proposta pela NBR 7190/97. A

norma alemã aceita esbeltez igual a 150, a NDS/91 e a norma canadense admitem esbeltez igual a 50 vezes a menor dimensão da peça (enquanto a norma brasileira admite 40 vezes), a AF&PA/ASCE 16-95/96 aprova esbeltez de até 175 e, finalmente, a norma australiana e o EUROCODE 5/93 simplesmente não estabelecem limites. Essas constatações conduzem ao questionamento da possibilidade de ampliação do limite estabelecido pela norma brasileira.

Embora o caso de peças sujeitas à flexo-compressão oblíqua se constitui, na prática, em situações não muito freqüentes, apresentá-lo em um documento normativo é uma forma de generalização interessante. Não se verificando esse caso, o projetista simplesmente elimina a parcela correspondente à flexão sobre um dos eixos. Os códigos aqui analisados apresentam uma ou duas expressões que, sendo satisfeitas, atendem a esse caso mais geral. Todavia, a norma canadense não esclarece se a sua condição é válida também para os casos de flexo-compressão oblíqua. Uma desejável simplificação no processo pode, despropositadamente, conduzir a dúvidas ou confusões, sem uma imprescindível clareza textual associada.