

4.4 Critérios da norma canadense

Assim como a NBR 7190/97, o código canadense propõe uma resistência característica à compressão paralela às fibras que é alterada pelos fatores de modificação, para se obter o valor de projeto. Os coeficientes previstos pela CSA 086.1/89 para o dimensionamento das peças comprimidas, indicados nas Equações [2.87] e [2.88], foram adotados com os seguintes valores: o fator de duração do carregamento, acompanhando as recomendações da norma brasileira, foi admitido igual a $K_D = 0,60$, ainda que a norma canadense recomende $K_D = 0,65$ para as ações permanentes; o fator de sistema, K_H , foi considerado com valor unitário por se tratar de dimensionamento de peças de seção simples, sem compartilhamento de carregamento; os fatores de condição de serviço, K_{Sc} e K_{SE} , também foram igualados à unidade, presumindo-se que a umidade de referência não seja ultrapassada; o fator de tratamento, K_T , foi admitido com valor unitário, supondo-se que as madeiras estudadas não passaram por tratamentos preservativos ou retardantes da ação do fogo; e, do mesmo modo, o fator de dimensão, K_{Zc} , também foi igualado à unidade, já que esse coeficiente não é contemplado pela NBR 7190/97.

No cálculo do fator de esbeltez, K_C , aparece o módulo de elasticidade referente ao 5º quantil das distribuições de frequência, $E_{0,05}$, que foi determinado a partir da Equação [4.2] com um coeficiente de variação de 0,25. Aplicando-se o fator de performance $\phi = 0,7143$ (que corresponde ao $1/\gamma_w$ prescrito pela NBR 7190/97) na Equação [2.87], calcula-se o esforço resistente de projeto da peça axialmente comprimida.

Os valores de N_d estão representados nas Figuras 4.9 e 4.10, para as diferentes classes de resistência das madeiras brasileiras. Embora a CSA 086.1/89 adote uma esbeltez diferente da convencional, fez-se as devidas adaptações para facilitar as comparações com os valores obtidos segundo a norma brasileira. É possível afirmar que, de um modo geral, a norma canadense é menos conservadora que a brasileira na delimitação dos esforços resistentes de projeto à compressão paralela às fibras. Observa-se uma diferença de aproximadamente 21% em favor da norma canadense, quando $\lambda = 90$, válida para as coníferas ou dicotiledôneas. Quando $\lambda = 40$ existe um pico favorável à norma brasileira, em que o esforço de cálculo ultrapassa em 26% aquele obtido segundo a CSA 086.1/89 para as coníferas de classe C20.

O método proposto pela norma canadense não produz descontinuidades nos diagramas e é de extrema simplicidade, podendo ser implantado em planilhas eletrônicas, tornando rápido e motivador o projeto das peças comprimidas.

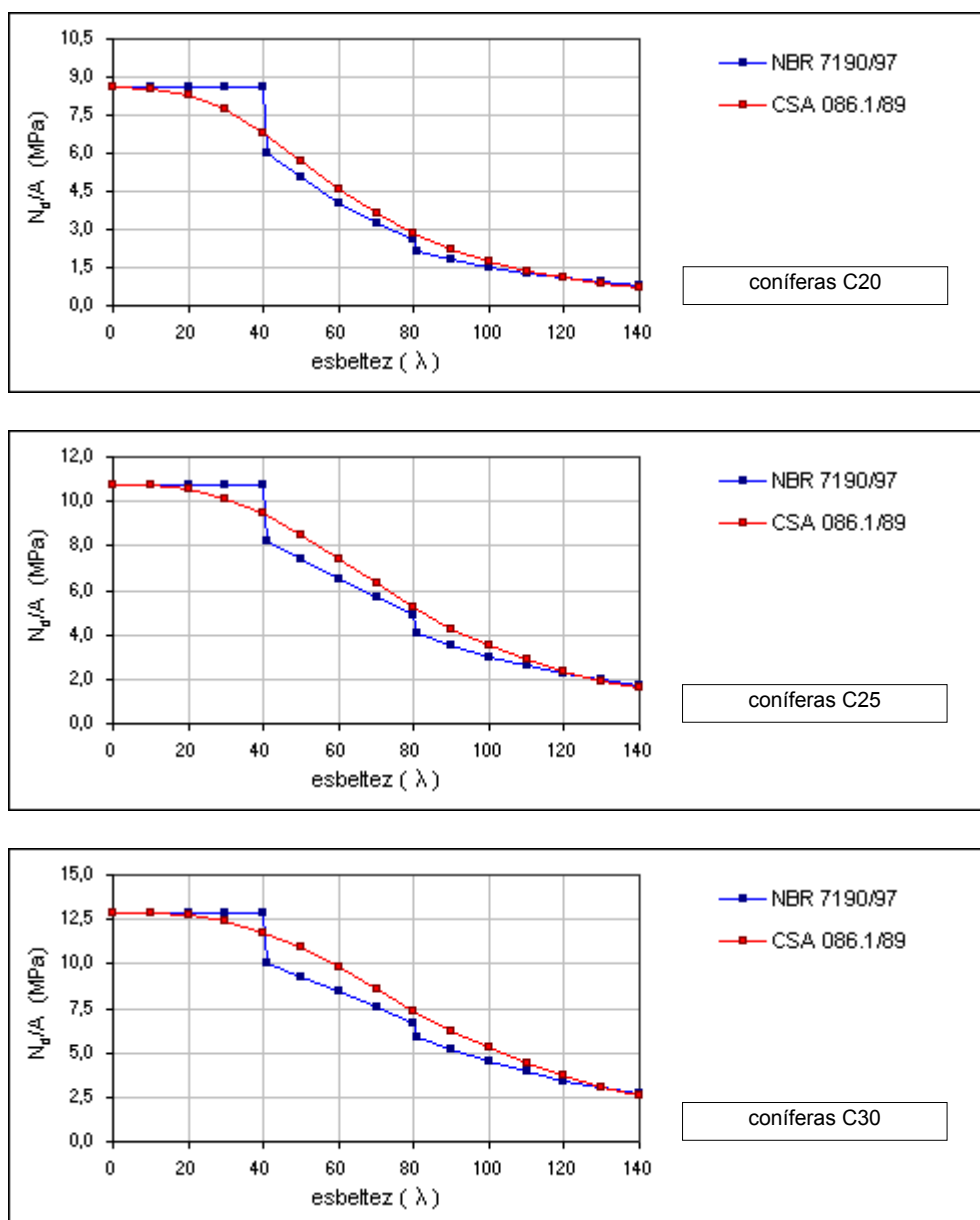


Figura 4.9 – Comparação entre a CSA 086.1/89 e a NBR 7190/97. Peças comprimidas. Madeira: coníferas.

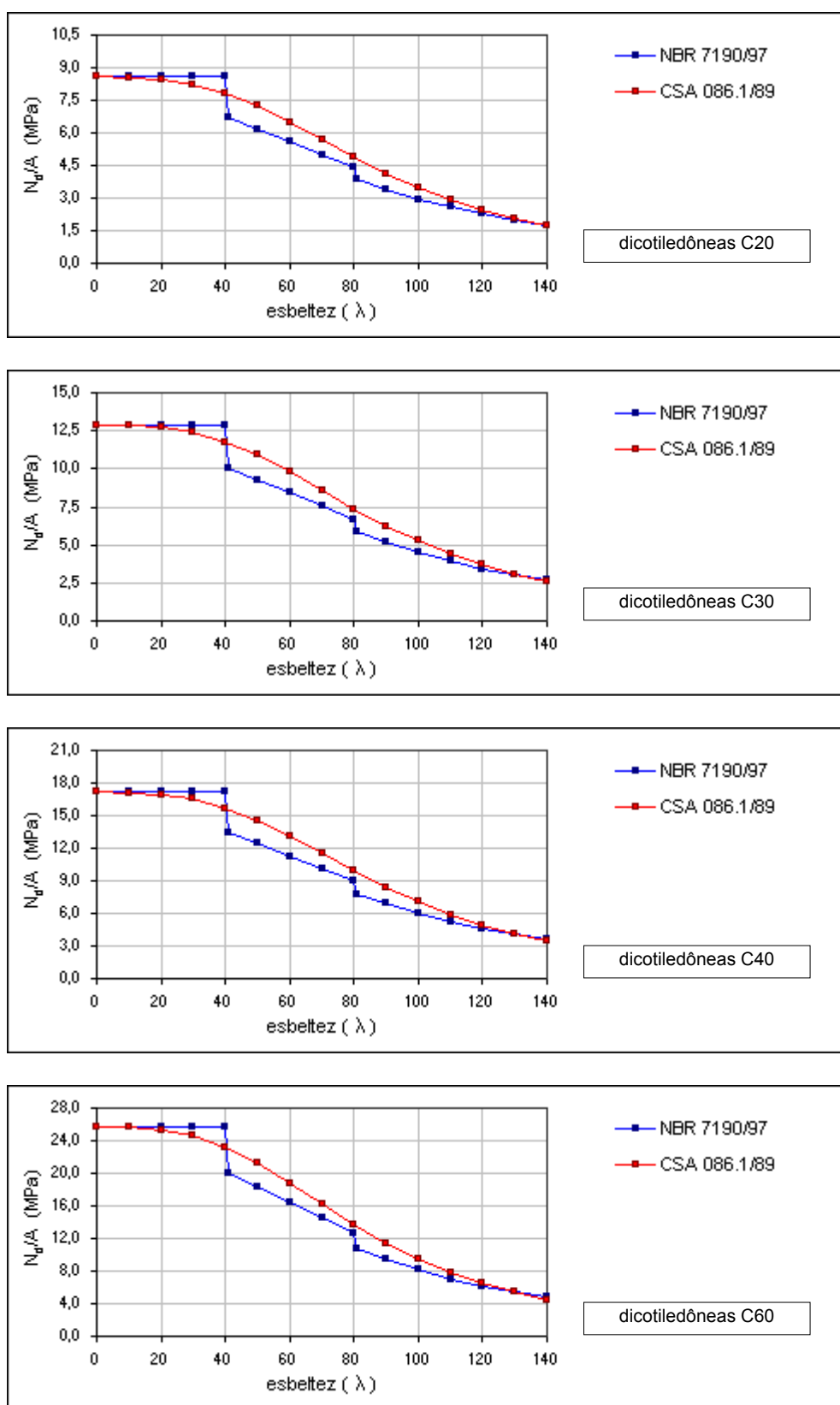


Figura 4.10 – Comparação entre a CSA 086.1/89 e a NBR 7190/97. Peças comprimidas. Madeira: dicotiledóneas.

A verificação das peças flexocomprimidas, pelos critérios da norma canadense, realiza-se pelo atendimento da Equação [2.89]. Trata-se de uma expressão de interação linear entre os efeitos da compressão e da flexão. Nessa última parcela, o momento fletor solicitante é amplificado usando-se o operador definido na Equação [2.25], que é função do esforço crítico de Euler. A CSA 086.1/89 indica que o módulo de elasticidade, na correspondente expressão de Euler, seja calculado pela Equação [4.14], em que os fatores K_{SE} e K_T foram adotados com valores unitários.

$$E_s = E (K_{SE} \cdot K_T) \quad [4.14]$$

O desempenho das peças flexocomprimidas, determinado segundo as recomendações das normas brasileira e canadense, está ilustrado nas Figuras 4.11 e 4.12, considerando-se as duas situações previstas de excentricidades iniciais.

Quando a excentricidade inicial corresponde a $0,1 \cdot b$, o desempenho das peças flexocomprimidas apresenta um comportamento pouco variável. O esforço N_d calculado segundo a NBR 7190/97 supera em 29% o equivalente determinado pela norma canadense, quando $\lambda = 40$ e a madeira é conífera da classe C20. Como se vê nos diagramas, esse comportamento vai, paulatinamente, sendo modificado à medida que melhoram as propriedades de resistência e rigidez da madeira. Para as peças esbeltas percebe-se que os esforços N_d , obtidos conforme a NBR 7190/97, chegam a ultrapassar em 9% aqueles obtidos conforme a CSA 086.1/89, quando $\lambda = 140$ e a madeira é a conífera de classe C20. As maiores diferenças ocorrem quando as peças são medianamente esbeltas, sendo que os resultados da norma canadense superam em até 29% aqueles obtidos pela norma brasileira, quando $\lambda = 50$.

No caso da excentricidade inicial igual a $0,5 \cdot b$, observa-se um comportamento mais padronizado, com as maiores diferenças ocorrendo para as peças medianamente esbeltas com $\lambda = 50$. Nesse caso a norma canadense é menos conservadora que a brasileira; os resultados obtidos pela CSA 086.1/89 superam em até 45% os da norma brasileira, para esse índice de esbeltez.

A aplicação dos critérios da CSA 086.1/89, no cálculo das peças flexocomprimidas, é muito objetiva e capaz de agregar as seguintes vantagens: a facilidade de uso torna a resolução

rápida e de simples programação; a constante que aparece no denominador do fator de esbeltez, K_C , permite um prático ajuste da curva aos dados experimentais; a consideração implícita da fluência torna agradável o processo de dimensionamento; os efeitos de 2ª ordem são claramente identificados no método; e, a curva não apresenta descontinuidades. Todavia, a norma canadense não especifica como é feito o dimensionamento das barras sujeitas à flexo-compressão oblíqua.

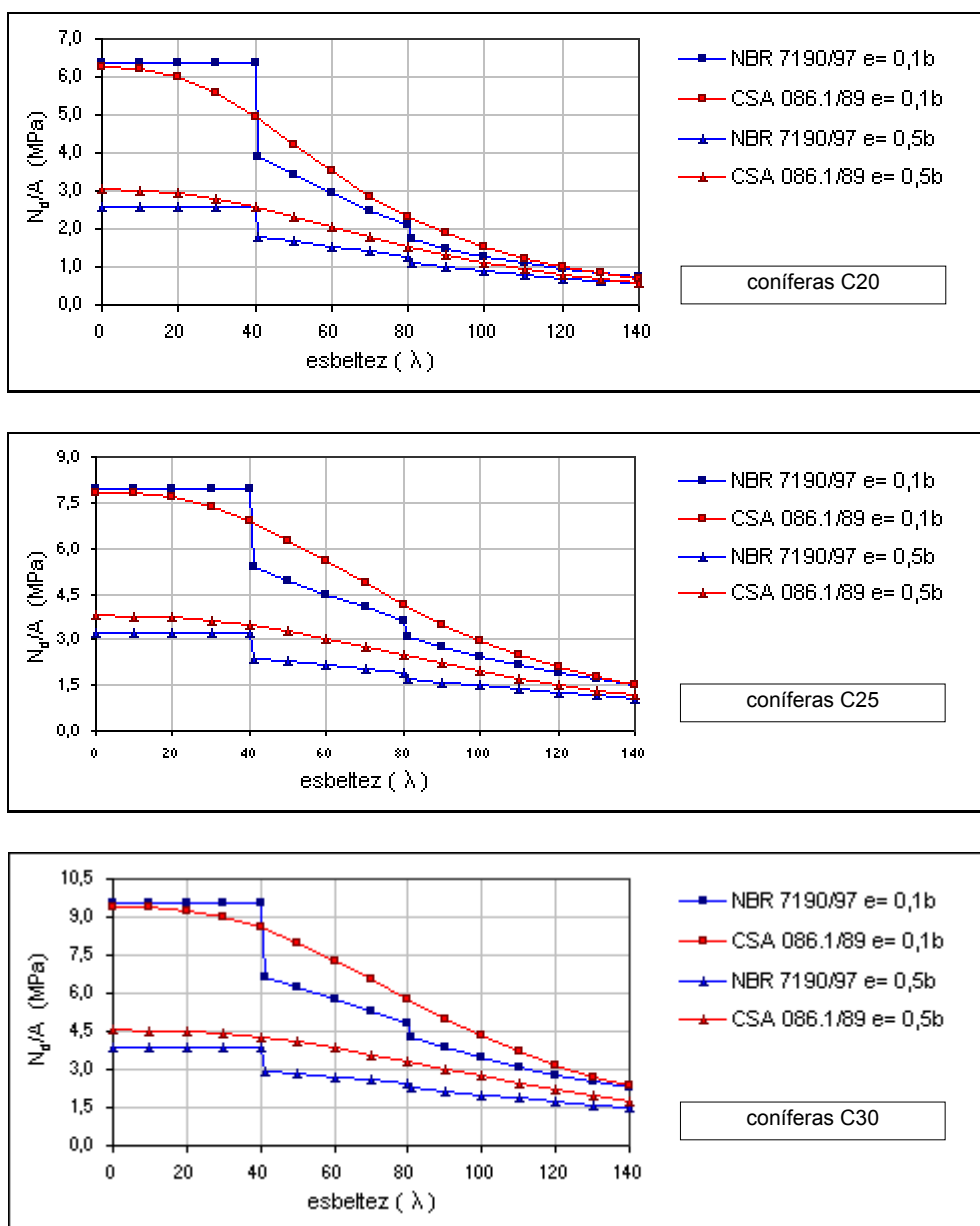


Figura 4.11 – Comparação entre a CSA 086.1/89 e a NBR 7190/97. Peças flexocomprimidas. Madeira: coníferas.

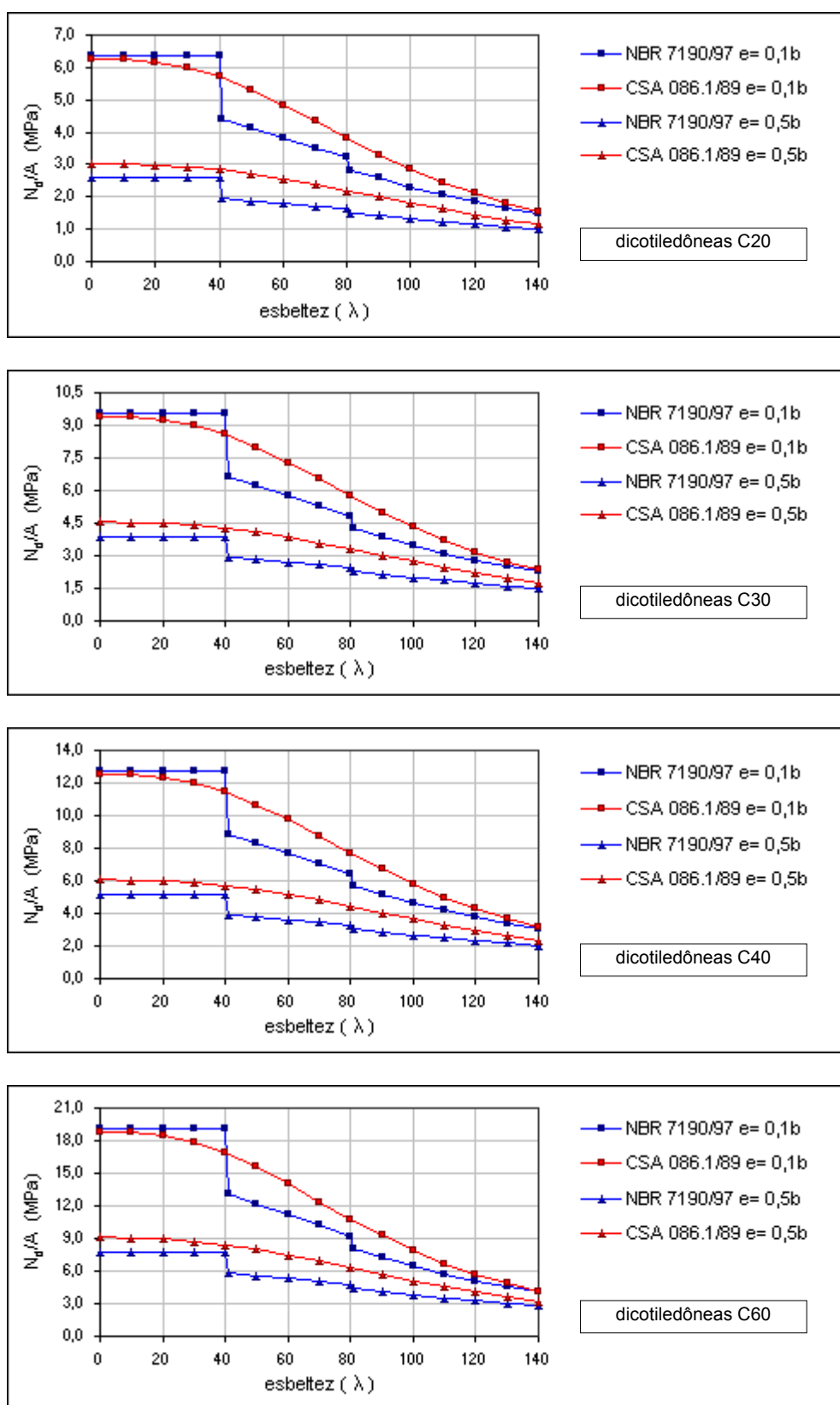


Figura 4.12 – Comparação entre a CSA 086.1/89 e a NBR 7190/97. Peças flexocomprimidas. Madeira: dicotiledóneas.