



INFLUÊNCIA DA DENSIDADE NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE VIGAS DE MADEIRA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Pedro Verona Perini^{1*}; Fabrício Longhi Bolina²

*Autor de contato: pedrovperini@gmail.com

¹ Escola Politécnica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, Brasil

² Departamento de Estruturas e Construção Civil (DECC), Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, Brasil

RESUMO

Buscando identificar a relação entre densidade, taxa de carbonização e resistência à flexão, esse estudo comparou os diferentes métodos propostos pelo *Eurocode 5* na verificação de vigas de madeira em situação de incêndio, utilizando o *software* Abaqus/CAE para obtenção das isoterms das seções das vigas no método de cálculo avançado, e propôs uma nova equação para obter a profundidade de carbonização delas em diferentes tempos de incêndio. Verificou-se que a densidade da madeira é inversa à sua taxa de carbonização e à sua perda de resistência à flexão, e que o método de cálculo avançado apresenta resultados menos conservadores do que os métodos simplificados. A equação proposta nesse estudo obteve resultados ligeiramente mais conservadores do que o método de cálculo avançado, se mostrando satisfatória nos quesitos de tempo, esforço computacional e economia.

Palavras-chave: densidade; carbonização; incêndio; Eurocode 5; cálculo avançado.

ABSTRACT

Aiming to identify the relationship between density, charring rate and bending resistance, this study compared the different methods Eurocode 5 presents to verify wooden beams under fire exposure, using the software Abaqus/CAE to obtain the isotherms of the beams in the advanced calculation method, and then proposed a new formula to obtain its charring depth in different times of fire exposure. It was confirmed that the density of the wood is inverse to its charring rate and its bending resistance loss, and the advanced calculation method presents less conservative results than the simplified methods. The formula that was proposed in this study had slightly more conservative results than the advanced calculation method, proving to be satisfying when it comes to time spent in calculation, computational effort and economy.

Keywords: density; charring; fire; Eurocode 5; advanced calculation.

1. INTRODUÇÃO

A característica renovável e de estoque de carbono da madeira – reduzindo a emissão de gases do efeito estufa – transforma esse material em um facilitador para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, que tratam, dentre outros, de inovação, cidades sustentáveis, produção responsável e ação contra a mudança global do clima (ONU, [2024?]). Juntamente ao avanço de tecnologias industrializadas, essa característica acelera a tendência de aumento do uso da madeira na construção civil (Shigue, 2018). Frühwald (2003) também vê interesses econômicos atrelados à flexibilidade ambiental do uso da madeira, afirmando que esse interesse se dá pela possibilidade de reutilização dela em três ciclos: produto de primeira mão, produto reciclado e geração de energia através da queima.

Por outro lado, a solidez do histórico de utilização do concreto armado como material de construção civil no país é um fator que colabora com a baixa utilização da madeira, mesmo os recursos florestais sendo abundantes a nível nacional (Shigue, 2018). Para Calil Junior et al (2003), Figueroa e Moraes (2009) e Rocha (2014), o uso da madeira com propósito estrutural em edifícios vinha sendo comumente descartado pelo preconceito dos profissionais da construção em relação ao seu comportamento frente a altas temperaturas decorrentes de incêndio.

A capacidade de um edifício de manter sua estrutura íntegra por um determinado período, que seja suficiente para evacuar e proteger seus usuários, é um dos fatores mais importantes para sua segurança em uma situação de incêndio (Moraes *et al*, 2004). Diversos autores identificaram a influência da densidade na taxa de carbonização da madeira, característica que acaba afetando também a resistência de um elemento estrutural em situação de incêndio; porém normas referências no comportamento de elementos estruturais de madeira em exposição ao fogo, como a norma europeia, a australiana e a estadunidense, abordam a taxa de carbonização fazendo uma simplificação branda, na qual desconsideram o tempo de duração do incêndio e/ou a influência da densidade da madeira, salientando a necessidade de se compreender mais profundamente o real comportamento dessa característica das madeiras frente a essas variáveis.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Rocha (2014), se nada for feito para conter o fogo ativo em um elemento de madeira, o material carboniza gradualmente até se esvair por completo, levando ao colapso o elemento e, dependendo da configuração, o restante da estrutura; todavia, Calil Junior *et al* (2003) defende que “as peças estruturais de madeira evidenciam um conveniente desempenho a altas temperaturas”, visto que a carbonização ocorrente no perímetro do elemento, apesar de deixar de colaborar estruturalmente, protege seu interior, já que o carvão possui baixo coeficiente de condução térmica.

Há dois principais motivos que ocasionam a perda de resistência de um elemento de madeira em situação de incêndio: a) a diminuição gradual da seção, que é substituída por uma camada