



ANÁLISE NUMÉRICA DE ESTRUTURAS DE MADEIRA E CONCRETO APLICADA A OBRAS DE INFRAESTRUTURA E CONSTRUÇÃO CIVIL

Thiago Henrique Fransozio (PIBIC/FA/UEM), José Luiz Miotto (Orientador), e-mail: fh.thiago@yahoo.com.br e jlmiotto@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia /Maringá, PR.

Engenharias – Engenharia Civil

Palavras-chave: Estruturas Mistas, Simulações Numéricas, Elementos Finitos

Resumo

Atualmente há grandes preocupações no que diz respeito à sustentabilidade, principalmente em relação à construção civil. Para reduzir os impactos das construções, deve-se utilizar ou alocar os materiais de forma com que suas propriedades sejam totalmente aproveitadas. Essa descrição se aplica às estruturas mistas, principalmente as estruturas de madeira e concreto. Especificamente, em relação à madeira, ainda hoje, percebe-se um grande preconceito quanto a sua utilização, geralmente por desconhecimento de suas propriedades físicas e mecânicas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é realizar simulações numéricas envolvendo as estruturas mistas de madeira e concreto, com auxílio de um software que utiliza o Método dos Elementos Finitos. Num primeiro momento, pretende-se demonstrar as vantagens do sistema misto e, simultaneamente, desmitificar a visão equivocada quanto à utilização da madeira. Na fase preliminar da pesquisa procedeu-se ao levantamento do estado da arte relativo às estruturas mistas. Para a fase seguinte cabe a realização da simulação numérica de uma estrutura mista de madeira e concreto, com a particularidade dessa estrutura ter sido executada e ensaiada por outros pesquisadores, de modo que se possam realizar as comparações entre os resultados numéricos e experimentais. Por fim será analisado o tempo de processamento do modelo numérico elaborado. Espera-se então demonstrar que a simulação numérica é uma possibilidade viável para o estudo das estruturas mistas, e a partir da publicação dos resultados obtidos gerar contribuições no sentido de romper preconceitos quanto à utilização da madeira.

Introdução

O sistema misto de madeira e concreto pode ser concebido sob diversas formas, variando desde a composição dos materiais que o constitui, até o sistema de ligação empregado. A madeira pode ser utilizada em toras, como no caso dos tabuleiros de pontes estudados por Pigozzo (2004), ou



ainda sob a forma de madeira laminada colada, conforme pesquisado por Miotto (2009), ou em uma terceira alternativa na forma de madeira serrada, segundo os estudos elaborados por Soriano (2001). No caso da madeira laminada colada (MLC), Miotto (2009) relata que há a possibilidade maior de se obter grandes variedades de formas, grandes comprimentos e utilizá-la em contraflechas. Outra vantagem de utilizar madeira num sistema misto é que em geral as peças de madeira possuem alto desempenho com um custo relativamente baixo. A Figura 1 ilustra uma estrutura mista de concreto e madeira.



Figura 1 – Estrutura mista de madeira e concreto.

Fonte: http://www.ticomtec.de/hbv/images/referenzen/wohnhaus/sasse/Sasse02_gr.jpg.

Porém para a utilização de qualquer tipo de estrutura é necessário um profundo estudo do comportamento dos materiais. Para as estruturas mistas de madeira e concreto não é diferente. São necessárias pesquisas e análises para se encontrar a melhor maneira de aplicar essa tecnologia. Este tipo de estrutura depende muito das formas de ligação entre os materiais, os quais definem a rigidez do sistema estrutural. Diante do exposto, este projeto tem como premissa a avaliação numérica de vigas mistas de madeira e concreto, buscando-se comparar os resultados obtidos numericamente com dados experimentais publicados por outros autores.

Materiais e métodos

- *Revisão da Literatura*

Nesta etapa foram definidos os conceitos relacionados às estruturas mistas de madeira e concreto. Também foram definidas as respectivas funções estruturais da madeira, do concreto e dos conectores nas estruturas



mistas. Por fim, foram levantadas as características mecânicas de cada um destes componentes.

- *Estudo do Software*

Em tal etapa do projeto foi estudado o software para fazer análise de estruturas. O software escolhido foi o SAP2000, e então se iniciaram os estudos de suas ferramentas e funcionalidades.

- *Determinação dos parâmetros de análise*

A partir de resultados e características de materiais de procedimentos laboratoriais já publicados na literatura, foi possível selecionar os dados necessários à construção do modelo numérico. Para isso foi necessário um profundo estudo de publicações que apresentam resultados expressivos no que tange às estruturas mistas de madeira e concreto.

- *Realização e comparação das análises*

Com a compreensão do funcionamento do software e com as características do modelo definidas, está sendo possível realizar as análises preliminares das estruturas mistas. A partir dos resultados obtidos serão feitas as comparações necessárias com resultados experimentais.

Resultados e Discussão

Antes de realizar as simulações numéricas, um importante passo foi determinar a rigidez dos conectores utilizados. Porém esta é uma propriedade que tem variação não-linear e para fins deste projeto foi necessário aproximar essa variação através de retas. Com isso, a partir dos resultados obtidos por Miotto (2009), pode-se aproximar o coeficiente de rigidez da conexão por cinco intervalos de retas, em que os coeficientes angulares representam a rigidez do conector. Tais resultados são apresentados na Tabela 1, que mostra o intervalo de aplicação da força, o deslizamento correspondente e por sua vez o coeficiente de rigidez (K).

Tabela 1 – Aproximação do coeficiente de rigidez dos conectores

	Força (kN)	Deslizamento médio (mm)	Coeficiente rigidez (K) (kN/mm)
Reta 1	0,00	0,0000	338,2200
	80,02	0,2366	
Reta 2	80,02	0,2366	86,4300
	110,77	0,5923	
Reta 3	110,77	0,5923	27,2240
	122,05	1,0067	
Reta 4	122,05	1,0067	0,0000
	122,05	2,1667	
Reta 5	122,05	2,1667	-4,6463
	103,00	6,2667	



Além do coeficiente de rigidez, foram inseridas as características geométricas e propriedades mecânicas do concreto e da madeira, de acordo com os valores publicados por Miotto (2009), para a construção do modelo numérico indicado na Figura 2. O modelo estrutural apresentado na Figura 2 é constituído por elementos de barras (cor magenta indica o concreto e cor laranja representa a madeira), ligados por molas (indicadas em verde). Este modelo está em análise para a conclusão deste trabalho.



Figura 2 – Modelo de estrutura mista de madeira e concreto.
Fonte: O Autor (2015)

Conclusões

Apesar de não terem sido completadas as análises finais deste trabalho, pode-se concluir, pelas simulações prévias realizadas, que o modelo numérico proposto é uma ferramenta adequada para realizar simulações do comportamento de estruturas mistas de madeira e concreto, com baixo custo e rapidez.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária pela concessão de recursos necessários à realização desta pesquisa, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Estadual de Maringá.

Referências

MIOTTO, J. L. **Estruturas Mistas de Madeira-Concreto: avaliação das vigas de madeira laminada colada reforçadas com fibras de vidro**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

PIGOZZO, J. C. **Estudos e Aplicações de Barras de Aço coladas como conectores em placas mistas de madeira e concreto para tabuleiros de pontes**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SORIANO, J. **Estruturas mistas em concreto e em madeira: análise de vigas e painéis e aplicações na construção civil**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2001.