

SOFTWARE EDUCACIONAL PARA O DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES EM MADEIRA POR PINOS METÁLICOS

Gabriela Karina Morais de Mello¹; Marcos V. Schwanz¹; **Natalia Garcia Couto**¹; Jorge L. Nunes de Góes¹

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Email do Autor: gabs.mmello@gmail.com

PET CIVIL, UTFPR, Campo Mourão, Paraná

Palavras – chave

Estruturas de madeira; Ligações em madeira; Pinos metálicos; Software; TCD.

Introdução

Segundo Porteous e Kermani (2007), as ligações são pontos críticos de uma estrutura uma vez que a quantidade de conectores e suas características influenciam nas dimensões das peças de madeira. Geralmente, a resistência da ligação é o que determina a resistência da estrutura. Portanto, seu cálculo e execução devem ser precisos de forma a garantir a resistência, segurança e durabilidade da mesma. As ligações mais utilizadas no Brasil, são as realizadas por pinos metálicos, devido a seu baixo custo e facilidade de aplicação.

A norma nacional que contempla o dimensionamento de ligações em madeira assim como os demais documentos normativos, é baseado na Teoria de Johansen. No desenvolvimento de sua teoria, Johansen (1949) admitiu comportamento perfeitamente plástico para os pinos metálicos e elementos de madeira da ligação. Através de ensaios constatou modos de falha que combinam o efeito do embutimento da madeira e flexão dos pinos metálicos. Segundo Jorissen (1998), Johansen considera também em seu estudo que os elementos de madeira possuem a mesma resistência ao embutimento, que para ligações de corte simples as peças de madeira possuem a mesma espessura enquanto para ligações de corte duplo as espessuras

IV Congresso Nacional dos Grupos PET de Engenharia Civil
PET Civil UFC

Campus do Pici – Centro de Tecnologia UFC – Bloco 708 – Térreo, Fortaleza/CE
(85) 3366 9592 – ivconpetcivilfortaleza@gmail.com

sejam simétricas, além da resistência à flexão do pino metálico ser admitida apenas em seu limite elástico. A ABNT NBR 7190 (1997) não considera o cálculo entre elementos de madeira com diferentes resistências ao embutimento e direções das fibras e não diferencia equações para uma ou duas seções de corte. Já a norma europeia CEN EUROCODE 5 (2004) é mais abrangente e atende a todos os fenômenos a serem considerados nas ligações.

Com o crescente avanço tecnológico e tendência cada vez maior em se utilizar a informática como ferramenta auxiliadora nas mais diversas atividades, a tarefa de dimensionar ligações pode ser facilitada com o desenvolvimento de um programa que realize todos estes cálculos extensos e complexos. A proximidade que os alunos possuem com a informática viabiliza também a maior compreensão e aprendizado dos conteúdos teóricos. Juca (2006) destaca que novas tecnologias, como o uso de softwares, quando usadas corretamente na educação, tornam o processo de aprendizado mais estimulante e eficaz.

Considerando que a norma brasileira está em fase de revisão e na busca por desenvolver uma metodologia mais abrangente, que apresente valores teóricos mais próximos dos experimentais, além da inexistência de um software brasileiro que realize o dimensionamento de ligações, foi desenvolvido um programa que segue o modelo de cálculo que será proposto pela revisão da ABNT NBR 7190 (1997) e que abrange as ligações com pregos e parafusos passantes com porca e arruela.

Objetivos

Desenvolver um software para dimensionamento de ligações em madeira por pinos metálicos que siga o modelo de cálculo proposto pela revisão da norma ABNT NBR 7190 (1997), para auxiliar engenheiros e estudantes de engenharia civil no cálculo mais ágil e preciso no dimensionamento de ligações, além de compreensão mais efetiva do assunto.

Metodologia

Foi utilizada a linguagem de programação Java por considerá-la uma plataforma completa e de fácil desenvolvimento. Segundo Claro e Sobral (2008), a linguagem

Java é simples e de fácil manipulação, sendo muito parecida com C++, porém, sem seus dificultadores. O modelo de cálculo utilizado propicia lógicas de programação similares, com poucas particularidades para cada tipo de ligação. Para definir o que seria solicitado ao usuário, os cálculos realizados em cada etapa e dados a serem informados, foram realizados fluxogramas.

Após realização dos fluxogramas, criou-se a interface do software. Criando-se primeiramente as telas, depois os elementos como botões e caixas de texto, e finalmente a configuração de cada elemento para realizar sua função. Com a interface criada, realizou-se a transcrição dos roteiros de cálculo para o programa, criando-se as variáveis necessárias para o código e vinculando-as aos elementos da interface. Isto para que as informações informadas pelo usuário fossem as utilizadas para os cálculos.

Para finalizar, foram realizados testes para validação do software. Foram selecionados alguns exercícios resolvidos, inseridos no programa os dados contidos nos mesmos e comparados os resultados obtidos com os já dispostos pelos exercícios. Quando os resultados passaram a não divergir mais em nenhum caso testado, considerou-se que o software estava concluído.

Resultados e Discussão

O resultado obtido com este trabalho foi o software TCD (*Timber Connections Design*), um programa que possibilita o dimensionamento de ligações em elementos de madeira por pinos metálicos, seguindo o modelo de cálculo que será adotado pela revisão da norma brasileira NBR 7190/97. Como o programa tem um foco prioritariamente didático, foi desenvolvido de modo a ser autoexplicativo para reduzir dúvidas. Possui dessa forma, menu de ajuda e informações sobre o que colocar em cada campo ao posicionar o mouse sobre os elementos.

Ao executar o programa, o usuário pode acessar a ajuda ou dar início ao dimensionamento escolhendo um tipo de ligação. Iniciando o cálculo, o usuário passará conta com cinco abas nas quais deve preencher ou selecionar os dados que caracterizam os elementos de sua ligação (corte simples ou duplo, classe da madeira e aço, espessuras, ângulo, coeficientes, classe e tipo de parafuso ou prego, número

de parafusos e pregos, consideração ou não do efeito de corda) e tem a sua disposição os resultados obtidos e um relatório do dimensionamento, contendo todos os dados informados.

Figura 1. (a) Tela de Apresentação; (b) Tela Principal e (c) Tela Inicial

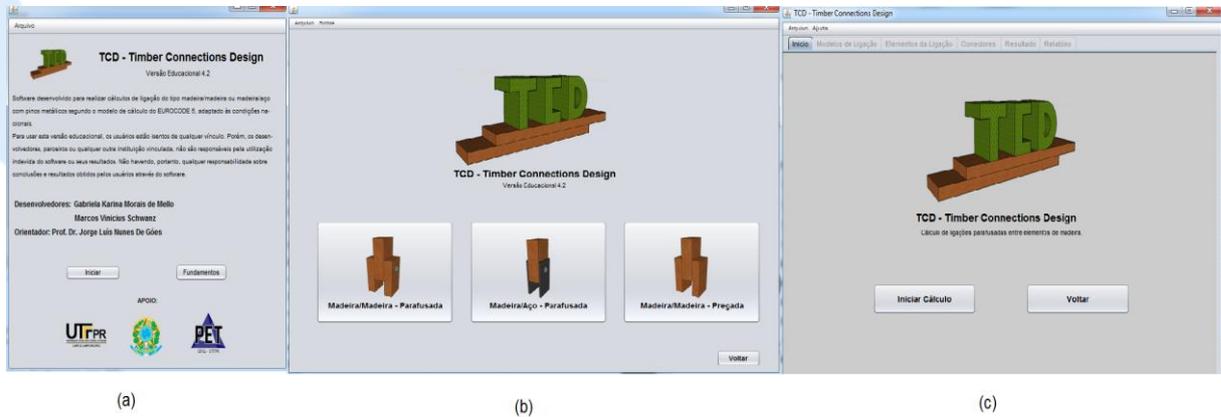
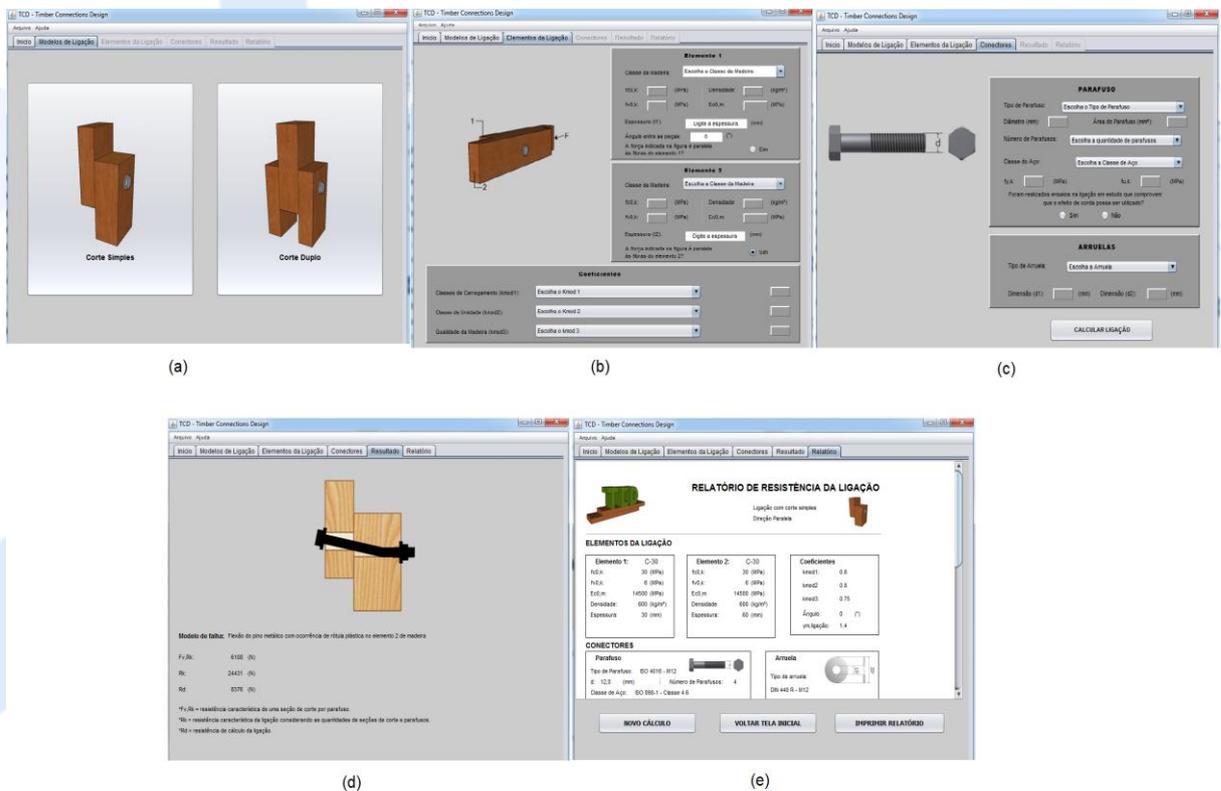


Figura 2. (a) Aba Modelos de Ligação; (b) Aba Elementos da Ligação; (c) Aba Conectores; (d) Aba Resultado e (e) Aba Relatório



Conclusão

O software TCD (*Timber Connections Design*), permite o dimensionamento ligações pregadas e parafusadas entre elementos de madeira, além de ligações parafusadas entre elementos de madeira e aço, utilizando o modelo da norma europeia adaptado a algumas condições da norma brasileira, de forma prática e amigável, assim como será utilizado após revisão da NBR 7190.

Este software além de propiciar vantagens ao profissional de engenharia, é uma ferramenta didática para cálculo de ligações parafusadas e pregadas, mas, deve ser implementado para realização de dimensionamento de outros tipos de ligação não contemplados por ele. Sendo assim, o projeto cumpre com um dos objetivos do grupo PET CIVIL UTFPR, que se fundamenta na busca por proporcionar novos métodos que auxiliem na melhoria contínua do ensino.

Referências

PORTEOUS, Jack; KERMANI, Abdy. **Structural timber design to Eurocode 5**. Blackwell Publishing, 2007.

JOHANSEN, K. W. Theory of timber connections. International association for Bridge and Structural Engineering. Zurich. Vol. 9. 1949.

JORISSEN, André. **Double shear timber connections with dowel type fasteners**. College voor Promoties aangewezen, Technische Universiteit Delft, Países Baixos, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto Estruturas de Madeiras. Rio de Janeiro: 1997.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EUROCODE 5**: Design of Timber Structures. Brussels, 2004.

CESAR SILVEIRA JUCA, Sandro. **A relevância dos softwares educativos na educação profissional**. Ciências e Cognição, v. 8. p. 22-28, 2006.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

CLARO, D. B. e SOBRAL, J. B. M. **PROGRAMAÇÃO EM JAVA**. Copyleft Pearson Education. Florianópolis, SC.