# Adequabilidade da normatização brasileira para o dimensionamento de ligações com barras de aço coladas em madeira

# Adequacy of the brazilian standardization for the design of connections with glued steel bars in wood

DOI:10.34117/bjdv7n12-396

Recebimento dos originais: 12/11/2021
Aceitação para publicação: 13/12/2021

**João Miguel Santos Dias**
Mestre em Engenharia Ambiental Urbana
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão
Rua Topázio, nº 100 - Vila São Francisco.Açailândia - MA.
E-mail: joao.dias@uemasul.edu.br

**Guilherme Alves da Silva Teixeira**
Engenheiro Civil
da Universidade Federal da Bahia
Rua Aristides Novis, nº 2 - Federação. Salvador - BA.

**Rita Dione Araújo Cunha**
Doutora em Engenharia de Produção
da Universidade Federal da Bahia
Rua Aristides Novis, nº 2 - Federação. Salvador - BA.
E-mail: ritadi@uol.com.br

**Sandro Fábio César**
Doutor em Engenharia de Produção - UFSC
Universidade Federal da Bahia
Rua Aristides Novis, nº 2 - Federação. Salvador - BA.
E-mail: sfcesarpaz@uol.com.br

**RESUMO**
As ligações com barras de aço coladas em madeira vêm sendo estudadas em diversos pólos de pesquisa no mundo. O objetivo deste trabalho é verificar se as normas ABNT NBR 7190:1997 e ABNT NBR 8800:2008 são adequadas para o dimensionamento destas ligações. Através da revisão bibliográfica normas supracitadas e dos trabalhos experimentais publicados no Brasil, foi possível estabelecer critérios de dimensionamento para este tipo de ligação e verificar a viabilidade do dimensionamento destas ligações. Os resultados encontrados mostram que as normas de dimensionamento apresentaram valores de cálculo das forças de ruptura inferiores em relação aos resultados experimentais em cerca de 60% e 80%, garantindo, para as condições dos estudos analisados, a segurança estrutural das conexões.

**Palavras-chave:** Estruturas de madeira, ligações coladas, barras de aço, dimensionamento.

**ABSTRACT**
Glued-in-rods joints have been studied in several research sites along the world. The focus of this paper is to assess the suitability of ABNT NBR 7190:1997 and ABNT NBR 8800:2008 standards for glued-in rods design. Through a bibliographic review including brazilian standards and studies was possible to establish design criteria and assess it suitability. The results showed that brazilian standards provide lower values (between 60% and 80%) than experimental results, which ensures structural safety of this kind of joints, within the same conditions of the studies considered.

**Keywords:** Timber structures, glued joints, steel bars, design.

## 1 INTRODUÇÃO

Uma ligação estrutural tem como função transferir esforços de um elemento da estrutura para outro. Dias (2015) expõe que o comportamento mecânico das ligações é de difícil previsão, visto que as mesmas estão expostas à influência de fatores geométricos, materiais que compõem a conexão e às condições de contorno (por exemplo: teor de umidade, classe e tipo de produto de madeira e ângulo entre a solicitação e as fibras da madeira). O projeto e a execução das construções de madeira no Brasil são regidos pela norma ABNT NBR 7190:1997 – *Projeto de estruturas de madeira*. A ABNT NBR 7190:1997 apresenta algumas lacunas, especialmente no que diz respeito ao dimensionamento de ligações. Como exemplo de comparação, a norma Eurocódigo 5:2004 – *Design of timber structures* apresenta dezoito situações de ruptura de ligações com parafusos, baseados da teoria de Johansen, enquanto que a norma ABNT NBR 7190:1997 apenas considera duas situações de colapso da ligação (embutimento do parafuso na madeira e flexão do parafuso). Segundo a ABNT NBR 7190:1997, o dimensionamento das ligações de peças estruturais com elementos metálicos também deverá respeitar os critérios presentes na ABNT NBR 8800:2008 – *Projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios*.

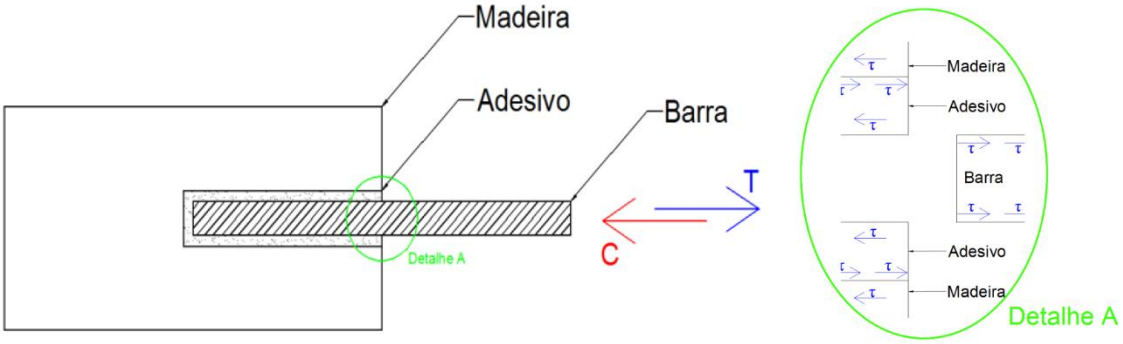
A necessidade do estabelecimento de critérios de dimensionamento válidos para estas ligações é fundamentada pelas diversas vantagens: facilidade e baixo custo de execução, boa estética – visto que as juntas são discretas – versatilidade de utilizações, rapidez de execução, boa resistência ao fogo e eficiência na transmissão de esforços. (TLUSTOCHOWICZ et al., 2011; AZINOVIĆ et al., 2018; BULHÕES et al., 2020a). A ausência de prescrições normativas para o dimensionamento de ligações compostas por barras de aço coladas em madeira se deve à complexidade do comportamento mecânico que envolve a interação de três elementos: a peça de madeira, o adesivo e a barra de aço

(DIAS, 2015; BULHÕES et al., 2020b). Embora não existam prescrições na normatização brasileira quanto ao dimensionamento de ligações com barras de aço coladas em madeira, surge a necessidade de verificar se os critérios disponíveis nas normas ABNT NBR 7190:1997 e ABNT NBR 8800:2008 fornecem ou não valores adequados para o dimensionamento destas conexões estruturais. Por conseguinte, o objetivo deste trabalho é verificar se as normas ABNT NBR 7190:1997 e ABNT NBR 8800:2008 são adequadas para o dimensionamento destas ligações. Foi realizada uma revisão bibliográfica das normas supracitadas, dos trabalhos experimentais realizados no Brasil, do mecanismo de funcionamento destas conexões e dos fatores que nele influem. Posteriormente, estipularam-se os critérios de dimensionamento das ligações e, com os resultados experimentais dos trabalhos publicados no Brasil, verificou-se a adequabilidade dos critérios das normas para o dimensionamento destas conexões.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

As ligações compostas por barras de aço coladas em madeira possuem três elementos: a peça de madeira, o adesivo e a barra de aço. Segundo Dias (2015), a transmissão de esforços entre elementos estruturais de madeira conectados por este tipo de conexão é realizada através da conjugação de esforços que atuam em cada elemento da ligação. Conforme apresentado na Figura 1, a barra de aço está sujeita a tensões normais de tração (ou de compressão), uma vez que a sua seção transversal é perpendicular à direção da solicitação. A transferência de esforço da barra de aço para a madeira é realizada através do cisalhamento do adesivo nas interfaces barra-adesivo e adesivo madeira. Nestas regiões ocorrem tensões de cisalhamento, uma vez que estas superfícies são paralelas ao esforço solicitante (DIAS, 2015).

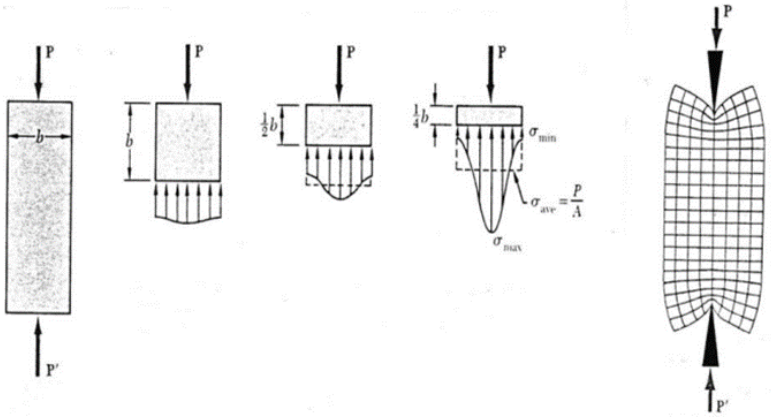
Figura 1 – Mecanismo de transferência de esforços




Fonte: Dias (2015)

Em relação ao bloco de madeira, para entender a distribuição dos esforços, é importante também compreender o princípio de Saint-Venant (FIGURA 2). Este fenômeno de distribuição de tensões em um corpo sujeito a uma carga concentrada consiste na existência de deformações (e consequentes tensões normais) não uniformes ao longo do comprimento da peça solicitada, até uma distância suficientemente afastada dos pontos de aplicação das forças. Essa heterogeneidade da distribuição das tensões atuantes é maior junto aos pontos de aplicação da carga e, à medida que nos afastamos desses pontos, as deformações tendem a assumir uma distribuição homogênea na seção transversal da peça solicitada. Segundo Hibbeler (2009), uma vez que este fenômeno é de difícil previsão, no entanto é comum assumir-se que a distribuição das deformações pode ser considerada homogênea a uma distância do ponto de aplicação da carga concentrada igual à maior dimensão da seção transversal (dimensão *b*) do corpo solicitado.

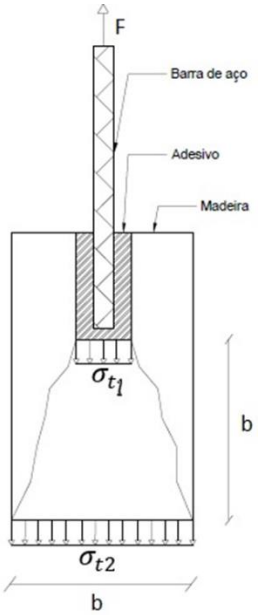
Figura 2 – Distribuição das tensões pelo princípio de Saint-Venant.




Fonte: Hibbeler (2009)

Atendendo às considerações supracitadas em relação ao princípio de Saint-Venant, é possível recorrer ao esquema de distribuição de tensões apresentado na figura 3. Desta forma, é possível afirmar que o bloco de madeira está sujeito a tensões normais de tração (ou compressão) nas regiões 1 ($\sigma_{t1}$) e 2 ($\sigma_{t2}$) da figura 3 quando a barra de aço está submetida à uma tração *F*.

Figura 3 – Tensões no bloco de madeira




Fonte: Os autores

Tlustochowicz et al. (2011) afirma que o comportamento mecânico das ligações com barras de aço coladas em madeira são influenciadas por diversos fatores, tais como: características do carregamento à qual a ligação está submetida (por exemplo: cíclico ou constante, duração curta ou longa, etc.), os materiais utilizados, a geometria das peças e as condições de contorno. No Quadro 1 estão apresentados os vários fatores que podem influenciar a resistência mecânica da ligação, inseridos em cada elemento da conexão.

Quadro 1 – Fatores que influenciam a resistência das ligações

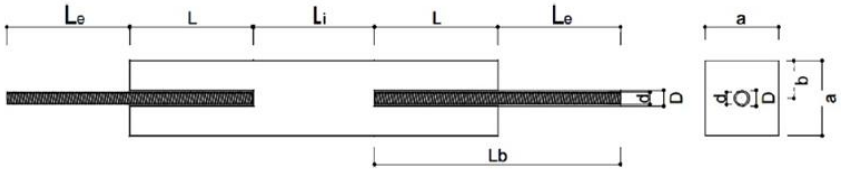
| **Material** | **Fatores que podem influenciar a resistência mecânica da ligação** |
|---|---|
| Madeira | Densidade, teor de umidade, propriedades mecânicas, dimensões do corpo de prova, defeitos de crescimento, defeitos de secagem |
| Adesivo | Espessura, material, temperatura, viscosidade |
| Barra de aço | Diâmetro, superfície, tipo de aço, ângulo de inserção, comprimento de ancoragem, número de barras na ligação |

Adaptado de: TLUSTOCHOWICZ et al. (2011)

Serrano e Steiger (2008) e Azinović et al. (2018) apontam que a distância da barra às bordas, o comprimento de ancoragem, a espessura do adesivo, a inclinação da barra, o número de barras e o diâmetro da barra interferem na resistência final da ligação. A discussão em relação aos parâmetros geométricos abrange os três elementos, pois as dimensões da barra, do adesivo e da madeira são dependentes entre si. A Figura 4 expõe os parâmetros geométricos que influenciam a ligação, onde $L_b$ é o comprimento da barra, $L$ é a distância de embutimento/ancoragem, $L_i$ é a distância entre os comprimentos de embutimento das barras, $d$ é o diâmetro da barra, $D$ é o diâmetro da barra acrescido da

espessura do adesivo, *b* é a distância do eixo da barra para as bordas e a largura do corpo de prova.

Figura 4 – Parâmetros geométricos




Fonte: CHANS et al. (2008)

A relação entre o comprimento de embutimento *L* (mm) e o diâmetro da barra *d* (mm) é chamada índice de esbeltez da ligação ($\lambda$). Essa relação é importante para a resistência da ligação e influencia o seu modo de ruptura. (TLUSTOCHOWICZ et al., 2011). Quanto ao comprimento mínimo de ancoragem *L*, Chans et al. (2008) apresentam em seus resultados que, para valores de *L* até 10*d*, a resistência da ligação aumenta não linearmente. No trabalho de Dias (2015), o aumento de *L* até ao limite de 20*d* foi registrado um aumento da resistência mecânica da ligação, no entanto, acima deste limite, o autor constatou decréscimos da força de ruptura média. O mesmo autor refere também que nem todas as normas de dimensionamento de estruturas de madeira apresentam valores mínimos para *L*, exceto a DIN 1052:2004, que estipula o mínimo em 10*d* ou 0,5$d^2$.

Dias (2015) e Azinović et al. (2018) referem que pelo fato de serem compostas por três materiais de comportamentos distintos (aço, madeira e adesivo), as ligações não podem ser regidas pelas leis básicas da resistência dos materiais, válidas apenas para materiais homogêneos. Para compreender seu desempenho mecânico exato, é necessário recorrer aos fundamentos teóricos da mecânica de fratura elástico-linear e da mecânica de fratura elasto-plástica. Devido à complexidade da teoria da mecânica de fratura, o dimensionamento destas conexões consideram apenas o regime elástico dos materiais (DEL SENNO, PIAZZA e TOMASI, 2004) e, consequentemente, tem-se em consideração menores valores cargas de ruptura. O fato de não serem válidas as premissas da resistência dos materiais, como por exemplo, o princípio da superposição dos efeitos para o dimensionamento em regime plástico, o dimensionamento deverá favorecer o escoamento da barra em regime elástico (DIAS, 2015), o que permite com que a variabilidade da resistência mecânica das ligações seja menor.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para verificar a adequabilidade das normas ABNT NBR 7190:1997 e ABNT NBR 8800:2008, foram comparados os valores provenientes do dimensionamento das ligações através destas normas e os resultados experimentais de trabalhos envolvendo as ligações com barras de aço (nervurado ou rosqueado) realizados no Brasil. Foram pesquisados teses, dissertações, trabalhos publicados em congressos, artigos de periódicos e trabalhos de conclusão de curso. Desta forma, os resultados experimentais foram recolhidos dos trabalhos de: Pigozzo (2004), Molina (2005), Goto (2014), Dias (2015) e Júnior e Góes (2016). Foi estabelecida uma relação entre a força de ruptura ($F_{rupt}$) e o índice de esbeltez da ligação ($\lambda$) em todos os estudos, exceto Molina (2005), que manteve seu índice de esbeltez constante e variou parâmetros como umidade e espécie de madeira. Para cada trabalho, foram aplicadas as condições de dimensionamento pertinentes, em função das condições de emprego das ligações: características do carregamento, materiais envolvidos, barras utilizadas e condições de contorno. Os valores de resistência mecânica das espécies de madeira foram retirados da ABNT NBR 7190:1997, exceto os valores apresentados por Dias (2015), cujo trabalho contemplou ensaios que determinaram as resistências mecânicas dos materiais utilizados.

Considerando uma ligação solicitada à tração, a sua força máxima de cálculo equivalerá ao valor de cálculo da resistência mecânica ($R_d$), sendo obtida através do menor valor obtido pelas Equações de 1 a 5. Considerando que o bloco de madeira está sujeito a tensões normais de tração em duas regiões ($\sigma_{t1}$ e $\sigma_{t2}$), conforme apresentado na Figura 3, as Equações 1 e 2 apresentam os valores de cálculo das forças de tração em função de um ângulo α em relação às fibras da madeira ($F_{t\alpha d}$) que originam a ruptura na extremidade embutida da barra (região 1) e a uma distância onde ocorre a distribuição homogênea das tensões normais de tração (região 2). Considerando a distribuição de esforços presentes na Figura 2, outro critério de ruptura é o cisalhamento da madeira (Equação 3), o qual fornece um valor de cálculo de uma força atuante que poderá provocar o cisalhamento da madeira junto à interface adesivo-madeira ($F_{vd}$). Conforme já referido, uma vez que a solicitação é perpendicular à seção transversal da barra, a Equação 4 fornece o valor de cálculo da força de tração que provoca o escoamento da barra ($F_{td}$) de aço rosqueado (Equação 4) ou nervurado (Equação 5). Para que ocorra o escoamento da barra de aço, deverão ser garantidos valores de $L$ mínimos para que a condição de ruptura seja dada pelo escoamento da barra de aço (Equações 4 e 5).

$$R_d = menor \begin{cases} F_{t\alpha d} = f_{t\alpha d} \times A_{região\ 1} \ (1) \\ F_{t\alpha d} = f_{t\alpha d} \times A_{região\ 2} \ (2) \\ F_{vd} = f_{vd} \times A_{lateral\ furo} \ (3) \\ F_{td} = \begin{cases} \dfrac{0{,}75 \cdot A_g \cdot f_{uk}}{\gamma_{a1}} \leq \dfrac{A_g \cdot f_{yk}}{\gamma_{a2}} \ (4) \\ \dfrac{A_g \cdot f_{yk}}{\gamma_s} \ (5) \end{cases} \end{cases}$$

Com:

- $A_{região\ 1} = \pi \times \frac{\emptyset_{furo}{}^2}{4}$
- $A_{região\ 2} = b \times b$
- $A_{lateral\ furo} = \pi \times \emptyset_{furo} \times L$
- $A_g = \pi \times \frac{\emptyset_{barra}{}^2}{4}$

Onde:

- $f_{t\alpha d}$ é a resistência de projeto à tração inclinada num ângulo α às fibras;
- $f_{vd}$ é a resistência de projeto ao cisalhamento da madeira;
- $f_{uk}$ é a resistência à tração do aço rosqueado;
- $f_{yk}$ é a tensão de escoamento à tração do aço rosqueado ou nervurado;
- $\gamma_{a1}$ é o coeficiente de ponderação para Estados Limites de Serviço do aço, igual a 1,10;
- $\gamma_{a2}$ é o coeficiente de ponderação para Estados Limites de Últimos do aço, igual a 1,35;
- $\gamma_s$ é o coeficiente de ponderação do aço nervurado, igual a 1,15;
- $\emptyset_{furo}$ é o diâmetro do furo no qual se inserem a barra e o adesivo;
- $b$ é a largura da seção transversal do bloco de madeira;
- $L$ é o comprimento de ancoragem da barra de aço;
- $A_g$ é a área bruta da seção perpendicular da barra de aço.

Considerando que a barra de aço poderá ser inserida até atingir o fundo do furo, poderá ocorrer a ausência de adesivo entre a madeira e a barra nesta área. Desta forma, a Equação 1 poderá ser desconsiderada. Foi desconsiderado o tipo de adesivo utilizado, assim como sua espessura, uma vez que as ligações coladas entre barras de aço e madeira não têm seu desempenho mecânico afetado por este elemento, desde que a sua espessura seja maior que 0,5 mm (DIAS, 2015) e inferior a uma espessura que não comprometa sua resistência devido à retração HARVEY et al. (2000) e BROUGHTON e HUTCHINSON (2001). Para analisar as diferenças entre os resultados experimentais (valores mínimos de

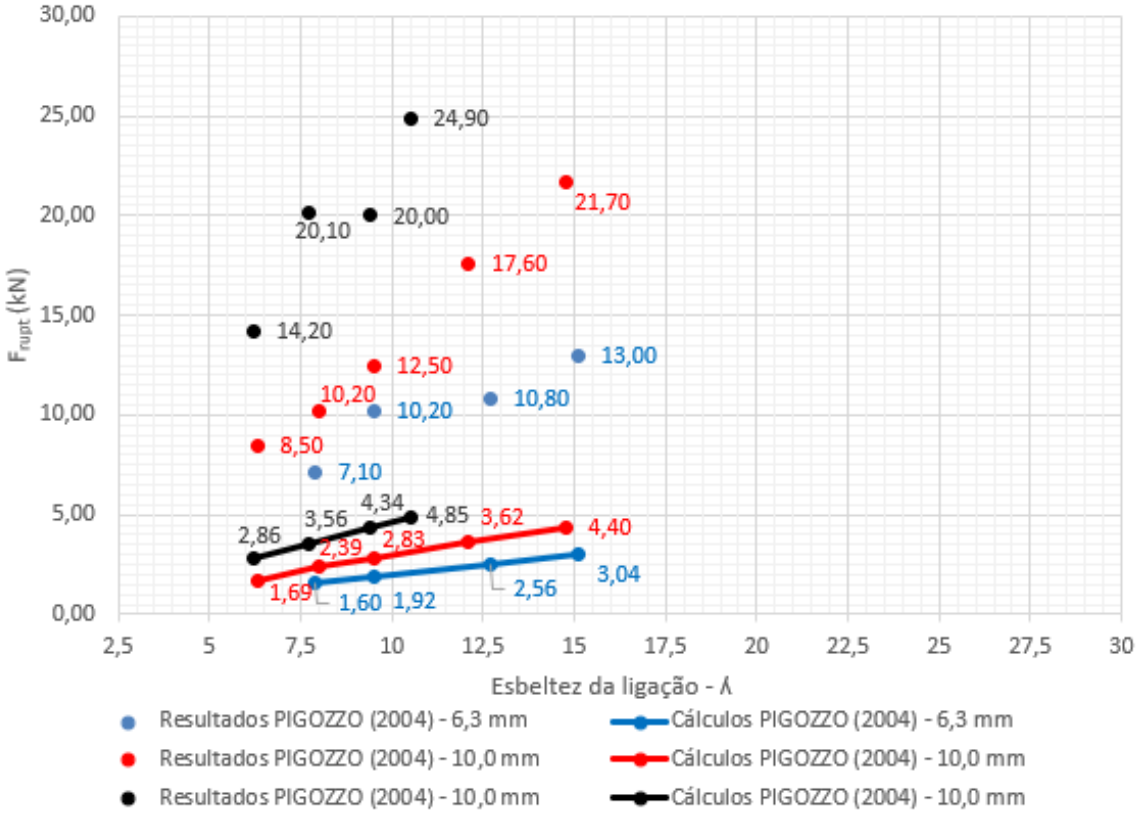
$F_{rupt}$) e os valores provenientes das Equações de 1 a 5, foram calculados os valores mínimos de *L* mínimos para cada trabalho experimental, considerando a necessidade de ocorrência do escoamento da barra e as características geométricas e materiais de cada estudo.

## 4 RESULTADOS

Cada trabalho experimental apresentou resultados superiores às forças de ruptura de cálculo obtidas pelas equações estipuladas na metodologia e as previsões normativas apresentaram tendência linear, com pequenas variações. Considerando o fato da necessidade de salvaguardar a segurança das estruturas, é preciso que os valores de cálculo não excedam os valores experimentais mínimos. No entanto, por questões de economia, não é desejável que exista uma discrepância excessiva entre os valores experimentais e de cálculo. Os Gráficos de 1 a 4 apresentam os valores mínimos das forças de ruptura obtidos experimentalmente e os valores calculados pelas normas de dimensionamento.

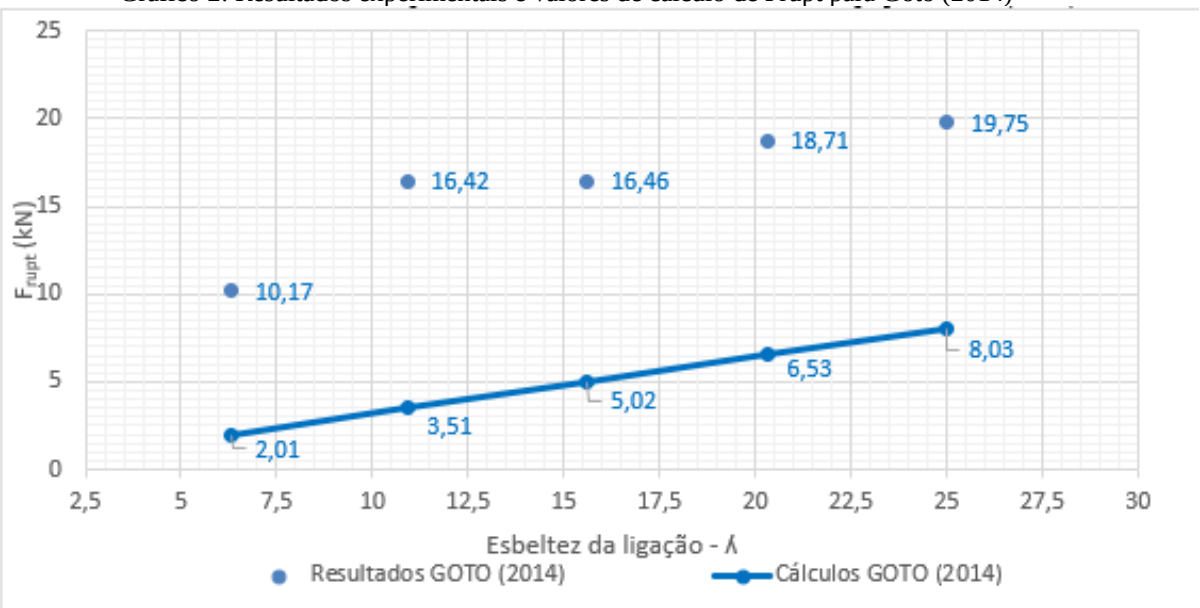
A Tabela 1 apresenta as diferenças médias entre os resultados experimentais e os valores de cálculo obtidos através das normas ABNT NBR 7190:1997 e ABNT NBR 8800:2008. É possível constatar que as diferenças entre os valores experimentais e de cálculo variam entre 52,19% e 80,86%, para os estudos de Molina (2005) e Pigozzo (2004), respectivamente. Excluindo os estudos de Molina (2005), as diferenças entre os valores médios e experimentais estão aproximadamente entre 60 e 80%. O fato dos valores de cálculo estarem abaixo dos valores experimentais se deve à presença dos coeficientes de segurança utilizados nas Equações de 1 a 5. No caso do estudo de Dias (2015), onde foram constatados erros de execução, verifica-se que os resultados experimentais permanecem acima dos valores de dimensionamento. Desta forma, é possível verificar que, para os estudos analisados, as normas de dimensionamento garantem valores inferiores aos resultados experimentais.

Gráfico 1: Resultados experimentais e valores de cálculo de $F_{rupt}$ para PIGOZZO (2004)



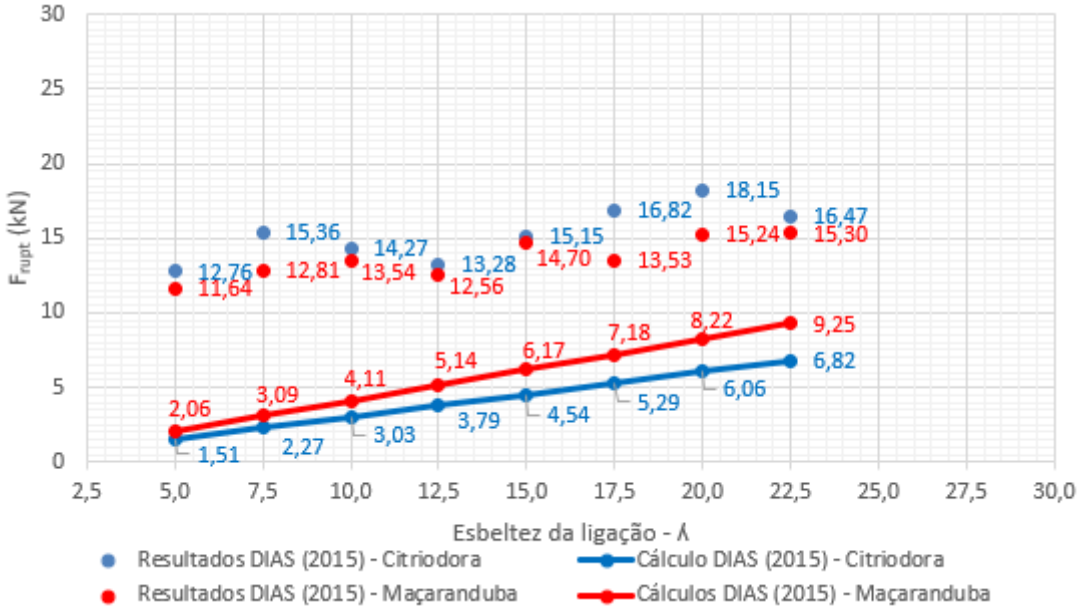

Fonte: Os autores

Gráfico 2: Resultados experimentais e valores de cálculo de Frupt para Goto (2014)



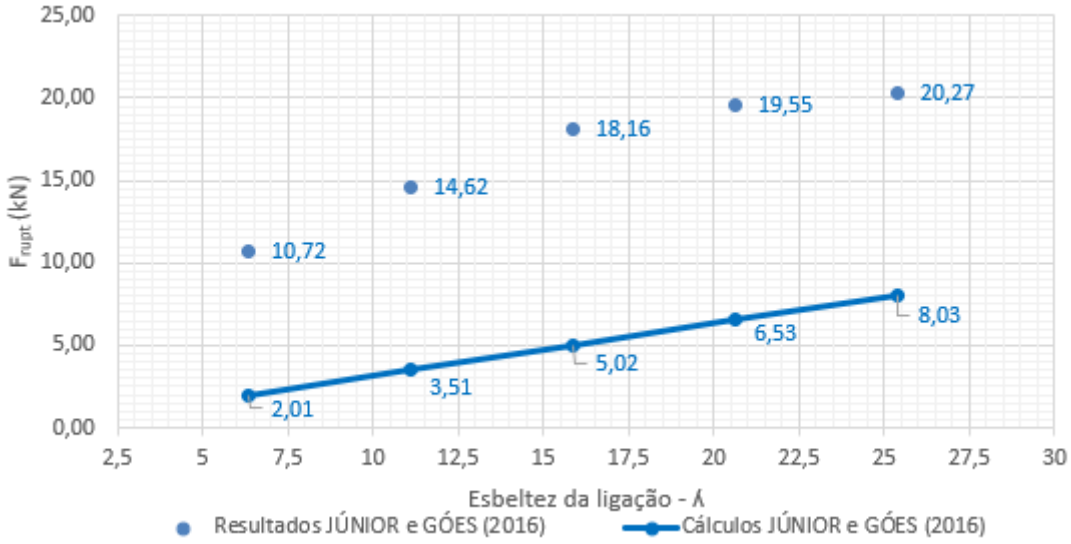

Fonte: Os autores

Gráfico 3: Resultados experimentais e valores de cálculo de $F_{rupt}$ para Dias (2015)




Fonte: Os autores

Gráfico 4: Resultados experimentais e valores de cálculo de $F_{rupt}$ para Júnior e Góes (2015)




Fonte: Os autores

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o levantamento bibliográfico feito, conclui-se que fatores como teor de umidade, densidade da madeira, tipo e espessura do adesivo, parâmetros geométricos (comprimento de embutimento, quantidade de barras na ligação e distância entre estas), tipo e resistência do aço, entre outros, influem diretamente nas propriedades mecânicas das ligações com barras de aço coladas em madeira. A partir das normas ABNT NBR 7190:1997 e ABNT NBR 8800:2008 foram estipulados os critérios para dimensionamento das ligações, onde se justificou que as mesmas devem ter resistência

ao cisalhamento da madeira superior à resistência ao escoamento do aço, para que seu rompimento seja dúctil. As normas de dimensionamento apresentaram valores de cálculo das forças de ruptura inferiores em relação aos resultados experimentais em cerca de 60% e 80%, garantindo, para as condições dos estudos analisados, a segurança estrutural das conexões.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira: Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios: Rio de Janeiro, 2008.

AZINOVIĆ, B. Experimental investigation of the axial strength of glued-in rods in cross laminated timber. **Materials and Structures**, v. 51, n. 6, p. 143, 2018.

BULHÕES, M. S.; DIAS, J.M.S.; CUNHA, R.D.A.; CÉSAR, S.F. Influência da densidade básica de madeiras em furações para ligações coladas com barras de aço. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 6, p. 3406-3416, 2020a.

BULHÕES, M. S.; DIAS, J.M.S.; CUNHA, R.D.A.; CÉSAR, S.F. Influência dos defeitos de execução e da madeira na resistência mecânica de ligações coladas com barras de aço. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 6, p. 3406-3416, 2020b.

BROUGHTON, J. G.; HUTCHINSON, A. R. Pull-out behaviour of steel rods bonded into timber. **Materials and Structures**, v. 34, p. 100-109, 2001.

CHANS, D. O.; CIMADEVILA, J. E.; GUTIÉRREZ, E. M. Influence of the geometric and material characteristics on the strength of glued joints made in chestnut timber. **Materials and Design**, v. 30, p. 1325-1332, 2009.

DEL SENNO, M.; PIAZZA, M.; TOMASI, R. Axial glued-in steel timber joints – experimental and numerical analysis. **Holz Roh Werkst**, v. 62, p. 137-146, 2004.

DIAS, J. M. S. et al. Ligações com barras de aço rosqueadas coladas em madeira de maçaranduba. In: XV ECONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E ESTRUUTRAS DE MADEIRAS. **Anais**... Curitiba: [s.n.], 2015.

DIAS, J. M. S. **Ligações Estruturais com Barras de Aço Coladas com Epóxi em Madeiras de Alta Densidade: Influência dos defeitos da madeira e dos erros de produção na resistência mecânica**. 2015. 218 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

DIAS, J. M. S. **Estruturas de Madeira – Coleção Manuais de Engenharia Civil para Concursos**: 2B Educação, 2018. v. 3.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). **Eurocode 5**: Design of timber structures, part 1-1. Brussels: General, 2008.

GOTO, Amanda Sayumi. **Avaliação da influência do comprimento de ancoragem para ligações com barras de aço coladas em madeira**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

HARVEY, K. et al Bounded-in pultrusions for moment resisting timber connections. In: 33rd Conference of the Working Commission W18 – Timber Structures of the International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 2000, Delft. **Proceedings of the 33rd of the Working Commission W18 – Timber Structures of the International Council for Research and Innovation in Building and Construction**. Delft, 2000.

HIBBELER, R.C. **Resistência dos materiais**: Pearson Educación, 2009. v. 7.

JÚNIOR, D.; GÓES, J. L. Ligações com barras de aço coladas em madeira - a influência do sentido das fibras na resistência ao arrancamento. In: ECONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E ESTRUTURAS DE MADEIRAS. **Anais...** Curitiba: [s.n.], 2016.

MOLINA, J. C.; JUNIOR, C.; CARREIRA, M. R. Pullout strength of axially loaded steel rods bonded in glulam at a 45º angle to the grain. **Materials Research**, v. 12, n. 4, p. 427-432, 2009.

MOLINA, J. C.; JUNIOR, C. C. Estudo da ancoragem de barras de aço coladas em peças estruturais de madeira. **Revista Madeira Arquitetura e Engenharia**, v. 16, 2005.

PIGOZZO, J. C. **Estudo e aplicações de barras de aço coladas como conectores em lajes mistas de madeira e concreto para tabuleiros de pontes**. 2004. 343p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

PINTO, E. M.; JÚNIOR, C. C. A madeira: Um material Construtivo Resistente ao Fogo. **Revista Eletrônica de Ciências**, USP, São Carlos, v. 1, p. 1-2, 2004.

SERRANO, E.; STEIGER, R.; LAVISCI,P. Glued-in rods. Core Document, p.37, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Rene_Steiger/publication/285772169_Glued-in_rods/links/5885af7592851c21ff4d1dd4/Glued-in-rods.pdf>; Acesso em: 20 de Abril de 2019.

STEPINAC, M. et al. Comparison of design rules for glued-in rods and design rule proposal for implementation in European standards. In: MEETING 46 OF THE WORKING COMMISSION W18 – TIMBER STRUCTURES OF THE INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. **Proceedings of** […]. Vancouver, 2013.

TLUSTOCHOWICZ, G.; SERRANO, E.; STEIGER, R. State-of-the-art review on timber connections with glued-in steel rods. **Materials and Structures**, v. 44, n. 5, p. 997–1020, 2011.