



Investigação experimental e numérica da ligação montante-guia em painéis de Light Steel Framing

Palavras-Chave: Steel framing, ligação montante-guia, conexão parafusada, conexão rebitada, simulação numérica.

Autores/as:

Fabiane Camargo Carneiro Marinheiro (FECFAU/UNICAMP)

Prof. Dr. Saulo José Castro de Almeida (orientador) (FECFAU/UNICAMP)

INTRODUÇÃO:

A presente pesquisa trata do comportamento estrutural da ligação montante-guia em perfis de aço galvanizado utilizados no sistema Light Steel Framing, com foco na influência do espaçamento entre esses elementos e na comparação do desempenho entre diferentes tipos de conectores (parafusos e rebites). O trabalho envolveu a realização de ensaios experimentais e de modelagem numérica com o objetivo de investigar como o espaçamento (gap) entre o montante e a guia afeta a rigidez e a resistência da conexão.

METODOLOGIA:

Para o planejamento das amostras utilizadas no estudo e início dos ensaios foram analisadas referências normativas, como a AISI-S902 de 2017, em seguida, as dimensões e configuração foram estabelecidas conforme Figura 1. Para os ensaios foram organizadas 30 configurações de amostras, compostas por pares de montantes e guias com diferentes espessuras (0,80 mm, 0,95 mm e 1,25 mm), conectados com parafusos autobrocantes e mais 30 amostras com conexão rebitada, todas variando-se o espaçamento entre 0 mm, 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm.

As amostras foram montadas com o auxílio de gabaritos de aço de 5 mm de espessura para maior controle e precisão das lacunas. A fixação foi feita manualmente, com marcações previamente estipuladas e furos prévios para facilitar a fixação dos parafusos e rebites. Além disso, os elementos foram contraventados com apoios de madeira durante a fixação para evitar movimentações durante a inserção dos conectores.

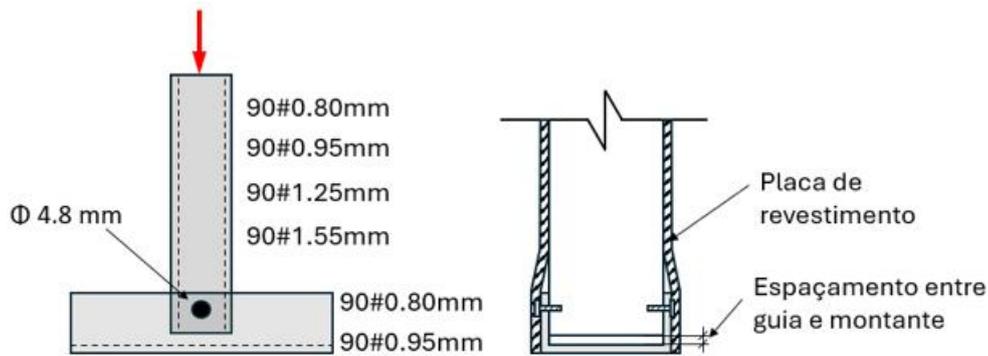


Figura 1: Configuração do protótipo

Os ensaios foram realizados na Máquina Universal de Ensaio Emic DL 30000, com célula de carga de 300 kN e ajustada a uma velocidade de compressão de 0,5 mm/min. Além disso, um transdutor externo à máquina foi acoplado para medir a deformação axial ao longo do tempo (Figura 2), assim, possibilitando avaliar modos de falha, deslocamento e capacidade resistente das ligações.

A etapa numérica de calibração dos modelos numéricos já foi iniciada no ANSYS Mechanical 2025 conforme Figura 3. Os modelos 3D foram criados no SpaceClaim (atuador, montante, guia e parafusos definidos como sólidos individuais) e importados para o ambiente de simulação.

A malha foi estipulada de acordo com a geometria dos sólidos, foram definidos os métodos Sweep (ideal para extrusões retas), para o montante e a guia e MultiZone (ideal para geometria regular, simetricamente extrudada) para os parafusos e o atuador. Foram aplicadas condições



Figura 2: Amostra submetida à máquina de compressão e ao transdutor.

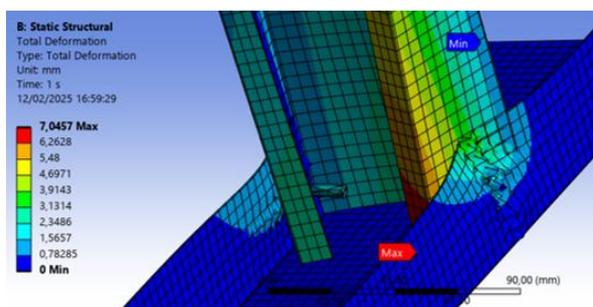


Figura 3:: Calibração do modelo numérico (Deformação Total).

de contorno com apoio fixo na base da guia e força vertical para baixo no atuador rígido, posicionado sobre o montante. Contatos bonded, rough e frictional foram utilizados conforme cada caso. Na sequência serão utilizadas as Tensões Equivalentes de Von Mises para finalizar a calibração do modelo, bem como para construir e analisar os resultados finais das análises numéricas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Nos ensaios experimentais, as conexões parafusadas apresentaram melhor comportamento à espaçamentos menores, como pode ser observado nas Figuras 4 e 5, em que se pode notar a oscilação durante a acomodação do montante à guia em uma lacuna maior, provocando uma deformação mais significativa. Os rebites mostraram comportamento mais frágil, com falhas precoces e sem redistribuição significativa de tensões, com rompimento próximo a carga de 2500N, verificado segundo o gráfico presente na Figura 6. Somente na configuração de 0 mm o desempenho foi similar à ligação parafusada, conforme Figura 7.

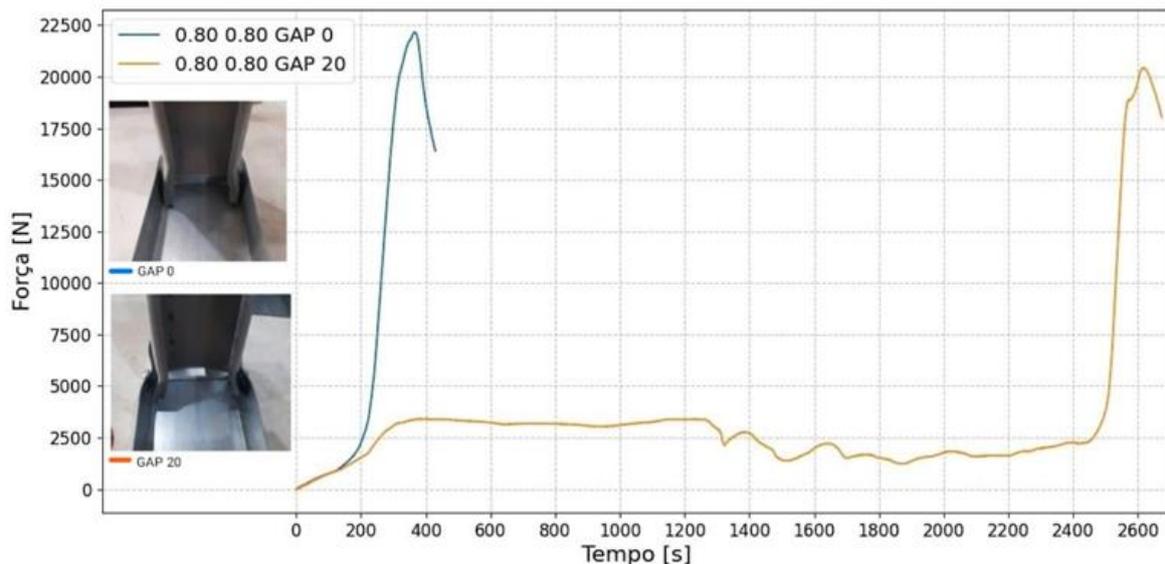


Figura 4: Gráfico Força. Ligação parafusada. Guia 0.80, montante 0.80, GAPs 0 e 20.

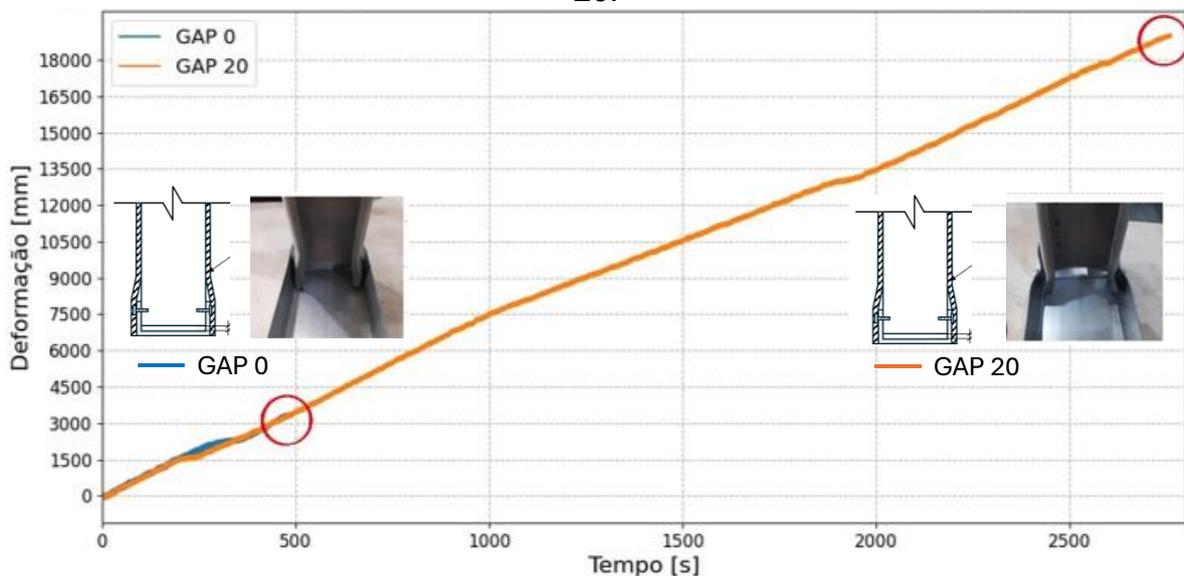


Figura 5: Gráfico Deformação. Ligação parafusada. Guia 0.80, montante 0.80, GAPs 0 e 20.

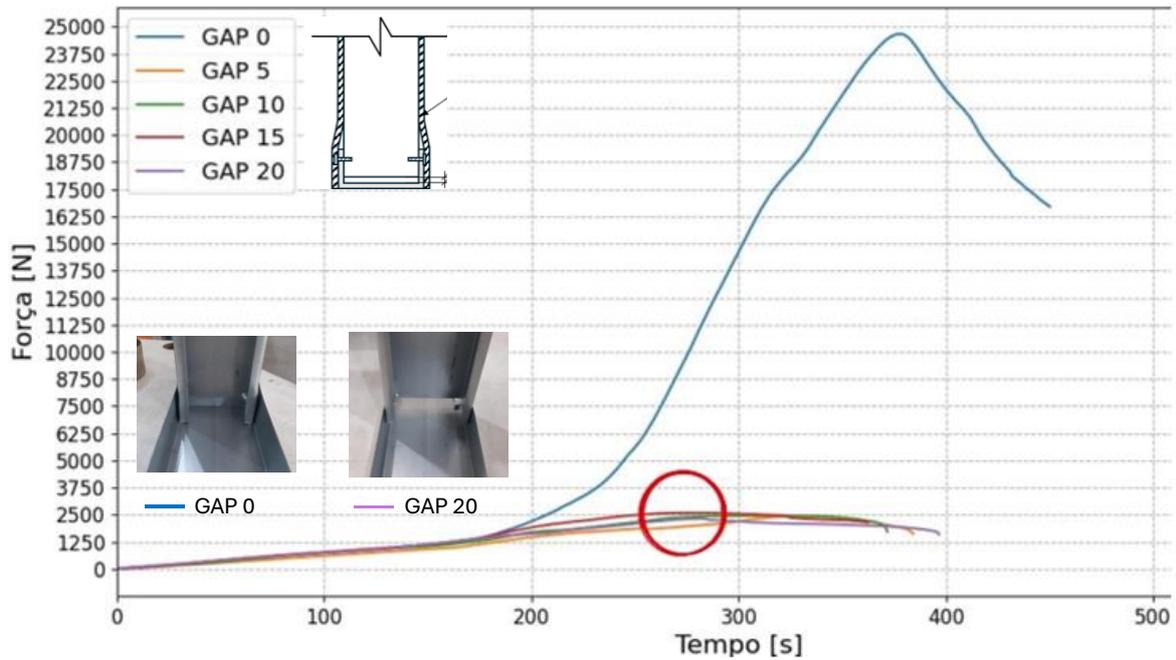


Figura 6: Gráfico Força. Ligação rebitada. Guia 0,80mm, montante 0,80mm.

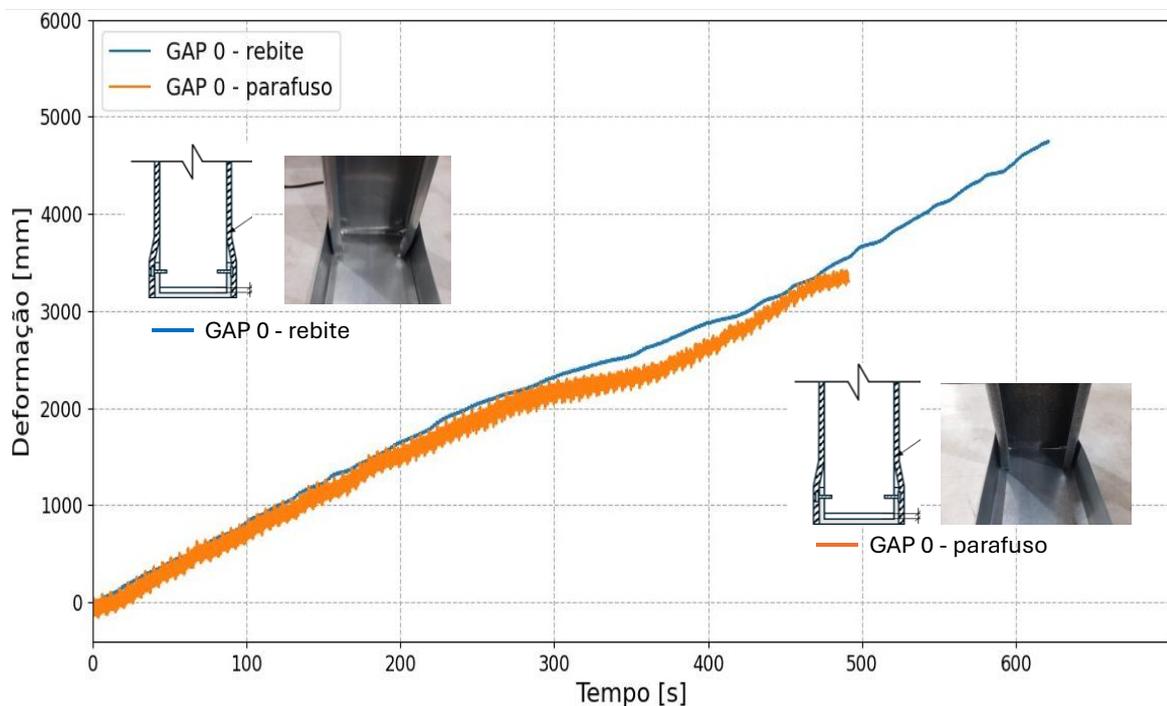


Figura 7: Gráfico Deformação. Guia 0.8, montante 1.25.

As simulações estão em fase de calibração com intuito de checar se os modelos se assemelham aos resultados dos testes experimentais. Está sendo analisada a simulação não linear, Transient Structural, além de ser introduzido o atuador rígido como intermediário entre a força e o montante a fim de garantir uma aplicação uniforme da carga, permitindo uma distribuição de tensão com maior semelhança à realidade do experimento.

Destaca-se também que uma das próximas etapas desta linha de pesquisa preveem a inclusão da modelagem com placas de OSB e novos ensaios laboratoriais. A continuidade do estudo teve seu cronograma atualizado (em razão das dificuldades encontradas para se obter o material necessário para realizar os testes experimentais preliminares no contexto do presente trabalho de iniciação científica) a agora está prevista para ser realizada em um trabalho de mestrado em desenvolvimento no programa de pós-graduação em Engenharia Civil da FECFAU.

CONCLUSÕES:

As conexões parafusadas demonstraram maior capacidade resistente e melhor distribuição de tensões, especialmente em configurações sem espaçamento (0 mm). As ligações com rebites foram mais suscetíveis a falhas abruptas em lacunas maiores, apresentando rompimento em espaçamentos maiores que 0 mm. A modelagem numérica está na fase de calibração dos modelos numéricos e a expectativa é que até o término do trabalho a mesma seja finalizada e se possa avançar para análises paramétricas que permitam investigar aspectos de interesse da ligação investigada.

BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR ISO 6892-1. **Determinação da tensão-deformação em materiais metálicos - Parte 1: Método de ensaio em condições ambientais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019. Anexo B, p. 40.

AISI-S902. **Especificação para a fabricação de aços para aplicações estruturais**. 1. ed. Pittsburgh: American Iron and Steel Institute, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16970: Light Steel Framing: sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamento em chapas delgadas**. Rio de Janeiro, 2017.

FINDLAY, Paul F.; LABOUBE, Roger A. **Wall stud-to-track gap: Experimental investigation**. Journal of Architectural Engineering, v. 13, n. 2, p. 105-110, 2007.