

Nº 178934

Avaliação do desempenho mecânico de juntas híbridas adesivo-rebite em relação às juntas convencionais

**Leonardo Rodrigues Danninger
Marcello Gonçalves
Ana Paola Villalva Braga**

*Palestra apresentada no CONGRESSO
INTERNACIONAL DO ALUMÍNIO, 9.,
2024, Campinas. 14 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

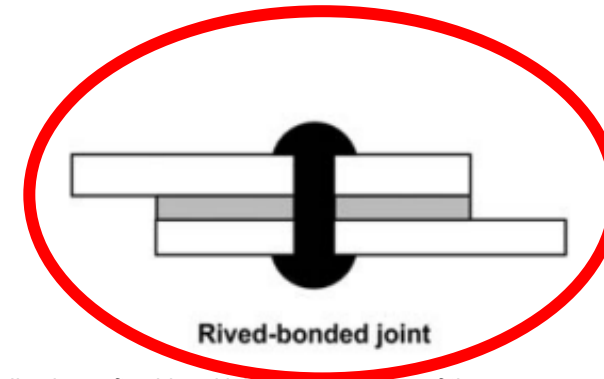
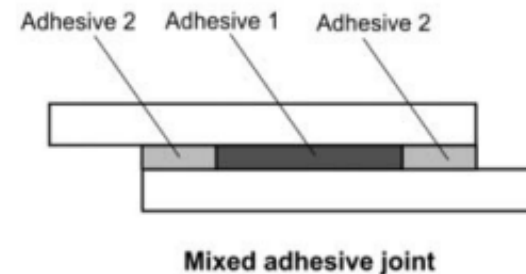
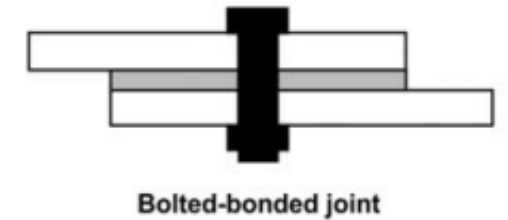
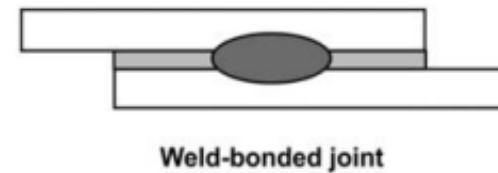
PROIBIDO REPRODUÇÃO

Leonardo Rodrigues Danninger, Marcelo Gonçalves, Ana Paola Villalva Braga

Avaliação do Desempenho Mecânico de Juntas Híbridas Adesivo-Rebite em Relação às Juntas Convencionais

Introdução

- O que são Juntas Híbridas?
 - Combinação de uma ou mais técnicas de união visando um melhor desempenho
- Por que usar juntas Híbridas?
 - Desafios na aplicação de técnicas tradicionais
 - Flexibilização na etapa de manufatura

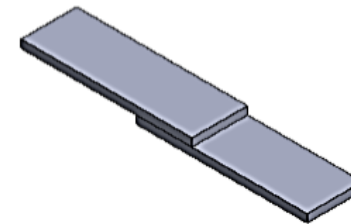
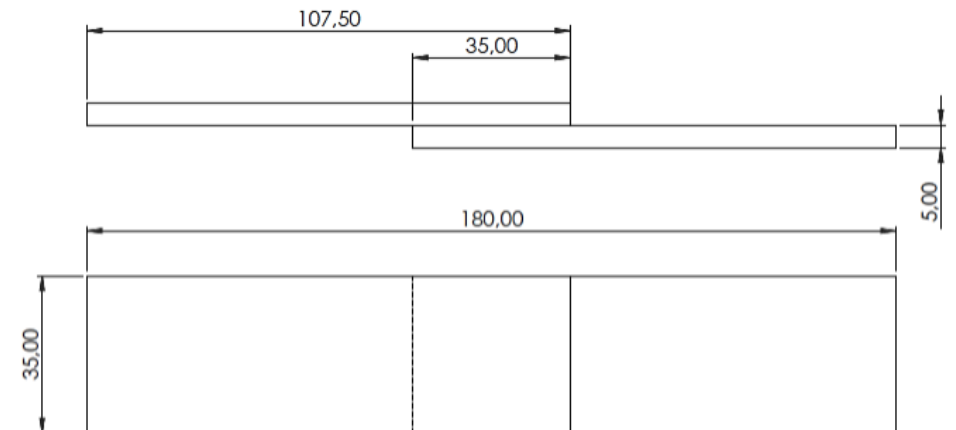


Kavak, N.; Altan, E. (2014). A new hybrid bonding technique: Adhesive-soft soldered joints. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 228(2), 137–143. doi:10.1177/1464420713514959

Metodologia

Preparação – Junta Adesivada

- **Adesivo:** LORD®852/25GB + LORD®
Acelerador 25GB
 - Adesivo estrutural
- Colagem com base na norma ASTM D1002
- Área de sobreposição: 35 x 35 mm²



SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS				NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	
TOLERÂNCIAS NÃO-ESPECIFICADAS: LINEAR: ± 0,1 mm				TÍTULO: Coupon - Junta Adesivada	
Desenhado por:	HOMÉ	DATA			
	L. Darringer	13/21/2021			
Aprovado por:	HOMÉ	DATA			
	L. Darringer	13/12/2021			
Laboratório:			MATERIAL:		Informações adicionais:
Laboratório de Processos Metalúrgicos			*CF. Entrega*		-
PESO:			ESCALA: 1:2		FOLHA 1 DE 1

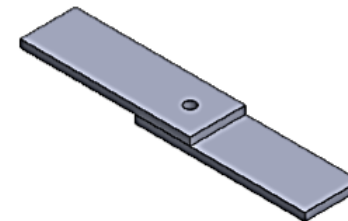
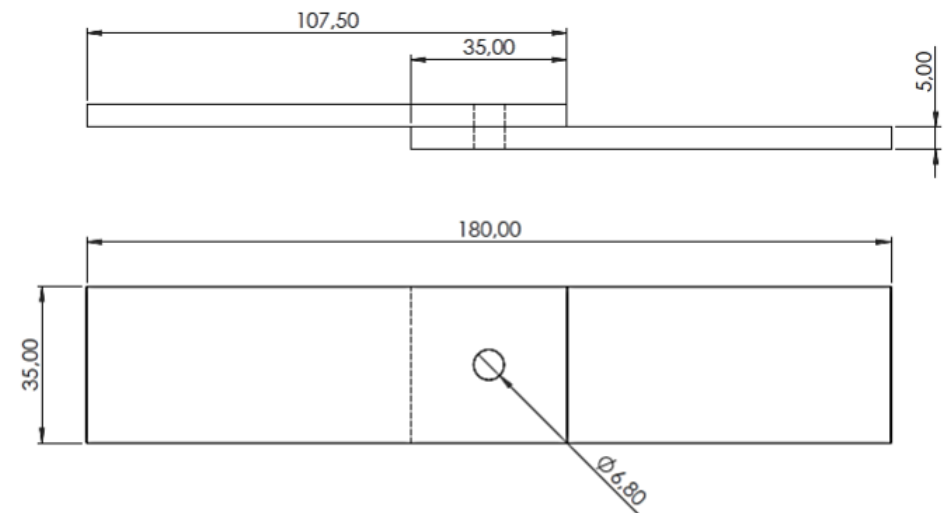
Metodologia

Preparação – Junta Rebitada

- **Fixador mecânico:** Rivquick® Varilock
 - Desempenho em fadiga
 - Disponibilidade de mercado

- **Ferramenta de montagem:** *Bollhoff P3000*

- **Área de sobreposição:** 35 x 35 mm²

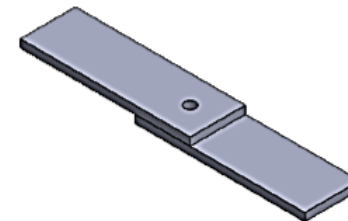
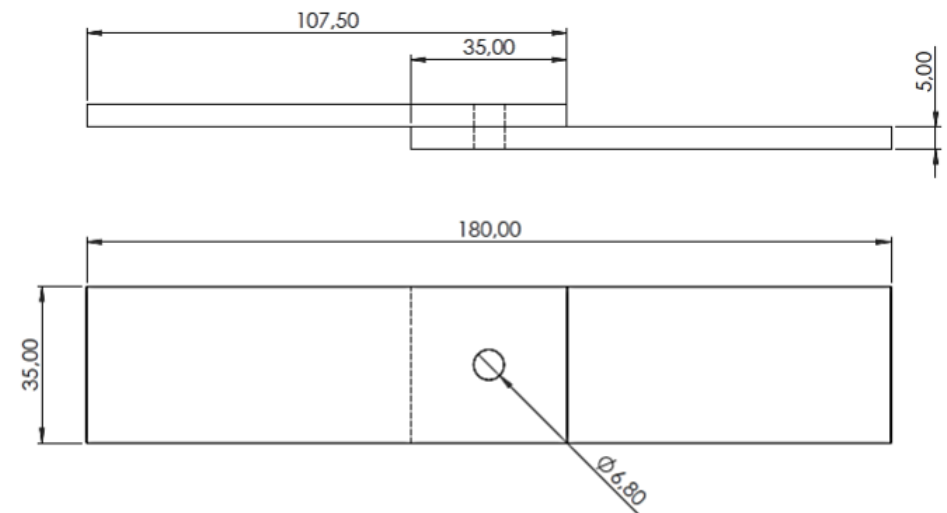


SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS				NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	
TOLERÂNCIAS NÃO-ESPECIFICADAS: LINEAR: ± 0,1 mm				TÍTULO: Coupon - Junta rebitada e Junta híbrida	
Desenhado por:	HOME	DATA			
Aprovado por:	L. Darvinger	13/12/2021			
Laboratório:	Laboratório de Processos Metalúrgicos		MATERIAL:	*CF. Entrega*	
			PESO:	Informações adicionais:	A4
				-	
			ESCALA: 1:1	FOHA: 1 DE 1	

Metodologia

Preparação – Junta Híbrida

- **Adesivagem seguida de aplicação do rebite**
 - Adesivo: LORD®852/25GB + LORD®
Acelerador 25GB
 - Fixador Mecânico: Rivquick® Varilock
- **Área de sobreposição: 35 x 35 mm²**



SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS				NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	
TOLERÂNCIAS NÃO-ESPECIFICADAS: LINEAR: ± 0,1 mm				TÍTULO: Coupon - Junta rebitada e Junta híbrida	
Desenhado por:	HOME	DATA			
Aprovado por:	L. Darvinger	13/12/2021			
Laboratório:			MATERIAL:		Informações adicionais:
Laboratório de Processos Metalúrgicos			*CF. Entrega*		-
PESO:			ESCALA: 1:1		FOLHA 1 DE 1

Ensaio Mecânicos

Ensaio de Tração

- Equipamento: Instron 300DX
 - Velocidade de deslocamento do travessão: 1,5 mm/min
 - Sem a utilização de calços
- Macrofractografia
- Avaliação das propriedades mecânicas
 - Força Máxima
 - Deslocamento Máximo

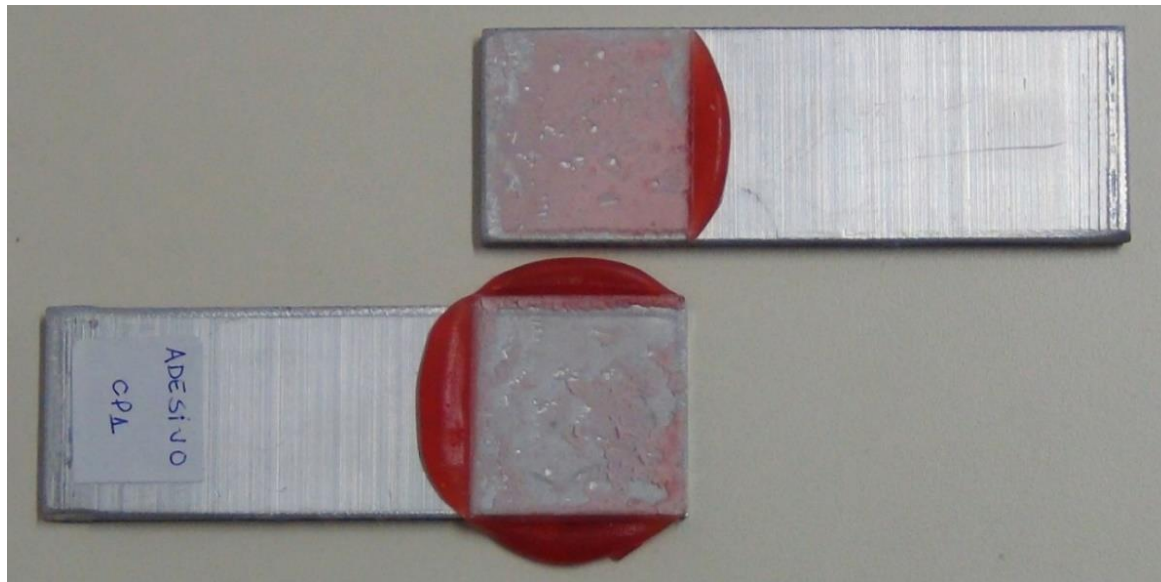
Ensaio de Fadiga

- Controle por força
 - Frequência: 30 Hz
 - $R = 0,1$
 - Run-out: 10^7 ciclos
- Níveis de força: Frações da força máxima
 - Entre 67% e 20% da força máxima
- Levantamento das curvas de Wöhler
- Determinação do limite de fadiga

Resultados e discussão

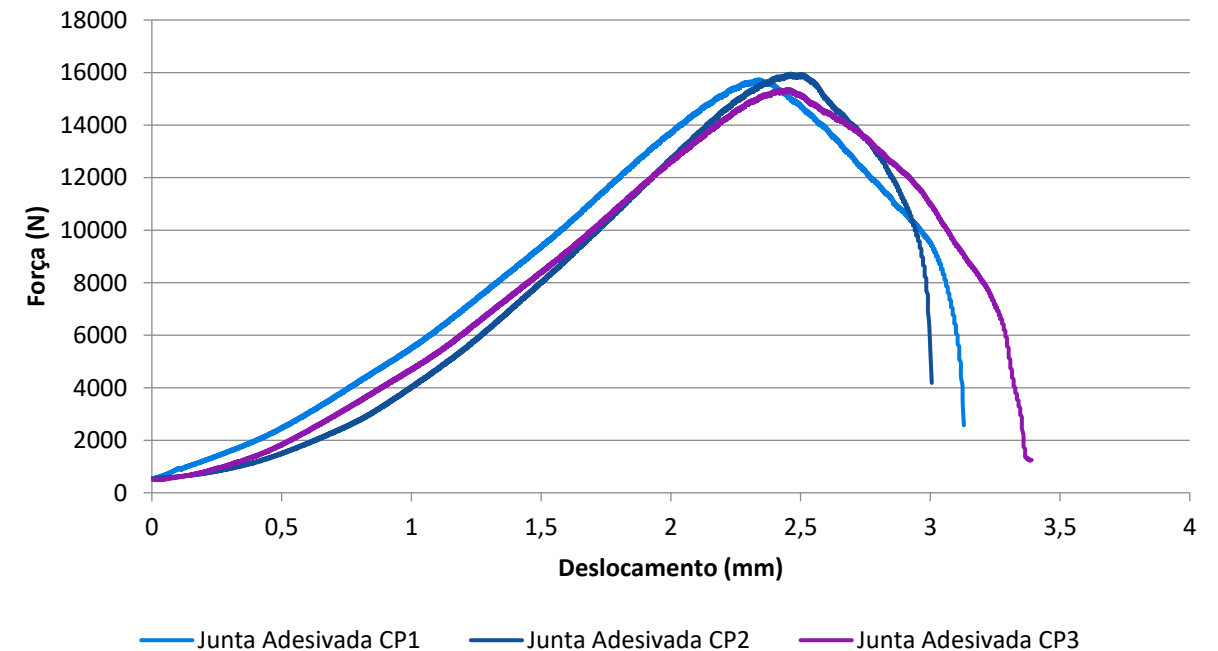
Junta Adesivada

- **Fratura Coesiva** → Sem problemas de adesão
- **Força Máxima:** (15691 ± 301) N



Exemplo do tipo de fratura observado para as juntas adesivadas.
Fratura coesiva da amostra CP1 – Junta Adesivada

Junta Adesivada

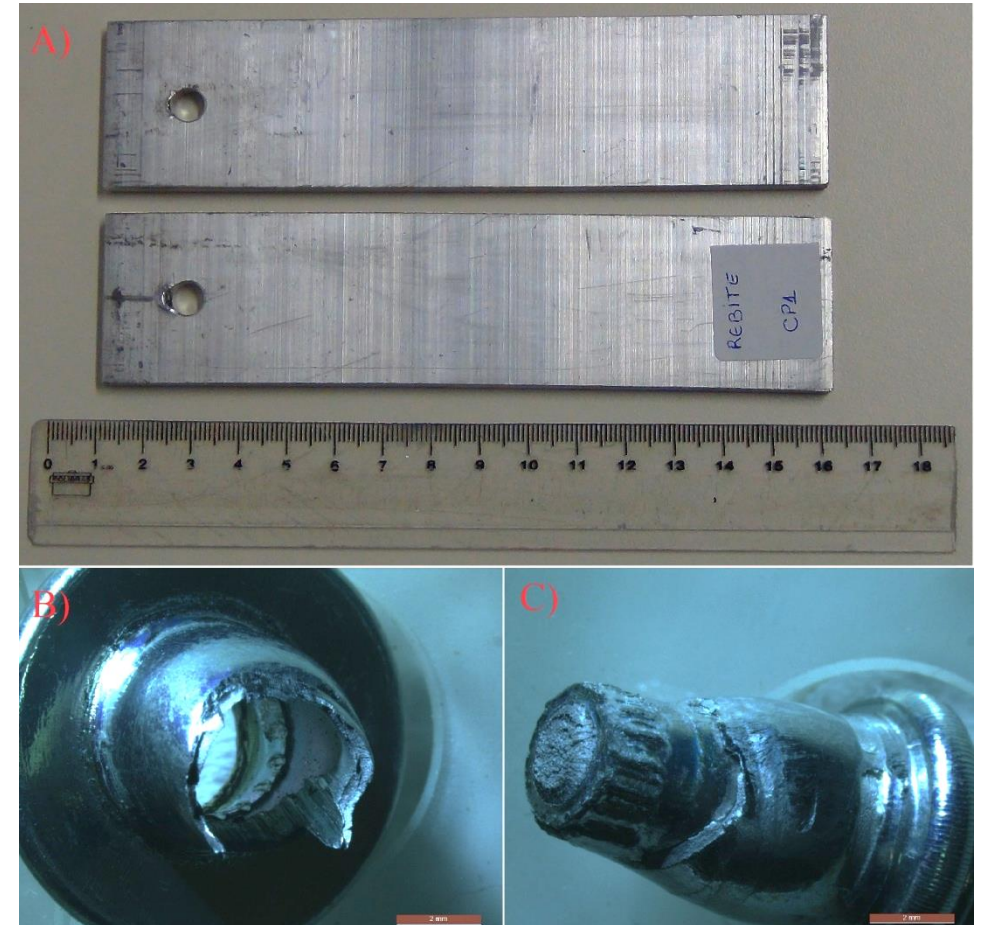
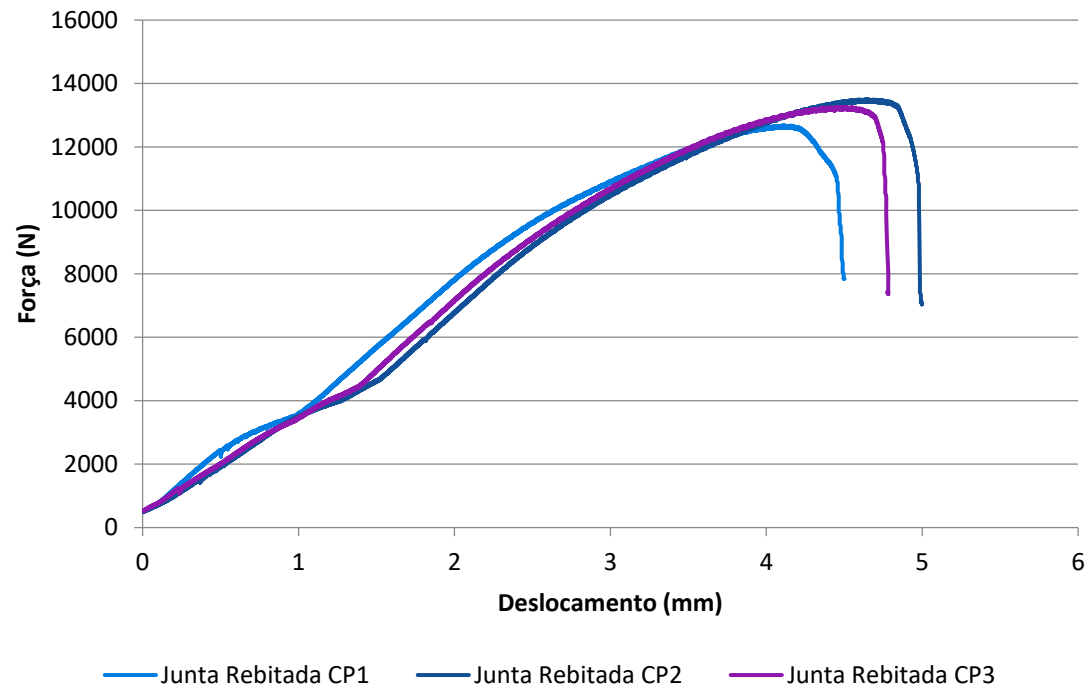


Resultados e discussão

Junta Rebitada

➤ Fratura no corpo do rebite

➤ Força Máxima: (13146 ± 423) N



Exemplo do tipo de fatura observado para as juntas rebitadas.
Fratura da amostra CP1 – Junta Rebitada. A) Fotografia dos substratos, B) Detalhe da fratura próximo a cabeça do rebite e C) detalhe da fratura no corpo do rebite

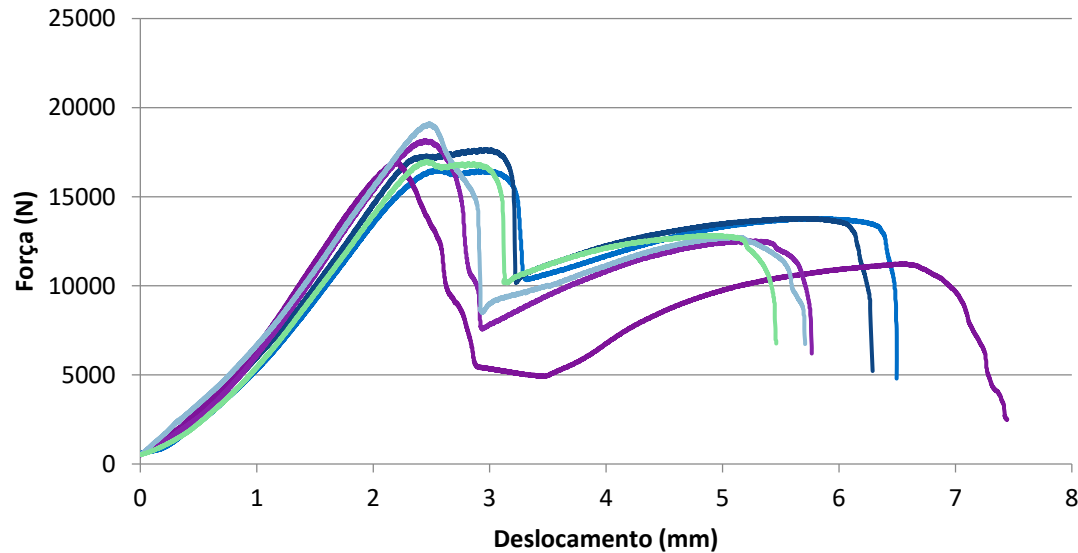
Resultados e discussão

Junta Híbrida

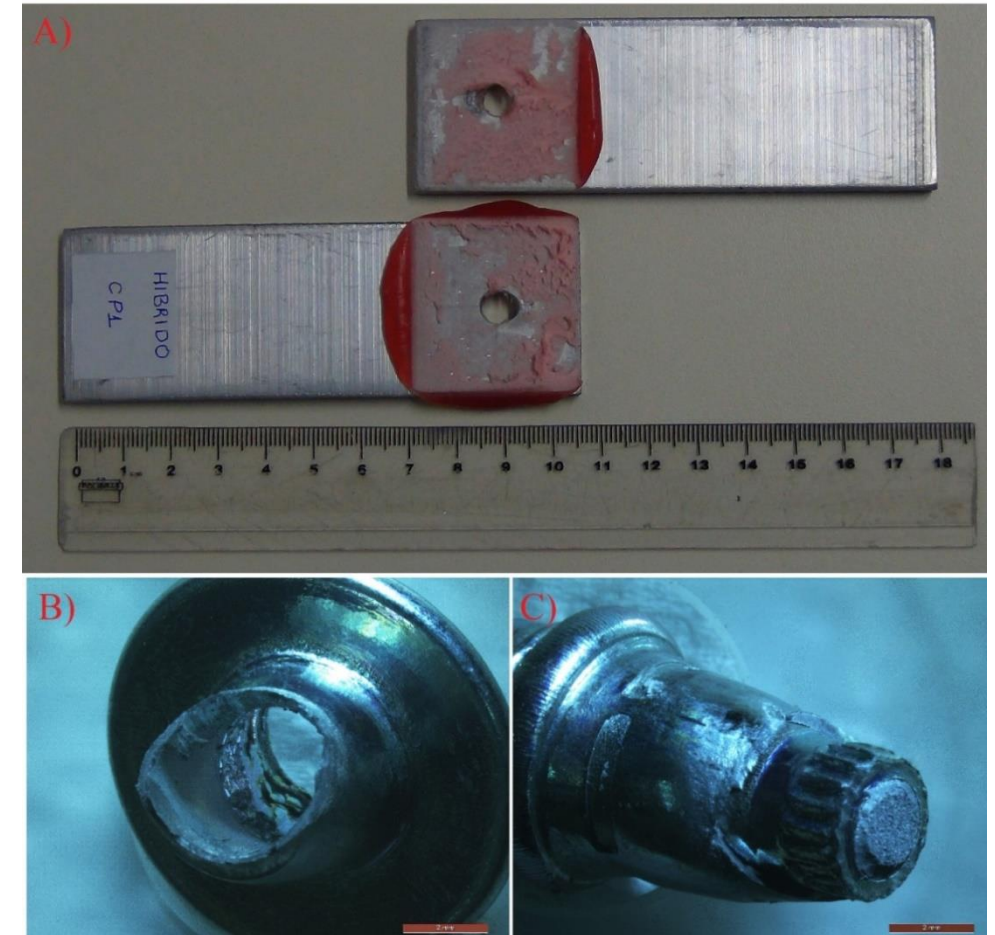
➤ Dois estágios de fratura

➤ Falha do adesivo + falha do rebite → Diferencial da junta híbrida

➤ Força Máxima: (17589 ± 950) N



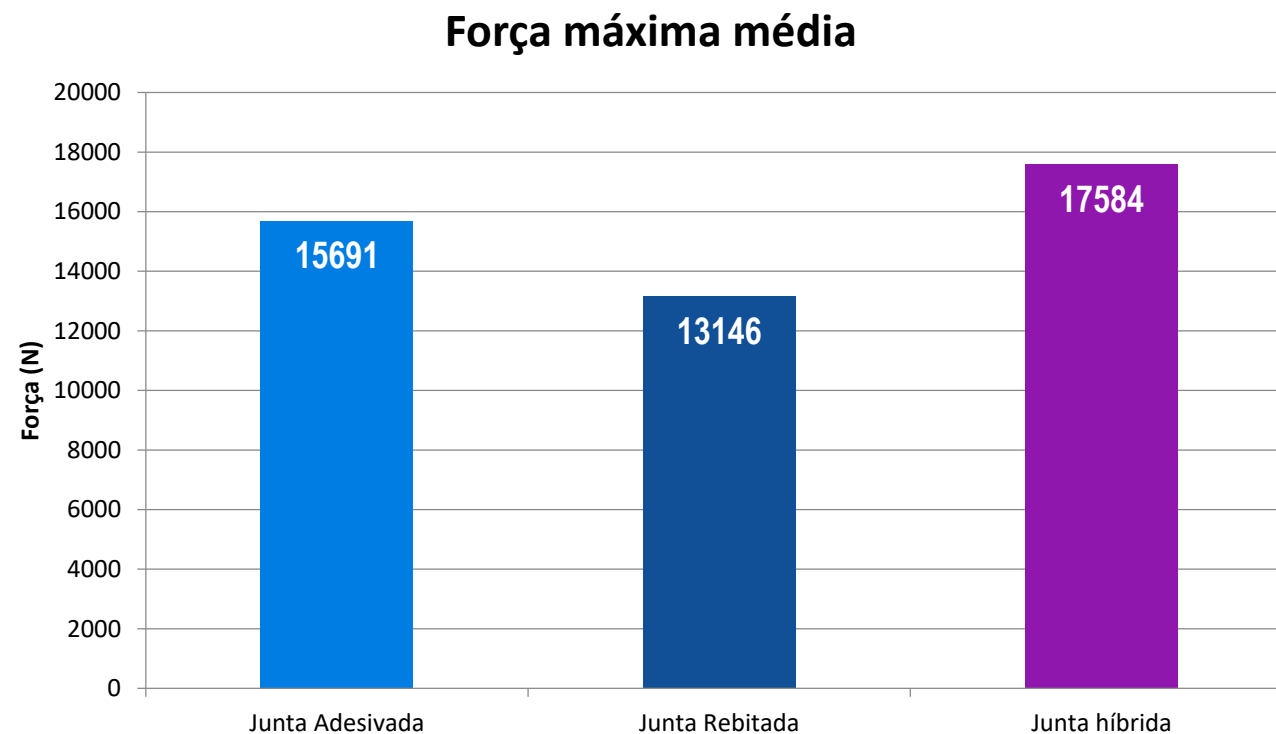
— Junta híbrida CP1 — Junta híbrida CP2 — Junta híbrida CP3
— Junta híbrida CP4 — Junta híbrida CP5 — Junta híbrida CP6



Exemplo do tipo de fatura observado para as juntas rebitadas.
Fratura da amostra CP1 – Junta Híbrida. A) Fotografia dos substratos, B) Detalhe da fratura próximo a cabeça do rebite e C) detalhe da fratura no corpo do rebite

Comparações

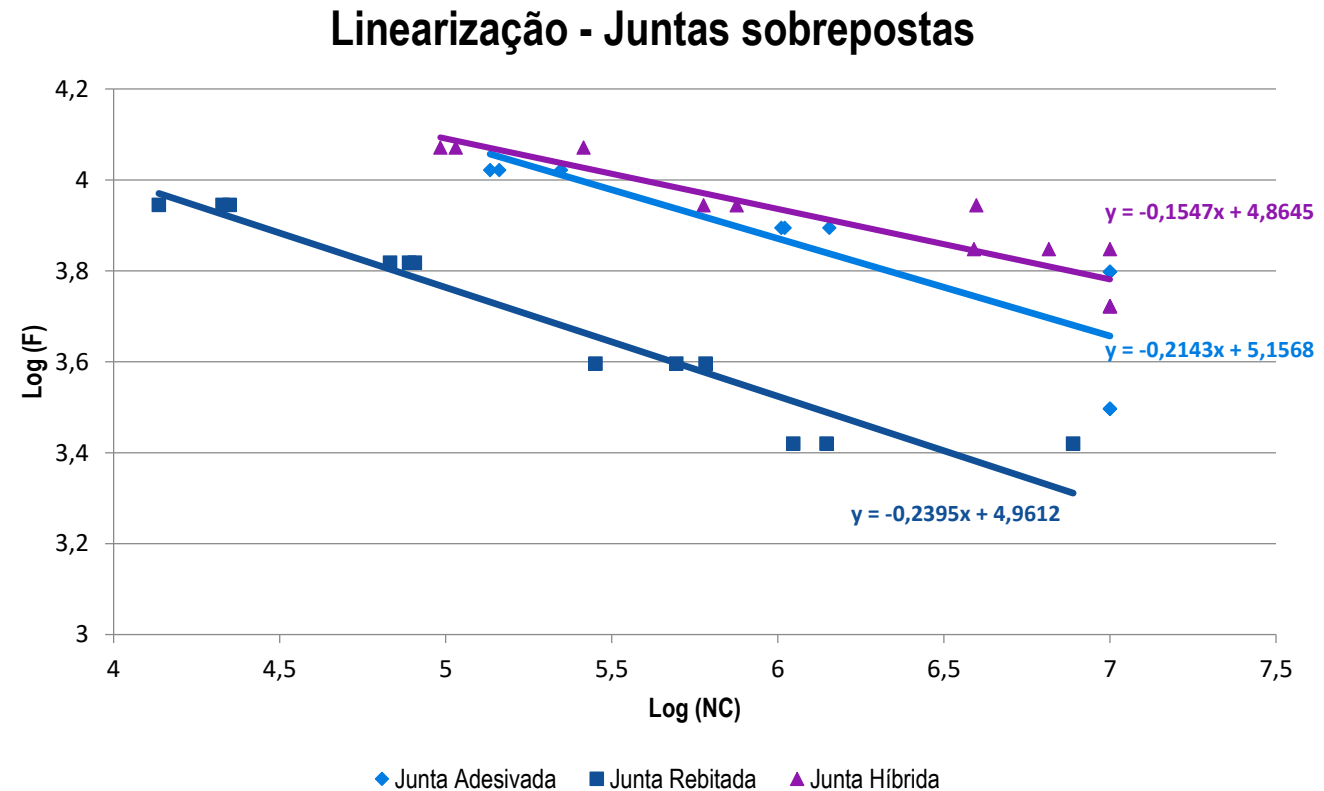
- **Força máxima da Junta Híbrida**
 - 34% maior que da Junta Rebitada
 - 12% maior que da Junta Adesivada
- **Deslocamento máximo da Junta Híbrida**
 - 30% maior que da Junta Rebitada
 - 95% maior que da Junta Adesivada
- **Efeito sinérgico**
 - Rebite: cargas axiais
 - Adesivo: distribuição de tensões



Resultados e discussão

Fadiga

Junta	Limite de fadiga (N)	Fração da força máxima média
Junta Adesivada	4.536	29%
Junta Rebitada	1.926	15%
Junta Híbrida	6.048	34%



Conclusões

1. A falha das juntas híbridas ocorre em um processo de fratura em dois estágios, sendo que o primeiro estágio foi associado à falha de maneira coesiva do adesivo e o segundo estágio associado com a fratura do rebite.
2. A força máxima das juntas híbridas é 34% maior que a junta análoga apenas rebitada e 12% maior que a junta apenas adesivada.
3. O limite de fadiga da junta Híbrida equivale a 34% da sua respectiva força máxima, enquanto para as juntas Adesivada e Rebitada esse valor é de 29% e 15% respectivamente.
4. As juntas híbridas adesivo-rebite apresentam um desempenho mecânico superior quando comparadas à junta apenas adesivada e à junta apenas rebitada, tanto nos ensaios estáticos, quando nos ensaios dinâmicos; evidenciando assim o efeito sinérgico da utilização de duas técnicas de união.



Linked 

Leonardo Rodrigues Danninger

ldanger@ipt.br leonardo.danninger@usp.br

Marcelo Gonçalves

Ana Paola Villalva Braga

ORGANIZAÇÃO E PROMOÇÃO



REALIZAÇÃO

abral

Promovendo o alumínio para
um futuro sustentável