



Friction Stir Welding European Qualifications

# OPERADOR EUROPEU DE SOLDADURA POR FRICÇÃO LINEAR (EFSW-O)



Cofinanciado pelo  
Programa Erasmus+  
da União Europeia



# 6. Manutenção

## Âmbito:

6.1 Tolerâncias para a placa de suporte

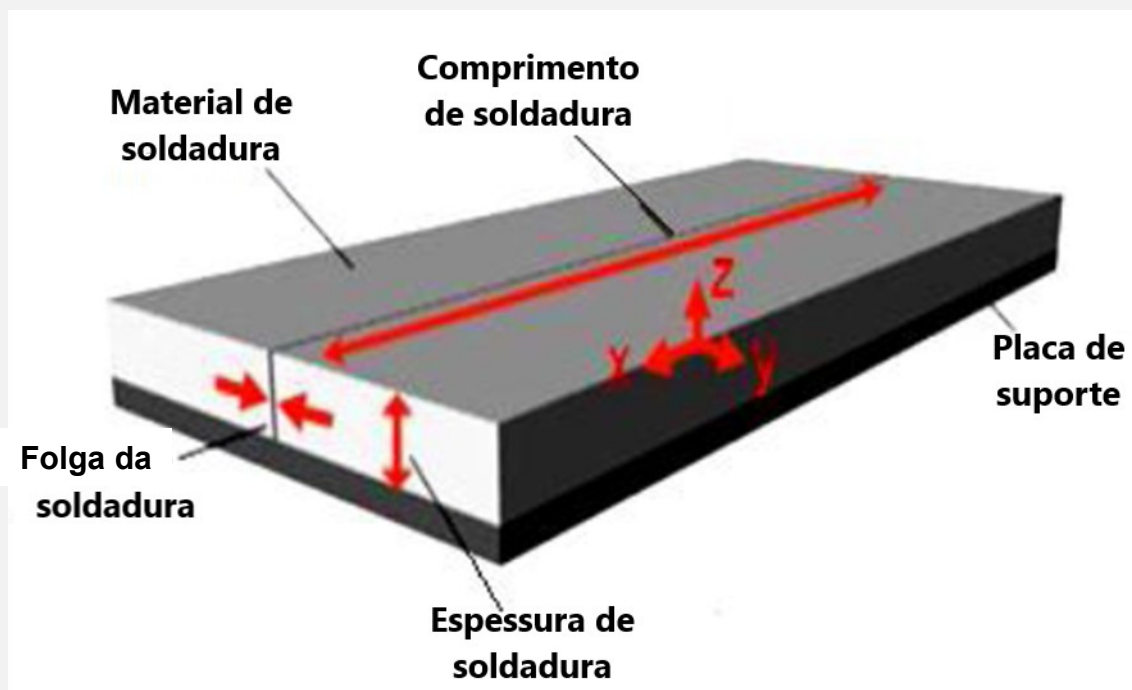
6.2 Condições das ferramentas

6.3 Tolerância para pino/ferramenta

6.4 Condições dos dispositivos de fixação/posicionamento

6.5 Tolerâncias dos dispositivos de fixação/posicionamento

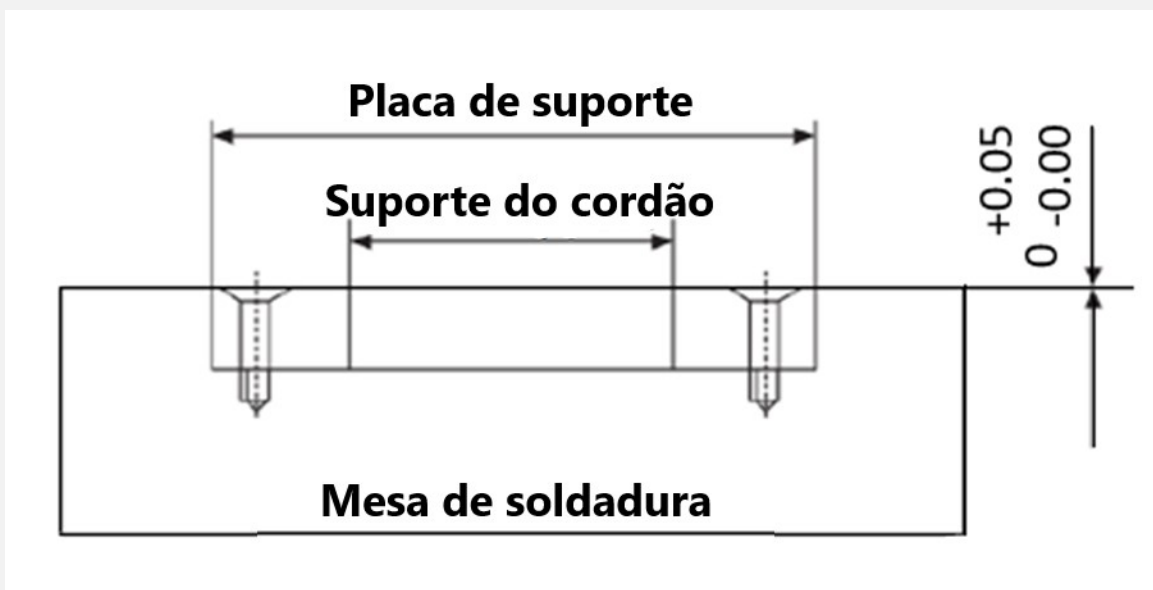
## 6.1 Tolerâncias para a placa de suporte



Tolerância do material base no SFL

- Uma **folga de 10% da espessura da soldadura é tolerável** sem que a qualidade da soldadura seja afetada (na direção do eixo y).
- A placa de suporte recebe uma proporção do calor transferido pelo *nugget* de soldadura e, portanto, **não deve deformar** sob o calor aplicado.
- Para garantir que não haja deflexão ou folga entre a soldadura e a placa de suporte, **um rolete pode conduzir a ferramenta aplicando uma força constante** para empurrar o material para a placa de suporte.

- A placa de suporte deve estar num plano absoluto. **As tolerâncias da superfície ondulada da placa de suporte estão limitadas a 0,1 mm.**
- A placa de suporte deve estar **ao mesmo nível que a mesa de soldadura**, para que não haja diferenças entre as peças a soldar.



Tolerância da placa de suporte para mesa de soldadura [mm]

## 6.2 Condições das ferramentas

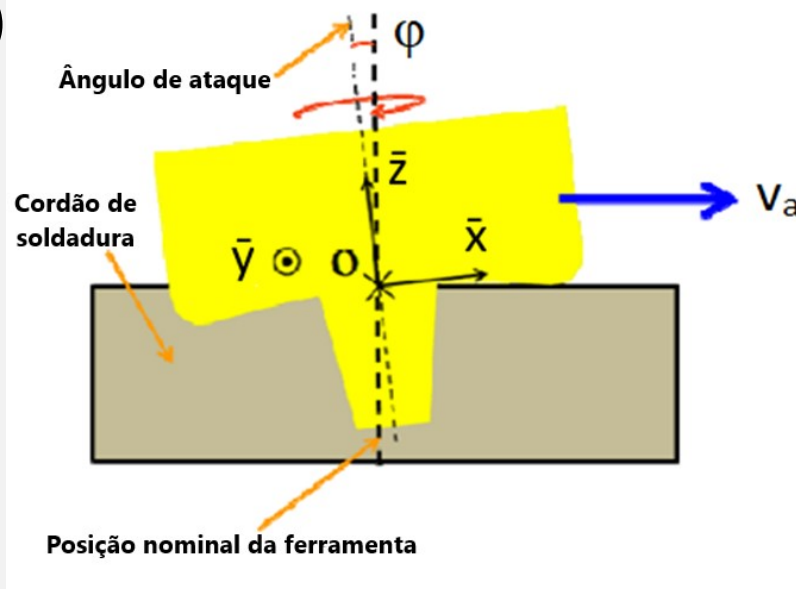
- A seleção do material da ferramenta de soldadura **é uma consideração importante** no desenvolvimento bem-sucedido do processo SFL.
- A **rotação e a translação** da ferramenta através da peça de trabalho resulta no seu desgaste.
- **Difusão e abrasão** são os mecanismos de desgaste esperados.

- O desgaste por abrasão é significativo **na presença de fases secundárias mais duras** no material base, como em compósitos com matriz metálica de alumínio.
- Comparado com a base da ferramenta, **o pino da ferramenta** sofre desgaste e deformações muito mais severas e **as falhas ocorrem quase sempre no pino**.
- Menor velocidade de soldadura, pré-aquecimento do material de base e utilização de uma eficiente proteção com gás inerte podem **reduzir o desgaste da ferramenta**.

## 6.3 Tolerância para pino/ferramenta

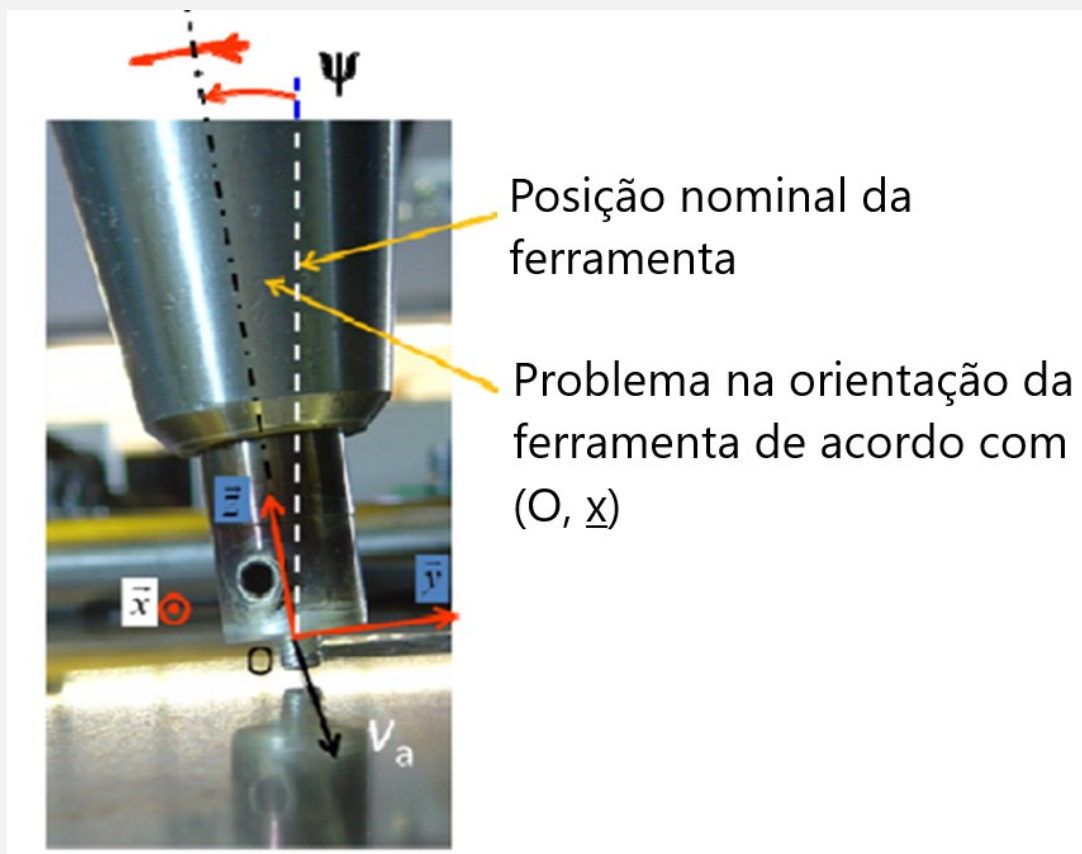
Normalmente, são possíveis três tolerâncias diferentes para a ferramenta SFL:

- **Ângulo de ataque principal  $\phi$**  entre o eixo vertical ideal da rotação da ferramenta  $z$  e o eixo de rotação real (este ângulo deve ser nominalmente  $> 0^\circ$ )

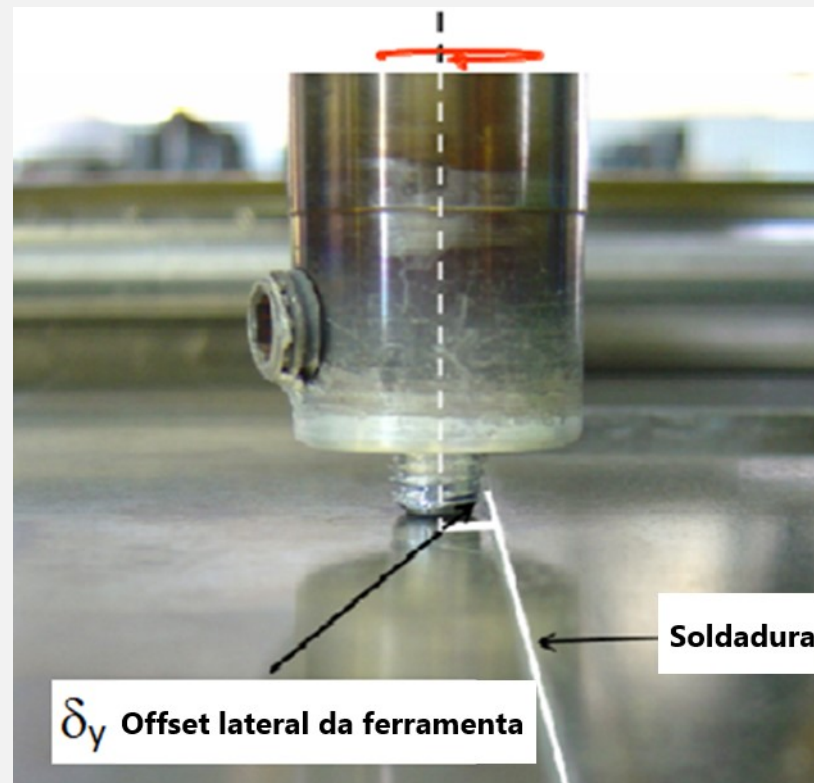




- **Ângulo de ataque lateral  $\psi$**  entre o eixo vertical ideal da rotação da ferramenta z e a orientação da ferramenta de acordo com o eixo x (este ângulo deve ser  $0^\circ$ )

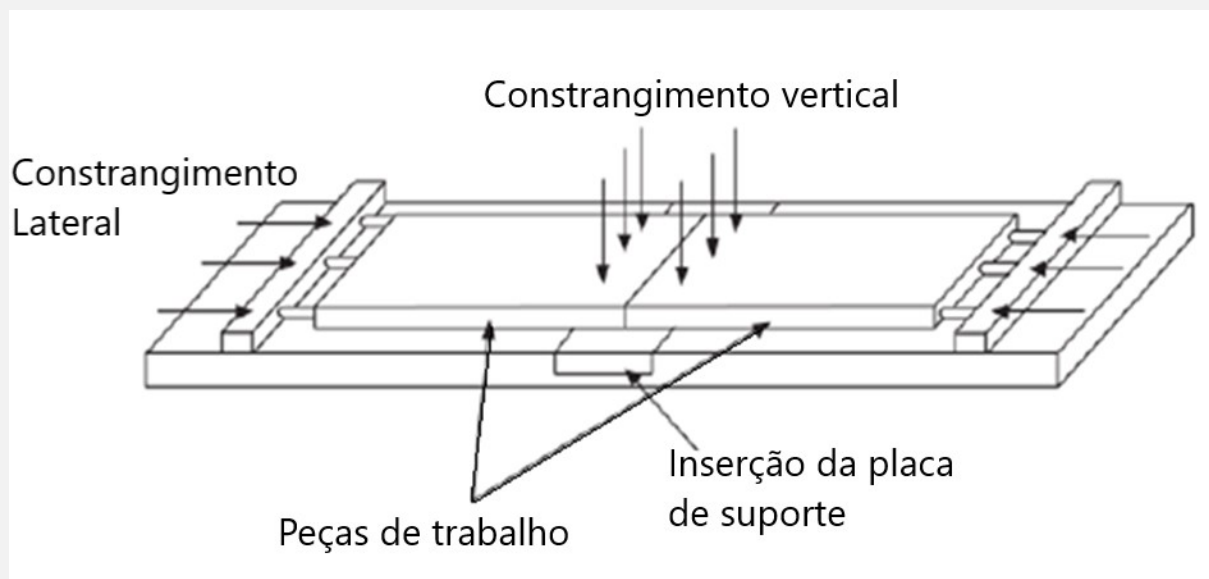


- **Offset lateral da ferramenta  $\delta_y$**  entre o cordão de soldadura ideal (folga) entre duas peças de trabalho e o caminho longitudinal atual da ferramenta



## 6.4 Condições dos dispositivos de fixação/posicionamento

- As **forças de aperto verticais e laterais** exatas dependem do material de base, do pino da ferramenta, da geometria da peça de trabalho, do tipo de junta de soldadura e do planeamento da soldadura.

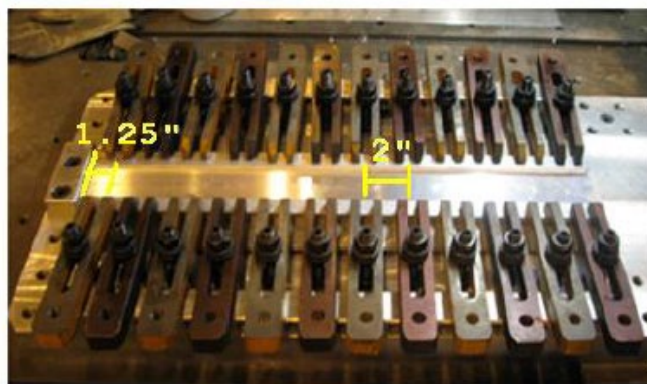


Requisitos de fixação do SFL convencional

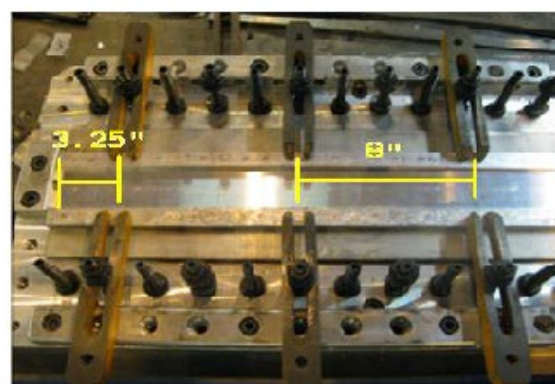
- O SFL exige que a **peça de trabalho seja rigidamente mantida em posição** durante a soldadura para garantir que a junta de soldadura não se separe sob a força da ferramenta de soldadura e para garantir que **a peça de trabalho permaneça em contato próximo com a placa de suporte.**
- O requisito para restringir a peça de trabalho contra a placa de apoio (constrangimento vertical) **dificulta a fixação de peças de trabalho muito finas e grandes.**
- O requisito para restringir o afastamento lateral da junta de soldadura (constrangimento lateral) pode ser **difícil para peças muito espessas.**

## 6.5 Tolerâncias dos dispositivos de fixação/posicionamento

- O aumento da força de fixação limita a distorção, mas acima de um certo limiar tem consequências enfraquecedoras.
- Distorção está numa próxima ligação com as tolerâncias da peça de trabalho.
- Três parâmetros principais que afetam o nível de distorção da peça de trabalho:
  - Velocidade de rotação da ferramenta
  - Passo de fixação
  - Força de aperto



Elevado passo de fixação



Baixo passo de fixação



Acima: Maior distorção (Baixo passo de fixação, baixa força de aperto)

Abaixo: Menor distorção (Alto passo de fixação, alta força de aperto)



Cofinanciado pelo  
Programa Erasmus+  
da União Europeia



Friction Stir Welding European Qualifications

# Obrigado pela vossa atenção