

# Análise Metalúrgica de Reparos em Chapas de Aço ao Carbono BS EN10025 pelo Processo de Soldagem por Atrito com Furo Passante Utilizando Pinos Consumíveis de Aço ao Carbono BS EN14 e de Aço Inoxidável AISI 316L

Rodolfo Almeida, Emanoela Pereira de Mattos, Gabriel Cogo, Márcio Levi Kramer de Macedo e Afonso Reguly

## 1. Introdução

O processo de soldagem por atrito com furo passante (*Friction Taper Plug Welding-FTPW*) constitui-se de um método de soldagem por atrito com pino consumível através de um furo que transpassa a espessura da chapa, possuindo grande potencial para utilização na indústria metal-mecânica para reparos em estruturas.

O objetivo deste trabalho é caracterizar os reparos feitos por FTPW em chapas de aço ao carbono BS EN 10025 utilizando-se pinos consumíveis com dois metais diferentes, de aço inoxidável AISI 316L e de aço ao carbono BS EN14.

## 2. Materiais e Métodos

Neste trabalho foram realizadas análises químicas, perfis de microdureza e micrografias de diferentes regiões para a caracterização dos reparos realizados em chapas de aço ao carbono BS EN10025 com os pinos de aço ao carbono BS EN14 e de aço inoxidável AISI 316L.

## 3. Resultados

### 3.1 Análise Química

Tabela 1: Composições químicas dos materiais utilizados.

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Fe
Chapa	0,15	0,38	1,36	<0,001	<0,005	0,015	98,0
Pino Aço ao C	0,19	0,23	1,54	0,04	<0,005	0,020	97,8
Pino Inox	0,016	0,47	1,83	17,24	1,95	9,76	<68,0

### 3.2 Análise Macrográfica

As Figuras 1A e 1B mostram macrografias em corte transversal dos reparos realizados com os pinos de aço BS EN 14 e com pino de aço inoxidável AISI 316L. No reparo com pino de aço inoxidável observou-se uma descontinuidade na região central do reparo.

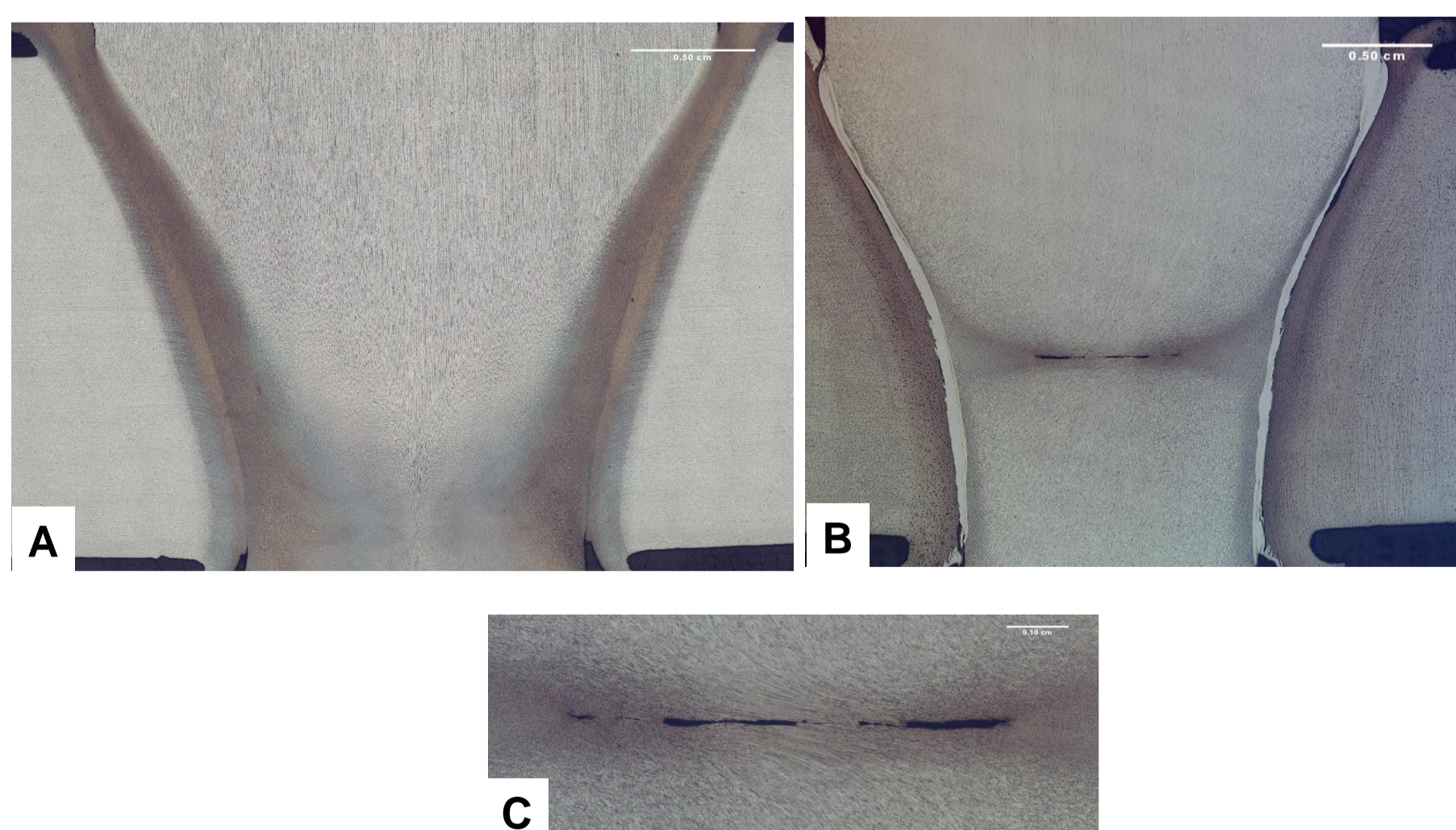


Figura 1: Macrografias dos reparos: (a) com pino de aço BS EN 14, (b) com pino de aço inoxidável AISI 316L e (c) defeito encontrado no reparo com pino de aço inox AISI 316L em maior aumento, onde observa-se linhas de fluxo.

### 3.3 Análise Micrográfica

A análise micrográfica apresenta as microestruturas da Zona de Ligação (ZL) – martensita, das Zonas Termicamente Afetadas (ZTA) – martensita, e do lado do pino de aço inoxidável – grãos austeníticos com carbonetos de cromo nos contornos de grão e das Zonas Termomecanicamente Afetadas (ZTMA) – martensita e ferrita, como observa-se nas figuras 2 e 3.

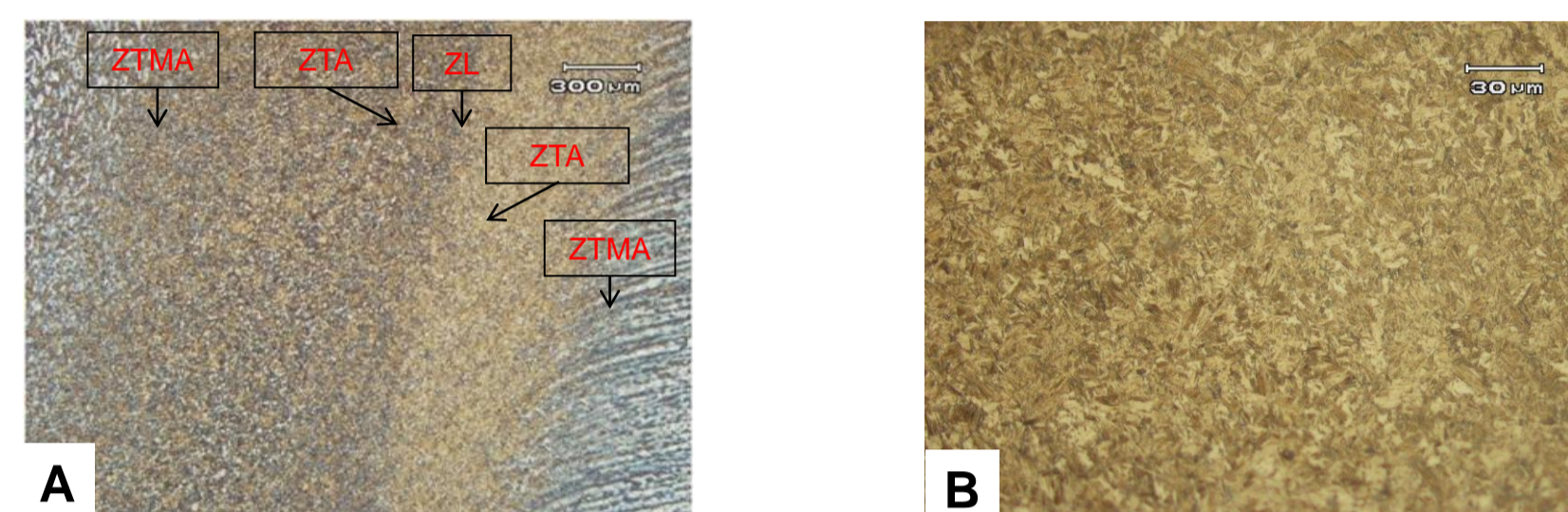


Figura 2: (a) Micrografia mostrando as diferentes regiões formadas na Zona de Ligação no reparo realizado com pino de aço ao carbono, Ataque:Nital 2%; (b) Micrografia da ZL, mostrando uma microestrutura martensítica. Ataque:Nital 2%.

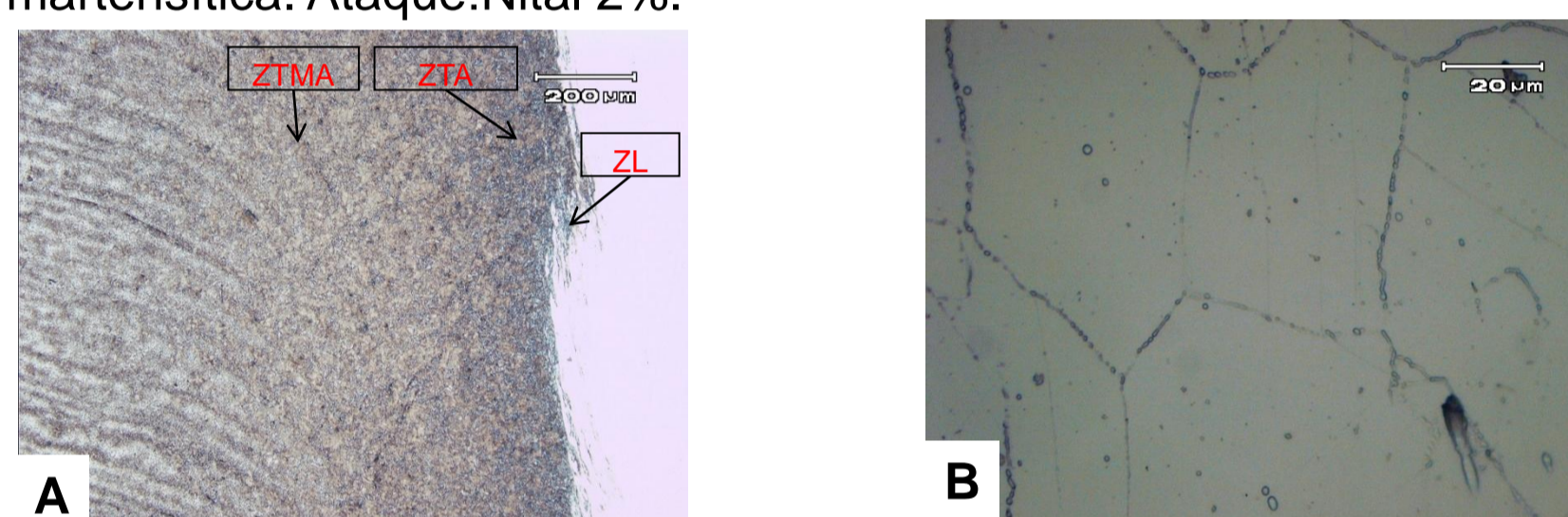


Figura 3: (a) Micrografia da Zona de Ligação do reparo com pino de aço inoxidável. Ataque:Nital 2%; (b) Micrografia da região da ZTA do lado do pino de aço inoxidável mostrando matriz com grãos austeníticos e carbonetos de cromo nos contornos de grãos. Ataque eletrolítico com Ácido Oxálico 10%.

### 3.4 Perfis de Microdureza

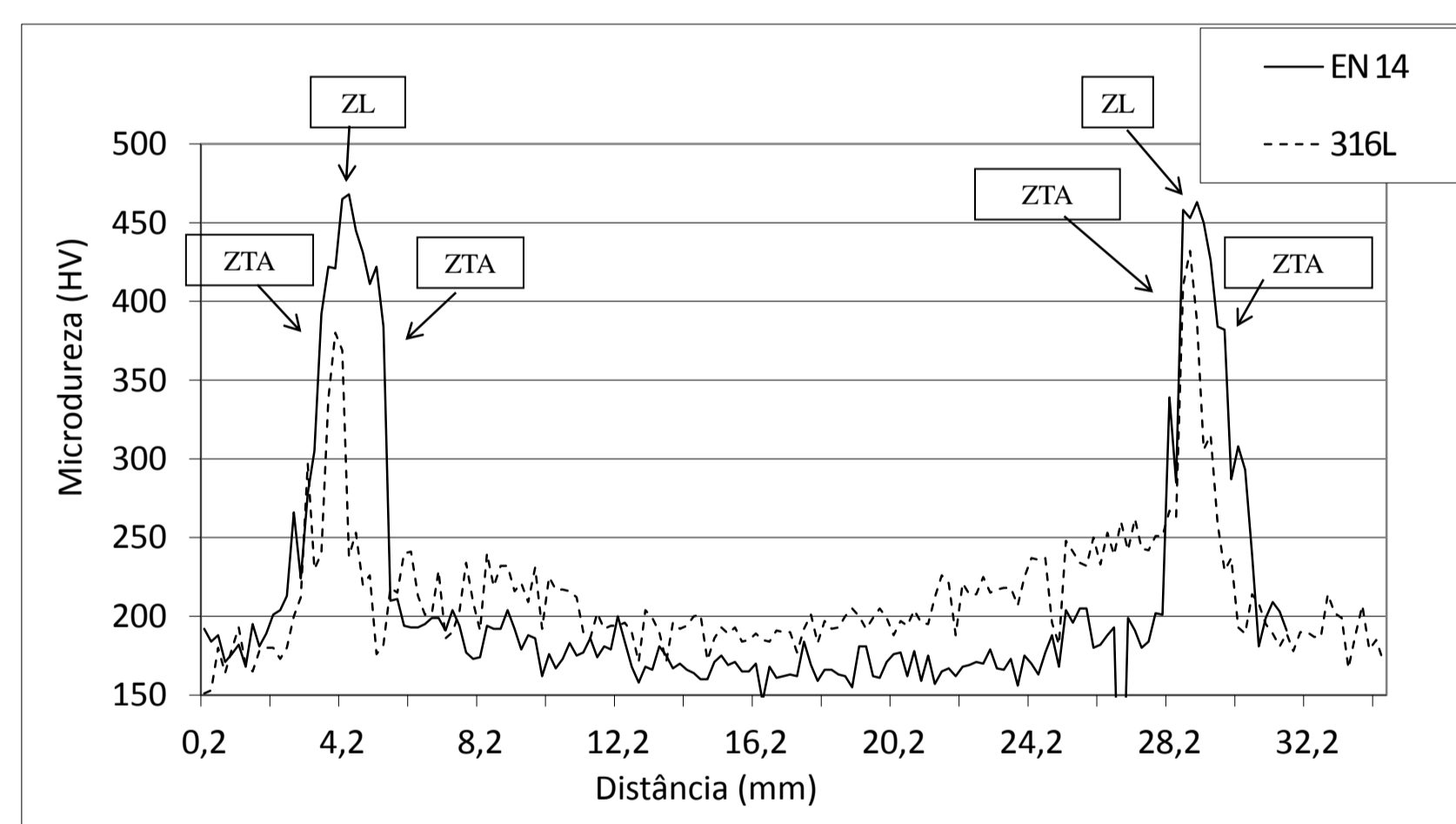


Figura 3: Perfil de micro dureza dos reparos feitos com pino BS EN 14 e com pino de aço inox AISI 316L.

O perfil de microdureza mostra que a maior dureza medida foi na ZL para ambas as amostras. Também que a dureza do pino de aço inoxidável tem uma dureza maior que o pino de aço ao carbono, nas regiões não afetadas pelo calor.

## 4. Conclusões:

- Pelas análises realizadas pode-se obter as seguintes conclusões:
- Constatou-se a presença de uma descontinuidade na região central do reparo com o pino de aço inoxidável, provavelmente devido a diferença de condutividade térmica dos materiais utilizados;
  - A microestrutura observada na ZTAs e na ZL, de ambos os reparos, foi predominantemente martensítica, exceto na ZTA do lado do pino de aço inoxidável onde a microestrutura é de grão austeníticos com carbonetos de cromo nos contornos de grãos (sinais de sensibilização);
  - A dureza da ZL na amostra com pino de aço ao carbono foi maior que a dureza da ZL no pino de aço inox, devido a presença da microestruturas martensítica com um teor maior de carbono.