

# ESTUDO PRÉVIO DAS MICROESTRUTURAS E MICRODUREZA DA ZTA DE UM AÇO C-Mn NO PROCESSO DE SOLDAGEM FHPP

Thiago Mugica Ribeiro, Cleber Rodrigo de Lima Lessa, Márcio Levi Kramer de Macedo, Afonso Reguly

## 1. Introdução

O processo de soldagem por fricção (Friction Hydro Pillar Processing-FHPP) tem como objetivo principal atender a demanda de reparos de estruturas, tais como plataformas e navios utilizados na indústria de óleo e gás. O processo consiste na utilização de um pino consumível de aço com rotação entre 1000 a 2000 rev/min e de uma força axial aplicada que faz com que esse pino entre em contato com fundo de furo cônico em um substrato de aço para criar o calor a partir do atrito e da deformação, a qual plastifica o pino contra o substrato e dessa forma preenche o furo (Figura 1). Este trabalho tem como objetivo estudar a influência da força axial nas microestruturas e a microdureza na zona termicamente afetada (ZTA) em uma solda de reparos por FHPP.

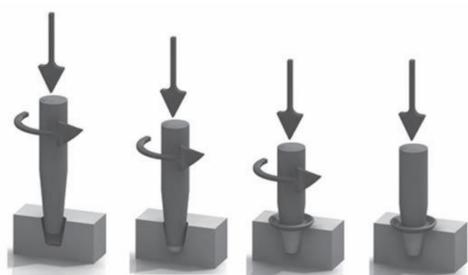


Figura 1 - Desenho esquemático do processo.

## 2. Materiais e Métodos

Para os ensaios foram utilizadas as seguintes forças axiais: 50 kN, 200 kN e 400kN. Os materiais utilizados nesse trabalho foram: Substrato – Chapa de aço ao carbono EN10025 e pinos consumíveis de aço BS970-3 150M19 (30 mm de diâmetro). Os perfis de microdureza e as análises microestruturais foram realizados nas diversas regiões da junta soldada. As medidas de microdureza foram realizadas na escala Vickers (HV) com carga de 300 grf. As microestruturas objetivaram identificação das fases e constituintes utilizando microscopia de luz (ML).

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Análise Microestrutural - 50 kN

A micrografia da (Figura 2 a) foi feita na ZL à 10 mm da superfície da chapa. Esta mostra a heterogeneidade devido às diferentes microestruturas e de microdurezas. Em destaque a Bainita com dureza de 354 +/- 4 HV, ferrita de Widmanstätten, “agregados de ferrita e carboneto” com 248 +/- 7 HV (uma definição de perlita e ferrita com carbonetos na interface. Nota-se também ferrita acicular em menor proporção.

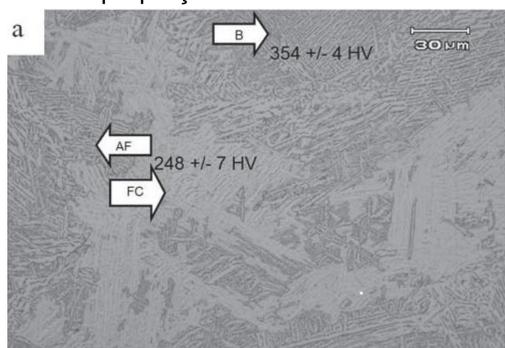


Figura 2 – Micrografia em ML. (a) ZL na carga de 50 kN (500x).

### 3.2. Análise Microestrutural - 200 kN

Evidenciou-se a formação de microestrutura menos heterogênea que a anterior (Figura 3), com maior quantidade de Widmanstätten. O lado do pino na ZL de carga 200kN uma microestrutura mais refinada que a da chapa (Figura 4 a). Foi observada a transformação do bandeamento da chapa próxima a ZL, onde seria a perlita, formou martensita (Figura 4 b). Nessa condição, ocorreu o bandeamento de ferritas refinadas e martensita com dureza 301,8 HV devido ao baixo percentual de carbono.

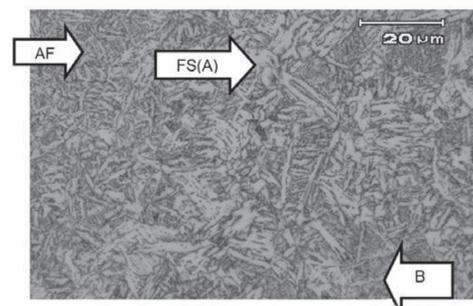


Figura 3 – Micrografia em ML da ZL na carga de 200 kN. ferrita acicular, ferrita de Widmanstätten, Bainita.

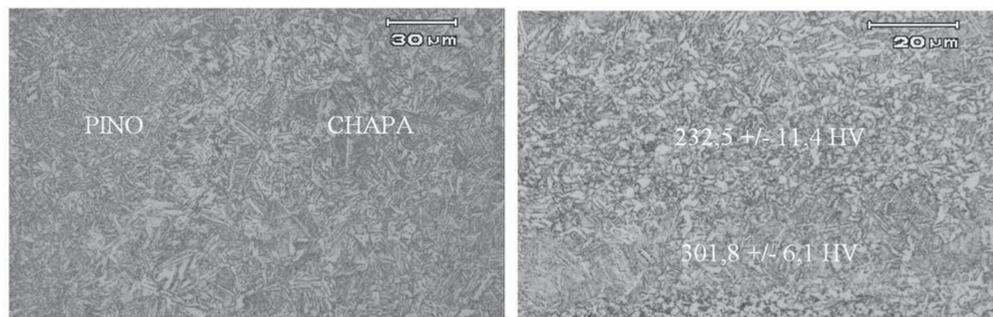


Figura 4 – Micrografia em ML. (a) ZL da amostra de carga 200 kN. (b) Microestrutura da chapa próxima ao pino do bandeamento transformado e suas diferentes microdurezas.

### 3.3. Análise Microestrutural - 400 kN

Houve formação predominante de martensita. Pode-se observar juntamente com a martensita uma pequena fração de bainita (Figura 5).

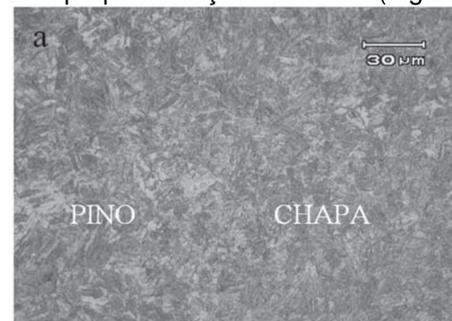


Figura 5 – (a) Micrografia em ML da ZL da junta soldada com carga 400 kN

### 3.4. Microdureza

Os perfis de microdureza partem do MB (MB se origina na distância “0” nos gráficos) em direção ao pino, passando pelas zonas existentes entre esses. os gráficos com os perfis de microdureza com setas destacando a ZL de cada (Figura 6).

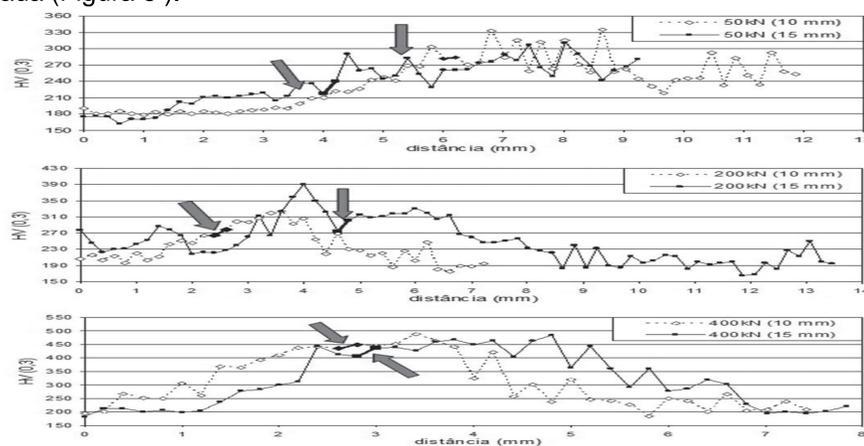


Figura 6 - Gráficos dos perfis de microdureza em relação à distância entre o MB/chapa (esquerda do gráfico) e o PINO (direita do gráfico) nas condições de 50 kN, 200 kN e 400 kN para medidas em 10 mm e 15 mm a partir da superfície da chapa.

## 4. Conclusões

Forças maiores contribuem para obtenção de uma microestrutura mais refinada. Aplicação de cargas maiores resultaram numa maior taxa de resfriamento, num menor tempo de processamento e numa menor área da ZTA. O tempo de processamento da carga de 50 kN é muito maior em relação às outras cargas.