

# Análise de propagação de trinca por fadiga na zona termicamente afetada de junta soldada por processo MAG e metal base aço ABNT 1016

Sabrina Nunes Soares e Jefferson José Villela  
Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear- CDTN

## INTRODUÇÃO

O aço ABNT 1016 é aplicado em construções mecânicas por apresentar elevada tenacidade, baixo custo, boa soldabilidade e elevada usinabilidade.

Na indústria automobilística, é empregado em juntas soldadas pelo processo MAG na etapa chamada “fase mula” de projeto, que antecede a construção de protótipos, como estrutura para sustentação de sistemas mecânicos como motopropulsor, suspensão, tubulações e descarga.

Assim, exige-se que o conjunto soldado resista às condições de cargas cíclicas a que é sujeito, que podem levar à iniciação e propagação de trinca com posterior ruptura por fadiga, comprometendo a segurança dos testes.

Para a avaliação da resistência à propagação de trincas fazem-se ensaios crescimento de trinca por fadiga. Existe uma relação que descreve a propagação de trinca nos metais, a curva  $\log(da/dN)$  versus  $\log(\Delta K)$  (a: tamanho de trinca, N: número de ciclos,  $\Delta K$ : faixa de fator de intensidade de tensão), que tem uma aparência sigmoideal que pode ser dividida em três regiões:

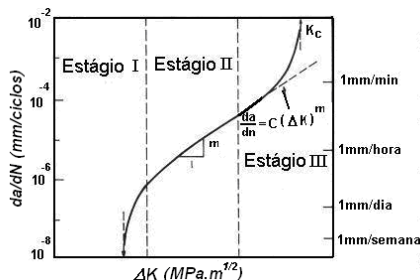


Figura 1 - Diferentes estágios na propagação de trinca por fadiga [1].

O modelo de Paris & Erdogan, 1963 (Eq. 1) é aplicado à região 2.

$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K)^m \quad (1)$$

## OBJETIVO

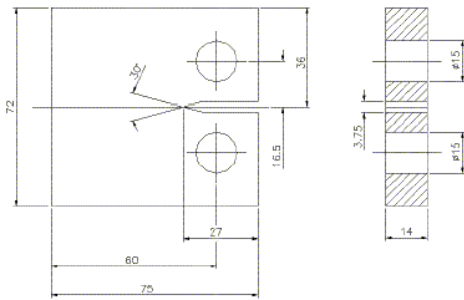
Realização dos ensaios de propagação de trinca por fadiga para a zona termicamente afetada (ZTA) do aço ABNT 1016 soldado por processo MAG, e obtenção das constantes de Paris (C e m) para comparação com os valores da zona fundida e metal base de acordo com Alves et al, 2009.

## METODOLOGIA

O material utilizado neste trabalho foi o aço ABNT 1016 fornecido pela USIMINAS, onde foi obtido uma chapa com espessura de 12,7 mm.

Para a soldagem da chapa fornecida, foi realizado o processo de soldagem MAG (Metal Active Gas) na posição plana/horizontal, com metal de adição ER-70SG, arame tubular, gás de fluxo na proporção CO<sub>2</sub> (15%) e Ar (75%), corrente contínua com polaridade positiva, em passe único com chanfros 1/2V e ângulo de abertura da junta de 45°. Com este tipo de junta, a trinca se propagaria somente pela zona termicamente afetada.

Usinaram-se, então, corpos de prova tipo CT cujas dimensões são observadas na Figura 1. Como nos ensaios realizados por Alves (2009) a trinca se desviou da ZTA, foi realizado um rasgo com profundidade de 0,5 mm em cada lado do corpo de prova forçar a trinca a propagar linearmente dentro a região em estudo.



**Figura 1** - Dimensões (mm) do corpo de prova C(T) para os testes de propagação de trinca por fadiga

## RESULTADOS

Foram feitas as curvas de propagação de trinca por fadiga, curva  $\log(da/dN)$  (a: tamanho de trinca, N: número de ciclos), *versus*  $\log(\Delta K)$  ( $\Delta K$ : faixa de fator de intensidade de tensão) para a zona termicamente afetada do corpo de prova. Na Tabela 1, estão representados os parâmetros de crescimento de trinca C e m e os coeficientes de determinação  $R^2$  obtidos de 4 ensaios e calculados utilizando o modelamento proposto por Paris & Erdogan (Eq. 1) para a zona termicamente afetada obtida pelo processo de soldagem MAG, a razão de carga foi 0,1 e a frequência 20 Hz. Na Tabela 2, apresentam-se os valores encontrados por Alves (2009) para a zona fundida e metal base.

**TABELA 1** - Parâmetros C e m de Crescimento de Trinca Segundo o Modelo De Paris & Erdogan e o Coeficiente de Determinação  $R^2$ .

C	m	$R^2$
3,363	$1,422 \times 10^{-9}$	0,83

**TABELA 2** - Parâmetros C e m de Crescimento de Trinca do Segundo o Modelo de Paris & Erdogan e o Coeficiente de Determinação  $R^2$  para a Zona Fundida e Metal Base.

Fonte: Alves et al, 2009

Metal Base			Zona Fundida		
M	C	$R^2$	M	C	$R^2$
$2,58 \times 10^{-9}$	3,91	0,66	$2,09 \times 10^{-11}$	4,36	0,67

## CONCLUSÕES

Observa-se pelos valores das constantes de Paris encontrados neste trabalho e por Alves (2009), que a propagação de trinca por fadiga para a zona termicamente afetada teve um expoente “m” menor que do metal base e da zona fundida indicando que a velocidade do crescimento de trinca é reduzida nesta região.

Este resultado diverge das expectativas, uma vez que a ZTA possui uma maior fragilidade, esperava-se que o expoente “m” fosse maior. Entretanto, pode-se observar que para os ensaios de propagação de trinca no metal base e na zona fundida realizados por Alves (2009) os coeficientes de correlação ( $R^2$ ) foram baixos devido às cargas dos ensaios ficarem abaixo de 5 % da capacidade da célula de carga (250 kN). Assim, o próximo passo a ser realizado será a análise metalográfica dos corpos de prova e obtenção de novas curvas de propagação de trinca por fadiga do metal base e zona fundida utilizando uma célula de carga de 10 kN para reduzir a dispersão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SURESH, S., Fatigue of Materials, Cambridge University Press, 1988.
- [2] PARIS, P.C.; ERDOGAN, F. Journal of Basic Engineering 85, 1963. p. 528-534.
- [3] ALVES, M. P.; VILELA, J. J.; MARTINS, G. P.; CARNEIRO, J. R. G. Modelagem da propagação de trinca por fadiga de juntas do aço ABNT 1016 soldadas por processo GMAW. Em: V Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Belo Horizonte, 2009.
- [4] MIQUERI, F. R. Comportamento do crescimento de trinca por fadiga de um aço ABNT 1016 laminado a quente e soldado por MAG. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica da PUC Minas. Belo Horizonte: PUC Minas, 2006.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq e FAPEMIG