

INFLUÊNCIA DA REGIÃO DE SOLDA NA TENACIDADE A FRATURA DINÂMICA DE TRILHOS FERROVIÁRIOS

Vicente Gerlin Neto, Ruis Camargo Tokimatsu, Paulo Afonso Franzon Manoel,
Celso Riyoitsi Sokei.

Departamento de Engenharia Mecânica - Avenida Brasil Centro, 56 Ilha

Solteira/SP CEP: 15385-000 e-mail: gerlinneto@gmail.com

Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp - Campus de Ilha
Solteira

RESUMO

O transporte ferroviário é um meio de transporte já consolidado na maior parte do mundo desde o início do século XIX. Com as novas ferrovias brasileiras, construídas em linhas contínuas por um processo de soldagem chamado caldeamento, estudos sobre o comportamento a fratura dos trilhos se faz necessária são de grande importância. Este trabalho teve como objetivo estudar a influência da junta soldada no comportamento à fratura do material de trilhos do tipo TR-57. Por meio do ensaio de impacto Charpy instrumentado foi feita a análise das influências da junta soldada na tenacidade à fratura dinâmica aparente do material. Os resultados mostraram que o material dos trilhos segue uma tendência de queda da tenacidade a fratura na região da junta soldada, sendo uma queda maior sentida ao se partir da região do Metal Base para a Zona Afetada Termicamente e uma menor queda ao partir para a Linha de Caldeamento.

Palavras chave: trilhos ferroviários, tenacidade a fratura, caldeamento.

INTRODUÇÃO

As ferrovias foram o início de uma grande evolução na área de transportes desde seu início que data do começo do século XIX. Não somente por aumentar as cargas e velocidades de transportes da época, mas também por serem responsáveis por um impulso nas pesquisas tecnológicas na área de engenharia por um bom tempo.

No Brasil as ferrovias se iniciaram no fim do século XIX e se popularizaram e entraram na planta de transportes do país no começo do século XX com diversos investimentos governamentais e uma grande procura principalmente dos setores açucareiro e de látex, as ferrovias foram até a metade do século um grande meio de transporte de cargas no Brasil.

O início de programas governamentais como o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC – sendo implementados no Brasil, novamente as ferrovias fazem parte do planejamento do país, com diversos quilômetros de ferrovias sendo construídos e mais ferrovias em processos de licitação. Um exemplo é a ferrovia Norte-Sul, que tem como objetivo finalmente ligar as malhas ferroviárias das regiões Norte (no estado do Pará), passando pela região Centro-Oeste (estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), e ligando as malhas ferroviárias no Sul e Sudeste já existentes.

Como os trilhos são a parte mais importante da superestrutura ferroviária, o conhecimento dos esforços atuantes nos trilhos é de extrema importância para conhecer as características e propriedades dos trilhos. Existem 5 tipos principais de tensionamento que os trilhos estão sujeitos, tensões de flexão, de cisalhamento, de contato, térmicas e residuais, mostrados na Figura 1. Destes as mais atuantes são as tensões de flexão e de cisalhamento. Todos os carregamentos são assumidos como valores nominais, ou seja, considerando um carregamento uniforme em cima do trilho, o que não ocorre na realidade. [1]

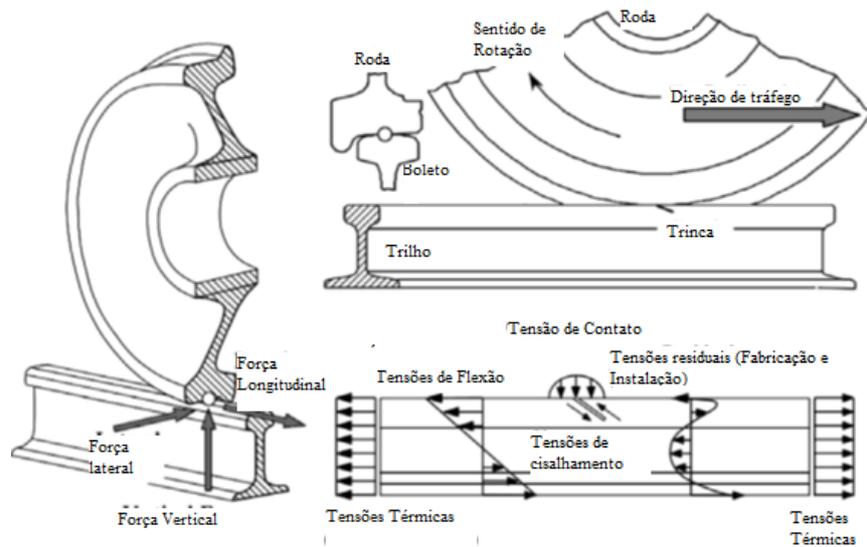


Figura 2: Esforços atuantes em um trilho durante a passagem dos trens. [2]

As tensões de flexão são ocasionadas pela passagem das rodas nos trilhos e possuem uma componente vertical e uma horizontal como mostrado na Figura 2b. Na 2a têm-se uma demonstração da amplitude da tensão que é compressiva na região de contato da roda com o trilho e se torna de tração nas regiões anteriores e posteriores ao contato. Esse comportamento de tensões dada a passagem dos trilhos imprime também um estado cíclico de tensões no trilho o que contribuirá para o desenvolvimento de falhas por fadiga. [3]

Tendo em vista os altos esforços atuantes nos trilhos e seu comportamento cíclico que induz a falhas por fadiga. Uma atenção quanto ao comportamento a fratura do material dos trilhos se torna importante para a caracterização do material e maior conhecimento e aplicação de técnicas de manutenção mais precisas.

Este trabalho tem como objetivo a caracterização do material dos trilhos com base nos ensaios mecânicos de impacto Charpy instrumentado. As análises serão feitas comparando o comportamento de trilhos soldados e não soldados para se entender a influência da junta soldada nas características do material dos trilhos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados trilhos ferroviários do tipo TR-57 recebidos como mostrados na Figura 3. Os trilhos recebidos eram de dois tipos, soldados por caldeamento ou apenas metal base, todos com comprimento de 2 metros.



Figura 3: Trilhos como recebidos.

Após o recebimento dos trilhos os corpos de prova para o ensaio de impacto Charpy instrumentado foram confeccionados, os corpos de prova eram do tipo A com entalhe V seguindo a norma ASTM E23 [4] e foram retirados da região do boleto dos trilhos soldados e não soldados. Os corpos foram retirados na direção longitudinal (mesmo sentido de laminação) do boleto dos trilhos, sendo a direção e a posição dos entalhes mostrada na Figura 4. As condições são Metal Base (MB), Zona Afetada Termicamente (ZAT) e Linha de Caldeamento (LC). Os entalhes foram realizados no topo do boleto.

As condições de retirada dos corpos de prova foram baseadas em uma macrografia da região de solda mostrada na Figura 5 que evidencia as três regiões a serem estudadas no material dos trilhos.

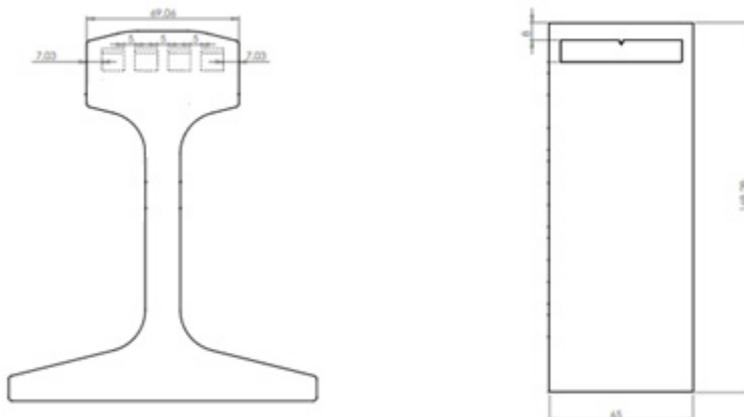


Figura 4: Posição corpos de prova.

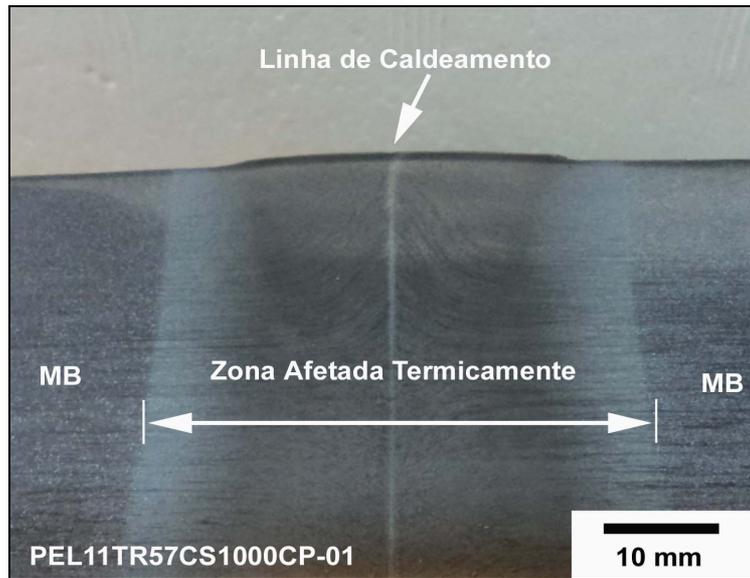


Figura 5: Macrografia Trilho.

A máquina utilizada é uma máquina de ensaios de impacto convencional com capacidade de 300 J da marca Heckert e modelo 423/18 com o cutelo instrumentado pela norma ISO 14556 [5]. Os ensaios foram realizados a temperatura ambiente e após o ensaio uma curva de Força vs Deslocamento era obtida e tratada em uma rotina computacional para obtenção do valor de K_{ID} aparente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 6 mostra um exemplo de curva obtida após a realização dos ensaios.

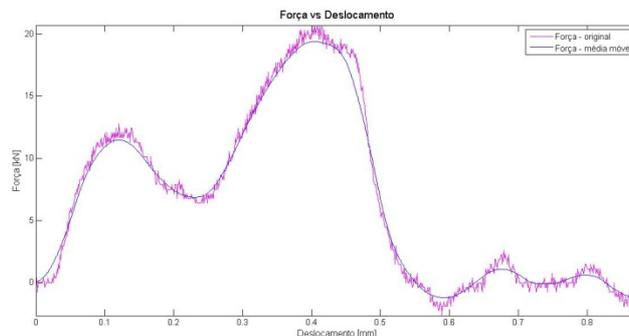


Figura 6: Curva Força vs Deslocamento.

Os resultados dos corpos de prova do boleto na direção longitudinal e com entalhe no topo (denominados A) e da alma na mesma direção e com entalhe lateral (denominados B) estão na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados Tenacidade a fratura dinâmica aparente.

Corpo de Prova	K_{ID} Aparente médio (MPa . m^{1/2})	Desvio Padrão (MPa . m^{1/2})
MBBLT	94	4
ZBLT	87	5
LBLT	79	12

No boleto, o comportamento da junta soldada mostra uma queda de K_{ID} aparente de 94 MPa . m^{1/2} no Metal Base até 79 MPa . m^{1/2} na Linha de Caldeamento. Esse comportamento mostra uma maior susceptibilidade de nucleação e propagação de trincas transversais na região da junta soldada no boleto

CONCLUSÕES

Os ensaios mostram que o comportamento a fratura do material dos trilhos é pior na região da junta soldada, sendo que menores valores de K_{ID} aparente foram encontrados na região. Uma tendência de queda gradual, saindo da região do Metal Base de valor maior, passando pela Zona Afetada Termicamente, chegando ao mínimo na Linha de Caldeamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] GERLIN NETO, V. . **Influência da soldagem por caldeamento na tenacidade à fratura e resistência à fadiga de trilhos ferroviários.** Ilha Solteira, 101 p., 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

[2] ZERBST, Uwe; SCHÖDEL, Manfred; HEYDER, René. Damage tolerance investigations on rails. Engineering Fracture Mechanics, Paris, n. , p.2637-2653, 14 ago. 2008.

[3] CANNON, D. F., EDEL, K. O., GRASSIE, S. L., SAWLEY, K. Rail Defects: An Overview. Fatigue Fracture Engineering Materials Structure. Blackwell Publishing Ltd, 2003, p. 865-877

[4] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard test methods for notched bar impact testing of metallic materials. In: Annual book of ASTM standards:metals test methods and analytical procedures. Danvers: ASTM, 1996. p.136-55. (ASTM E23-96).

[5] INTERNATIONAL STANDARD. Steel - Charpy V-notch pendulum impact test - instrumented test method. Geneva: ISO, 2000. 14p. (ISO 14556).

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia Mecânica da FEIS/Unesp pela cessão dos equipamentos utilizados neste trabalho e à Capes pelo fornecimento de uma bolsa de pós-graduação.

ABSTRACT

Railway transports are already a consolidated mean of transportation around the world since the 19th century. With the new Brazilian railways, built in continuous lines by a welding process called flash-butt welding, studies on fracture behavior of rails are necessary and really important. The present work has as objective to study the welded joint influence on the fracture behavior of Brazilian TR-57 rails. Using the instrumented Charpy impact test the welded joint influence on the apparent dynamic fracture toughness was analyzed. The results showed a falling tendency of the apparent dynamic fracture toughness on the welded joint, with a greater fall felt going from the base metal zone to the heat affected zone and a smaller fall from the heat affected zone to the flash-butt line zone.

Key words: railway rails, fracture toughness, flash-butt welding.