

## **IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA MICROESTRUTURA DE FRATURA DO AÇO DE ULTRA-ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA**

**Antony Satoshi Idehara<sup>1</sup>, Alexandre Tomio Koike<sup>2</sup>, Ruís Camargo Tokimatsu<sup>3</sup>**

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”<sup>1 2 3</sup>; Avenida Brasil, 56 – Centro – Ilha Solteira  
[satoshi.antony@gmail.com](mailto:satoshi.antony@gmail.com), [alexandretomio@gmail.com](mailto:alexandretomio@gmail.com), [ruis@dem.feis.unesp.br](mailto:ruis@dem.feis.unesp.br).

### **RESUMO**

Atualmente há uma preocupação com os recursos naturais não renováveis existentes no planeta, e com isso o desenvolvimento tecnológico do processo de fabricação tem contribuindo consideravelmente. Os tratamentos térmicos utilizados nos materiais metálicos têm por objetivo, proporcionar a melhor combinação de resistência mecânica e tenacidade à fratura nos materiais metálicos, para que não haja super-dimensionamento dos componentes do projeto e com isso minimizar o uso destes recursos e minimizar os custos.

Para avaliar a influência dos tratamentos térmicos na microestrutura de fratura, confeccionaram-se corpos-de-prova a partir de um aço de ultra-alta resistência mecânica (Aço ABNT 4340). A partir destes, realizou-se o ensaio de Charpy Instrumentado, pós este ensaio foi analisada a superfície de fratura através do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Para evidenciar que realmente há uma alteração da microestrutura causada pelos tratamentos térmicos, recorreu-se aos tratamentos de tempera e revenido nos corpos-de-prova. Para a classificação dos tipos de fratura, usou-se de alguns parâmetros, pois os mecanismos de fratura dúctil ou frágil possuem origens distintas, apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Critérios e termos para identificar e classificar as fraturas.

<b>Critérios de Classificação</b>	<b>Parâmetros de Análise</b>	<b>Termos Característicos</b>	
		<b>Dúctil</b>	<b>Frágil</b>
Velocidade de Propagação de Trinca	Velocidade	Baixa Velocidade de Propagação da Trinca	Alta Velocidade de Propagação de Trinca
Aspectos Macroscópicos da superfície de fratura	* Reflexão da Luz	Opaca (cinzenta)	Brilhante
	* Morfologia	Fibrosa	Granular
	* Plano da Fratura	Normal e Obliqua	Normal
Deformação Plástica Macroscópica	Ductilidade	Alta Ductilidade (Grande Deformação)	Baixa Ductilidade (Pequena Deformação)
Deformação Plástica Microscópica	Dimensão da Zona Plástica	Maior	Menor
Energia de Fratura	Tenacidade	Grande Quantidade de Energia Absorvida	Pequena Quantidade de Energia Absorvida
Modo Cristalográfico	Forma de Separação	Cisalhamento	Clivagem
Micromecanismo de Fratura	Aspecto Topográfico	Microcavidades	Clivagem e Fratura Intergranular

Com os critérios de classificação e características da superfície de fratura, foram analisadas as imagens obtidas pelo MEV. Inicialmente as imagens foram tratadas pelo Software PhotoShop, deixando as imagens em preto e branco (figura 1). Pós este tratamento, com o auxílio de outro Software (ImagePro), foi avaliado os tipos de fratura e quantificação, apresentado na tabela 2. Com os resultados obtidos, podemos concluir a influência dos tratamentos térmicos no micromecanismo de fratura.

Tabela 2. Tratamento Térmico x Tamanho da Trinca à frente do Entalhe; x Porcentagem de Fratura Intergranular; x Porcentagem de Dimples.

Condição**	Temperatura de Revenido (K)	Porcentagem de Fratura Intergranular	Porcentagem de Dimples
R4AI	473	94,9*(2)	5,1*(2)
R5AI	573	96,7*(1)	3,2*(1)
R6AI	673	94,8*(2)	5,1*(2)
R7AI	773	90,9*(2)	9,1*(2)

\* Os valores entre parênteses correspondem ao Desvio Padrão.

\*\* Condição: RNAI (N=4, 5, 6 e 7) – Temperatura de Revenido - Arredondado de Impacto.

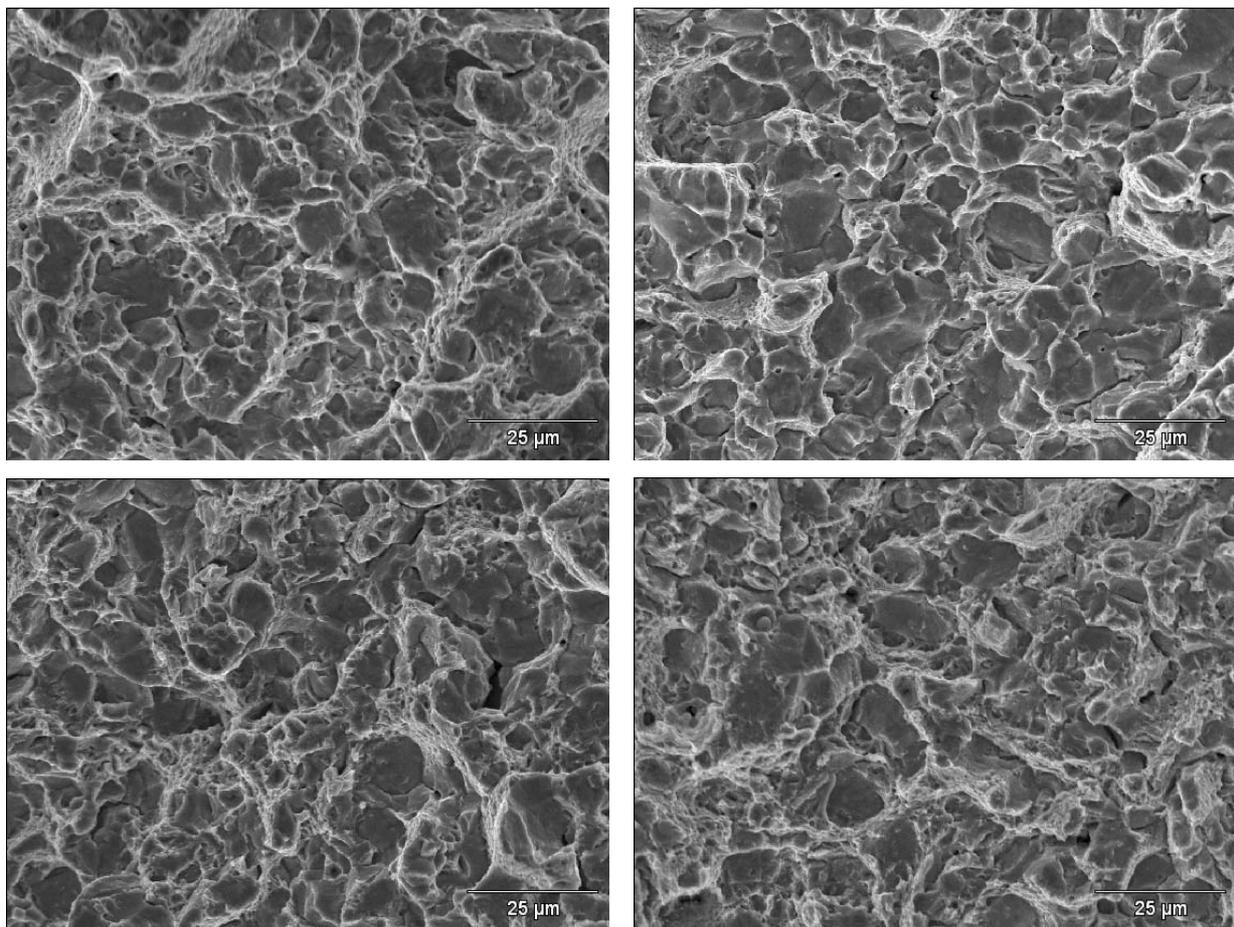


Figura 1. Imagens da superfície de fratura para as temperaturas de Revenido: 473, 573, 673, 773 K.

## REFERÊNCIAS

Tokimatsu, R.C. “Influência e Confusões Decorrentes da Classificação de Fraturas Segundo a Base Dual Dúctil-Frágil” - 53º Congresso Anual da ABM – Belo Horizonte – MG (1998).