

# ANÁLISE DO EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO DO AÇO P410D SOBRE O DESGASTE ABRASIVO

Winnie Freitas Lacerda<sup>1</sup>, Ronaldo Câmara Cozza<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> Centro Universitário da FEI  
 winnielacerda19@gmail.com, rcamara@fei.edu.br

**Resumo:** Este projeto analisou o comportamento do desgaste microabrasivo do aço inoxidável P410D sob efeito do tratamento térmico, por meio de ensaio do tipo “ball-cratering” conduzido com uma esfera rotativa de aço AISI 52100 junto com uma pasta abrasiva. Através da aquisição dos diâmetros da cratera, foi possível determinar o volume de desgaste para cada amostra. Os resultados indicaram uma maior resistência ao desgaste abrasivo em função do aumento da dureza dos materiais estudados.

## 1. Introdução

Levando em consideração os fenômenos tribológicos presentes na vida cotidiana e que seus efeitos podem ser benéficos ou não de acordo com a aplicação, o estudo e entendimento desse processo se fazem importantes.

Dentre as características do tratamento térmico dos metais, está a melhoria de algumas propriedades mecânicas como mudança na dureza, aumento da resistência mecânica e melhor resistência ao desgaste [1].

Por definição, o desgaste é a perda progressiva de substância da superfície operacional de um corpo que ocorre como resultado do movimento relativo entre superfícies e o erro na escolha dos materiais que sofrerão este fenômeno pode ser muito prejudicial, uma vez que as taxas de desgaste são bem maiores quando comparadas por exemplo aos valores de coeficiente de atrito [2].

O desgaste abrasivo contempla duas situações, onde em ambas o fenômeno é decorrente da remoção de um material mais macio por uma superfície de maior dureza. São chamados de “abrasão de dois corpos” e “abrasão de três corpos”, em que no primeiro caso o material de maior dureza desliza contra outra superfície relativamente mais macia, desgastando-a; no segundo caso, o desgaste é causado por partículas abrasivas livres e de maior dureza que deslizam entre duas superfícies em direções opostas [3]. Essas configurações são conhecidas também como “desgaste abrasivo por riscamento” e “desgaste abrasivo por rolamento”, respectivamente, como mostra a Figura 1 [4].

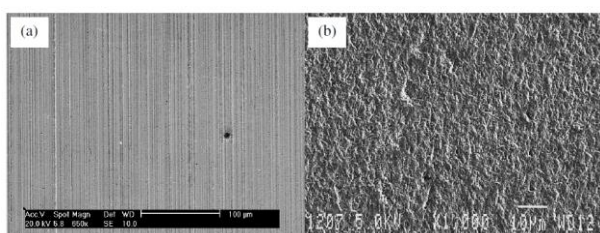


Figura 1 - Marcas de desgaste abrasivo por riscamento (a) e de desgaste abrasivo por rolamento (b).

Neste estudo, visa-se analisar a influência do tratamento térmico sob o comportamento do desgaste microabrasivo nos corpos de prova, através de ensaio do tipo “ball-cratering” e análise do volume de desgaste obtido através da Equação 1, onde o diâmetro de cratera aplicado é obtido por meio de microscopia óptica.

$$V \cong \frac{\pi \cdot b^4}{64 \cdot R} \quad \text{onde } b \ll R \quad (1)$$

## 2. Metodologia

Neste estudo os corpos de prova de aço inoxidável ferrítico P410D foram submetidos ao tratamento térmico de austenitização sob diferentes parâmetros de processo, resultando em valores diversos de durezas, conforme Tabela I.

Tabela I – Temperaturas do forno e dureza dos materiais utilizados no ensaio.

	Material	Temperatura do forno	Dureza [HV]
Corpo de prova 1	Aço-inoxidável ferrítico P410D	874°C	177
Corpo de prova 2	Aço-inoxidável ferrítico P410D	895°C	200
Corpo de prova 3	Aço-inoxidável ferrítico P410D	913°C	222
Corpo de prova 4	Aço-inoxidável ferrítico P410D	925°C	238
Corpo de prova 5	Aço-inoxidável ferrítico P410D	971°C	297
Corpo de prova 6	Aço-inoxidável ferrítico P410D	992°C	304
Esfera de ensaio	Aço AISI 52100	-	856
Material abrasivo	Carbeto de silício – SiC (preto)	-	1886-1937

O equipamento utilizado no estudo de desgaste microabrasivo do tipo *ball-cratering* foi construído na configuração mecânica “esfera fixa”, com o diâmetro da esfera  $D = 25,4$  mm e nos parâmetros de ensaios foram utilizados uma rotação  $n = 56$  rpm e fixados uma força normal constante  $N = 2$  N e um tempo  $t = 20$  min.

A pasta abrasiva utilizada nos ensaios teve como concentração volumétrica 25% SiC + 75% água destilada.

### 3. Resultados e discussão

As amostras ensaiadas foram analisadas por meio de microscopia óptica a fim de obter os diâmetros da cratera formados após ensaio com esfera rotativa, como mostra a Figura 2.

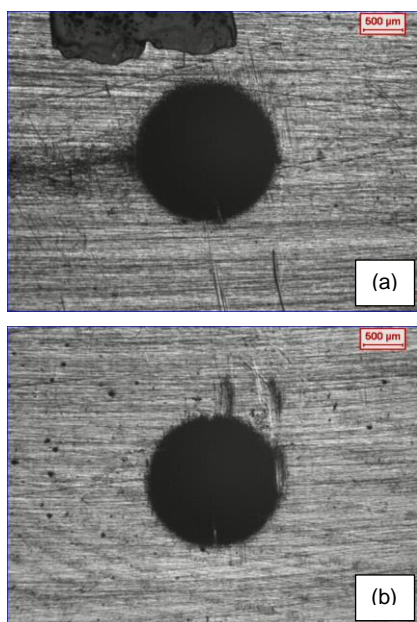


Figura 2 - Crateras de desgaste obtidas a partir dos ensaios “ball-cratering” realizados neste estudo: (a) “Corpo de prova 2” e (b) “Corpo de prova 4”.

É possível notar na Figura 2b, um diâmetro de cratera ligeiramente menor que o da Figura 2a, indicando maior resistência ao desgaste por se tratar de uma amostra cuja valor de dureza obtido após tratamento térmico é maior.

Os volumes de desgaste calculados por meio da equação 1 são apresentados na Figura 3 em função das durezas dos materiais.

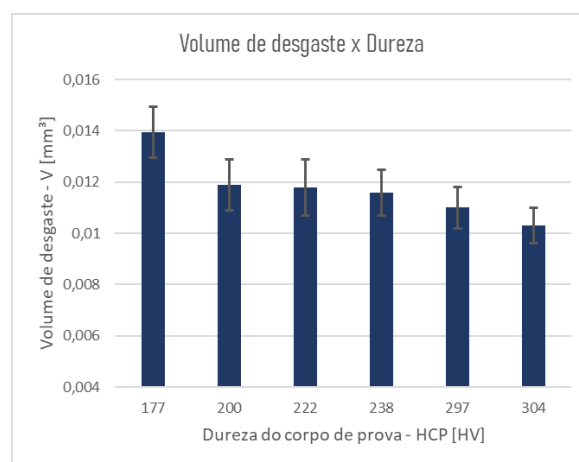


Figura 3 - Gráfico do volume de desgaste ( $V$ ) em função da dureza ( $H_{CP}$ ) do corpo de prova –  $V = f(H_{CP})$ .

### 4. Conclusões

Os resultados obtidos na condução deste estudo, mostraram uma redução do volume de desgaste inversamente proporcional à dureza das amostras ensaiadas. Tais grandezas indicam uma relação entre a temperatura do forno durante tratamento térmico, a dureza do material e a resistência ao desgaste por abrasão. Quanto maior a temperatura do forno na têmpera, maior o favorecimento da formação de martensita e maior o endurecimento adquirido no material.

### 5. Referências

- [1] FREITAS, P. S. Tratamento Térmico dos Metais: Da teoria à prática. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2014.
- [2] ARNELL, R. D. et al. Tribology: Principles and Design Applications. 1 ed. Londres: Macmillan Education LTD, 1991.
- [3] FRANCO, Sinésio Domingues. Contribuição ao estudo do desgaste abrasivo de materiais Polifásicos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, Brasil, 1989, 123p.
- [4] R.C. Cozza, D.K. Tanaka, R.M. Souza. Friction coefficient and abrasive wear modes in ball-cratering tests conducted at constant normal force and constant pressure - preliminary results, *Wear* 267 (2009) 61-70.

### Agradecimentos

À minha família, ao meu orientador Ronaldo Cozza e ao Centro Universitário da FEI pelo incentivo à pesquisa.

<sup>1</sup> Aluna de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 04/20 a 12/20.