



## **ANÁLISE DA RESISTÊNCIA AO DESGASTE E DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO AISI M2 SUBMETIDO AO TRATAMENTO CRIOGÊNICO**

Romulo Nieswald, discente de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pampa,  
Campus Alegrete

Deividi do Amaral Mengotti, discente de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do  
Pampa, Campus Alegrete

Marco Antônio Durlo Tier, docente, Universidade Federal do Pampa

[romulonieswald.aluno@unipampa.edu.br](mailto:romulonieswald.aluno@unipampa.edu.br)

Os aços rápidos são normalmente utilizados para a fabricação de ferramentas para usinagem como bits, brocas e bedames, visto que trabalham em altas velocidades e altas temperaturas. Dessa forma, é necessário que estas ferramentas tenham uma dureza elevada e boa resistência para suportar as condições severas de trabalho. Estas propriedades mecânicas podem ser facilmente obtidas a partir de tratamentos térmicos como têmpera e revenido, pelo fato de que estes tratamentos transformam a microestrutura esferiodizada em uma microestrutura martensítica com grãos mais finos e carbeto. Entretanto, durante os tratamentos térmicos os aços rápidos estão sujeitos a retenção de austenita retida. Diante disso, a fim de melhorar essas características, começou-se a analisar os efeitos de tratamentos térmicos abaixo de zero, sendo eles Sub-zero com temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$  e Tratamento Criogênico Profundo (DCT) com temperaturas menores que  $-80^{\circ}\text{C}$  até  $-196^{\circ}\text{C}$ , temperatura do nitrogênio líquido. O tratamento criogênico profundo (DCT) consiste em reduzir a temperatura do material de forma gradativa em nitrogênio líquido até temperaturas aproximadas de  $-196^{\circ}\text{C}$ , mantendo o material nesta temperatura baixa por um período de tempo e após, elevar essa temperatura até a temperatura ambiente. A criogenia é um método extra aos tratamentos térmicos convencionais de têmpera e revenido, que tem o intuito de obter a transformação completa da austenita retida em martensita, precipitação de carbeto dispersos finos e remoção das tensões residuais. Diante disso, o tratamento criogênico pode modificar a microestrutura e as propriedades mecânicas do aço, melhorando a resistência ao desgaste e assim, aumentando a vida útil da ferramenta. O presente trabalho tem o objetivo de analisar as propriedades mecânicas e tribológicas do aço rápido M2 quando submetido aos tratamentos de têmpera e revenido em conjunto com o tratamento criogênico. Para a realização deste trabalho foi necessário, primeiramente, preparar as amostras. Foram cortadas 50 amostras de uma barra de aço M2 de seção cilíndrica de 5/8" pOLEDadas, as quais foram usinadas conforme as Norma ABNT NBR ISO 148-1:2013 para obter um seção transversal quadrada de 10x10 mm e 55 mm de comprimento. Feito isso, realizou-se uma pesquisa de caráter exploratório com os trabalhos já realizados na Unipampa, afim de analisar os resultados obtidos. Os ensaios mecânicos analisados nesse estudo foram dureza, microdureza, impacto de Charpy e desgaste. Segundo os estudos, a temperatura ideal para a realização do tratamento térmico de têmpera foi  $1200^{\circ}\text{C}$ , visto que nesta temperatura ocorre a formação da quantidade ideal de carbeto para o fornecimento de carbono à austenita. Para temperaturas de Austenitização maiores que  $1200^{\circ}\text{C}$  o tratamento criogênico não apresentou melhoras significativas. Para o revenimento, pode-se aplicar o duplo revenido em que o

primeiro serve para alívio de tensões da martensita e para a transformação da austenita retida em martensita. O segundo serve para o alívio das tensões da martensita formada no primeiro revenido. A melhor temperatura de Revenimento obtida foi 550°C, visto que nesta temperatura ocorreu um aumento significativo na tenacidade e resistência ao desgaste. Pode-se verificar também, que quando se aplica o tratamento criogênico profundo entre a têmpera e o revenido a dureza aumenta. Além disso, a aplicação do tratamento criogênico profundo promove um material mais homogêneo, pois diminui o desvio padrão dos resultados de dureza. Quando o DCT é aplicado entre a têmpera e o duplo revenido, observa-se maiores valores para resistência ao desgaste e boa absorção de energia no ensaio de impacto de Charpy. Dessa forma, pode-se verificar que o tratamento criogênico apresenta benefícios significativos nas propriedades mecânicas dos aços, visto que promove a transformação da austenita retida em martensita, facilitando a formação de carbeto finos aumentando a vida útil das ferramentas.

**Agradecimentos:** agradeço à FAPERGS, por acreditar e incentivar a pesquisa proporcionando apoio financeiro, bem como à UNIPAMPA.

**Palavras-chave:** Tratamentos térmicos; Criogenia; Aço AISI M2.