INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO NO AÇO ABNT M2 SUBMETIDO AO TRATAMENTO CRIOGÊNICO

Deividi do Amaral Mengotti [1]

Dieison Gabbi Fantineli [2]

Marco Antonio Durlo Tier [3]

Resumo:

O tratamento criogênico profundo - DCT (Deep Cryogenic Treatment) é atualmente estudado para melhorar as propriedades mecânicas dos aços, como, por exemplo, a melhora da resistência ao desgaste devido ao aumento da dureza do material, melhora na tenacidade, entre outros. Neste estudo, foi realizado o tratamento criogênico profundo que teve como objetivo comparar a influência da velocidade de resfriamento do aço ABNT M2. Foram realizados ensaios de desgaste e de microdureza do material onde constatou-se que o resfriamento rápido eleva estas propriedades. Na investigação do ensaio de microdureza constatou-se que as amostras submetidas a um resfriamento rápido, por imersão direta no nitrogênio líquido a (-194 °C), obtiveram valores superiores em comparação com as amostras submetidas aos mesmos procedimentos, porém, com diferença no tipo de resfriamento, ou seja, um resfriamento lento de aproximadamente (0,6 °C/min). O ensaio de desgaste também apresentou melhores resultados para as amostras submetidas ao tratamento criogênico profundo por imersão direta.

Palavras-chave: Tratamento criogênico profundo. Resfriamento rápido.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO NO AÇO ABNT M2 SUBMETIDO AO TRATAMENTO CRIOGÊNICO

[1] Aluno de graduação. deividimengotti@alunos.unipampa.edu.br. Autor principal

[2] Mestre em Engenharia . dieisonfantineli@unipampa.edu.br. Co-autor

[3] Docente. marcotier@unipampa.edu.br. Orientador

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO NO AÇO ABNT M2 SUBMETIDO AO TRATAMENTO CRIOGÊNICO

1 INTRODUÇÃO

O tratamento criogênico vem sendo utilizado para obter melhores propriedades mecânicas em aços, esse tipo de tratamento térmico pode ser dividido em tratamento sub-zero (até -80 °C) e tratamento criogênico profundo – DCT (*Deep Cryogenic Treatment*) onde o material é resfriado até atingir temperaturas próximas a (-194 °C). Este estudo foi baseado no tratamento DCT e teve como objetivo comparar a influência da velocidade de resfriamento do aço ABNT M2, foram realizados ensaios de desgaste e de microdureza do material onde constatou-se que o resfriamento rápido eleva estas propriedades. Na seção 2 foram apresentados os procedimentos utilizados para realizar este estudo, na seção 3 foram demonstrados os resultados obtidos nos ensaios de desgaste e microdureza, na seção 4 encontram-se as conclusões deste trabalho.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho, foi utilizado uma barra de aço M2 com seção transversal circular de diâmetro ⅝ de polegada. Esta barra de foi usinada conforme a norma NBR NM281-1, dessa forma, os corpos de prova ficaram com 10x10 mm de seção transversal e 55 mm de comprimento. O corte e usinagem das amostras foi realizado nos laboratórios de metalográfia e de usinagem da Universidade Federal do Pampa campus Alegrete – RS, onde foram preparadas 50 (cinquenta) amostras, destas, 6 (seis) foram utilizadas para este estudo inicial. Também foi realizado a análise da composição química do material por espectrometria óptica.

Os corpos de prova foram submetidos ao tratamento térmico de têmpera, austenitização até a temperatura de 1200 °C, que foi realizado pela empresa Hurth Infer Indústria de Máquinas e Ferramentas Ltda em Sorocaba – SP. Após o procedimento de têmpera, as amostras foram submetidas ao tratamento criogênico DCT, onde 3 (três) amostras foram resfriadas por imersão direta ao nitrogênio líquido na temperatura de -194 °C por 24 horas. Outras 3 (três) amostras foram submetidas ao mesmo tratamento, porém, com a variação da taxa de resfriamento de aproximadamente 0,6 °C/min, as amostras atingiram a temperatura mínima de -172 °C após 6

horas de resfriamento, onde permaneceram por mais 24 horas, a temperatura se manteve constante devido a isolação da câmara térmica onde as amostras foram colocadas. Após o tratamento criogênico realizou-se o duplo revenido a 550 °C por 2 horas em um forno Mufla da marca INTI modelo 1300/7E. Os tratamentos criogênico e revenido foram realizados no laboratório de química e metalográfia, pertencentes a UNIPAMPA campus Alegrete, o equipamento utilizado para realizar a criogenia é um protótipo que está sendo desenvolvido no mesmo campus.

Após os tratamentos térmicos, foi realizado o ensaio mecânico de microdureza na escala Vickers (HV), com o equipamento da marca Buehler modelo MicroMet 6010, pertence ao laboratório de ensaios mecânicos da UNIPAMPA campus Alegrete, as cargas utilizadas foram de 0,2 kg e 0,5 kg; cinco repetições foram feitas para cada amostra. Também foi realizado o ensaio de desgaste com equipamento Phoenix Tribology, modelo TE 53 SLIM, pertencente ao laboratório de máquinas da UNIPAMPA campus Alegrete, este equipamento utiliza o princípio de bloco sobre anel para realizar o desgaste da peça. Para realizar o ensaio de desgaste as amostras foram cortadas em uma máquina de corte da marca Teclago, modelo CM 60, no comprimento de 12,7 mm, os parâmetros utilizados neste ensaio foram: rotação de 50 RPM com carga de 140 N e 400 ciclos para cada amostra. A lixa utilizada no disco possuía uma granulometria de 120 grãos/pol² e foi substituída para cada uma das amostras, foram realizados cinco ensaios para cada caso. A verificação do ensaio foi através da perda de massa percentual de acordo com a equação [1], à vista disso, foi utilizada uma balança de precisão da marca Schimadzu com resolução de 0,001g.

$$Perda\ de\ massa = \left(\frac{m_i - m_o}{m_i}\right) x\ 100 \qquad [1]$$

Onde:

m_i - massa inicial;

m_o - massa da amostras após o ensaio.

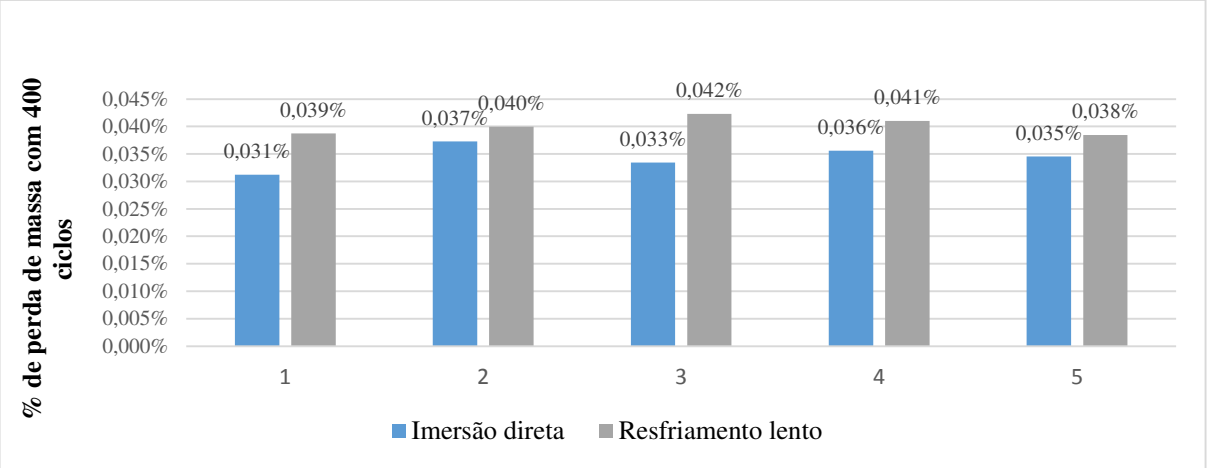
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção estão os resultados obtidos nos ensaios de desgaste e microdureza HV.

3.1 ENSAIO DE DESGASTE

O Gráfico 1 demonstra os resultados obtidos no ensaio de desgaste com lixa de granulometria de 120 grãos/pol², onde percebe-se que ocorreu maior percentual de perda de massa nas amostras que foram submetidas a um resfriamento lento em relação as amostras submetidas a imersão direta ao nitrogênio com temperatura de -194 ° C. Isso pode ter ocorrido devido ao gradiente de temperatura que os corpos de prova submetidos ao DCT por imersão direta sofrem, a desvantagem desse procedimento é que as peças ficam fragilizadas (FANTINELI, 2015).

Gráfico 1: Perda de massa após ensaio de desgaste.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.2 ENSAIO DE MICRODUREZA

Na Tabela 1 encontram-se os resultados obtidos pelo ensaio de microdureza HV, percebe-se que com uma carga aplicada de 0,2 kg as médias de dureza HV foram elevadas, porém, o desvio padrão (DP) foi elevado bem como a diferença dos coeficientes de variação (CV) nesta condição. Em relação ao resultado das médias das durezas com carga aplicada de 0,5 kg, pelo desvio padrão e coeficiente de variação, percebe-se que são resultados mais coerentes.

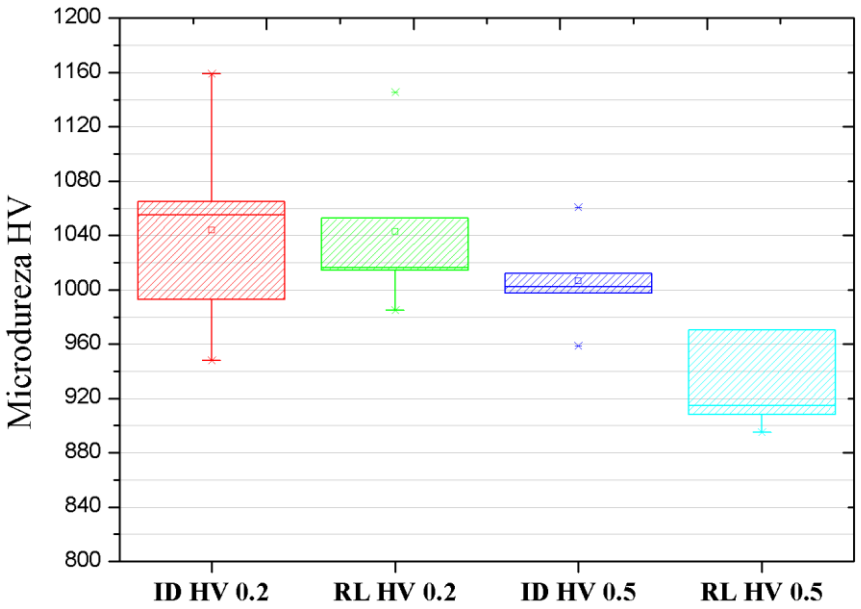
Tabela 1: Dureza HV para rotas investigadas.

Rota	Dureza Vickers 0,2 kg			Dureza Vickers 0,5 kg		
	Média	DP	CV	Média	DP	CV
Imersão direta	1054,9	79,9	7,6	1002,3	36,5	3,6
Resfriamento lento	1016,1	62,1	5,9	914,9	36,2	3,8

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O Gráfico 2, no formato box plot, apresenta os resultados das microdurezas HV para as duas rotas aplicadas neste estudo.

Gráfico 2: Dureza HV investigada.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018. ID HV 0.2 = amostra submetida a imersão direta ao nitrogênio, carga de 0,2 kg; RL HV 0.2 = amostra submetida ao resfriamento lento, carga de 0,2 kg; ID HV 0.5 = amostra submetida a imersão direta ao nitrogênio, carga de 0,5 kg; RL HV 0.5 = amostra submetida ao resfriamento lento, carga de 0,5 kg.

Os resultados das amostras submetidas ao resfriamento lento apresentaram menor dureza em relação as amostras submetidas ao processo por imersão direta, os aços rápidos da classe M apresentam em suas composições o molibdênio, que eleva sua dureza devido a quantidade de carbetos formados. O processo de criogenia facilita a formação de carbetos e

também sua homogeneização (HUANG et al., 2003). Na Tabela 2 é demonstrada a composição química do aço estudado por espectrometria óptica antes dos tratamentos térmicos.

Tabela 2: Composição química do a aço ABNT M2 estudado, antes de todos os tratamentos térmicos.

Elemento	C	Cr	V	W	Mo
% em peso	0,81	3,90	1,83	7,84	4,72

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi demonstrado que as amostras que foram submetidas ao tratamento criogênico DCT por imersão direta apresentaram maior resistência ao desgaste e microdureza em relação às amostras submetidas ao resfriamento lento, porém, não foram realizados testes de impacto para verificar a tenacidade do material.

As amostras submetidas ao resfriamento lento, apresentaram resultados insatisfatórios em relação aos resultados do ensaio de desgaste obtido por FANTINELI (2015), isso pode ter ocorrido devido a rampa de retorno à temperatura ambiente, que não foi controlada, ou seja, não houve controle da temperatura de retorno.

5 REFERÊNCIAS

FANTINELI, D. G. **Estudo da Influência do tratamento criogênico nas propriedades mecânicas e tribológicas do aço ABNT M2**. 2015. Dissertação de mestrado em Engenharia, Área de concentração: Tecnologia de Materiais, Universidade Federal do Pampa.

HUANG, J. et al. Microstructure of cryogenic treated M2 tool steel. **Materials Science and Engineering: A,** v. 339, n. 1-2, p. 241-244, 2003.