cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Avaliação da Tenacidade ao Impacto do Aço SAE 4140 Após Tratamento Termoquímico de Cementação

Raylison Bruno Pires Gonçalves[1]; Nicholas Jesus Rayol de Vasconcelos[1]; Gustavo Cruz Silva[1]; Elias Fagury Neto[1]; Renata Lilian Ribeiro Portugal Fagury[1]; Márcio Paulo de Araújo Mafra[1].

1. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Instituto de Geociências e Engenharias, Faculdade de Engenharia de Materiais.

Introdução

O aço SAE 4140 é amplamente utilizado em componentes mecânicos devido à sua resistência e tenacidade. A cementação, associada à têmpera e ao revenido, modifica sua microestrutura e propriedades mecânicas. Neste estudo, avaliou-se a influência desses tratamentos na dureza e resistência ao impacto do aço SAE 4140.

Objetivos

- Avaliar a resistência ao impacto do aço SAE 4140 após cementação.
- Investigar a influência dos tratamentos de têmpera e revenido.
- Analisar as modificações microestruturais por microscopia óptica.
- Determinar a dureza superficial das amostras.
- Correlacionar dureza e tenacidade do material.

Metodologia

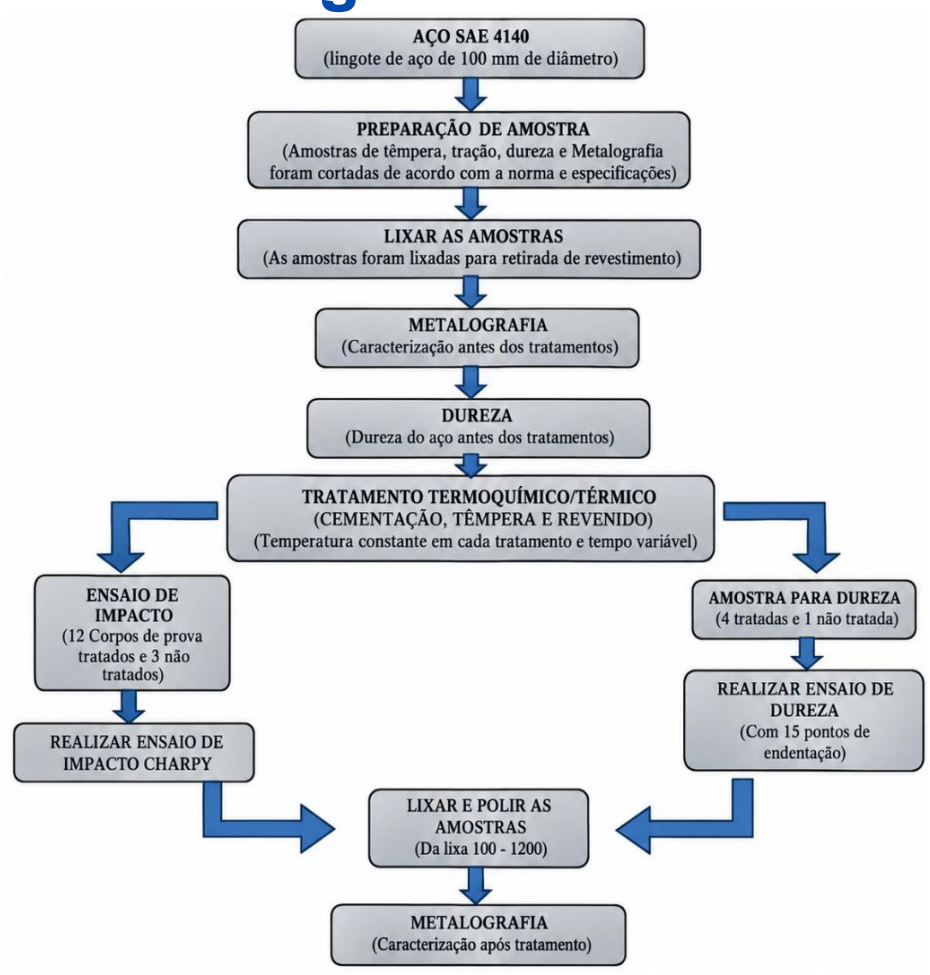


Figura 1: Fluxograma da prática experimental.

Resultados e Discussão

A cementação sólida elevou o teor de carbono do aço SAE 4140 de 0,385% para 0,705%, representando um aumento de aproximadamente 92%. A dureza aumentou de 26,45 HRC no material sem tratamento para 32,38 HRC após a cementação, atingindo 51,07 HRC na Condição 2.

O aumento da dureza foi acompanhado pela redução da energia absorvida no impacto, de 27,1 J para 11,7 J após a cementação e 5,7 J na Condição 2. A relação dureza × tenacidade apresentou comportamento inversamente proporcional. A Condição 5 apresentou a maior energia absorvida entre as condições tratadas (8,1 J), evidenciando o efeito dos tratamentos nas propriedades mecânicas.

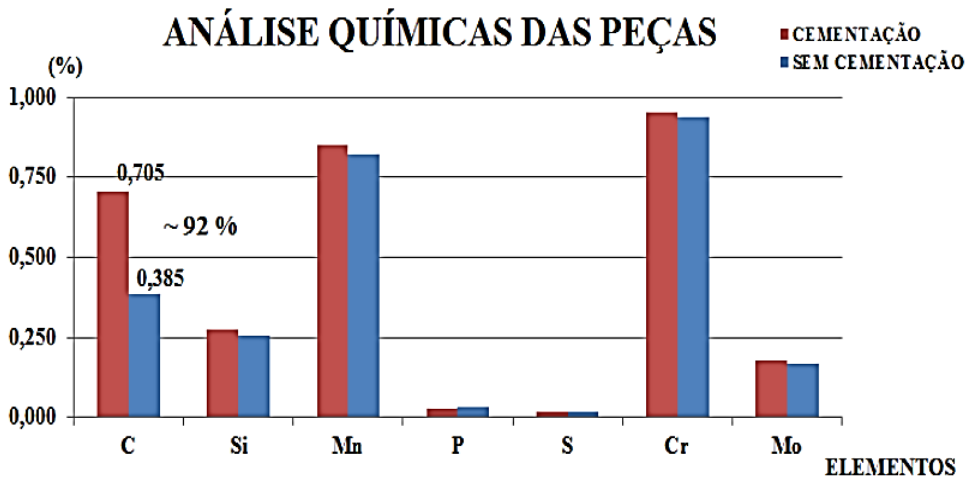


Figura 2: Gráfico comparativo das análises químicas do aço SAE 4140.

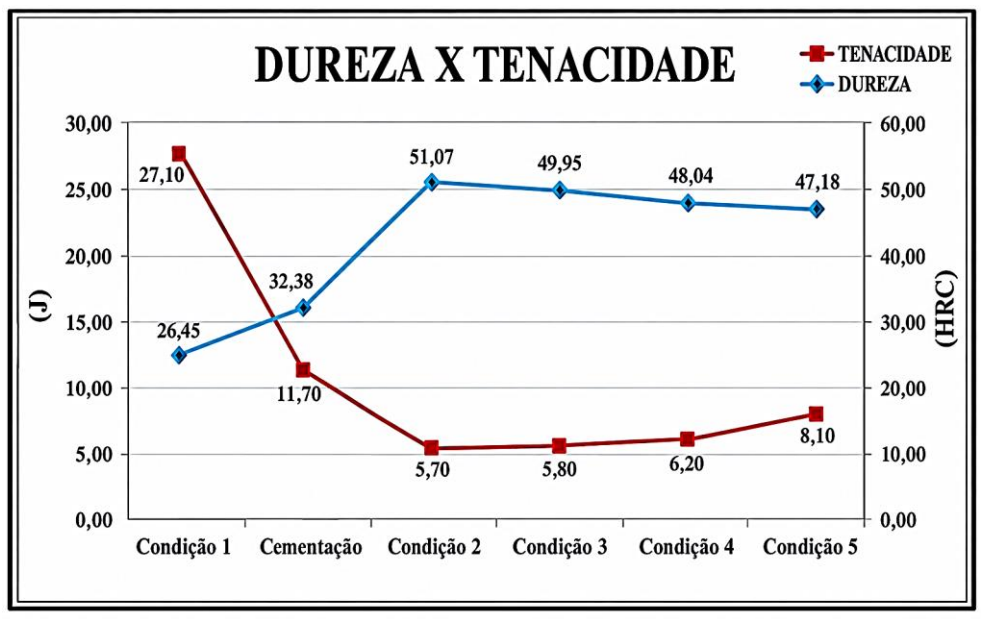


Figura 3: Gráfico da Dureza x Tenacidade.

Conclusões

- A cementação elevou o teor de carbono de 0,385% para 0,705%, confirmando a eficiência do tratamento.
- A têmpera e o revenido aumentaram a dureza, atingindo 51,07 HRC na Condição 2, enquanto a energia de impacto reduziu para 5,7 J.
- A Condição 5 apresentou maior capacidade de absorção de energia entre as condições tratadas (8,1 J), evidenciando a relação inversa entre dureza e tenacidade.

Referências e Agradecimentos

- CHIAVERINI, V. Aços e ferros fundidos. 6. ed. São Paulo: ABM, 1988.
- CALLISTER, W. D. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 148-2: Ensaio de Impacto por Pêndulo Charpy. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.