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

# ENDURECIMENTO SUPERFICIAL E BORETAÇÃO DO AÇO ABNT P20 POR ELETROEROSÃO UTILIZANDO SOLUÇÃO AQUOSA À BASE DE OCTABORATO DE SÓDIO

João Paulo Moreira Santos Barbosa[1]; Ernane Rodrigues da Silva[2]; Anderson Edson da Silva[2]
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)
[1] Leopoldina. [2] Belo Horizonte. Contato: jpbarbosa@cefetmg.br

## Introdução

A usinagem por descargas elétricas (EDM) pode promover modificações na composição e na microdureza superficial durante a remoção de material. A formação de FeB e $Fe_2B$ na boretação do aço P20 é descrita por Kayali [3]. Neste estudo, investigou-se a formação desses boretos e o endurecimento do aço ABNT P20 por EDM, utilizando solução aquosa de octaborato de sódio tetrahidratado em substituição ao dielétrico convencional [1, 2].

## Objetivos

Caracterizar as camadas superficiais do aço ABNT P20 submetido à EDM utilizando solução aquosa de octaborato de sódio tetrahidratado, quanto à espessura, à microdureza e à presença de boretos de ferro.

## Metodologia

A solução foi preparada com 500 g de octaborato de sódio tetrahidratado em 30 L de água deionizada (16,7 g/L), substituindo o dielétrico em cuba auxiliar com agitação por bomba (Figura 1).
Na EDM por penetração, utilizou-se eletrodo de cobre eletrolítico em polaridade positiva, corrente de 40 A, pulso de 500 µs e duração de 10 min.
A microestrutura foi examinada por microscopia óptica e MEV, e a presença de boretos de ferro foi verificada por DRX. A microdureza Vickers foi medida sob carga de 25 gf durante 15 s, com dez medições por região.

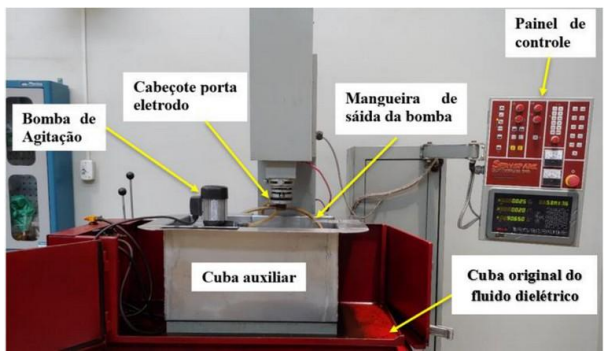



Figura 1. Máquina de EDM com cuba auxiliar e agitação da solução aquosa. Fonte: Barbosa et al. [1].

## Resultados e Discussão

A seção transversal revelou camadas refundida e intermediária com espessuras médias de 47 ± 22 µm e 52 ± 4 µm, respectivamente [1].

| Região | Microdureza (HV) |
|---|---|
| Material base | 324 ± 3 |
| Camada refundida | 686 ± 28 |
| Camada intermediária | 621 ± 31 |

Tabela 1. Microdureza Vickers: média ± desvio padrão.

A microdureza aumentou 112% na camada refundida e 92% na camada intermediária em relação ao material base [1].




Figura 2. Seção transversal após EDM. Fonte: Barbosa et al. [1].

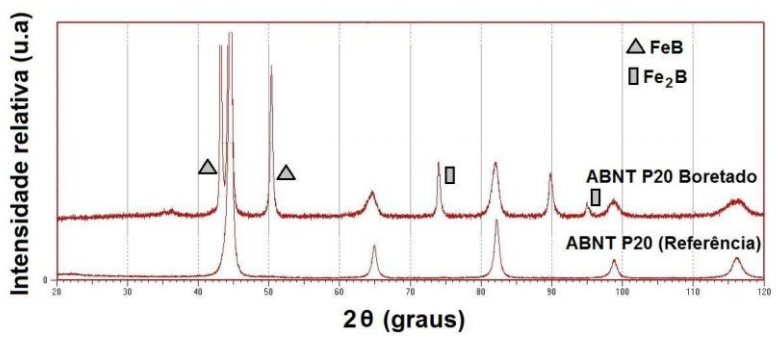



Figura 3. DRX: identificação de FeB e $Fe_2B$ após EDM. Fonte: Barbosa et al. [1].

## Conclusões

A EDM utilizando solução aquosa de octaborato de sódio tetrahidratado associou a remoção de material ao endurecimento superficial do aço ABNT P20. As microdurezas médias atingiram 686 HV na camada refundida e 621 HV na intermediária, com espessura média de 52 µm.
A identificação de FeB e $Fe_2B$ confirmou a formação de boretos de ferro. Os resultados indicam potencial para integrar usinagem e endurecimento superficial em uma única etapa.

## Referências e Agradecimentos

[1] BARBOSA, J. P. M. S. et al. Avaliação do aço ABNT P20 usinado por EDM com solução aquosa de octaborato de sódio tetrahidratado como fonte de boro. Perspectivas da Ciência e Tecnologia, v. 15, e20231501, 2023. DOI: 10.22407/1984-5693.2023.v15.p.e20231501.
[2] BARBOSA, J. P. M. S. Avaliação do aço ABNT P20 usinado por EDM com solução aquosa de octaborato de sódio tetrahidratado e bórax como fonte de boro. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais), CEFET-MG, Belo Horizonte, 2023.
[3] KAYALI, Y. Investigation of diffusion kinetics of borided AISI P20 steel in micro-wave furnace. Vacuum, v. 121, p. 129-134, 2015.
Síntese de resultados da dissertação [2] e do artigo publicado [1].