

## EFEITO DO TRATAMENTO TERMOQUÍMICO DE BORETAÇÃO NA LIGA INCONEL 718

Matheus Oliveira, Jefferson Luiz Jerônimo, Júlio Cesar G. Milan, Cesar Edil da Costa

### INTRODUÇÃO

A liga de inconel 718 é uma liga amplamente utilizada nos setores do petróleo e gás, na indústria aeroespacial, processamento de alimentos e reatores nuclear. isso se dá por conta da alta resistência à corrosão e fluidez, alta resistência mecânica, baixa condutividade térmica, elevada resistência à fadiga e com boa soldabilidade. e ainda apresenta excelente estabilidade microestrutural a altas temperaturas. entre tanto o inconel apresenta um problema frequente que limita sua aplicação. A implicação no material se dá pela sua baixa resistência ao desgaste. Com isso, a pesquisa vai trazer dados após testes tribológicos com amostras de níquel boretadas e não boretadas. Iremos analisar o quanto a boretação pode impactar na resistência ao desgaste e sua rugosidade. Além disso, analisaremos a sua dureza.

### DESENVOLVIMENTO

Inicialmente o material foi cortado a fio, retificado e lixado com lixa 320. A boretação foi realizada em pó, utilizando 90% de B<sub>4</sub>C e 10% de KBF<sub>4</sub> como agentes boretantes.

As amostras foram colocadas dentro de um cadiño de aço inoxidável 304(figura 1), vedado com areia de fundição para minimizar a entrada de oxigênio. O aquecimento seguiu uma rampa de 10°C/min até 950°C. Após atingir a temperatura alvo, as amostras permaneceram por 3 horas. O resfriamento foi feito ao ar.

Nos ensaios tribômetros foi utilizado uma esfera de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Foram aplicadas duas cargas diferentes sendo elas de 2N e 10N e ainda colocamos duas diferentes velocidades as quais são 0,1m/s e 0,3m/s. Após os ensaios será realizada a microscopia eletrônica de varredura (MEV), para a análise das pistas de desgaste. Para avaliar a profundidade das pistas de desgaste, ainda realizaremos uma microscopia confocal. Também para a analisar quimicamente as pistas juntamente com o MEV, se utilizará uma espectroscopia de energia dispersiva. Além disso, para medir a rugosidade das amostras será necessário o uso de um microscópio confocal Leica. Para a medir rugosidade será posicionada em três pontos diferentes para uma melhor leitura.

### RESULTADOS

A partir dos ensaios já realizados no tribômetro, observou-se que as amostras boretadas apresentaram os seguintes resultados:

#### Análise da dureza da amostra:

Superfície	Boretada	Não boretada (não apresenta)
Região de transição	2400 HV (24 GPa)	(não apresenta)
Substrato	700 HV (7 GPa)	400–600 HV (4–6 GPa)

#### Análise de Rugosidade:

Rugosidade	S <sub>a</sub>	S <sub>q</sub>
Amostra boretada	(Rugosidade Média): 2,0 – 2,5 μm	(Rugosidade Média Quadrática): 3,0 – 3,5 μm

Amostras não  
boretadas

~1,0  $\mu\text{m}$

~1,5  $\mu\text{m}$

Diante dos dados apresentados evidencia-se que os ensaios tiveram maior rugosidade e dureza nas amostras boretadas

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação do projeto de Iniciação Científica foi muito importante para o conhecimento de metodologia científica, e busca bibliográfica para entender o desenvolvimento de pesquisa em materiais.

Também foi importante o aprender a operar vários equipamentos sendo o principal dele o tribômetro.

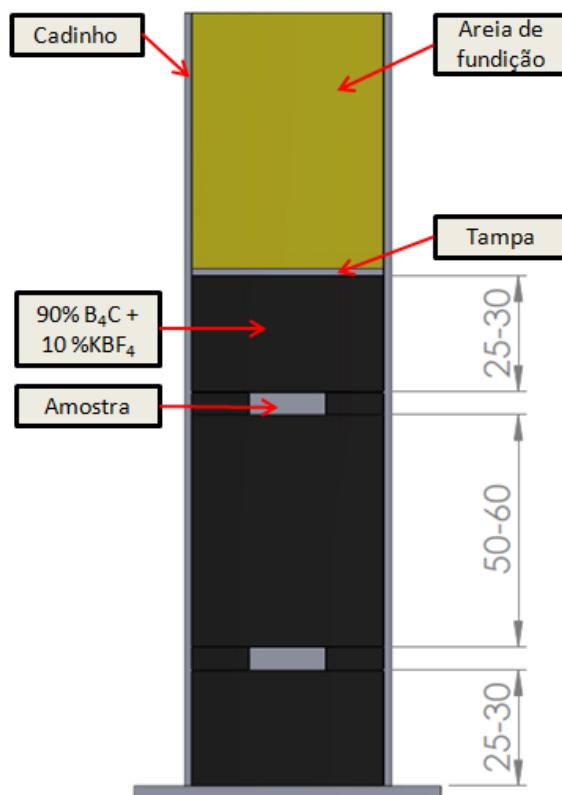
Sobre a pesquisa, diante dos dados apresentados evidencia-se que os ensaios tiveram maior rugosidade e dureza nas amostras boretadas.

Esta rugosidade pode afetar o comportamento da liga inconel 718 quanto ao comportamento ao desgaste.

**Palavras-chave:** Boretação, Tribologia, Tratamento termoquímico, Liga incinel 718

### ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Preenchimento do cadinho para o tratamento



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**JERONIMO, Jefferson Luiz.** Influência do tratamento termoquímico de boretação na microestrutura, comportamento microabrasivo e corrosivo da liga Inconel 718. 2025. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais, Joinville, 2025.

**KRELLING, Anael P.; JERONIMO, Jefferson L.; BONETTI, Ivandro; SOUZA, Gustavo A.; CAMILLO, Bruna Z.; PACHECO, Christian; MILAN, Julio C. G.; COSTA, César E.** Análise da aderência de camadas de boretos em Monel 400. In: *Evento científico*, ano de publicação. Acesso em: 20/03/2025.

**JERONIMO, Jefferson Luiz; KRELLING, Anael Preman; BONETTI, Ivandro; ZAPPELLINO, Bruna de Freitas; PACHECO, Christian; GONÇALVES, Luíza Kauane Machado; MILAN, Julio Cesar Giubilei; COSTA, Cesar Edil da.** Avaliação da aderência das camadas formadas através do processo de boretação na liga Inconel 718. In: *Evento científico*, ano de publicação. Acesso em: 20/03/2025.

---

## DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Matheus Oliveira

**MODALIDADE DE BOLSA:** PIBIC-EM 2024-2025

**VIGÊNCIA:** 09/2024 a 08/2025 – Total: 12 meses

**ORIENTADOR(A):** Cesar Edil da Costa

**CENTRO DE ENSINO:** CCT

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Engenharia Mecânica

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Engenharias/ Engenharia de Materiais e Metalúrgica

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** - EFEITO DO TRATAMENTO TERMOQUÍMICO DE BORETAÇÃO NA LIGA INCONEL 718

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** NPP4201-2023