

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE PROCESSO NO FRESAMENTO DE INCONEL 718 SOBRE O DESGASTE E A QUALIDADE SUPERFICIAL

Bolsista: João Davi Schenkel

Orientador: Prof. Dr. Eng. Mec. Rodrigo Panosso Zeilmann

Co-Orientador: Fernanda Fontanive

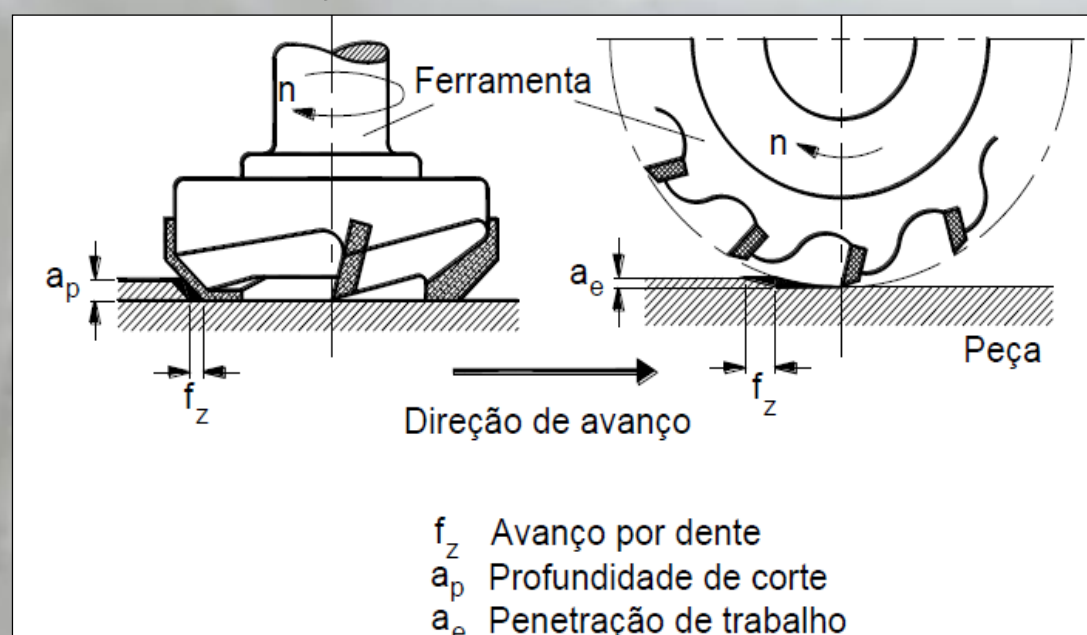
Projeto: QS3

## INTRODUÇÃO

A grande competitividade do mercado atual leva as empresas a investirem cada vez mais na otimização dos processos, com foco no aumento da produtividade e redução dos custos dos mesmos. Com o desenvolvimento das ligas à base de níquel, com propriedades mecânicas que se mantêm em altas temperaturas, as indústrias vem enfrentando problemas na usinagem desses materiais. A baixa condutividade térmica, o encruamento, a dureza, a presença de carbonetos e a afinidade para reagir com o material da ferramenta de corte que as ligas à base de níquel têm geram desafios na usinagem desses materiais. O excessivo desgaste da ferramenta, que resulta em uma baixa qualidade superficial da peça, é devido a alta temperatura na zona de corte e a dureza a quente dessas ligas.

A usinagem é definida como todo e qualquer processo de fabricação de peças por meio da remoção de material sob forma de cavaco.

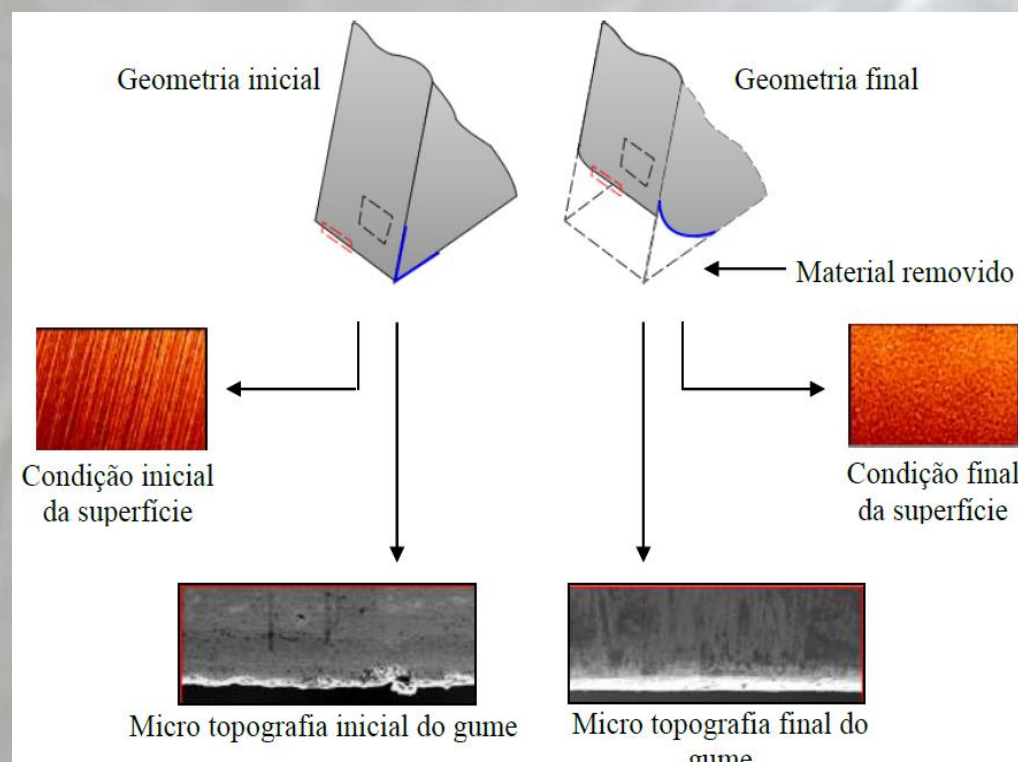
O fresamento é um método de usinagem que remove o material da peça por movimentos circulares da ferramenta – geralmente com múltiplos gumes de corte – que dá forma e dimensões pretendidas a peça. A direção de corte é perpendicular ou transversal ao eixo de giro da ferramenta e o avanço é paralelo à superfície da peça.



Fonte: Adaptado de Klocke, 2011.

## OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho foi analisar o desgaste e a qualidade superficial durante o fresamento de Inconel 718. Os objetivos específicos do trabalho foram estudar e compreender métodos usuais de caracterização da integridade superficial do corpo de prova, avaliar os mecanismos e tipos de desgaste de fresas revestidas e revestidas com tratamento, avaliar diferentes condições de aplicação de FLR e aplicar e analisar um método de tratamento de gume em fresas de metal-duro revestidas.



Fonte: Adaptado de Rodriguez, 2009.

## METODOLOGIA

Os parâmetros de corte utilizados nos ensaios foram os seguintes:

Profundidade axial ( $a_p$ ) = 0,4 mm;  
Profundidade lateral ( $a_e$ ) = 0,4 mm;  
Velocidade de corte ( $v_c$ ) = 40 m/min;  
Avanço da mesa ( $v_z$ ) = 114,6 mm/min; e  
Rotação do eixo árvore ( $n$ ) = 3183  $\text{min}^{-1}$ .

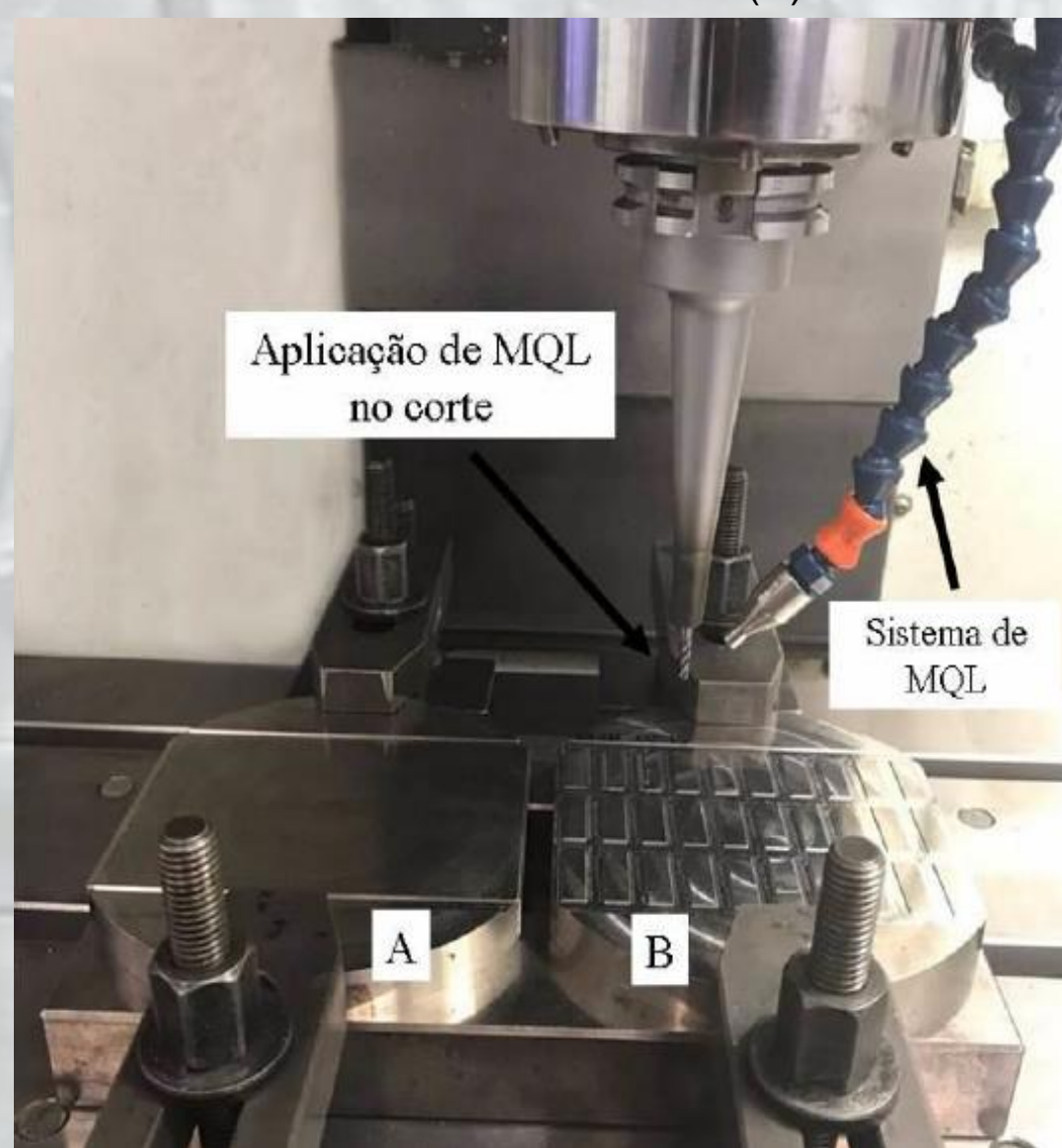
A estratégia de corte adotada foi o corte concordante e a usinagem se deu a seco e com o uso de mínima quantidade de lubrificante (MQL) de base vegetal com uma vazão de 30 ml/h.

O material utilizado para a confecção dos corpos de prova é o Inconel 718 endurecido por precipitação.

Densidade	Tensão de ruptura	Tensão de escoamento	Dureza	Alogamento	Condutividade térmica
8,19 $\text{g/cm}^3$	1264 MPa	959 MPa	37 HRc	35%	11,4 W/mK

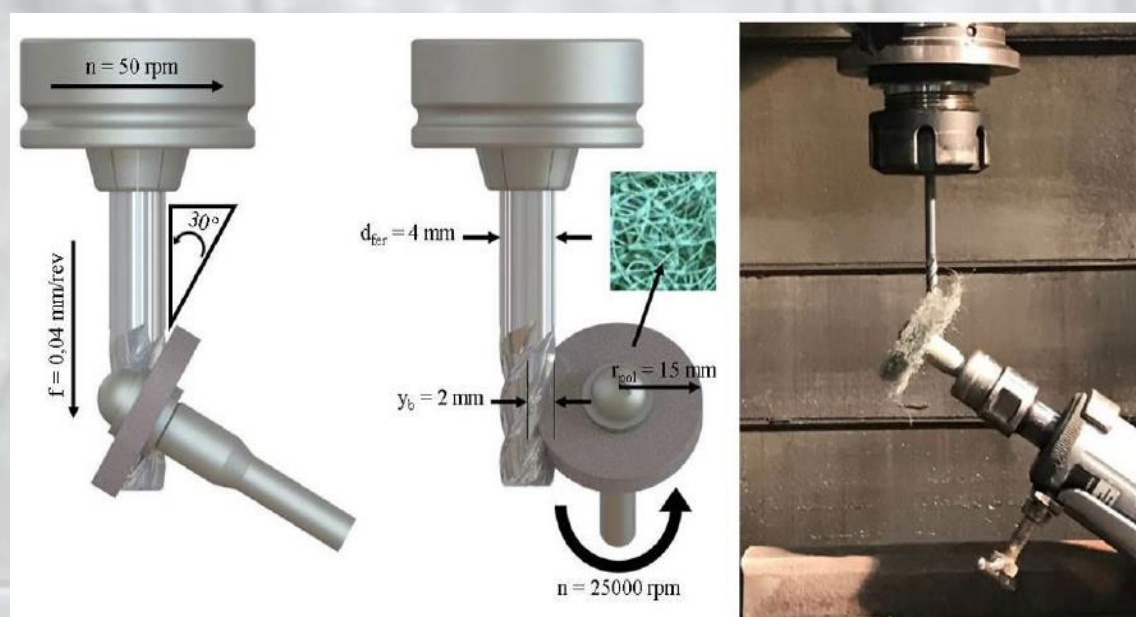
Fonte: Weatherford, 2017.

Foram elaborados 2 corpos de prova, sendo um para desbaste (A) e outro para o registro das rugosidades de início e fim de vida da ferramenta (B).



Fonte: Fontanive, 2018.

As fresas utilizadas nos ensaios experimentais são de metal-duro inteiriças (submicron e classe K44UF), dureza de 1680 HV30 e 12% de monóxido de carbono. As ferramentas são revestidas com nitreto de cromo alumínio (AlCrN), têm um diâmetro de 4 mm e possuem 4 gumes de corte (ângulo de hélice entre 36° e 37°). As ferramentas foram polidas com uma espolja com cerdas abrasiva de carboeto de silício.



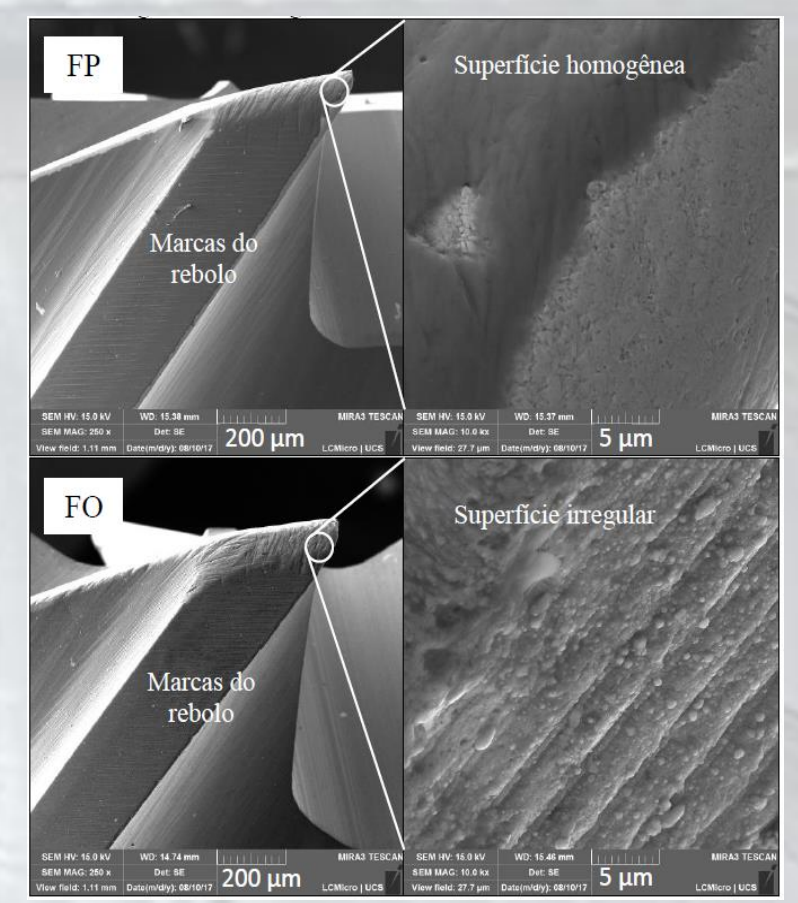
Fonte: Fontanive, 2018.

Os equipamentos utilizados nos ensaios experimentais foram os seguintes:

Centro de Usinagem Hartford LG-500 com potência de 10 kW e rotação máxima 10.000 RPM;  
Rugosímetro Mitutoyo SJ-301;  
Estereoscópio Trinocular Entex TNE-10B;  
Microscópio Ótico Nikon Epiphot 200;  
Microdurômetro Shimadzu Mitutoyo HMV-2;  
Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Mira3 Tescan.

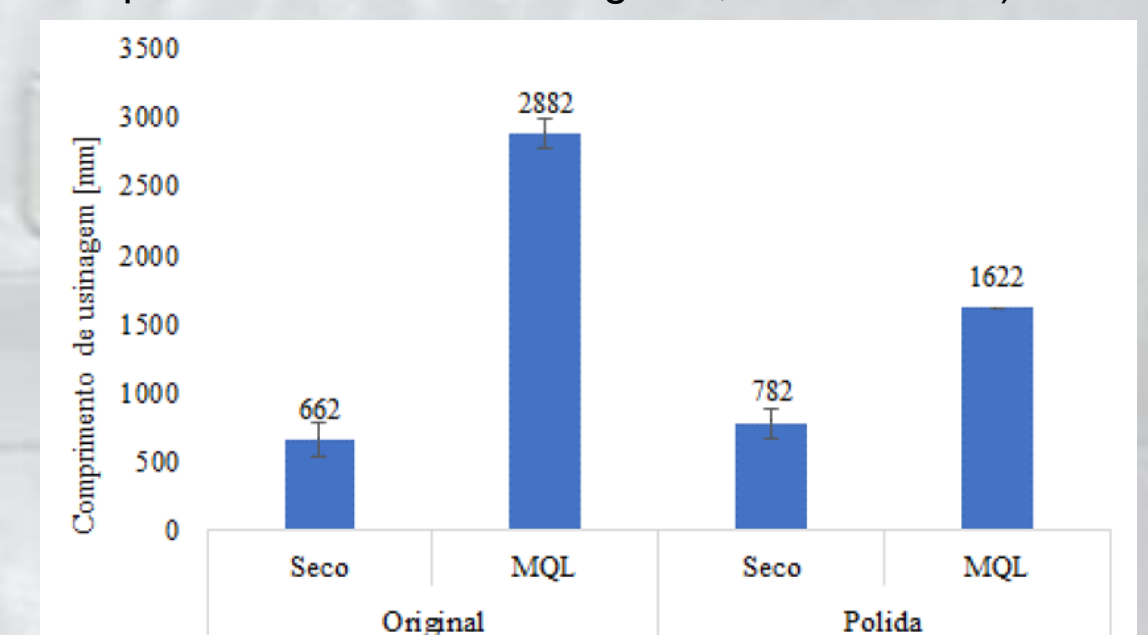
## RESULTADOS

Para entender como o tratamento de gume modificou a superfície das ferramentas, o flanco e a quina, regiões relevantes em relação ao desgaste da ferramenta e a qualidade superficial, foram ampliados.



Fonte: Fontanive, 2018.

A ferramenta original (FO) mostra alguns defeitos de fabricação (marcas de passagem do rebolo). A ferramenta polida (FP) exibe uma superfície mais homogênea (a remoção de material ocorreu pelo atrito das partículas abrasivas no gume, flanco e face).



Fonte: Fontanive, 2017.

A condição que apresentou o melhor resultado foi a ferramenta FO com o uso de MQL, seguida pela ferramenta FP com o uso de MQL. A usinagem a seco não apresentou resultados satisfatórios em nenhuma das condições testadas. Degaste VB e lascamentos, ocasionados por abrasão e adesão, foram os principais desgastes apresentados pelas ferramentas.

## CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados, é possível verificar que o polimento não alterou de forma significativa a geometria da ferramenta. A usinagem com a aplicação de MQL apresentou melhores resultados que a usinagem a seco. A análise da camada afetada mostrou que as menores deformações foram obtidas pelas ferramentas originais com o uso de MQL. Além disso, essas ferramentas também apresentaram melhores resultados de vida da ferramenta em termos do comprimento usinado.

## REFERÊNCIAS

- BORDIN, F. M. Efeito do tratamento da micro-geometria de brocas helicoidais de metal-duro sobre a integridade superficial dos furos. Dissertação de mestrado. Caxias do Sul, 2013.  
DENKANA, B.; BIERMANN D. Cutting edge geometries. CIRP Annals – Manufacturing Technology. 2014.  
KLOCKE, F. Manufacturing Processes 1 – Cutting. Springer, 2011.  
OST, C. A. Análise da qualidade superficial no fresamento de aço P20 com diferentes tratamentos de ferramentas e condições de lubrificantes. Dissertação de mestrado. Caxias do Sul, 2016.  
RODRIGUEZ, C. J. C. Cutting edge preparation of precision cutting tools by applying micro-abrasive jet machining and brushing. Tese de Doutorado, Universidade de Kassel, Alemanha, 205p., 2009.



Contato

[rpzeilma@ucs.br](mailto:rpzeilma@ucs.br)  
[jdschenkel1@ucs.br](mailto:jdschenkel1@ucs.br)  
(54) 3218-2168

