

# XVII Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS

## Caracterização da Integridade de Aço Carbono Usinado pelo Processo de Fresamento

Monitor: Carina Longo

Orientadores: Prof. Dr. Eng. Mec. Rodrigo Panosso Zeilmann e Prof. Dr. Frank Patrick Missell

Projeto: Usimold II

Financiador: FAPERGS

Com a intensa cobrança por agilidade operacional, as indústrias e os demais segmentos relacionados a atividades produtivas vêm sofrendo forte pressão no sentido de desenvolver novas medidas quanto aos tempos despendidos e custos reduzidos no segmento de fabricação os produtos, para que estes não sofram redução de vida útil. Ademais, é necessário manter a qualidade íntegra. Devido à versatilidade na geração de superfícies usinadas ser a principal vantagem do processo, ensaios experimentais sob condição a seco de fresamento por interpolação, com pré-furo, em aço carbono, foram realizados visando analisar a integridade do material. Para a caracterização da integridade foram analisadas e medidas deformações plásticas, bem como uma análise de micro-dureza nessas regiões. Será realizada, posteriormente, uma avaliação de microestrutura e tensões residuais do aço usinado pelo efeito do Ruído Magnético de Barkhausen (RMB), método não-destrutivo.

### INTRODUÇÃO

#### Fresamento

Consiste numa operação de usinagem em que o metal é removido por uma ferramenta giratória – denominada **fresa** – de múltiplos gumes cortantes paralelos a superfície a ser usinada que, através do movimento combinado entre a rotação da ferramenta e o deslocamento de avanço, é possível produzir uma superfície com a forma definida necessária.

A operação de fresamento é uma das mais importantes no processo mecânico de fabricação, pois a partir desse processo podem-se gerar superfícies planas, não planas e de não-revolução, ao contrário de outros processos de usinagem.



GUS / UCS

O processo de fresamento por interpolação foi escolhido por ser um dos processos com fresa mais energético e pela versatilidade da operação na indústria manufatureira.

#### Integridade superficial

A integridade superficial pode ser definida como sendo a característica através da qual podem ser relacionadas ou identificadas exigências ou alterações metalúrgicas.

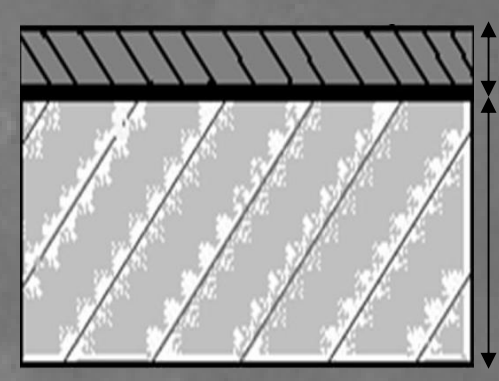
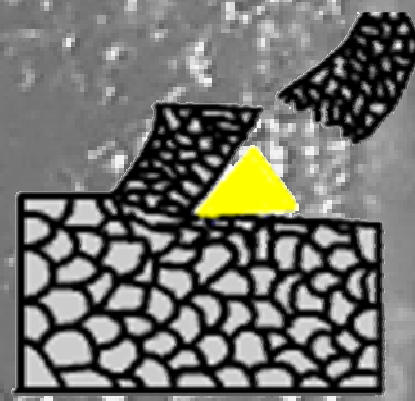


BET, 2006

Com o estudo da integridade superficial, pode-se descrever e controlar as possíveis alterações produzidas na camada e superficial durante a fabricação, tendo assim, o controle de seus efeitos sobre as propriedades do material e o comportamento da superfície em serviço.

#### Alterações sub-superficiais

Durante a usinagem, o processo de remoção de cavaco cria uma superfície com propriedades diferentes do interior do material. A identificação das alterações na sub-superfície é de suma importância, principalmente em componentes que trabalharão sujeitos a altas tensões, em particular tensões alternadas (tração-compressão).

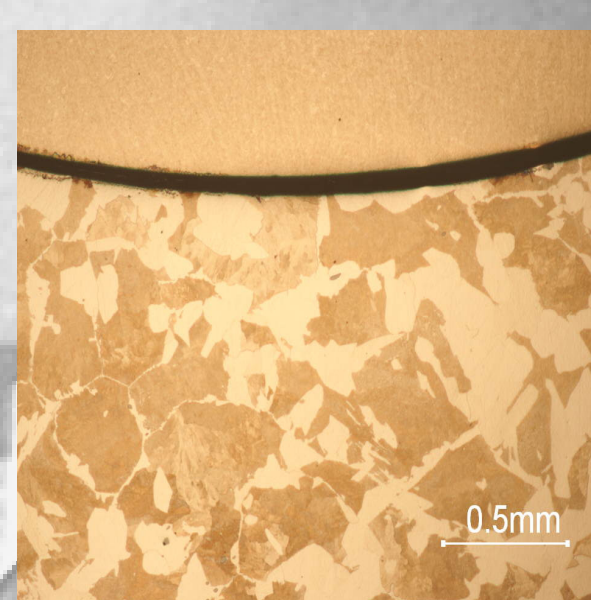


Regime de deformação plástica  
Material base

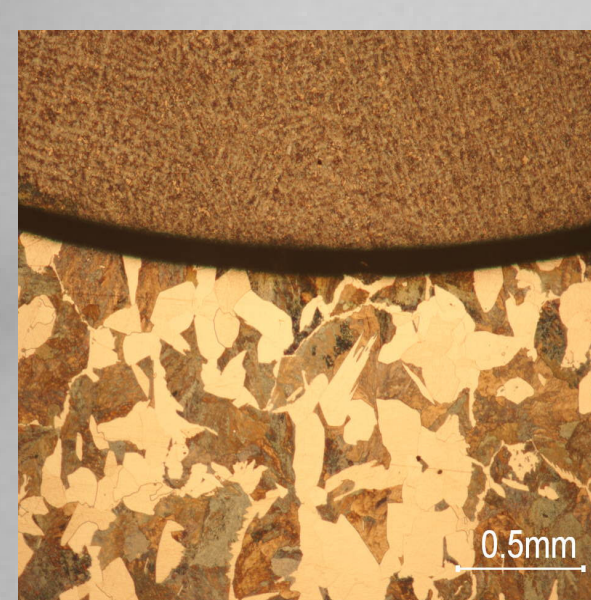
GUS / UCS

### OBJETIVO

Caracterização da integridade da superfície e sub-superfície de peças usinadas pelo processo de fresamento.



0.5mm



GUS / UCS

### METODOLOGIA

#### Ensaio e ferramentas

Fresamento por interpolação com pré-furo:

- pré-furo: broca helicoidal de metal-duro revestida, com 12 mm de diâmetro;
- fresamento: fresa de metal-duro com 10 mm de diâmetro;
- profundidade dos furos: três furos, todos com 8mm de profundidade;



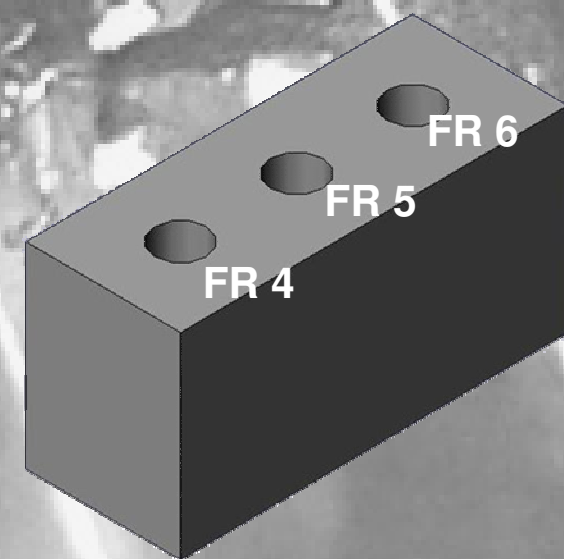
broca fresa  
GUS / UCS

- parâmetros de corte:

FR 4 →  $v_c = 100\text{m/min}$ ,  $f_z = 0,2$

FR 5 →  $v_c = 100\text{m/min}$ ,  $f_z = 0,4$

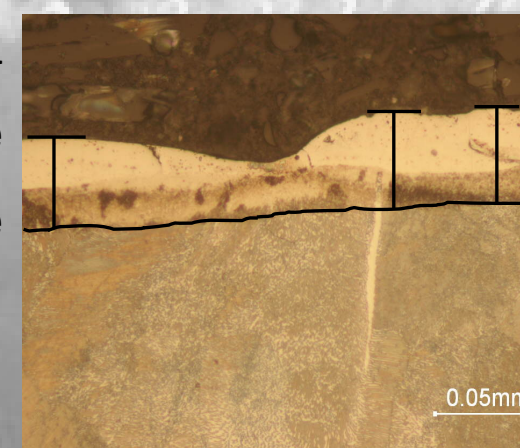
FR 6 →  $v_c = 150\text{m/min}$ ,  $f_z = 0,2$



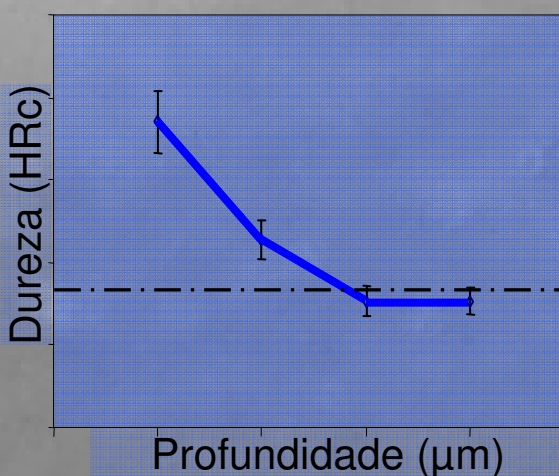
GUS / UCS

#### Técnicas para análise de integridade

- *Análise Metalográfica*: usada na medição da profundidade de deformação plástica, com auxílio de linhas traçadas sob a microscopia.

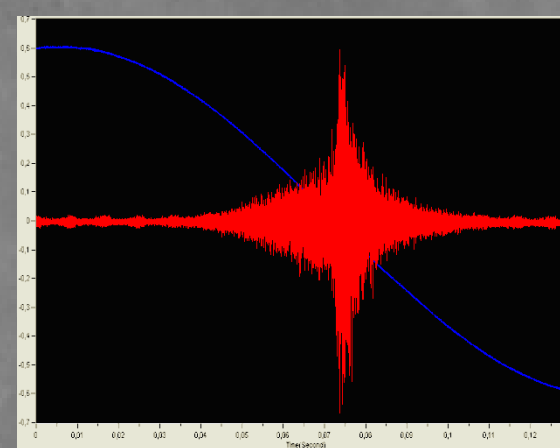


0.05mm



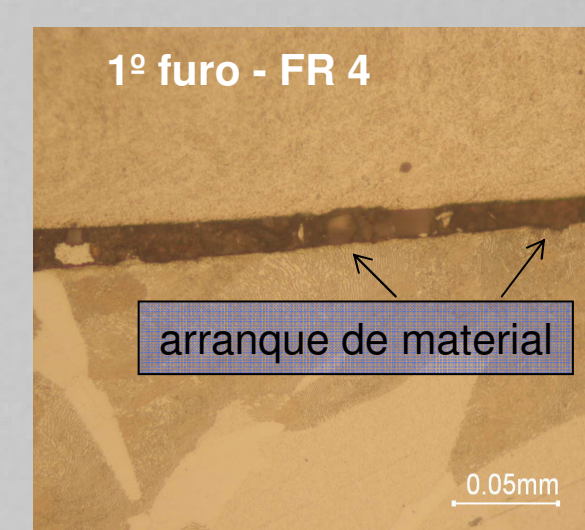
- *Micro dureza*: auxiliar na medição da profundidade de deformação plástica, uma vez que essas deformações causam alterações na dureza do material.

- *Ruído de Barkhausen*: técnica não destrutiva que caracteriza a presença de inclusões / defeitos da sub-superfície do corpo-de-prova usinado.



### RESULTADOS

As amostras fresadas não apresentaram deformação plástica aparente, nem alterações significativas na micro-dureza da borda furo em relação ao material base.



1º furo - FR 4

arranque de material

0.05mm

As principais modificações observadas nas amostras (FR4, FR5 e FR6), a nível superficial, consistem em arranque de material com a passagem da ferramenta. Esse evento reflete diretamente na qualidade superficial da peça.

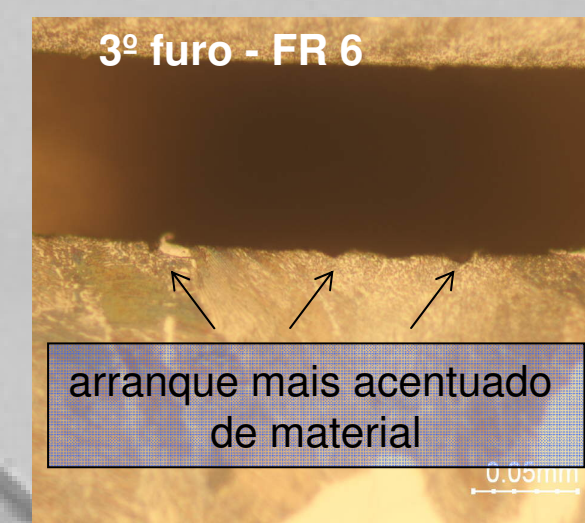


2º furo - FR 5

deformação na superfície devido arranque

0.05mm

Quanto a alterações metalúrgicas (sub-superficiais), não houve ocorrência de transformação de fases, nem caldeamento.



3º furo - FR 6

arranque mais acentuado de material

0.05mm

### CONCLUSÕES

A deformação plástica ocorre por si mesma na superfície ao usinar um material.

Através dos métodos convencionais para análise de integridade superficial, não foi possível identificar deformações plásticas que possam afetar a superfície usinada quando submetida a altas tensões cíclicas.

Os valores de micro dureza da borda até o metal base não sofreram alterações.

As alterações significativas para as amostras fresadas foram pontos de arranque de material, o que acarreta em uma baixa qualidade superficial.

Devido os resultados obtidos através das análises convencionais, novas sistemáticas estão sendo desenvolvidas no anseio de obter análises mais criteriosas, com resultados mais precisos.

### BIBLIOGRAFIA

OLIVEIRA, J. M. *Caracterização da integridade de superfícies usinadas para produção de moldes e matrizes*. Tese de Mestrado, UCS, Caxias do Sul, 2006.

BET, L. *Integridade Superficial*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Departamento de Engenharia Mecânica – Processos Metalúrgicos de Fabricação, 2006.

SCHROETER, R. B.; WEINGAERTNER, W. L. *Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Corte de Geometria Definida – Parte I*. Universidade Federal de Santa Catarina – LMP. Florianópolis, 2002.

ZEILMANN, R. P.; TOMÉ, Alfredo; CALZA, Diego; BRAGHINI, M. V. R. *Caracterização da Integridade de Peças Usinadas*. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais, 2008.

SAQUET, O. *O Ruído Barkhausen: Técnica de Avaliação Não Destrutiva*. In: <http://www.insa-lyon.fr/Laboratories/GEMPPM/endo/pe.html>; Acesso em: 23 Mar 2009.

Financiador



Apoio



randon.com.br

Realização



Contato



rpzeilma@ucs.br  
clongo@ucs.br  
(54) 3218 2168