

## Análise da aplicação do microfresamento na fabricação de microssores de coleta de dados em reservatórios de petróleo.

Bruno Guatieri N. Oliveira (Mestrando- GETEC), [bguatieri@gmail.com](mailto:bguatieri@gmail.com);

Guilherme Oliveira de Souza (Orientador- GETEC);

Faculdade SENAI CIMATEC

Palavras Chave: *Microfresamento, acabamento superficial, rebarba, rugosidade.*

### Introdução

Um dos componentes de um microssores de pressão, aplicado à coleta de dados em reservatórios de petróleo, é o diafragma de 125 µm de espessura e raio de aproximadamente 1 mm. Componente, que exige características dimensionais com elevada precisão, assim como bom acabamento superficial, tendo em função defletir de acordo com a pressão atuante no ambiente.<sup>5</sup>

Este componente miniaturizado pode ser fabricado em aço inoxidável 304 pelo processo de microfresamento, tecnologia de fabricação que tem por objetivo conferir forma e dimensões na escala micro, através da remoção de material pela atuação de uma microferramenta.<sup>5-1</sup>

Assim como no fresamento convencional, no microfresamento são geradas características indesejáveis à função do componente fabricado. Estas podem ser as rebarbas – projeções indesejáveis nas bordas da geometria usinada, devido à deformação plástica – e a rugosidade, que consiste em um conjunto de irregularidades de pequenas saliências com picos e vales que caracterizam uma superfície.<sup>2-3</sup>

Vários fatores podem contribuir para um acabamento superficial de baixa qualidade, tais como os parâmetros de processos aplicados, a precisão da máquina, o material da peça a ser usinada, a ferramenta de corte, e a programação.<sup>1</sup>

No que diz respeito aos parâmetros de processo, destacam-se a influência da velocidade de corte, o avanço, a profundidade de corte, e a penetração de trabalho. Cabe ressaltar que diferentemente do processo de fresamento na escala macro, no microfresamento pode ocorrer o efeito de escala, em que o raio de ponta e o raio das arestas de corte da microfresa estão na mesma escala do tamanho do grão do material a ser usinado.<sup>1</sup>

A depender dos parâmetros aplicados, o material poderá sofrer deformação plástica em determinados

*Disciplina: Seminários de Pesquisa*

pontos das etapas da usinagem, dificultando-se assim a retirada de cavaco, e ocasionando elevada rugosidade e maior número de rebarbas.<sup>3-4</sup>

Este estudo tem por objetivo, analisar o processo de microfresamento aplicado aos componentes estruturais de microssores, avaliando-se os parâmetros de processo e a microestrutura do material aço inoxidável 304, e comparando-se a influência de cada fator no acabamento superficial da peça.

### Resultados e Discussão

Para certificar a equivalência entre a composição química do material fornecido (uma chapa laminada de 2 mm de espessura) e o especificado na literatura, foi realizada a espectrometria de emissão óptica no equipamento Foundry-Master PRO. A partir dos dados, como mostrado da tabela 1, verificou-se que o material em estudo é um aço inox 304.

Comp.	C	Cr	Ní	Mn	Si	P	S
Teórico	0,08	18-20	8-10	2,00	1,00	0,045	0,030
Medido	0,08	18,8	7,92	1,250	0,257	0,0007	0,0007

**Tabela 1.** Composição química do aço inox 304.

A dureza do material foi outra característica aferida. Através do equipamento durometro, os valores foram coletados e obteve-se uma média de 190 HB.

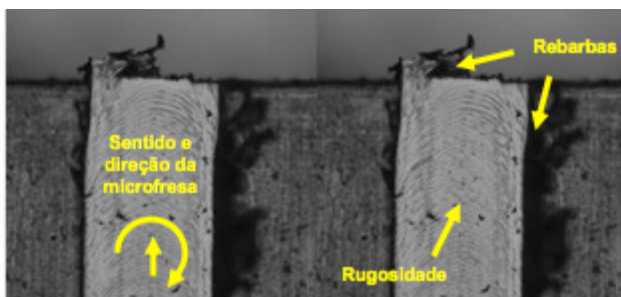
No conjunto de avaliação das características do material, está planejado também a realização da metalografia, aplicando-se agente oxálico a superfície, a uma tensão de 5 v por 90 s, para possibilitar a coleta de imagens do tamanho médio de grão.

Os corpos de prova para o processo de usinagem, projetado com dimensões de 24 mm de comprimento e 6 mm de largura, foram fabricados pelo processo de eletroerosão a fio, com fio de latão de 0,25 mm de diâmetro.

Para a realização do microfresamento foi selecionada a microfresa DIXI 7242, topo reto, 0,6 mm de diâmetro, ângulo de hélice de 30°, de dois cortes, e metal duro sem revestimento. A verificação da sua geometria (raio de ponta) foi realizada no microscópio eletrônico de varredura MEV, encontrando-se o valor de 24  $\mu\text{m}$ . Foi preparado também, no centro de usinagem de alta precisão, a Kern Pyramid Nano, um dispositivo de fixação acoplado ao pallet 3R 1206 retificado. Neste dispositivo foi fixado, por dois parafusos, o corpo de prova. Após referenciamento das coordenadas do dispositivo, foi realizado o microfresamento de cinco canais com os seguintes parâmetros de corte:  $a_p=0,1$  mm;  $a_e=0,6$  mm;  $v_c=60$  m/min;  $f_z=0,012$  mm.

Após a usinagem dos canais, foi realizada a coleta de imagens da integridade superficial da superfície na entrada, no meio e na saída do canal. Comparando-se as entradas e as saídas, verificou-se maior quantidade de rebarba na saída. Já comparando-se as laterais dos canais, verificou-se maior quantidade de rebarba no sentido concordante da atuação da ferramenta de corte que no sentido discordante. Na rebarba de saída, como mostrado na figura 1, a etapa de formação do cavaco pode ter sido incompleta, sem a devida ocorrência do seu cisalhamento, pela compressão do material em direção à superfície livre da peça, criando-se uma espécie de pivotamento. Este efeito é maior em materiais mais dúcteis, pela razão da deformação crítica ser mais elevada.<sup>3-4</sup>

Quanto à integridade da superfície usinada pela aresta secundária de corte, foi identificada a presença de três faixas de rugosidade, duas à 0,1 mm de cada uma das superfícies laterais dos canais, e uma faixa central de 0,4mm. Porém, a rugosidade não foi medida quantitativamente, apenas qualitativamente.



**Figura 1.** Rebarbas e rugosidade no microfresamento do aço inox 304.

Neste estudo, deve ainda ser considerada a realização da usinagem em um material homogêneo, com grãos circulares, sem a memória da fabricação anterior.

Estes experimentos são apenas prévias, e tem por objetivo a observação do comportamento do processo perante os parâmetros definidos.

Espera-se realizar a comparação entre o aço inox 304 com tamanhos de grão diferentes. Observando a sua influência no comportamento da integridade superficial.

Neste processo será necessária à aplicação do planejamento experimental (Design of Experiments - DOE) para se investigar a importância das variáveis envolvidas no processo.

## Conclusões

Constatou-se que as rebarbas geradas na superfície inferior de saída podem ser formadas em função do pivotamento do material dúctil em direção à superfície livre de saída.

Quanto às superfícies laterais a rebarba pode ter apresentado maior valor na lateral do sentido concordante pela razão do material sofrer maior deformação plástica, pois a espessura do cavaco é máxima na entrada e mínima na saída.

Quanto à integridade da superfície, foi constatada marcas em função do avanço da ferramenta de corte, com geometrias em formato de parábola com concavidade para baixo perpendicular à direção do avanço.

## Referências

- <sup>1</sup> CÂMARA, M.A. Influência do efeito de escala sobre a operação de microfresamento. 2014. 191 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2014.
- <sup>2</sup> DAVIM, J.P. Surface Integrity in Machining. 1º Ed. New York: Springer-Verlag London, 2010. 215 p.
- <sup>3</sup> SILVA, L.C. Comportamento da rebarba no fresamento de faceamento do aço inoxidável PH138Mo. 2011. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2011.
- <sup>4</sup> KOMATSUA, T. et al. Effect of Crystal Grain Size in Stainless Steel on Cutting Process in Micromilling. Procedia CIRP 1, Japan. v. 15, p. 150-155, 2012.
- <sup>5</sup> YOGESSH G.; SCOTT, W. Microdischarge-based pressure sensor and method. EUA nº US20110128010 A1, 01 jun. 2009, 02 jul. 2011.