

INFLUÊNCIA DO TEMPO DE POLIMENTO NA QUALIDADE DA REBARBAÇÃO DE MICROCANAIS EM INCONEL 718

Marcelo Lopes Araujo

Deborah de Oliveira

Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília – DF, CEP 70910900
marcelo.lps.araujo@gmail.com, oliveira.deborah@unb.br

Resumo: A vasta aplicação de produtos miniaturizados e sua grande demanda, necessita de métodos de fabricação, que atendam os requisitos da escala micro. Um dos processos comumente utilizado para produção dos dispositivos miniaturizados é o microfresamento. Ao microfresar uma peça há alguns desafios, como o efeito escala, que acontece devido a microestrutura da peça ser próxima à dimensão da cunha de corte da ferramenta; dessa forma, o comportamento do material não pode ser considerado igual à usinagem convencional, no qual a aresta de corte é considerada perfeitamente afiada. Na escala micro, a espessura de corte é muito pequena, às vezes até inferior à espessura mínima de corte, de modo que ao invés da geração de cavaco, ocorre deformação plástica na superfície da peça, o que proporciona o surgimento de rebarbas. No processo de microfresamento, comumente são produzidas grandes rebarbas, comparadas às dimensões da peça, dessa forma é necessário um posterior processo de rebarbação, para que o produto final tenha um bom acabamento. A rebarbação abrasiva é um método comumente empregado, devido à sua versatilidade, fácil aplicação, elevada precisão e custo reduzido. Dessa forma, este trabalho tem o objetivo de investigar a influência do tempo de polimento na qualidade da rebarbação de microcanaís de Inconel 718. As análises, serão realizadas em duas amostras, com 12 canais microfresados em sua superfície, que serão rebarbados através do polimento mecânico. Para avaliar o processo, as rebarbações serão realizadas nos intervalos de tempo de 1 min, 2 min, e 4 min. Depois dos ensaios, foi possível observar que o canal não foi danificado, tanto qualitativamente, como em termos de rugosidade. As rebarbas de forma geral, apresentaram o comportamento de redução de altura, alcançando até 68,5 % de redução. Foi observado a diferença de tamanho entre as rebarbas concordantes e discordantes. Os valores da rugosidade após a rebarbação, resultou em menores valores de forma geral. Para alguns canais houve o aumento na rugosidade e no tamanho das rebarbas após a rebarbação, que pode estar associado a presença de fragmentos das rebarbas, fios do pano de polimento no fundo dos microcanaís e ao achatamento e alongamento das rebarbas durante a cinemática do polimento mecânico.

Palavras-chave: Microfresamento; Inconel 718; Rebarbação; Acabamento Superficial.

1. INTRODUÇÃO

A microusinagem é um processo com grande demanda, pois a miniaturização dos sistemas, e as necessidades de redução de tamanho nos diversos setores, como industrial, área médica e artística, requerem o desenvolvimento constante dos processos para atender às necessidades da miniaturização. Os requisitos da escala micro, não conseguem serem supridos integralmente apenas com a aplicação dos processos já existentes da escala macro. Dentre os processos da microusinagem, o microfresamento é bastante empregado.

Dos materiais a serem utilizados no microfresamento, destaca-se o Inconel 718, uma superliga de níquel que apresenta boas propriedades mecânicas, como resistência à corrosão, resistência à oxidação a altas temperaturas, alta resistência à fadiga e fluência. As propriedades dessa superliga de níquel fazem com que ela seja empregada na produção de componentes aeronáuticos, como peças de fuselagem, peças de turbinas e motores de foguete. Embora o Inconel 718 apresente boas propriedades mecânicas, ele se enquadra como um material de baixa usinabilidade (Davis; Committee, 2000; Reed, 2006; Gueli et al., 2021).

Outro fator importante além da escolha do material é às distinções entre os processos macro e micro. Na escala micro em comparação com o processo da macrousinagem convencional, há desafios que estão associados a fatores, como efeito escala, fragilidade das ferramentas miniaturizadas, batimento das máquinas, vibração da ferramenta, material da peça e o processo em si de forma geral (Berestovskyi; Hung; Lomeli, 2014). Os problemas enfrentados na escala micro, estão relacionados a proximidade das dimensões da microestrutura da peça com a cunha de corte da ferramenta, os quais influenciam na geração das rebarbas (Yadav et al., 2017).

Após a realização do processo de microusinagem é comum que haja a geração de grandes rebarbas, quando comparadas ao tamanho da peça. Portanto é necessário a aplicação de um processo adicional para remover essas rebarbas, e proporcionar um bom acabamento ao produto final. O processo realizado para remoção das rebarbas é a rebarbação. Apesar da grande aplicabilidade do processo de microusinagem, há poucos trabalhos sobre a rebarbação aplicada nesse processo micro, a literatura carece de mais trabalhos nessa área, principalmente para as ligas de níquel. Diante das

dificuldades enfrentadas devido as rebarbas presentes no microfresamento, este trabalho analisa a rebarbação abrasiva de microcanais de duas amostras de Inconel 718, através do polimento mecânico, a fim de avaliar a sua eficácia. A análise é feita através da rugosidade do fundo dos canais e altura da rebarbas, com a utilização do microscópio confocal.

2. METODOLOGIA

As duas amostras que foram utilizadas nesse trabalho, são de Inconel 718 na forma envelhecida, com 12 canais microfresados em cada, essas amostras foram obtidas por Oliveira (2019). As amostras possuem as seguintes dimensões: 15 mm de largura, 15 mm de altura e 20 mm de comprimento. A amostra pode ser observada na Fig. 1. As variáveis de saída foram obtidas através da microscopia das amostras antes e após a rebarbação. O processo foi realizado com o uso do microscópio confocal de varredura a laser Olympus Lext OLS4100. A composição química teórica do Inconel 718 em % em peso pode ser observada na Tab.1.

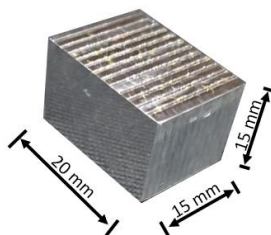


Figura 1. Geometria e dimensões da amostra de Inconel 718

Tabela 1. Composição química teórica do Inconel 718 (Reed, 2006)

Elemento	Carbono	Alumínio	Titânio	Cromo	Ferro	Níquel	Nióbio
% em peso Reed	0,04	0,5	0,9	19	18,5	50,66	5,1

2.1. Rebarbação

O processo de rebarbação se deu de forma manual, com a utilização de um pano de polimento associado a uma pasta de diamante para polimento com granulometria de 3 μm . Foram estabelecidos cinco pontos no pano de polimento (I, II, III, IV e V), e através desses pontos foi definida uma trajetória entre eles, como pode ser observado na Fig. 2. A trajetória completa foi adotada da seguinte forma, (V-I, I-II, II-V, V-III, III-IV e finaliza saindo do ponto IV até V), uma vez realizado esse percurso é percorrido 60 cm. O trajeto completo foi realizado 8 vezes em um intervalo de 30 s, que resultou na distância percorrida de 480 cm, desse modo, a cada 30 s da aplicação do processo de rebarbação através do polimento mecânico foi percorrido 480 cm. Para os intervalos de tempo de rebarbação maiores, foram obtidos a partir da realização de consecutivos intervalos de 30 s. Para ser mais preciso, foi adotado o trajeto percorrido e não unicamente o tempo, como critério de parada. A cada 480 cm percorridos a amostra foi rotacionada em 180°, com o intuito de evitar a remoção de material concentrada em apenas uma região da amostra. A fim de padronizar a força exercida sobre a amostra, foi utilizado um peso sobre a amostra, conforme pode ser observado na Fig. 2, desse modo o manuseio com a mão se deu apenas para guiar a amostra no trajeto definido. Um corpo de prova de Inconel 718 foi utilizado como peso e aplicado sobre a amostra durante o processo. O corpo de prova possui massa de 40 g e dimensões 14,30 x 24,00 x 14,35 mm. O processo ocorreu do seguinte modo, primeiramente foi molhado o pano de polimento com água e removido o excesso de água, e então apoiado o pano sobre uma superfície plana, depositada e espalhada uma quantidade pequena de pasta de diamante sobre o percurso definido no pano de polimento. Para o espalhamento da pasta foi utilizada uma das superfícies do corpo de prova utilizado como peso e então iniciada a rebarbação, desse modo foi assegurado, que nenhum material diferente do Inconel 718 entrou em contato com o pano de polimento, com o objetivo de evitar contaminação. Ao percorrer a distância de 480 cm, no tempo médio de 30 s, foi realizada a rotação das amostras em 180° a cada intervalo de 30 s e iniciado o processo novamente para realização dos intervalos de tempo maiores, 1 min, 2 min e 4 min.

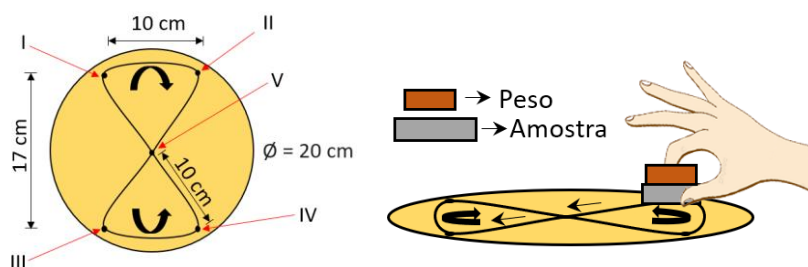


Figura 2. Esquema do processo de polimento mecânico manual

2.2. Rugosidade

A medição da rugosidade foi feita em três regiões distintas (início, meio e fim) de cada canal microfresado, a medição foi realizada na parte central, em relação à largura do canal. Foi adotado o erro como duas vezes o desvio padrão e obtida a média das três medições para cada canal. Para medir a rugosidade do fundo do canal, foi utilizada a lente com aumento de 10x para o enquadramento do canal. Ao decorrer do processo as lentes são alternadas e o termino ocorre na lente de 50x. A região da extremidade do canal foi evitada, devido a presença de irregularidades que afetavam diretamente nos resultados. Os parâmetros utilizados foram, parâmetro R_a , filtro de Gauss com cut-off $\lambda_c = 800 \mu m$ e comprimento de amostragem $n=5$, conforme a ABNT ISO 4288 de 2008.

2.3. Altura das rebarbas

A medição das alturas das rebarbas foi realizada através da captura de imagem via laser com o uso do microscópio, que permitiu analisar e determinar o perfil da superfície de cada canal. As imagens obtidas revelam as variações de relevo da peça. Desse modo, a partir da imagem capturada, foi utilizada uma linha de posicionamento, responsável por definir a região de interesse para análise das medidas da rebarba, após é posicionada uma linha vertical de referência, que deve coincidir com a superfície da peça. A linha de referência ficará fixa, e a linha de medição é ajustada nas extremidades das rebarbas, de acordo com o perfil da rebarba analisada. A partir das distâncias entre as duas linhas o software é capaz de quantificar a altura das rebarbas. As medidas foram efetuadas em cinco posições diferentes, para a obtenção da média entre elas, e o erro foi associado como duas vezes o desvio padrão. As medições foram realizadas para todos os canais microfresados antes e após os intervalos de rebarbação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção é apresentado os resultados e discussões em relação as variáveis de saída. Para as medições foram calculadas, média e desvio padrão para todos os canais, e o erro associado as medições é duas vezes o desvio padrão.

3.1. Rugosidade

A partir dos valores médios da rugosidade média (R_a), avaliados em todos os canais microfresados nas duas amostras, para as condições antes do processo de rebarbação, e após o último intervalo de rebarbação, que foi de 4 min, foram obtidos os valores que podem ser observados na Fig. 3 e Fig. 4.

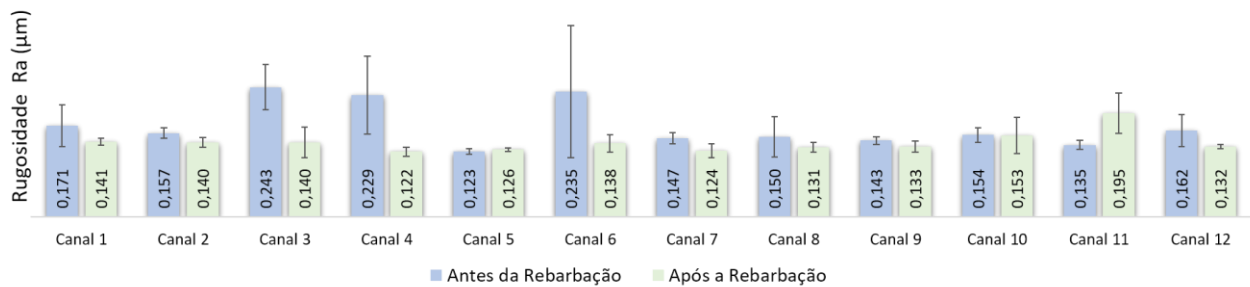


Figura 3. Valores de rugosidade antes e após o processo de rebarbação para o ensaio

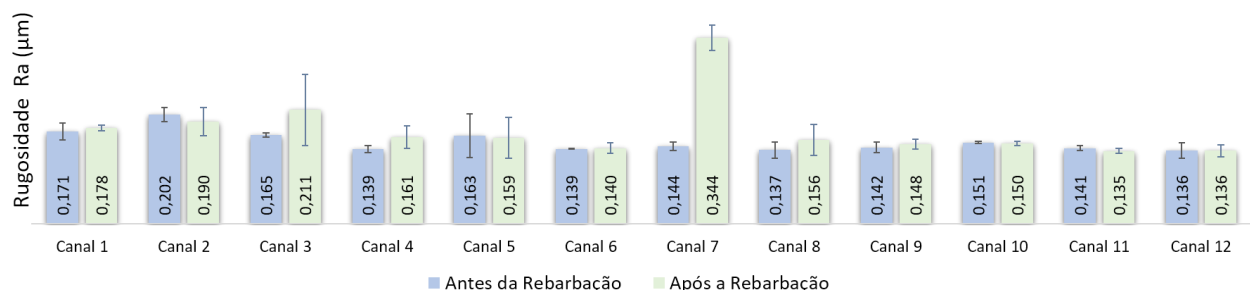


Figura 4. Valores de rugosidade antes e após o processo de rebarbação para a réplica

Na Figura 3, pode ser observado que após o processo de rebarbação, houve a tendência de diminuição do valor médio de R_a , ao comparar os valores antes e após a realização da rebarbação. Para alguns canais foi observado o aumento no valor médio de R_a , que pode ser observado no canal 11 da Fig. 1, já para o ensaio Fig. 4, os canais 1,3,4,6,7,8 e 9 apresentaram valor médio de R_a maior após a rebarbação. Desse modo, foi observado que a tendência de diminuição do valor médio de R_a não ocorreu para a réplica Fig. 4, como para o ensaio Fig. 3. O aumento no valor médio de R_a pode

ser devido a presença de fragmentos de rebarba no fundo dos canais, alto desvio padrão resultante em alguns canais, presença de fios do pano de polimento, e contato dos abrasivos soltos durante o processo de polimento.

A existência de material das rebarbas no fundo dos canais microfresados, pode ser observada nas Fig. 5 a Fig. 8. Os fragmentos de material da rebarba influenciaram no aumento da rugosidade do fundo do canal analisado, assim sendo, algumas vezes durante o procedimento experimental foi necessário realizar a medição da rugosidade do canal em outra posição, afim de evitar esse problema. Outro fator que impactou na medição dos valores médios de Ra , foi a presença de material do pano de polimento, estruturas finas e alongadas “fios do pano de polimento”, que podem ser observados na Fig. 9, esses fios se “enroscaram” nas rebarbas, como também pode ter ocorrido o corte deles pelas rebarbas, que ocasionou o grande aparecimento destes na superfície da peça. Assim como os fragmentos de rebarbas, o material proveniente do pano de polimento, que ficou presente na superfície da peça, exigiu que fosse necessário em alguns casos, a realização da medição da rugosidade em outra parte do canal, para evitar interferência no valor medido da rugosidade. A diferenciação dos fios de pano de polimento com os fragmentos das rebarbas, foi realizada no pré-processamento das imagens, no qual os fios do pano de polimento apresentaram coloração amarela, e as rebarbas coloração preta.

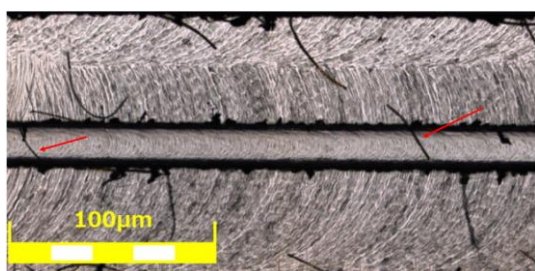


Figura 5. Presença de rebarbas no fundo do canal 11 da réplica

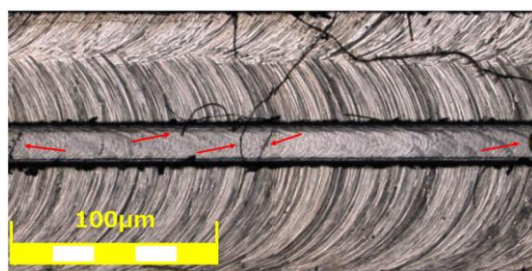


Figura 6. Presença de rebarbas no fundo do canal 3 do ensaio

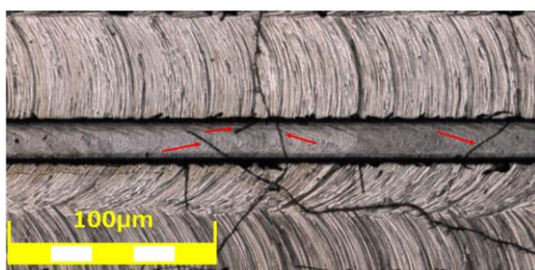


Figura 7. Presença de rebarbas no fundo do canal 4 do ensaio

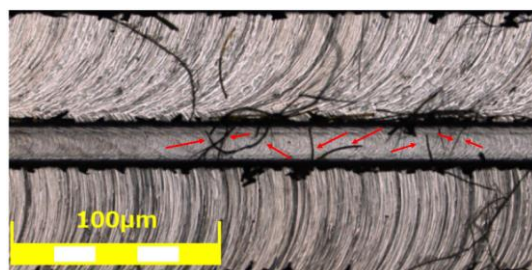


Figura 8. Presença de rebarbas no fundo do canal 6 do ensaio

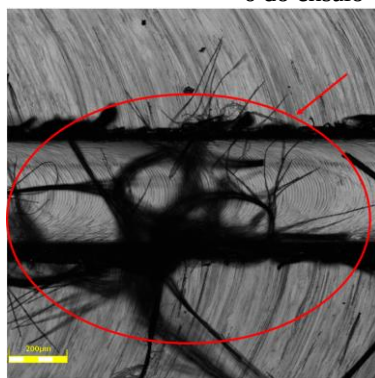


Figura 9. Presença de fios do pano de polimento no canal 7 da réplica

Silva (2021) analisou uma amostra de Inconel 718 que passou pelo processo de microfresamento, a amostra foi submetida aos seguintes parâmetros de corte, velocidade de rotação de 11000 rpm , velocidade de corte 13,8 m/min , avanço por dente de 5 μm , profundidade de corte de 40 μm e penetração de trabalho de 400 μm . A amostra nomeada como "réplica", passou pelo processo de rebarbação abrasiva por meio de uma lixa, com a granulometria de 1200. O autor analisou a média dos maiores valores médios de Ra , para o fundo dos 12 canais microfresados, e o valor obtido foi de 0,188 μm , valor próximo ao obtido nesse trabalho, que foi de 0,176 μm . O fato de o valor obtido nesse trabalho ter sido menor que o de Silva (2021), se deve ao fato de que o processo de rebarbação abrasiva com a utilização do polimento mecânico é um processo com baixa taxa de remoção de material, enquanto o processo utilizado pelo autor, o lixamento, possui alta taxa de remoção de material, e pode ter gerado riscos no fundo do canal, que acarretou no aumento da rugosidade do fundo do canal.

Aslantas e Çiçek (2018) obtiveram os valores médios de Ra para a condição de mínima quantidade de lubrificação (MQL) para uma amostra de Inconel 718, a rugosidade obtida foi de 0,200 μm , valor próximo ao valor médio obtido nesse trabalho através do polimento mecânico que foi de 0,176 μm , esse valor é condizente com o obtido por Fang et al. (2021), que analisaram o microfresamento de Inconel 718 com microfresa de 1 mm de diâmetro, 4 mm de comprimento, raio da aresta de corte de 10 μm , rotação de 15000 rpm, profundidade de corte de 40 μm , e avanço por dente de 5 μm e obtiveram a rugosidade de 0,167 μm .

3.2. Altura das rebarbas

A partir dos valores médios de altura das rebarbas concordante e discordante para diferentes intervalos de tempo, foram elaborados gráficos, que podem ser observados na Fig. 10 a Fig. 13. Para o ensaio Fig. 10 e Fig. 11, observa-se que no geral os valores médios das rebarbas discordantes são menores que para as rebarbas concordantes. Para o cenário antes da rebarbação, tem-se que apenas os canais 5 e 8 apresentam rebarbas discordantes maiores que as concordantes, após 1 minuto de rebarbação apenas os canais 9,10, 11 e 12 apresenta rebarbas discordantes maiores que as concordantes, após 2 minutos de rebarbação apenas o canal 1 apresenta rebarba discordante maior que a concordante, e após 4 minutos de rebarbação apenas os canais 1 e 4 apresenta rebarbas discordantes maiores que as concordantes. Para alguns canais o desvio padrão apresentou o comportamento de diminuição, de acordo com o aumento da quantidade de intervalos de rebarbação, que pode estar associado ao fato do tamanho das rebarbas, tornar-se uniforme após os intervalos de rebarbação.

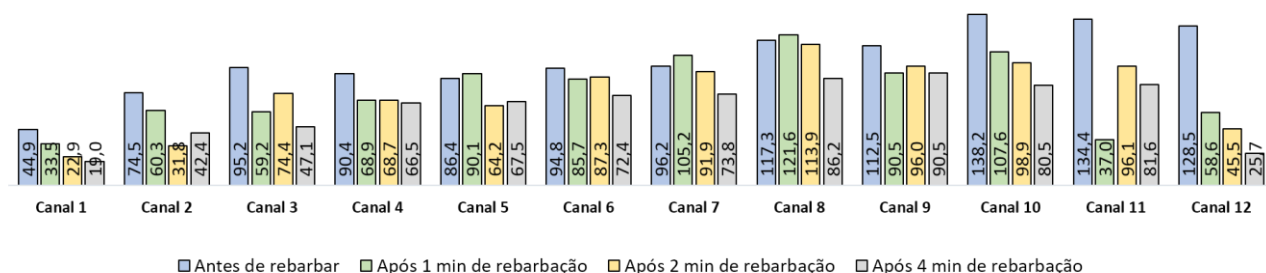


Figura 10. Valores de altura de rebarbas concordantes para o ensaio antes e após intervalos de rebarbação

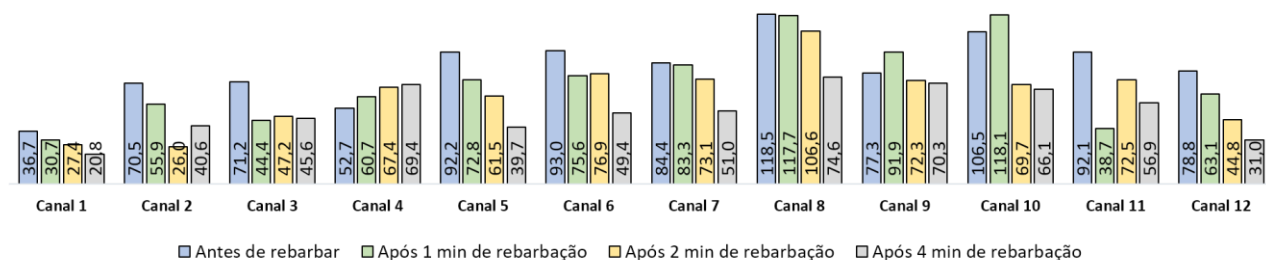


Figura 11. Valores de altura de rebarbas discordantes para o ensaio antes e após intervalos de rebarbação

Para a réplica Figura 12 e Figura 13, observa-se que no geral os valores médios das rebarbas discordantes são menores que para as rebarbas concordantes. Para o cenário antes da rebarbação, tem-se que apenas os canais 7, 8, 9, 10, 11 e 12 apresentam rebarbas discordantes maiores que as concordantes, após 1 minuto de rebarbação apenas os canais 1,5, 7 e 10 apresentam rebarbas discordantes maiores que as concordantes, após 2 minutos de rebarbação apenas os canais 1, 7 e 8 apresentam rebarbas discordantes maiores que as concordantes, e após 4 minutos de rebarbação apenas os canais 1 e 3 apresentam rebarbas discordantes maiores que as concordantes. Para alguns canais o desvio padrão apresentou o comportamento de diminuição, de acordo com o aumento da quantidade de intervalos de rebarbação, que pode estar associado ao fato do tamanho das rebarbas tornar-se uniforme após os intervalos de rebarbação.

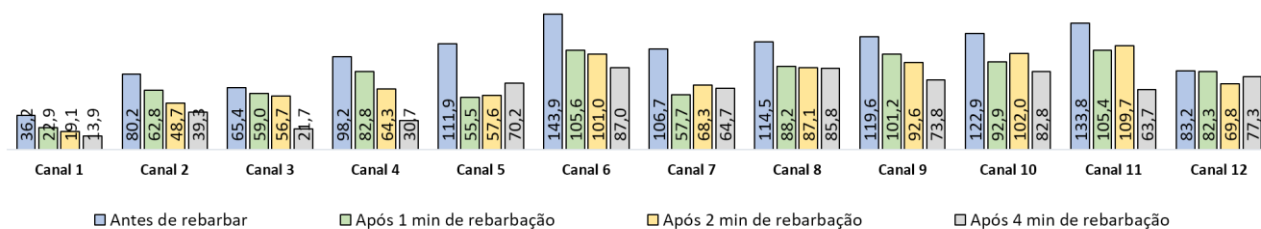


Figura 12. Valores de altura de rebarbas concordantes para a réplica antes e após intervalos de rebarbação

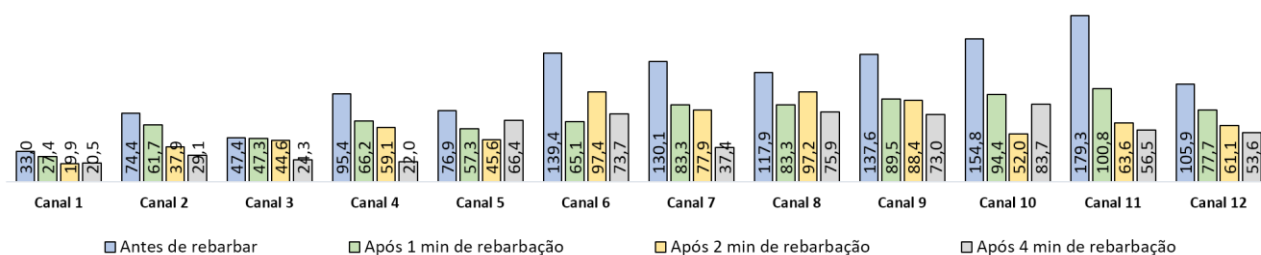
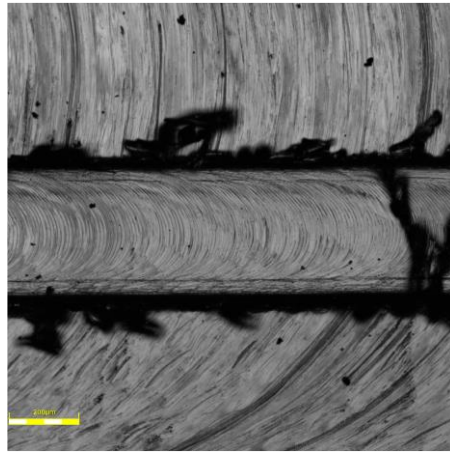


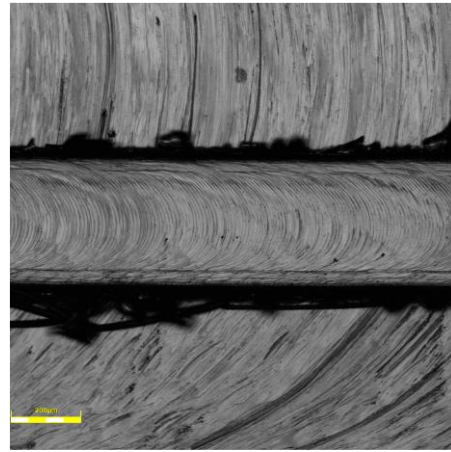
Figura 13. Valores de altura de rebarbas discordantes para a réplica antes e após intervalos de rebarbação

Fang et al. (2021) também observaram a diferença entre as rebarbas discordantes e concordantes, os autores relatam que as rebarbas discordantes são ligeiramente menores que as rebarbas concordantes. Ziberov (2018) analisou o microfresamento da liga de titânio Ti-6Al-4V, com o emprego de microferramentas de metal duro, com diâmetro de $152,4 \mu\text{m}$, as ferramentas foram empregadas com e sem revestimentos de TiAlN com espessura de $1 \mu\text{m}$ e DLC com espessura de $2,5 \mu\text{m}$, a rotação utilizada foi de 20000 rpm. Ao analisar a altura das rebarbas quando a microferramenta atingiu o critério de fim de vida, o autor observou que a altura da rebarba no lado concordante variou de $1,236 \mu\text{m}$ a $6,684 \mu\text{m}$, e para o lado discordante a variação foi de $0,622 \mu\text{m}$ a $16,977 \mu\text{m}$, que evidência a diferença para os valores de altura entre as rebarbas concordantes e discordantes. Silva (2021) observou a tendência das rebarbas discordantes serem menores que as concordantes, e que a diferença de altura entre elas chega a ser maior que 100% em alguns casos. Aslantas e Çiçek (2018) estudaram a largura das rebarbas e observaram, que no geral as rebarbas discordantes são menores que as concordantes. Para o ensaio a maior diferença entre o valor médio de altura da rebarba concordante e discordante foi de $29,252 \mu\text{m}$, para o canal 10 após 2 minutos de rebarbação, que pode ser observado nas Fig. 10 e Fig. 11. Para a réplica a maior diferença entre o valor médio de altura da rebarba concordante e discordante foi de $49,994 \mu\text{m}$ para o canal 10 após 2 minutos de rebarbação, que pode ser observado nas Fig. 12 e Fig. 13.

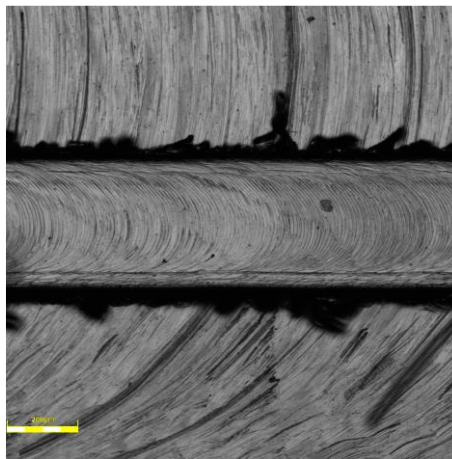
Nas Figuras 10 a Figura 13 o comportamento geral apresentado a partir dos valores médios é que há redução no valor de altura da rebarba de acordo com a aplicação dos intervalos de rebarbação. Para alguns canais, houve o aumento do tamanho da rebarba após a realização dos intervalos de rebarbação, como pode ser observado para o ensaio na Fig. 11, na qual o canal 4 apresenta valor maior para rebarba após os intervalo de rebarbação, que pode ser devido a rebarba inicialmente estar achatada, e durante a cinemática do processo de rebarbação ocorrer o seu alongamento, de modo que pode ocorrer devido a sua geometria esbelta e matriz dúctil, de modo que ela não fica necessariamente maior, apenas mais alta. Destaca-se o fato de possíveis desvios que podem estar relacionados as medições que podem não ter sido realizadas nos mesmos locais após o processo de rebarbação. Conforme Cunha (2016) a formação das rebarbas é algo difícil de ser avaliado, pois não é um fenômeno expressamente periódico e cíclico. No canal quatro da réplica, a fim de exemplificar qualitativamente a redução das rebarbas, que são comprovadas quantitativamente nas Fig. 12 e Fig.13, pode ser analisado de forma qualitativa na Fig. 14 (a) a Fig.14 (d), a rebarba tende a uniformidade, o formato passa a ser mais regular, linear de acordo com a aplicação dos intervalos de rebarbação.



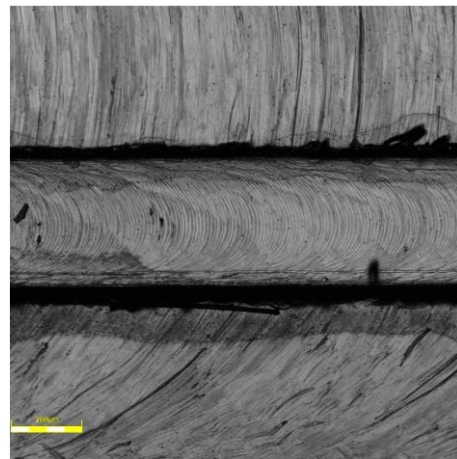
(a) Região central do canal 4 da réplica antes da rebarbação



(b) Região central do canal 4 da réplica após 1 min de rebarbação



(c) Região central do canal 4 da réplica após 2 min de rebarbação.



(d) Região central do canal 4 da réplica após 4 min de rebarbação.

Figura 14. Região central do canal 4 da réplica antes e após rebarbação

Silva (2021) observou a remoção total das rebarbas em algumas regiões dos canais microfresados no qual foi utilizado o processo de rebarbação abrasiva por lixa. Na Fig. 15, pode ser observado qualitativamente a presença de rebarbas, antes e após a rebarbação, na Fig. 15 (b) observa-se que ocorreu a completa remoção das rebarbas em relação ao estágio inicial, que pode ser observado na Fig. 15 (a), mas a superfície da peça sofreu riscos, pois na Fig. 15 (a), tem-se riscos orientados na horizontal e na Fig. 15 (b) pode ser observado que os riscos estão orientados na direção vertical, esses riscos podem estar relacionados à alta taxa de remoção de material do lixamento, e a granulometria da lixa, que durante a remoção de material gera riscos profundos na superfície da peça. Para outras regiões do canal Fig. 15 (c) à Fig. 15 (e), observa-se que há remoção de material, porém essa remoção não é completa.

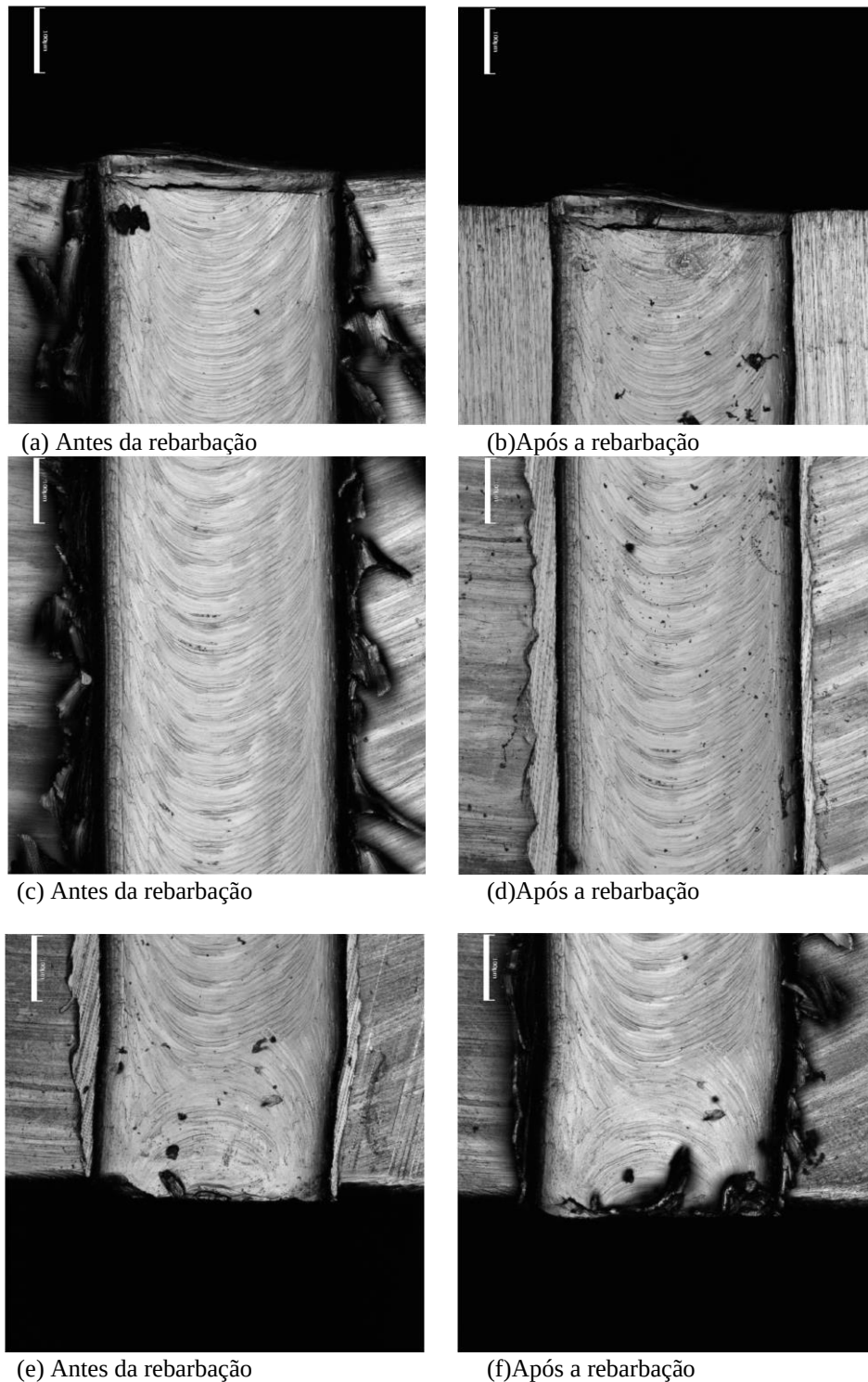


Figura 15 – Diferentes regiões do micro canal 12 do ensaio. Fonte: (SILVA, 2021)

Silva (2021) estudou uma amostra que denominou como “ensaio”, a qual teve os mesmos parâmetros da denominada “replica”, exceto a lixa, a qual foi adotada a granulometria de 800, para essa amostra o autor observou que a altura das rebarbas concordantes se situaram entre $300\ \mu\text{m}$ a $400\ \mu\text{m}$ antes da rebarbação, e após o processo de lixamento por 30 s, apresentou valores inferiores a $15\ \mu\text{m}$ nos canais em que as rebarbas não foram removidas completamente, o que representa uma diminuição no tamanho das rebarbas de pelo menos 95 %. Nesse trabalho através do emprego da rebarbação abrasiva através do polimento mecânico, a maior taxa de remoção de material das rebarbas foi de 68,5 %, para o canal 11 da réplica considerando a rebarba discordante antes e após 4 min de rebarbação, que pode ser observado na Fig. 13, diferente do lixamento, com o polimento mecânico e os parâmetros utilizados nesse trabalho, não foi possível remover as rebarbas por completo.

Conforme Marinescu et al. (2004) o polimento é um processo abrasivo suave, que possui baixa taxa de remoção de material, e é um processo que é usualmente utilizado quando a geometria da peça é próxima da geometria final que se quer obter, desta forma o objetivo principal do processo de polimento é a modificação da textura superficial da peça, de modo a obter uma superfície espelhada e reflexiva sem interferência na geometria da peça. A não remoção completa das rebarbas, pode estar associada ao fato de que o polimento possui uma baixa taxa de remoção de material.

4. CONCLUSÃO

Após realizar a rebarbação dos canais microfresados em Inconel 718, com o emprego do método abrasivo através do polimento mecânico, as seguintes conclusões foram obtidas:

- O processo de formação de rebarbas é recorrente e indesejado na escala micro, e é um processo complexo, pois a formação das rebarbas não possuem um comportamento padrão, devido esse comportamento não uniforme, durante a avaliação da altura das rebarbas, houve um alto desvio padrão, especialmente para a situação em que a peça ainda não tinha passado por nenhum processo de rebarbação.
- O comportamento geral foi de diminuição da altura das rebarbas, a redução alcançada foi de até 68,5 %, e o método do polimento mecânico proporcionou a redução da altura das rebarbas sem modificar a geometria da amostra, esse método é versátil, de simples aplicação, baixo custo e apresentou bons resultados para remoção de rebarbas.
- Os fragmentos de rebarbas no fundo do canal, defeitos superficiais e presença de “fios” do pano de polimento, acarretaram em imprecisões na medição da rugosidade média. De forma geral, a rugosidade da superfície do fundo dos canais das amostras, apresentaram redução no seu valor.
- Com a utilização dos intervalos de rebarbação de 1, 2 e 4 min, não foi possível obter um tempo ótimo de rebarbação. No geral o comportamento foi de diminuição do tamanho das rebarbas conforme foi aplicado maiores intervalos de rebarbação, assim sendo é necessário a aplicação de mais tempos de rebarbação, e analise da evolução da altura das rebarbas, para investigar a existência de um tempo ótimo para remoção das rebarbas com o emprego da rebarbação abrasiva através do polimento mecânico.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR ISO 4288: Especificações geométricas do produto (gps) - rugosidade: Método do perfil - regras e procedimentos para avaliação de rugosidade. [S.l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008. 10 p.(2018).
- Aslantas, K.; Çiçek, A. The effects of cooling/lubrication techniques on cutting performance in micro-milling of inconel 718 superalloy. *Procedia CIRP*, v. 77, p. 70–73, 2018. ISSN 2212-8271. 8th CIRP Conference on High Performance Cutting (HPC 2018). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118310680>>.
- Berestovskyi, D.; Hung, W. N. P.; Lomeli, P. Surface Finish of Ball-End Milled Microchannels. *Journal of Micro and Nano-Manufacturing*, v. 2, n. 4, 09 2014. ISSN 2166- 0468. 041005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1115/1.4028502>>.
- Cunha, D. F. Influência da utilização do fluido de corte com adição de grafeno na temperatura de usinagem e formação de rebarba no processo de micro fresamento. Universidade Federal de Uberlândia, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17632>>.
- Davis, J.; Committee, A. I. H. Nickel, Cobalt, and Their Alloys. ASM International, 2000. (ASM Handbooks Series). ISBN 9780871706850. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=15BUAAAAMAAJ>>.
- Fang, B.; Yuan, Z.; LI, D.; GAO, L. Effect of ultrasonic vibration on finished quality in ultrasonic vibration assisted micromilling of inconel718. *Chinese Journal of Aeronautics*, v. 34, n. 6, p. 209–219, 2021. ISSN 1000-9361. High Efficiency and Precision Manufacturing Technology. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936120304532>>.
- Gueli, M.; MA, J.; Cococetta, N.; Pearl, D.; Jahan, M. Experimental investigation into tool wear, cutting forces, and resulting surface finish during dry and flood coolant slot milling of inconel 718. *Procedia Manufacturing*, v. 53, p. 236–245, 2021. ISSN 2351-9789. 49th SME North American Manufacturing Research Conference (NAMRC 49, 2021). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978921000305>>.
- Marinescu; Rowe; Dimitrov; Boris; Inasaki, I. Tribology of abrasive machining processes. In: . [S.l.: s.n.], 2004.
- Oliveira, D. d. Efeito escala e integridade superficial no microfresamento da liga de níquel inconel 718. Universidade Federal de Uberlândia, 2019.
- Reed, R. C. Introduction. [S.l.]: Cambridge University Press, 2006. 1–32 p.
- Silva, G. d. P. Influência das rebarbas e métodos de rebarbação na medição de desgaste em microcanais de inconel 718. Universidade de Brasília, 2021.
- Yadav, A. K.; Kumar, M.; Bajpai, V.; Singh, N. K.; Singh, R. K. Fe modeling of burr size in high- speed micro-milling of ti6al4v. *Precision Engineering*, v. 49, p. 287–292, 2017. ISSN 0141-6359. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141635916303609>>.

Ziberov, M. Microfresamento da liga ti-6al-4v com microferramentas com diferentes revestimentos e aplicação de mql. Universidade Federal de Uberlândia, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26746>>.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O autor é o único responsável pelas informações incluídas neste trabalho.

INFLUÊNCIA DO TEMPO DE POLIMENTO NA QUALIDADE DA REBARBAÇÃO DE MICROCANAIIS EM INCONEL 718

Marcelo Lopes Araujo
Deborah de Oliveira

Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília – DF, CEP 70910900
marcelo.lps.araujo@gmail.com, oliveira.deborah@unb.br

Abstract. *The vast application of miniaturized products and their great demand requires manufacturing methods that meet the requirements of the micro scale. One of the commonly used processes for the production of miniaturized devices is micromilling. When micromilling a part there are some challenges, such as the scale effect, which happens because the microstructure of the part is close to the size of the tool's cutting wedge; therefore, the behavior of the material cannot be considered equal to conventional machining, in which the cutting edge is considered perfectly sharp. On the micro scale, the cutting thickness is very small, sometimes even less than the minimum cutting thickness, so that instead of generating chips, plastic deformation occurs on the surface of the part, which leads to the appearance of burrs. In the micromilling process, large burrs are commonly produced, compared to the dimensions of the part, thus a subsequent deburring process is necessary, so that the final product has a good finish. Abrasive deburring is a commonly used method, due to its versatility, easy application, high precision and low cost. Thus, this work aims to investigate the influence of polishing time on the quality of the deburring of microchannels of Inconel 718. The analyzes will be carried out on two samples, with 12 micro-milled channels on their surface, which will be deburred through mechanical polishing. To evaluate the process, deburring will be performed at time intervals of 1 min, 2 min, and 4 min. After the tests, it was possible to observe that the canal was not damaged, both qualitatively and in terms of roughness. The burrs in general showed the behavior of height reduction, reaching up to 68.5% reduction. The size difference between concordant and discordant burrs was observed. The roughness values after deburring resulted in lower values in general. For some channels, there was an increase in the roughness and size of the burrs after deburring, which may be associated with the presence of fragments of the burrs, wires from the polishing cloth at the bottom of the microchannels and the flattening and elongation of the burrs during the kinematics of the mechanical polishing.*

Keywords: Micromilling; Inconel 718; Deburring; Surface finishing.

RESPONSIBILITY NOTICE

The author(s) is (are) the only responsible for the printed material included in this paper.