



Workshop de Pesquisa
em Manufatura

ANAIS DO V WORKSHOP DE PESQUISA EM MANUFATURA



EDITORA
OMNIS SCIENTIA



Workshop de Pesquisa
em Manufatura

ANAIS DO V WORKSHOP DE PESQUISA EM MANUFATURA



EDITORA
OMNIS SCIENTIA

Editora Omnis Scientia

ANAIS DO V WORKSHOP DE PESQUISA EM MANUFATURA

Volume 1

1ª Edição

TRIUNFO – PE

2021

PROMOÇÃO:

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEMec/UFSCar)

Apresentadores (as):

Adailton Gomes Pereira

Alana Carla Miranda Araújo

Bruna Oliveira da Silva

Bruno Alexandre Roque

Caique de Castro Gonçalves

Cassiano da Silva Tavares

Cristie Luis Kugelmeier

Gustavo Roberto dos Santos

Henrique A. C. Durello

Hugo Emanuel de Andrade Costa

Jonatan Augusto da Silva

Leones Contini Junior

Marco Gabriel Lorenzoni

Matheus Luis Manfredo

Paulo De Tarso Durigan

Rafael Fernando Teixeira

Talia Gibim

Tony Emerson Marim.

Participantes do painel:

Carlos Eiji Hirata Ventura

Danielle Cristina Camilo Magalhães

Rodrigo da Silva (“PPGEMec: Presente e futuro”).

Palestrante:

Yayue Pan - University of Illinois Chicago (“Field-assisted Photopolymerization-based Additive Manufacturing for Productions of Multi-Functional Materials and Devices”)

Comitê científico:

Alexandre Tácito Malavolta

Carlos Eiji Hirata Ventura

Danielle Cristina Camilo Magalhães

Flávio Yukio Watanabe

Marcos Roberto Monteiro

Rodrigo da Silva

Sérgio Henrique Evangelista.

Comissão organizadora:

Adailton Gomes Pereira

Armando Ítalo Sette Antonialli

Bruna Oliveira da Silva

Edson Bruno Lara Rosa

Sidney Bruce Shiki.

Imagem de Capa

Freepik

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

W912a Workshop de Pesquisa em Manufatura (5 : 2021)
Anais do [...] / V Workshop de Pesquisa em Manufatura, 10
dezembro 2021. – Triunfo, PE: Omnis Scientia, 2021.
52 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88958-78-0

DOI 10.47094/978-65-88958-78-0

1. Engenharia mecânica – Brasil – Congressos. 2. Manufaturas.
I. Título.

CDD 621.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora Omnis Scientia

Triunfo – Pernambuco – Brasil

Telefone: +55 (87) 99656-3565

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



PREFÁCIO

A exemplo do ensino e da extensão, a pesquisa no âmbito da Engenharia Mecânica apresenta-se bastante ampla e diversificada. A ramificação mais canônica dessa modalidade de engenharia aponta para três áreas fundamentais: Projeto de Sistemas Mecânicos, Ciências Fluidotérmicas e Processos de Fabricação. Outras subdivisões, como Dinâmica e Vibrações, Mecatrônica e Metrologia, flutuam entre as três grandes áreas. Sendo assim, a nucleação e o crescimento do Grupo de Pesquisa em Manufatura Inteligente (GPMI), devidamente registrado no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e reconhecido pela UFSCar, têm sido salutar no sentido da consolidação do Departamento de Engenharia Mecânica (DEMec) e do curso de graduação em Engenharia Mecânica. Da mesma forma, O GPMI se mostra essencial enquanto alicerce para o recém-criado curso de mestrado acadêmico dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEMec), conferindo-lhe vocação e identidade. Finalmente, a comunicação e a difusão dos resultados obtidos pelo grupo propiciam o alinhamento do mesmo ao lema da UFSCar: excelência acadêmica e compromisso social. O objetivo geral do "V Workshop de Pesquisa em Manufatura" consiste em disseminar os trabalhos em andamento dentro do Grupo de Pesquisa em Manufatura Inteligente (GPMI) e de outros grupos afins à área de Manufatura, promovendo discussões profícuas e de alto nível com o público interno e externo à universidade. Como objetivos específicos, destacam-se a exposição dos estudantes de graduação e pós-graduação a um ambiente de conferência científica sem sair de casa e a oportunidade de contar com convidados com grande potencial de contribuição a essa área do conhecimento. O evento foi realizado ao longo do dia 10 de dezembro de 2021, de forma online, de maneira a viabilizar e fomentar a participação de uma parcela significativa de estudantes.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INFLUÊNCIA DA SENSIBILIDADE DE PARÂMETROS DOS MODELOS DE AVRAMI NAS CINÉTICAS DE RECRISTALIZAÇÃO SOBRE O TAMANHO DE GRÃO EM UM PROCESSO DE LAMINAÇÃO A QUENTE DE LIGA DE AÇO SAE 4140..... | 10 |
| SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO EM CANAL ANGULAR COM TORÇÃO (ECA-T): INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA NA DEFORMAÇÃO..... | 13 |
| OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA APLICADA NO CONTEXTO DE PRÓTESES HUMANAS..... | 15 |
| PROCESSO DE DOBRAMENTO A FRIO DE CHAPAS FINAS METÁLICAS: ANÁLISES POR ELEMENTOS FINITOS, EXPERIMENTOS E MODELO MATEMÁTICO PARA COMPENSAÇÃO DO RETORNO ELÁSTICO..... | 17 |
| FORÇAS NA ESTAMPAGEM INCREMENTAL DE CHAPA FINA METÁLICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS E ANÁLISES POR ELEMENTOS FINITOS..... | 19 |
| MODELAGEM DE CURVAS DE FLUXO PLÁSTICO DE UM AÇO BIFÁSICO UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL..... | 22 |
| APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE MACHINE LEARNING PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PEÇAS IMPRESSAS EM 3D..... | 24 |
| ESTUDO DA PREVISIBILIDADE DO ERRO DE TRANSMISSÃO DE ENGRENAGENS DE DENTES RETOS PARA PROJETO DE MODIFICAÇÕES DE MICROGEOMETRIA..... | 26 |
| CONTRIBUIÇÃO DO PRÉ-AQUECIMENTO DO SUBSTRATO NA PREVENÇÃO DE TRINCAS EM REVESTIMENTOS GERADOS POR LASER CLADDING..... | 28 |
| AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE CORTE SOBRE O ESTADO DE SUPERFÍCIE NO TORNEAMENTO DA LIGA TI-6AL-4V ELI..... | 30 |
| INFLUÊNCIA DO TAMANHO DO GRÃO DO REBOLO NA QUALIDADE SUPERFICIAL DO INSERTO DE CORTE DE METAL DURO RETIFICADO..... | 36 |
| INVESTIGAÇÃO DOS MECANISMOS DE REMOÇÃO DE MATERIAL NA RETIFICAÇÃO DE INSERTOS DE CORTE..... | 38 |
| SHUNT PIEZOELÉTRICO PARA CONTROLE PASSIVO DE CHATTER NO PROCESSO DE TORNEAMENTO DE LIGAS DE TITÂNIO..... | 40 |
| AVALIAÇÃO DE TEXTURAS INDUZIDAS POR VIBRAÇÃO NO TORNEAMENTO DURO DE UM AÇO FERRAMENTA..... | 42 |
| INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CONTROLE TÉRMICO ATIVO SOBRE A RESISTÊNCIA MECÂNICA E QUALIDADE SUPERFICIAL DE PEÇAS IMPRESSAS PELA TÉCNICA FPM..... | 44 |

| | |
|---|----|
| ATUALIZAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA ANTIGAS ATRAVÉS DE INSTRUMENTAÇÃO DE BAIXO CUSTO: UM ESTUDO SOBRE O EFEITO DO MONITORAMENTO DO PROCESSO DE TORNEAMENTO NA QUALIDADE SUPERFICIAL..... | 46 |
| AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DO AÇO INOXIDÁVEL LEAN DUPLEX 2404 APÓS SIMULAÇÕES DE CICLOS TÉRMICOS DE ZONAS TERMICAMENTE AFETADAS REALIZADAS POR GLEEBLE..... | 48 |
| AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO ACABAMENTO SUPERFICIAL NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DO AÇO 1020 EM BIODIESEL E SUAS MISTURAS COM ÓLEO DIESEL..... | 50 |

INFLUÊNCIA DO TAMANHO DO GRÃO DO REBOLO NA QUALIDADE SUPERFICIAL DO INSERTO DE CORTE DE METAL DURO RETIFICADO

Hugo Emanuel de Andrade Costa

Carlos Eiji Hirata Ventura

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, Brasil

hugocosta497@gmail.com

ventura@ufscar.br

Resumo: Após o processo de sinterização, insertos de corte de metal duro são retificados com o intuito de se chegar às dimensões finais e reduzir defeitos superficiais. A fim de se quantificar a qualidade superficial do inserto após o processo de acabamento, diferentes parâmetros de rugosidade são avaliados, os quais dependem das condições do processo e, principalmente, da topografia do rebolo. De maneira a se evitar a realização de experimentos para a determinação das condições que levem a valores ótimos de rugosidade, o que envolve consumo de tempo e recursos, diversos modelos analíticos e numéricos têm sido aplicados. Neste trabalho, no entanto, é proposta a utilização de um modelo gráfico, elaborado a partir de um software CAD e baseado no tamanho dos grãos abrasivos. Neste contexto, tem-se como objetivo principal a retificação com a utilização de grãos abrasivos de diferentes tamanhos, de forma a minimizar a rugosidade superficial do inserto retificado. Comparando os modelos gerados, busca-se obter superfícies menos rugosas ao retificar a superfície do inserto com a utilização de rebolos com grãos de menores tamanho e menos protrusos.

Palavras-chaves: Retificação, Rugosidade, Metal duro, Topografia do rebolo.

1. INTRODUÇÃO

A temperatura na sinterização, que varia entre 1400°C até valores relativamente maiores que 1600°C, gera uma contração linear acentuada, que pode chegar a 18%, a depender da classe do metal duro, e pode causar defeitos como empenamento. Essa contração dificulta o alcance de tolerâncias dimensionais estreitas, sendo necessário realizar a operação de retificação posteriormente, de modo a conferir acabamento ao inserto de metal duro, assim como ângulos, arestas e raios (FERRARESI, 2018; MACHADO et al., 2015).

Muitos autores realizam experimentos de retificação para determinar as condições que levem a melhores qualidades superficiais em insertos de corte, como Denkena, Köhler e Ventura (2014a, 2014b). Modelar a superfície retificada, no entanto, auxilia na compreensão da influência dos parâmetros sem que haja consumo de recursos. Além disso, por meio dos modelos, é possível obter ainda o perfil teórico de rugosidade da superfície.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de modelos em software CAD para simular a geração de superfícies de insertos de metal duro, obter os perfis de rugosidade e os valores de R_z a partir da aplicação de rebolos com grãos de diferentes tamanhos e protrusões.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a construção dos modelos gráficos de simulação do processo de retificação, foi utilizado o software CAD Siemens NX10, no qual foram desenhados trechos da superfície do inserto e grãos abrasivos com diferentes

tamanhos. Para o posicionamento dos grãos nas três direções do sistema cartesiano, foi testada a distribuição aleatória, gerada no software Matlab versão 10. Já o software Origin 8 foi utilizado para a construção de gráficos dos parâmetros de rugosidade em função do número de passes da série de grãos sobre o trecho correspondente da superfície do inserto e em função das variáveis do processo.

Neste trabalho, foi avaliada a influência do tamanho médio (d_g) dos grãos na rugosidade da superfície gerada. Neste caso, grãos aleatórios com diâmetros 46, 36 e 15 μm foram utilizados. Grãos aleatórios são caracterizados por descontinuidades ou interrupções em uma geometria primariamente esférica. A Figura 1 ilustra o formato desses grãos abrasivos com seu tamanho médio.

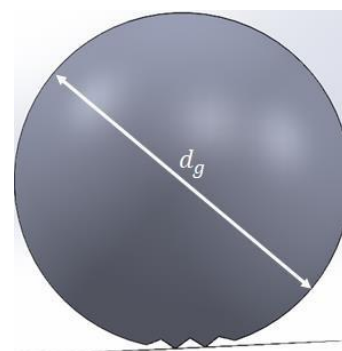


Figura 1: Grão utilizado para construção dos modelos que simulam o processo de retificação.

O cálculo da quantidade necessária de grãos foi baseado, além do volume, na concentração do rebolo,

fixada em C100 ($0,88\text{g/cm}^3$), e na densidade teórica do diamante, igual a $3,52\text{g/cm}^3$. Assim, para grãos D46, D36 e D15, foram obtidos aproximadamente 30, 38 e 65 grãos, respectivamente.

Após o posicionamento relativo entre grãos e inserto, sulcos são gerados em uma superfície através da função subtração, sendo os sólidos formados pelas geometrias dos grãos subtraídos do sólido referente ao inserto. A “retirada” de material do inserto ao longo da superfície é possível por meio do comando de extrusão, como mostrado na Fig 2.

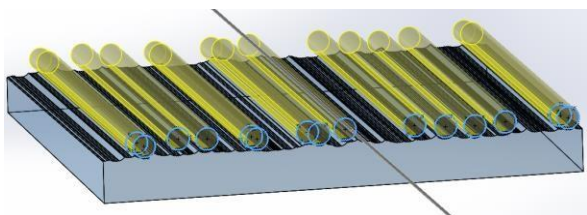


Figura 2: Exemplo de “subtração de material” da superfície de folga do inserto a partir da passagem dos grãos.

Dada a elevada velocidade de corte do rebolo, o conjunto de grãos passa pela superfície do inserto diversas vezes. Dessa forma, para que o processo de acabamento na simulação seja considerado concluído, para cada situação, a rugosidade R_z calculada deve ser plotada em função do número de passes e sua variação entre passes sucessivos deve ser menor que $1\ \mu\text{m}$. A rugosidade R_z suaviza grandes desvios que não são representativos da superfície, pois é calculada através da média aritmética entre distâncias de pico a vale em cinco trechos ao longo do perfil de rugosidade.

3. RESULTADOS PRELIMINARES

As Figuras 3, 4 e 5 ilustram as modelagens realizadas por meio de um software CAD, com o perfil de rugosidade gerado através da simulação do processo de retificação com a utilização de grãos abrasivos de mesmo formato, entretanto, tamanhos e protruções diferentes. A protrução foi escolhida como sendo um terço do tamanho do grão abrasivo. Então, maior tamanho de grão implica em maior protrução.

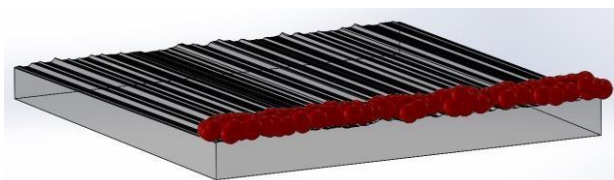


Figura 3: Perfil de rugosidade para superfície retificada com grãos D46.

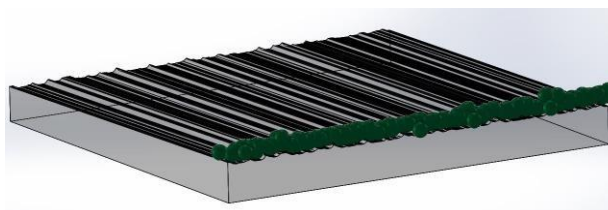


Figura 4: Perfil de rugosidade para superfície retificada com grãos D36.

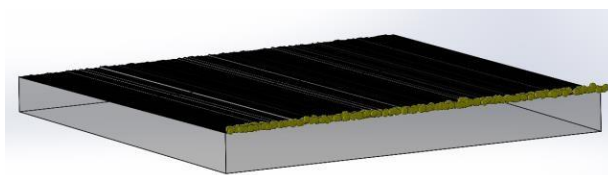


Figura 5: Perfil de rugosidade para superfície retificada com grãos D15.

A modelagem do perfil de rugosidade para superfície retificada com grãos D46 mostrou que foi necessário 13 passes para obter a rugosidade R_z igual a $9,61\ \mu\text{m}$. Em relação aos modelos que utilizaram grãos D36 e D15, foram realizados 11 e 7 passes para alcançar R_z iguais a $9,56$ e $4,53\ \mu\text{m}$, respectivamente.

Portanto, a redução do tamanho dos grãos abrasivos reduz a profundidade dos sulcos no perfil de rugosidade, conforme abordado pela literatura. Isso ocorre devido às menores protruções dos grãos, o que implicam em superfícies com melhores qualidades.

4. RESULTADOS ESPERADOS

Neste trabalho, é investigada a influência do tamanho dos grãos abrasivos do rebolo no processo de retificação da superfície do inserto. Através das modelagens realizadas por meio de um software CAD, espera-se obter que a redução do tamanho e da protrução do grão abrasivo gerem superfícies menos rugosas.

5. REFERÊNCIAS

- Denkena, B.; Köhler, J.; Ventura, C. E. H. “Grinding of PCBN cutting inserts”. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, v. 42, p. 91-96, 2014a.
- Denkena, B.; Köhler, J.; Ventura, C. E. H. “Influence of grinding parameters on the quality of high content PCBN cutting inserts”. *Journal of Materials Processing Technology*, v. 214, n. 2, p. 276-284, 2014b.
- Ferraresi, Dino. “Fundamentos da usinagem dos metais”. Editora blucher, 2018.
- Machado, Álisson Rocha et al. “Teoria da usinagem dos materiais”. Editora Blucher, 2015.



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 



editoraomnisscientia@gmail.com 
<https://editoraomnisscientia.com.br/> 
@editora_omnis_scientia 
<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 
+55 (87) 9656-3565 