

AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE EM JATEAMENTO COM GRANALHAS DE FERRO G40 EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO BOCAL À PEÇA

Henrique Butzlaff Hübner, Universidade Federal de Uberlândia, hubner12@hotmail.com
Freddy Alejandro Portillo Morales, Universidade Federal de Uberlândia, freddylejandropm@ufps.edu.co
Antonio Favero Filho, Universidade Federal de Uberlândia, antonio_favero_filho@yahoo.com.br
Mayara Fernanda Pereira, Universidade Federal de Uberlândia, mayarafernanda@mec.ufu.br
Rosemar Batista da Silva, Universidade Federal de Uberlândia, rosemar.silva@ufu.br

Resumo: Os processos de usinagem abrangem uma extensa gama de aplicações. Um dos processos que também merece atenção é o de jateamento. Ele é definido como um processo mecânico de usinagem não convencional que lança partículas em altíssimas velocidades (superiores a 20 m/s) contra a superfície de uma peça. Em geral emprega abrasivos ou ainda outros materiais como ferro fundido, granalhas, micro-esferas de vidro, escória de cobre, dentre outros. Uma das principais aplicações do jateamento é para limpeza de peças, por exemplo, com camadas oxidadas, para remoção das impurezas das superfícies e também como etapa de preparação de superfícies que receberão revestimentos, pinturas, por exemplo. A eficiência deste processo está relacionada com alguns parâmetros tais como, dimensão e velocidade da partícula, pressão do ar comprimido e também da distância do bocal até a peça. Neste sentido, esse trabalho foi proposto com objetivo de avaliar a influência da distância do bocal de saída das partículas até a superfície da peça no acabamento. Foram utilizadas granalhas de ferro G40 como partículas para jateamento que foram lançadas em três diferentes distâncias: 100 mm, 200 mm e 400 mm. O material usinado foi uma chapa de aço carbono ABNT 1045. Os resultados mostraram o acabamento melhorou com o aumento da distância de aplicação do jato de granalha, e que nesta condição a rugosidade R_a foi 15,44 μm .

Palavras-chave: Jateamento, Granalha de ferro G40, Chapa de aço carbono, Distância de aplicação, Acabamento.

1. INTRODUÇÃO

O jateamento é um processo de usinagem que utiliza inúmeras partículas com pequenas dimensões que são lançadas a altas velocidades, superiores a 20 m/s, sobre uma superfície (Semiatin, 1988). Por esta razão, é necessário que o usuário utilize sistemas de proteção contra as partículas que podem se ricochetearem (retornar após a colisão), contra a poeira que é gerada, por exemplo. Na Figura (1) é ilustrado o equipamento necessário para a realização dessa operação.

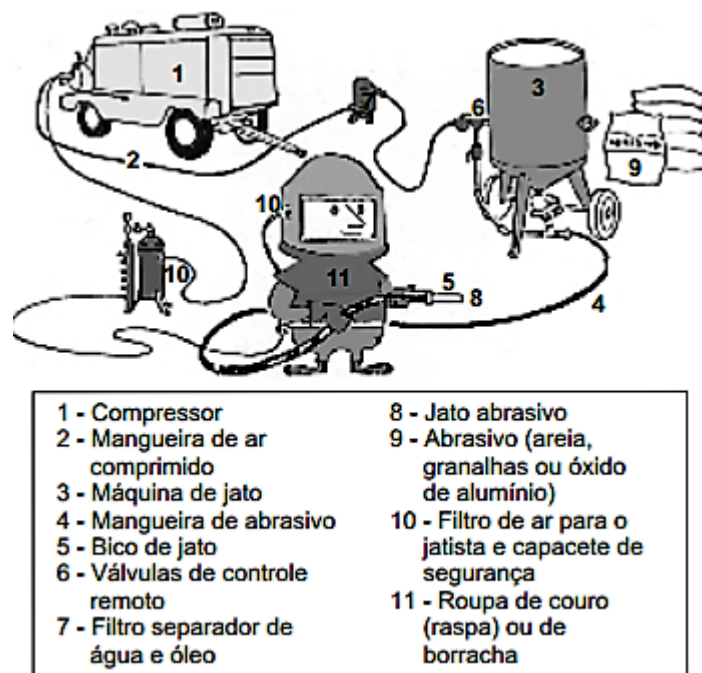


Figura 1: Equipamentos usados na operação de jateamento (Clemco Industries, 2016).

Pelas suas características, o jateamento encontra inúmeras aplicações na indústria metal mecânica. Como exemplo, citam-se o desrebarbamento de peças produzidas por usinagem, a uniformização de superfícies antes do polimento, a indução de tensões de compressão na superfície de peças sujeitas a falha por fadiga, a limpeza de superfícies, preparação para pintura, dentre outras.

No que se refere a limpeza de superfícies, esta é a mais popular aplicação do jateamento e baseia-se no seguinte princípio: quando as partículas são lançadas, elas possuem elevada velocidade cinética. Ao impactarem contra a superfície, as partículas sofrem uma violenta desaceleração transformando parte da energia cinética em calor, parte em energia de deformação ou de fratura; e parte em trabalho de limpeza, restando ainda uma parcela da energia cinética que não é transformada (parte das granalhas sofrem ricochete).

A eficiência da conversão de energia cinética em trabalho efetivo de limpeza depende de fatores relacionados ao ângulo de incidência do jato, à distância de aplicação do jato, às características da granalha utilizada, ao tipo da impureza a remover, etc. Destaca-se ainda que, quanto mais perpendicular for o jato em relação à superfície de trabalho, maior será a componente de energia disponível para o trabalho de quebra das impurezas aderidas à superfície da peça.

Para a aplicação de limpeza de superfícies, o material normalmente empregado para jateamento são as granalhas de ferro que podem ser esféricas ou angulares. No entanto, dependendo da aplicação pode ser empregado outros materiais incluindo esferas de vidro, óxido de alumínio, escória de cobre e materiais orgânicos como cascas de nozes e castanhas.

Para a preparação de superfícies metálicas por jateamento para pinturas industriais existem normas internacionais entre quais se destacam a ISO 8501-1 e NACE RM 0170. Os graus de intemperismo e de preparação da superfície do aço referidos neste manual, estão reproduzidos na norma ISO 8501-1 através de padrões visuais. Os principais padrões analisados neste trabalho foram:

S.a 2: conhecido como Jateamento comercial, consiste na remoção da laminação óxidos e partículas estranhas.

S.a 2½: jateamento total ao metal branco. Elimina-se toda carepa de laminação, óxidos e outras partículas estranhas de modo que a superfície fique totalmente livre de resíduos visíveis. Após a limpeza, a superfície deverá apresentar coloração acinzentada.

S.a 3: Jateamento total ao metal branco. Elimina-se toda carepa de laminação, óxidos e outras partículas estranhas de modo que a superfície fique totalmente livre de resíduos visíveis. Após a limpeza, a superfície deverá apresentar cor cinza clara e uniforme.

Cabe destacar ainda que quando o objetivo é a preparação de superfícies para pinturas industriais, um parâmetro importante de se monitorar é o acabamento superficial obtido. Sabe-se que superfícies com rugosidade elevada exigem um maior consumo de tinta. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a rugosidade da superfície em função da distância de aplicação do jato. Assim, na seção 2 são descritos os materiais utilizados e a metodologia adotada, na seção 3 são apresentados os resultados e na seção 4 são apresentadas as conclusões.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material das partículas utilizadas no jateamento foi a granalha de ferro G 40, conforme mostra a Fig. (2).



Figura 2: Granalha de Ferro G 40.

Esta granalha possui dureza de 62 HRC e granulometria entre 0,42 mm e 0,84 mm. Sua composição química pode ser observada na Tab. (1).

Tabela 1: Composição química da granalha de ferro G 40.

Elemento	Percentual em Peso (%)	Desvio Máximo em Peso (%)
Carbono (C)	3,080	± 0,0400
Cobre (Cu)	0,300	± 0,1000
Cromo (Cr)	0,100	± 0,0100
Enxofre (S)	0,100	± 0,0300
Fósforo (P)	0,100	± 0,0100
Manganês (Mn)	0,300	± 0,0200
Níquel (Ni)	0,040	± 0,0100
Silício (Si)	1,500	± 0,1000
Molibdênio (Mo)	0,012	± 0,0060

O material da peça foi o aço carbono ABNT 1045 na forma de placa retangular com dimensões de 400 mm de comprimento x 300 mm largura x 3 mm de espessura, completamente oxidada.

O fornecimento de ar necessário para o jateamento da granalha é realizado por um compressor da Metalplan AIRPOWER, modelo Total Pack Flex com potência de 50 hp, conforme Fig. (3).

Para fazer incidir a granalha de ferro na peça, usa-se um sistema de mistura da granalha de ferro com o ar, sendo então esta mistura direcionada por uma mangueira de 31,75 mm (1 ¼ ") para um bocal de 8 mm (5/16 "), este conjunto é mostrado na Fig. (4). Com este sistema, a pressão na saída do bocal situa-se entre 90 lbs e 100 lbs. O consumo de granalha de ferro é de 65 kg/m² que configura uma produtividade média de 12 m²/h (área material da peça usinado por tempo).

Todos os ensaios de jateamento foram realizados com umidade relativa do ar abaixo de 85%, conforme determinado por especificações do processo.

Foram testadas três distâncias do bocal à peça: 100 mm (denominada Região A), 200 mm que é a distância intermediária (denominada Região B) e 400 mm, a maior distância (denominada Região C).



Figura 3: Compressor Metalplan Airpower.



Figura 4: Conjunto de Mangueira (1 ¼ ") e Bico (5/16 ").

Após os ensaios de usinagem, cada uma das regiões usinadas foi avaliada com um rugosímetro da marca Mitutoyo, modelo SJ-201P. O aparelho possui resolução de 0,01 µm, agulha de diamante com raio de ponta de 5 µm e capacidade da unidade de leitura da rugosidade Ra de 0,01-100 µm. Para cada região foram realizadas 3 leituras dos parâmetros de

rugosidade R_a e R_t com comprimento de amostragem (*cut-off*) de 2,5 mm e comprimento de avaliação de 12,5 mm. Todas as medições foram realizadas à temperatura ambiente.

3. RESULTADOS E DISSCUSÕES

Os resultados de rugosidade obtidos após os ensaios de jateamento com granalha de ferro G40 estão apresentados na Tab. (2) e de forma gráfica na Fig. (5) e Fig. (6).

Tabela 2: Rugosidade (R_a e R_t) de aço ABNT 1045 em função da distância do bocal à peça.

Distância Ensaio	A (100 mm)		B (200 mm)		C (400 mm)	
	R_a	R_t	R_a	R_t	R_a	R_t
1	31,10	192,50	21,92	167,80	19,30	105,30
2	21,40	156,60	18,56	152,30	14,35	150,30
3			22,58	175,70	15,44	133,10

Da Tabela (2), observa-se que para a região A foi possível coletar somente dois valores de rugosidade em razão da placa apresentar uma certa curvatura (convexidade) e dificultar o posicionamento do rugosímetro sobre a mesma. Observa-se ainda que os valores de R_a são bem elevados e bem superiores aqueles normalmente observados para processos de usinagem de abrasão, como a retificação de aços, por exemplo, em que o limite superior aceitável para R_a é 1,6 μm .

Dos dados na Fig. (5) e Fig. (6), observa-se que ao distanciar o bocal da peça houve a diminuição nos valores de rugosidades. Isso é observado tanto para o parâmetro R_a quanto para o parâmetro R_t . Resultados similares também foram encontrados por Grub e Silva, 2012. Os menores valores de rugosidades R_a e R_t foram 16,41 μm e 129,61 μm , respectivamente, registrados após a usinagem com o bocal a 400 mm da peça, enquanto que os maiores valores de rugosidade R_a e R_t alcançados, 26,31 μm e 174,61 μm , respectivamente, foram obtidos para menor distância do bocal à peça. Conforme Trevisan et al., 1999, distâncias de jateamento inferiores a 100 mm não são recomendadas para aplicações em jateamento de superfícies, pois ocorre o rebotamento das partículas abrasivas as quais colidem, durante a sua trajetória, com novas partículas, reduzindo, desta maneira, a eficiência do processo. Por outro lado, conforme relatam os autores, com aumento da distância, a velocidade das partículas diminui, com isso a energia cinética e portanto menor impacto sobre a peça, contribuindo para melhoria do acabamento. Isto ocorre principalmente com partículas de abrasivo menores. Contudo, haverá sempre uma distância máxima limite, além da qual as partículas não terão energia cinética suficiente para colidirem com a peça e remover material.

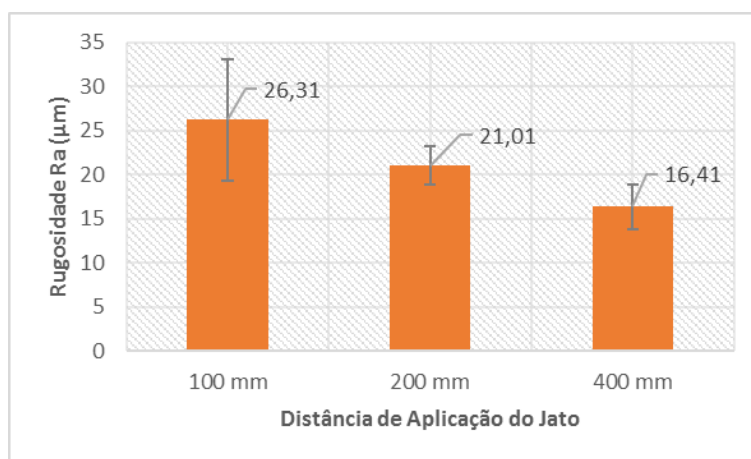


Figura 5: Rugosidade R_a das regiões usinadas com variação de distância de aplicação do jato.

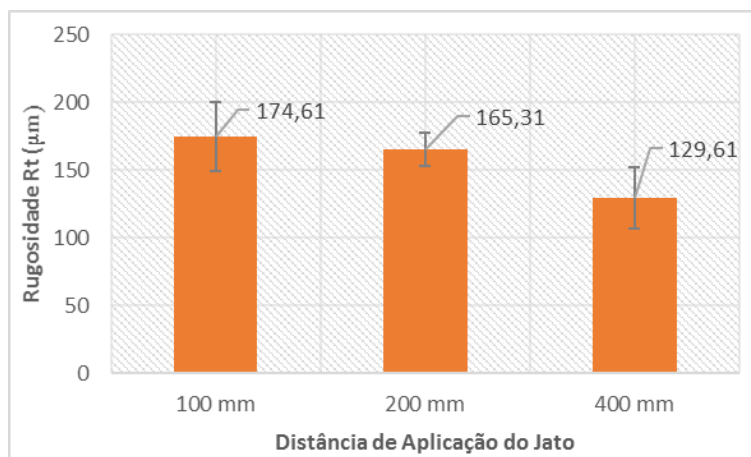


Figura 6: Rugosidade Rt das regiões usinadas com variação de distância de aplicação do jato.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos as seguintes conclusões podem ser tiradas deste trabalho:

A rugosidade diminuiu com o aumento da distância do bocal de jateamento em relação à peça, e a menor rugosidade foi obtida para a distância igual a 400 mm;

Os maiores valores de rugosidade Ra e Rt foram de 26,31 µm e 174,61 µm, respectivamente, registrados após a usinagem com a distância igual 100 mm;

Os valores de rugosidade Ra obtidos na usinagem nas condições investigadas são bem superiores aqueles normalmente observados para processos de usinagem de abrasão, como a retificação de aços, por exemplo, em que o limite superior aceitável para Ra é 1,6 µm;

O processo de jateamento é uma alternativa ao lixamento em condições que são necessárias usinar grandes áreas oxidadas ou quando o acesso com lixa é limitado, como foi o caso da placa de material empregada neste trabalho.

5. REFERÊNCIAS

- Clemco Industries Corp. “The Use Of Personal Protective Equipment and The Regulations Affecting Safe Abrasive Blasting”. 11 de Novembro de 2016. <http://www.clemcoindustries.com/safety_showitem.php?item_id=11112>.
- Grub, A.M., Silva, R.B. “Estudo de caso na operação de jateamento de aço ABNT 1050”. Anais do XVI Colóquio de Usinagem, Viçosa – MG, Brasil, 2012.
- ISO 8501-1. “Preparation of steel substrates before application of paints and related products”, 2007, 74 p.
- Semiatin, S.L. “Introduction to Forming and Forging Processes”. Metals Handbook, vol. 14, Forming and Forging, ASM International, 1988.
- Trevisan, R.E., Paes, M.T.P., Buschinelli, F.F.A.J.A. “Influência do abrasivo e da rugosidade superficial nas propriedades de revestimento de alumínio”. Anais do XV COBEM, Águas de Lindóia – SP, Brasil, 1999.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa UBERJATO LTDA por ter cedido seu espaço físico e equipamentos para realização dos ensaios. Eles agradecem ainda ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia como também aos organizadores do POSMEC 2016 pela oportunidade de publicação deste trabalho.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.