

Marque a opção do tipo de trabalho que está inscrevendo:

( X ) Resumo

(   ) Relato de Caso

### ANÁLISE DO PROCESSO DE PERFURAÇÃO EM ÁGATA COM JATO DE ÁGUA ABRASIVO.

**AUTOR PRINCIPAL:** Rudimar Cavalini Becker Junior.

**CO-AUTORES:** Thomas Felipe Zibetti.

**ORIENTADOR:** Carlos Edmundo de Abreu e Lima Ipar.

**UNIVERSIDADE:** Centro Tecnológico de Pedras, Gemas e Joias – Universidade de Passo Fundo.

### INTRODUÇÃO

Muito esforço tem sido feito para se entender a perfuração do corte a jato de água, pois esse é frequentemente o primeiro passo para o corte, sendo assim de vital importância (RAMULU; POSINASETTI; HASHISH, 2005) (SCHWARTZENTRUBER; PAPINI, 2015).

Segundo Barp (2009), novas possibilidades de produzir ágata em formas complexas através da utilização de tecnologias CNC são fatores que aumentam as possibilidades de desenvolvimento do produto joia.

O presente trabalho visa, através da realização de ensaios, investigar o efeito dos principais parâmetros de processo no tempo e qualidade final durante a fase de perfuração inicial de uma pedra ágata.

### DESENVOLVIMENTO:

Para o projeto de experimentos, foi utilizada a metodologia de Projeto de Experimentos de Montgomery (2012), onde devido ao grande número de fatores e da natureza exploratória do experimento, foi adotada uma fração de  $\frac{1}{4}$  de um experimento fatorial  $2^{5-2}$ . Após fracionar o experimento foram obtidas 8 combinações de fatores, sendo a ordem dos experimentos, totalmente aleatorizada. Um *software* de auxílio estatístico foi utilizado para o planejamento do experimento.

Para realização dos ensaios, foram escolhidas ágatas nas espessuras de 5 e 15 mm, valores normalmente comercializados. Os parâmetros de processo escolhidos como fatores foram definidos de acordo a literatura técnica acerca do assunto, assim como seus respectivos níveis, apresentados no Quadro 1.

# V SEMANA DO CONHECIMENTO

CONSTRUINDO CONHECIMENTOS  
PARA A REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES

1 A 5 DE OUTUBRO DE 2018



Foram medidos o tempo de perfuração e os diâmetros de entrada e saída, onde o tempo de perfuração tem correlação com o tempo total do processo e assim com o custo, e os diâmetros de entrada e saída com a qualidade apresentada pelo processo.

Para medição do tempo, os experimentos foram filmados, onde a reflexão do jato contra o bico de saída da mistura água abrasivo e o ruído característico do processo auxiliam na identificação exata deste parâmetro. A medição dos diâmetros de entrada foi dada com o auxílio de uma ferramenta de medição de um *software* de projetos 2D e um microtomógrafo de raios-X. Conforme a norma ISO 9013, uma tolerância deve ser respeitada das faces perfuradas para evitar que defeitos influenciem no resultado medido. O microtomógrafo então reconstrói de maneira tridimensional o corpo de prova analisado, permitindo assim a aplicação dessa tolerância em relação as faces. Foram realizadas 4 medidas nos diâmetros dos furos e escolhido como valor sua média.

Em relação ao tempo de perfuração, os ensaios revelaram que a espessura é o fator que mais influencia no tempo do processo (maior grau de inclinação no gráfico) para a ágata, como pode ser observado na Figura 1.

O diâmetro de entrada foi influenciado principalmente pela estratégia utilizada na perfuração, como apresentado na Figura 2, seguido pela distância *standoff*, que interfere diretamente no diâmetro devido ao raio do jato aumentar conforme essa distância aumenta e diminuir quanto mais perto o bico do jato estiver da peça.

Os diâmetros de saída, em apenas 1 das 8 corridas apresentaram valores maiores que os diâmetros de entrada. A ocorrência de o diâmetro de saída ser menor, se deve ao fato de que na maioria das combinações de parâmetros definidos, o jato para de cortar antes de remover todo o material e tornar o diâmetro do furo constante desde a entrada até a saída, deixando-o assim com diâmetros diferentes, pois remove mais material na sua entrada, e menos na saída, devido à perda de energia que ocorre no jato até chegar na face de saída da peça, tendo percorrido toda sua espessura. O parâmetro com maior influência foi a estratégia, seguido dessa vez pela pressão, como apresentado na Figura 3.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Concluídas todas as fases de um projeto de experimentos fatorial fracionado, executados os ensaios, coletados os dados conforme normas vigentes e analisados estatisticamente, pode-se dizer que os resultados obtidos foram de grande valia, pois assim foi possível identificar os parâmetros mais importantes na etapa de perfuração a jato de água abrasivo no material estudado.

## REFERÊNCIAS

# V SEMANA DO CONHECIMENTO

**CONSTRUINDO CONHECIMENTOS  
PARA A REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES**

1 A 5 DE OUTUBRO DE 2018



- (1) BARP, Denise Rippel Araujo. **DESIGN E MATERIAIS: CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO PROCESSO DE CORTE DE ÁGATA POR JATO D'ÁGUA EM FORMAS COMPLEXAS**. 2009. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- (2) MONTGOMERY, Douglas C. **Design and Analysis of Experiments**. 8. ed. New Jersey: Wiley, 2012. 752 p.
- (3) RAMULU, M.; AROLA, D. Water jet and abrasive water jet cutting of unidirectional graphite/epoxy composite. **Composites**, v. 24, n. 4, p. 299–308, 1993.
- (4) SCHWARTZENTRUBER, J.; PAPINI, M. Abrasive waterjet micro-piercing of borosilicate glass. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 219, p. 143–154, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2014.12.006>>

**NÚMERO DA APROVAÇÃO CEP OU CEUA (para trabalhos de pesquisa):** Número da aprovação.

# V SEMANA DO CONHECIMENTO

## CONSTRUINDO CONHECIMENTOS PARA A REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES

1 A 5 DE OUTUBRO DE 2018



### ANEXOS

Quadro 1 – Parâmetros de processo utilizados como fatores e seus respectivos níveis.

Fator	Nível baixo (-1)	Nível alto (+1)	Unidade
Distância <i>standoff</i> (dS)	2	5	mm
Pressão (P)	240	300	Mpa
Vazão mássica de abrasivo (mA)	4	7	mm*
Espessura (t)			
-Ágata	5	15	mm
-Liga de alumínio 5083	6,3	12,7	mm
Estratégia (est)	fixa	dinâmica	-

\*medida de abertura da válvula de controle, sendo 4 cerca de 30 g/min e o 7 135 g/min

Figura 1 – Gráfico de efeitos principais sobre o tempo de perfuração.

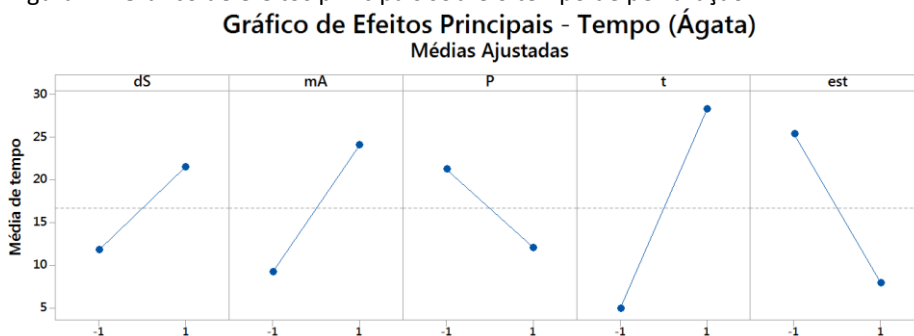


Figura 2 – Gráfico de efeitos principais sobre o diâmetro de entrada.

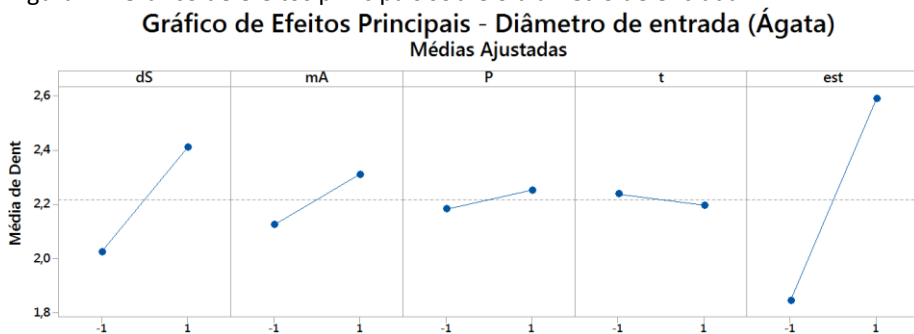


Figura 3 – Gráfico de efeitos principais sobre o diâmetro de saída.

