



## INFLUÊNCIA DA MINIMIZAÇÃO DE FLUIDO DE CORTE NA QUALIDADE DOS FUROS PRODUZIDOS POR BROCAS DIN338

**Cleiton Rodrigues Teixeira**

Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Materiais e Construção  
[cleiton@dmc.furg.br](mailto:cleiton@dmc.furg.br) – Rio Grande, RS, Brasil

**Rolf Bertrand Schroeter<sup>1</sup> e Walter Lindolfo Weingaertner<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica

(1) [rolf@emc.ufsc.br](mailto:rolf@emc.ufsc.br), (2) [wlw@emc.ufsc.br](mailto:wlw@emc.ufsc.br) – Florianópolis, SC, Brasil

**Resumo.** Nos últimos anos, o setor produtivo tem realizado um esforço bastante significativo no sentido de procurar reduzir os resíduos industriais, visando uma produção mais limpa. Com esse objetivo os processos de usinagem vêm sofrendo uma otimização e uma redução no uso dos fluidos de corte introduzidos em cada processo. Uma alternativa já utilizada em alguns processos é o emprego de quantidades mínimas de fluido de corte aplicadas diretamente na região de corte. Com o objetivo de contribuir com informações para o uso adequado desta técnica no processo de furação com brocas DIN338, este trabalho apresenta alguns resultados comparativos obtidos na avaliação da qualidade dos furos utilizando a forma tradicional de aplicação de fluido de corte e quantidades mínimas. Como parâmetros de qualidade foram monitorados o diâmetro médio, a circularidade, o desvio de concentricidade e a rugosidade do furo ao longo da vida da broca. Através de uma análise nos resultados pode ser observado que o emprego de quantidades mínimas de fluido proporciona resultados semelhantes aos obtidos com a aplicação tradicional de fluido de corte.

**Palavras-chave:** Minimização de fluido de corte, Furação, Usinagem

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o setor produtivo está voltando cada vez mais sua atenção aos aspectos ecológicos nas diversas fases da produção. A redução e eliminação de resíduos liberados no meio ambiente tem sido a principal meta das atividades ambientais, em grande parte dos processos produtivos. Esforços no sentido de atingir a produção limpa tem sido incentivados por órgãos governamentais e órgãos internacionais. Neste sentido, a redução no uso de fluidos de corte nas operações de usinagem é uma das metas do setor de fabricação metal-mecânico (Klocke,1996, Eversheim,1997, e Teixeira, 1997). Embora os fluidos de corte ainda tragam benefícios significativos aos processos de usinagem, diversos estudos apontam estes produtos como um dos principais agentes nocivos ao homem, atuando diretamente no operador ou no meio ambiente (Bennett,1993 e 1995 ).

A otimização do uso de fluidos de corte é a medida imediata mais eficaz para a redução dos níveis de agressão produzidos pelos processos de usinagem. O emprego de quantidades mínimas ou minimização dos fluidos de corte é uma forma de otimizar o uso dos atuais produtos e conseqüentemente reduzir as agressões ambientais dos processos de usinagem (Klocke,1996).

A operação de furação com brocas helicoidais ocupa uma parcela significativa das operações de usinagem dentro das linhas de fabricação (Weingaertner,1998). Usualmente a furação com broca helicoidal de aço rápido é empregada para abrir furos que posteriormente sofrem outras operações de usinagem. Embora esta operação não tenha a finalidade de obter furos com uma elevada qualidade, é desejável que os erros verificados nesta operação sejam minimizados evitando problemas nas operações subseqüentes (Teixeira,1997).

Na tentativa de contribuir com informações técnicas que permitam favorecer a redução do uso de fluidos de corte nos processos de usinagem, este trabalho apresenta um estudo comparativo da qualidade dos furos produzidos na furação com brocas helicoidais empregando fluido de corte de forma tradicional (em forma de jato abundante), e empregando fluido de corte de forma minimizada (volumes reduzidos).

## 2. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

Os resultados aqui apresentados foram obtidos através da realização de ensaios sistemáticos onde foram mantidas constantes todas as características do processo, variando-se apenas as condições de aplicação do fluido de corte. Cada valor apresentado nos resultados corresponde à média dos valores obtidos em três repetições nas mesmas condições de trabalho da ferramenta.

### 2.1 Operação e parâmetros de corte

A operação escolhida foi a furação em cheio, sem pré-furo e sem furo de centro. A profundidade dos furos foi de 25 mm (furo não passante). Os fluidos de corte foram sempre aplicados externamente através de um único bico a 30° do eixo de rotação da broca, Fig. 1, em todas as condições de fluido.

Os experimentos foram desenvolvidos em uma fresadora CNC modelo Polaris F400 da ROMI S.A.. Os parâmetros de corte foram mantidos constantes para todas as condições de fluido de corte, com velocidade de corte de 25 m/min e avanço de 0,185 mm.

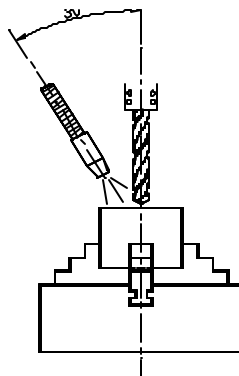


Figura 1 – Posição e direção de aplicação dos fluidos de corte nos ensaios.

### 2.2 Ferramentas

As ferramentas empregadas neste trabalho foram brocas helicoidais de aço rápido, sem revestimento e sem canais internos de refrigeração (DIN338). A geometria empregada foi a afiação normal com corte a direita e ângulo de ponta de 118° e diâmetro de 10,20 mm.

### 2.3 Material

O material usinado foi o aço carbono ABNT 1040, trefilado em barras redondas de 101,60 mm de diâmetro e produzido pela empresa Gerdau S.A..

### 2.4 Fluidos de corte empregados

Os fluidos de corte selecionados para este trabalho foram:

- **Curva A:** furação empregando emulsão a 3% aplicada por jato com vazão de 300 l/h
- **Curva B:** furação empregando emulsão a 3% aplicada por *spray* com vazão de 3 l/h
- **Curva C:** furação empregando óleo mineral aplicada por jato com vazão de 165 l/h
- **Curva F:** furação empregando óleo vegetal aplicado por névoa com vazão de 100 ml/h
- **Curva H:** furação empregando óleo mineral aplicado por névoa com vazão de 100 ml/h

### 2.5 Metodologia dos ensaios

Para que a investigação pudesse contemplar toda a vida da ferramenta, foram avaliados os furos correspondentes a cada metro de furação linear em cada broca, até 5 metros. As três repetições foram executadas com três brocas diferentes, porém com mesmas características geométricas.

Os furos para avaliação da qualidade foram executados todos em um mesmo corpo de prova de modo a manter constantes as características do material e facilitar as medições.

### 2.6 Parâmetros de qualidade / Equipamentos

O diâmetro médio, os desvios de cilindridade e a circularidade de cada furo foram quantificados através de uma máquina de medir por coordenadas 3D modelo ZMC 550 da Carl Zeiss.

A textura superficial foi avaliada através do parâmetro de rugosidade  $R_a$  e medida com um rugosímetro de mesa modelo S8P da Perthen.

De modo a ampliar o potencial de investigação deste trabalho as medições foram realizadas em duas regiões distintas. Uma primeira região distante 5 mm da borda, e uma segunda região, distante 20 mm da borda. Neste pontos foram medidos os diâmetros médios  $D_1$  e  $D_2$ , as circularidades  $Cir_1$  e  $Cir_2$  e as rugosidades axiais  $Ra_1$  e  $Ra_2$  (centro da zona de medição). O desvio de concentricidade foi avaliado através da alteração sofrida no centro médio do furo usinado entre as posições 1 e 2. A Fig. 2 apresenta de forma geral os parâmetros e os pontos das medições em cada furo avaliado.

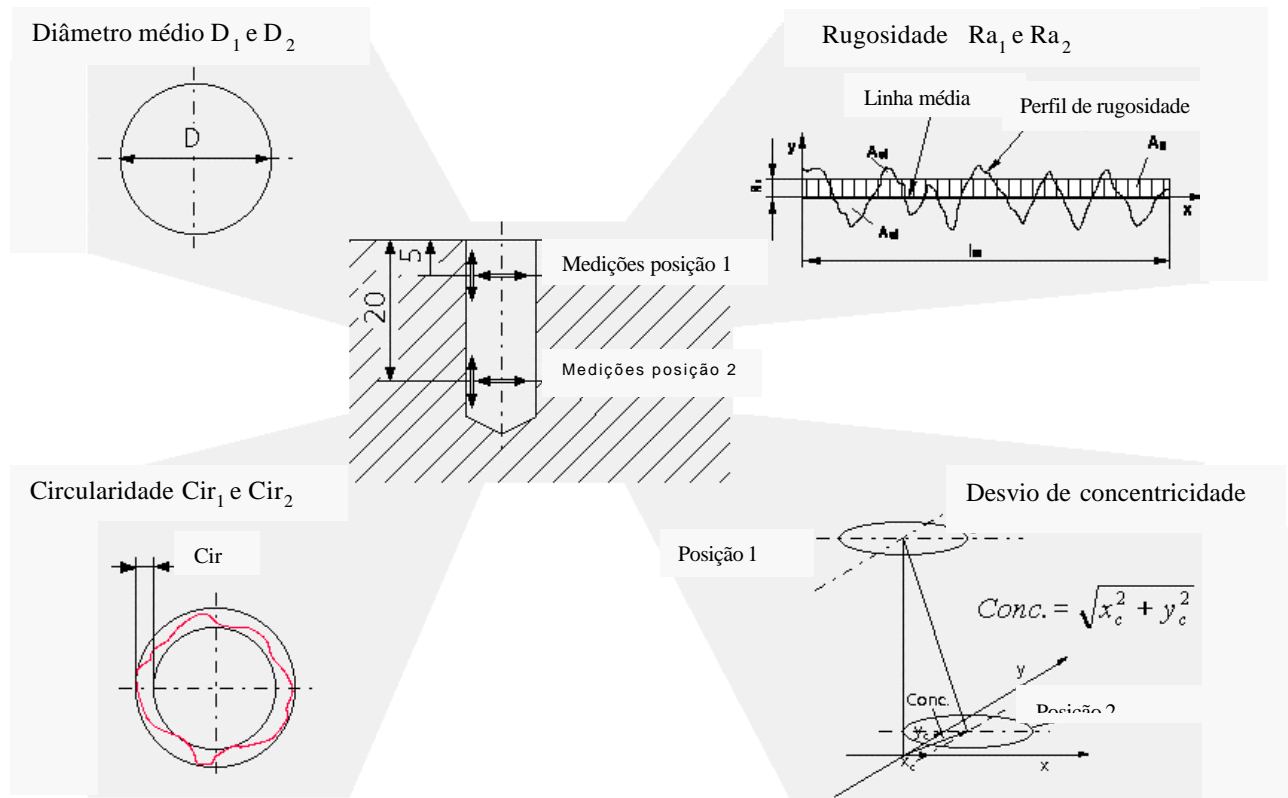


Figura 2 – Parâmetros avaliados e posições das medições nos furos.

## 2.7 Metodologia

Os ensaios foram planejados de forma que cada ferramenta executasse 5 m de furação linear, sendo que a cada metro a ferramenta produzia um furo para avaliação da qualidade. Deste modo o desgaste desenvolvido na ferramenta durante o uso também é levado em conta na avaliação da qualidade dos furos produzidos.

Visando melhorar a confiabilidade dos resultados foram testadas três brocas idênticas em cada condição de aplicação fluido de corte.

## 3. RESULTADOS

As Fig. 3 e 4 apresentam o comportamento do diâmetro médio resultante no furo ao longo da vida da broca. A Fig. 3 mostra os resultados obtidos nas medições na posição 1 (5 mm da borda do furo) e a Fig. 4 mostra os resultados obtidos nas medições na posição 2 (20 mm da borda do furo). Nestas duas situações pode ser observado que a redução no volume de fluido de corte (curvas F e H) provoca um aumento no diâmetro médio do furo usinado. Este

comportamento pode ser explicado pela maior temperatura de trabalho nas condições de mínima quantidade de fluido, isto é, baixo poder de refrigeração destas condições.

Outro aspecto que pode ser percebido é o comportamento bastante regular deste parâmetro ao longo da vida da broca nos fluidos com melhor poder de refrigeração.

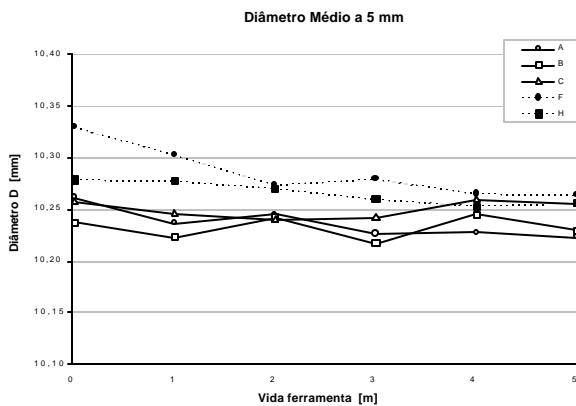


Figura 3 – Diâmetro médio na posição 1.

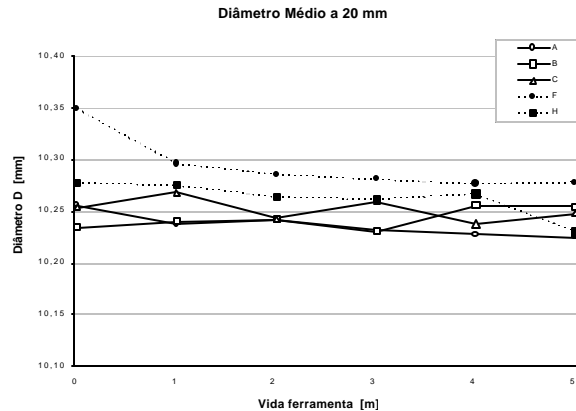


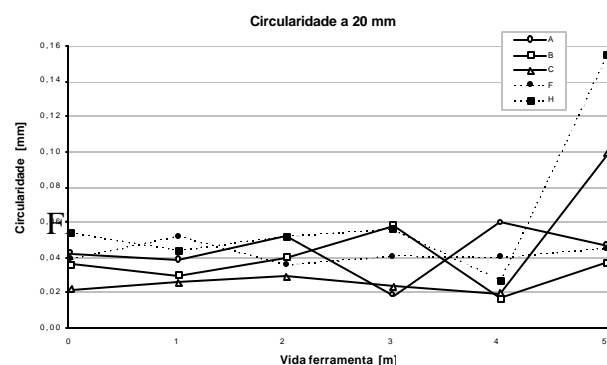
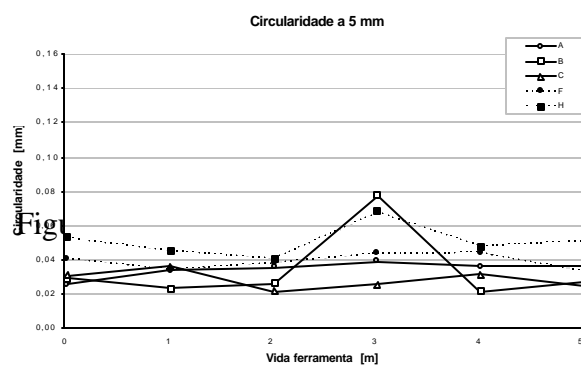
Figura 4 – Diâmetro médio na posição 2.

As Fig. 5 e 6 apresentam os resultados obtidos na medição dos erros de circularidade dos furos usinados ao longo da vida das brocas. Pode-se observar que esse parâmetro é pouco influenciado pela redução da vazão de fluido de corte, verificando-se a tendência de que esta redução cause um aumento no erro de circularidade. Esse fato também pode ser ocasionado pelas maiores temperaturas de trabalho provocadas pela redução de fluido de corte. O aumento de temperatura provoca uma alteração no corte do material refletindo-se na geometria da superfície produzida.

Os valores obtidos para os erros de circularidade nestes experimentos situam-se dentro dos valores esperados para a furação com brocas helicoidais de aço rápido - DIN338. As variações apresentadas ao longo da vida são produzidas pelos crescentes níveis de desgastes ocorridos na broca durante a usinagem.

A Fig. 7 mostra os resultados obtidos para os desvios de concentricidade determinados nos furos conforme mostrado na Fig. 2. Este parâmetro informa o desvio sofrido pelo eixo do furo durante a usinagem (avanço da broca).

Observando os resultados pode-se perceber que os desvios não sofreram influência da redução de fluido de corte aplicadas ao processo e também dos desgastes ocorridos nas ferramentas, Fig. 8. Os valores resultantes obtidos para estes desvios e a faixa de variação mostrada na Fig. 7 estão dentro dos valores normais (DIN1414) esperados para as ferramentas utilizadas neste trabalho.



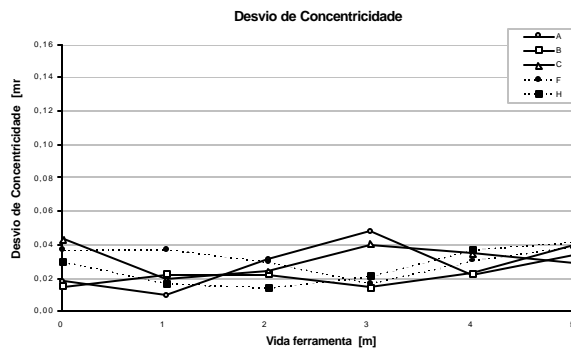


Figura 7 – Desvios de concentricidade entre as posições 1 e 2 de medição

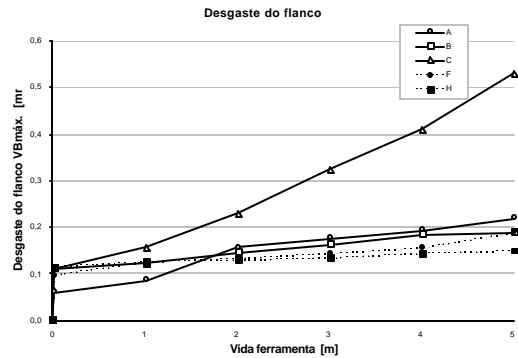


Figura 8 – Desgastes ocorridos nas brocas nos diferentes fluidos

As Fig. 9 e 10 apresentam o comportamento da rugosidade axial (parâmetro  $R_a$ ) medida na parede do furo nas posições 1 e 2 de medição respectivamente (centro do comprimento de medição, *cut-off* = 0,8 mm). Pode-se verificar que a rugosidade  $R_a$  da superfície usinada também não sofre influência da redução de fluido de corte. Entretanto, através de uma análise conjunta com a Fig. 8, pode ser observado que o aumento do desgaste nas ferramentas no decorrer do trabalho causa uma influência na rugosidade resultante na parede do furo. Esta influência aparece no sentido de aumentar a rugosidade com o aumento dos níveis de desgastes.

Outro aspecto que pode ser percebido é um pequeno aumento nos valores de  $R_a$  medidos entre as posições 1 e 2, mostrando uma tendência de aumento da rugosidade da borda para o fundo do furo. A região 1, mais próxima da borda do furo, sofre um maior contato durante a usinagem do que a região 2. Esse maior contato é produzido pela centragem da broca através das guias (apoio das guias na superfície lateral do furo) e devido à saída dos cavacos da zona de corte (canais de expulsão dos cavacos). Por outro lado, o fluido de corte aplicado externamente atinge com mais facilidade a região 1 do que a região 2.

Essas diferentes condições de trabalho nas regiões 1 e 2 não são claramente evidenciadas nos resultados obtidos neste trabalho.

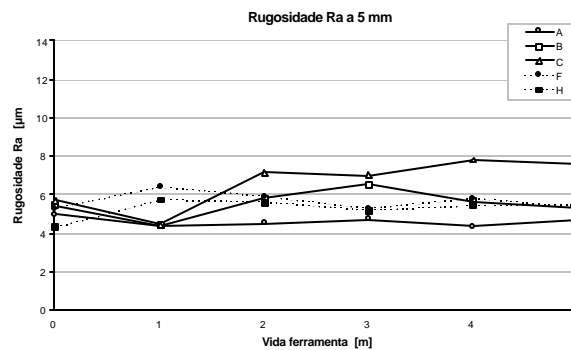


Figura 9 – Rugosidade na posição 1.

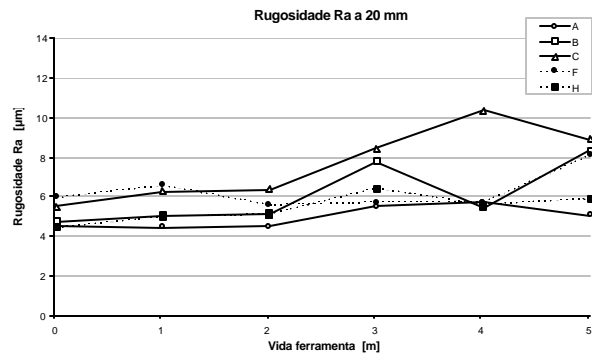


Figura 10 – Rugosidade na posição 2.

#### 4. CONCLUSÕES

Dos resultados apresentados neste trabalho podem ser tiradas as seguintes conclusões:

1. A furação com brocas helicoidais de aço rápido (DIN338) não permite a obtenção de qualidade superior a IT10 nos furos usinados.
2. O emprego de quantidades mínimas de fluido de corte (minimização do fluido de corte) com aplicação externa se mostra possível na furação com brocas DIN338, uma vez que as

variações provocadas na qualidade dos furos situam-se dentro das tolerâncias normais esperadas para essas ferramentas.

3. A minimização do fluido de corte aplicada externamente no processo de furação praticamente não exerce influência sobre a circularidade do furo, a rugosidade da parede do furo e o desvio de concentricidade ao longo do furo. Este comportamento se mantém ao longo da vida das ferramentas.
4. O diâmetro médio resultante ao longo do furo usinado sofre um aumento com a utilização de quantidades mínimas de fluido de corte. Este aumento pode ser provocado pelo aumento da temperatura de usinagem do furo.
5. Os crescentes níveis de desgaste ao longo da vida das ferramentas se mostram mais influentes sobre a qualidade dos furos usinados. Esta influência aparece na forma de aumento das variações dos parâmetros de qualidade, apresentando um comportamento irregular.

### ***Agradecimentos***

Os autores agradecem às empresas Gühring Brasil Ferramentas Ltda, Bardahl-Promax S.A., Comércio de Lubrificantes Rubens Moreira Ltda., Grupo Gerdau e I.T. Terstegen GmbH pelo apoio material, e à CAPES pelo apoio financeiro a este trabalho.

### **REFERÊNCIAS**

- Klocke, F. und Gerschwiler, K., 1996, Trockenbearbeitung – Grundlagen, Grenzen, Perspektiven, VDI Berichte 1240, VDI Verlag, Düsseldorf, Februar, 235 p.
- Eversheim, W., Klocke, W., Pfeifer, T. and Weck, M., 1997, Manufacturing Excellence in Global Markets, Chapman & Hall, London, 543 p.
- Teixeira, C., 1997, Minimização de Fluido de Corte no Processo de Usinagem com ferramenta de Geometria Definida, Exame de Qualificação para doutoramento em Eng. Mecânica na UFSC, Florianópolis, Abril, 42 p.
- Bennett, E., 1995, Systemic Diseases in Machinists, Biotech Publishing, Angleton, Texas, 190 p.
- Bennett, E., 1993, Dermatitis in Machinists – Causes and Solutions, Biotech Publishing, Angleton, Texas, 240 p.
- Weingaertner, W., Teixeira, C. e Schlüter, W., 1998, Efeitos Tecnológicos da Minimização e/ou Eliminação do Uso de Fluidos de Corte no Processo de Furação com Brocas DIN338, Relatório interno (Diplomarbeit) do Lab. de Mecânica de Precisão – UFSC, Maio, 180 p.
- Teixeira, C. e Weingaertner, W., 1997, Brocas Helicoidais: Influências dos Erros de Afição na Qualidade dos furos, Anais do XIV COBEM, Ilha Solteira, Dezembro, 8 p.

### **INFLUENCE OF MINIMIZED CUTTING FLUID IN THE QUALITY OF THE PRODUCED HOLES FOR DIN338 DRILLS**

**Abstract.** In the last years, the productive section has been accomplishing a quite significant effort in the sense of trying to reduce the industrial residues, cleaner production. This way the machining processes come suffering an optimization and a reduction in the use of the cutting fluids introduced in the machining processes. An alternative already used in some processes it

is the employment of minimum amounts of cutting fluid applied directly in the cutting area. In the sense of contributing with technical information for the adapted use of this technique in the drilling process with DIN338 drills, this work presents some comparative results obtained in the evaluation of the quality of the holes using the traditional form of application of cutting fluids and minimum amounts. As quality parameters were monitored the medium diameter, circularity, concentricity deviation and roughness of the hole along the drill life. Through an analysis in the results can be observed that the employment of minimum amounts of cutting fluid provides results similar to the obtained with the traditional application of cutting fluid.

***Keywords:*** *Minimized cutting fluids, Drilling, Machining*