

# INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE MERGULHO NA QUALIDADE DE PEÇAS RETIFICADAS COM REBOLO SUPERABRASIVO DE CBN UTILIZANDO REFRIGERAÇÃO OTIMIZADA.

## **Manoel Cléber de Sampaio Alves**

UNESP – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia de Bauru – Departamento de Engenharia Mecânica - Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, S/Nº, 17033-360, Vargem Limpa - Caixa Postal 473, Bauru SP.  
manoelcsa@itapeva.unesp.br.

## **Eduardo Carlos Bianchi**

UNESP – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia de Bauru – Departamento de Engenharia Mecânica - Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, S/Nº, 17033-360, Vargem Limpa - Caixa Postal 473, Bauru SP.  
bianchi@feb.unesp.br.

## **Paulo Roberto de Aguiar**

UNESP – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia de Bauru – Departamento de Engenharia Elétrica - Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, S/Nº, 17033-360, Vargem Limpa - Caixa Postal 473, Bauru SP.  
aguiarpr@feb.unesp.br.

**Resumo.** *A retificação, processo final de usinagem de uma peça, faz uso intenso de fluidos de corte com a finalidade de lubrificação, refrigeração e remoção de cavacos. No entanto, estes fluidos são extremamente agressivos ao meio. Com o avanço tecnológico a tendência mundial é produzir peças cada vez mais sofisticadas, com elevado grau de tolerância geométrica, dimensional, com bom acabamento superficial, com baixo custo e, principalmente, sem causar danos ao meio. Para tanto, ao processo de retificação está intrínseca a reciclagem do fluido de corte, que destaca-se pelo seu custo. Através da variação da velocidade de avanço no processo de retificação cilíndrica externa do aço ABNT D6, racionalizando a aplicação de dois fluidos de corte e usando um reboło superabrasivo de CBN (nitreto de boro cúbico) com ligante vitrificado, avaliaram-se os parâmetros de saída força tangencial de corte, rugosidade, circularidade, desgaste da ferramenta, a tensão residual e a integridade superficial através da microscopia eletrônica de varredura (MEV) dos corpos de prova. Com a análise do desempenho fluido, reboło e velocidade de mergulho encontrou-se as melhores condições de usinagem propiciando a diminuição do volume de fluido de corte, diminuição do tempo de usinagem sem prejudicar os parâmetros geométricos, dimensionais, o acabamento superficial e a integridade superficial dos componentes.*

**Palavras-chave:** *Retificação, Refrigeração Otimizada, Velocidade de Mergulho, Reboło de CBN.*

## **1. INTRODUÇÃO**

A retificação é conhecida como um dos mais complexos processos de usinagem devido ao grande número de variáveis englobadas. Tal processo confere à peça o acabamento final, minimizando as rugosidades e irregularidades superficiais.

Diversos processos de usinagem convencional utilizam fluidos de corte como meio de lubrificação e refrigeração da peça produzida. A tendência mundial é produzir peças cada vez mais sofisticadas, com elevado grau de tolerância geométrica, dimensional e acabamento superficial, com baixo custo e sem poluir o meio ambiente. Assim, os fluidos de corte que normalmente também são utilizados em operações de retificação, foram muitas vezes dispostos no meio ambiente, fato que não condiz com a situação atual levando-se em consideração o rigor das leis, da fiscalização e de um novo conceito em produzir através da adoção do “selo verde”. O mesmo indica se os processos utilizados para a produção de uma determinada peça não prejudicam o meio ambiente. Dessa forma,

a utilização em massa dos fluidos de corte tende a diminuir com o passar do tempo, tornando-se necessário pesquisas a respeito de tal assunto, visando a diminuição da participação de tais fluidos nos processos produtivos e, conseqüentemente, no meio ambiente, sem alterar a qualidade do componente usinado.

Segundo Ebbrell<sup>(1)</sup>, são enormes os benefícios fornecidos pelos fluidos de corte no setor industrial, porém o armazenamento dos mesmos é feito de forma não satisfatória. Assim elevadas quantidades de fluido de corte são utilizadas nas indústrias de maneira incorreta. Como exemplo dessa utilização indevida, em muitas indústrias ocorre grande dispersão de fluido no momento da usinagem, gerando dessa forma grandes perdas. De acordo com Webster<sup>(2)</sup>, a lubrificação e a refrigeração dependem da efetiva entrada de fluido na região de corte entre a peça e a ferramenta, não havendo a necessidade de volumes elevados, considerando que parte deste não esteja penetrando na região de corte efetivamente.

As dificuldades em se realizar a correta manutenção, o descarte e os problemas ambientais relacionados aos fluidos de corte presentes nos processos de usinagem tem gerado uma tendência mundial que é o emprego de uma quantidade racional do mesmo no processo através de técnicas otimizadas de aplicação do fluido de corte.

Neste trabalho verificou-se, na retificação cilíndrica externa de mergulho, a influência da velocidade de mergulho, o desempenho do rebolo de CBN e a influências de diferentes fluidos de corte, usando a lubri-refrigeração otimizada. Foram analisadas variáveis de saída como rugosidade superficial, desvio de circularidade, desgaste diametral do rebolo, força tangencial de corte, da tensão residual e análises microestruturais.

## 2. METODOLOGIA

Neste trabalho empregou-se uma metodologia de ensaios utilizando uma retificadora cilíndrica modelo RUAP 515H do fabricante SULMECÂNICA equipada com um comando numérico CNC da Fagor. Utilizou-se a retificação cilíndrica externa de mergulho. Como parâmetros de entrada utilizou-se a variação da velocidade de mergulho " $v_f$ " (cinco valores proporcionando grandezas distintas de taxa de remoção de material) e a utilização de dois fluidos de corte distintos.

Como ferramenta foi utilizado um rebolo superabrasivo de CBN (Nitreto de Boro Cúbico) 876-L360N3, fabricado com ligante vitrificado, diâmetro externo de 350 mm, largura de 20 mm e espessura de 5mm. Este tipo de rebolo (rebolo superabrasivo) possibilita ganhos significativos de produtividade e qualidade. As operações de dressagem da ferramenta abrasiva foram mantidas constantes para todos os ensaios. Para tanto, utilizou-se uma dressador do tipo conglomerado com dimensões 15x8x10. Nesta operação, a retirada de material do rebolo foi de aproximadamente 100  $\mu$ m, ou até que a ferramenta abrasiva não apresentasse nenhuma marca referente à usinagem.

Os Corpos de Prova foram fabricados com o aço ABNT D6 (AISI/SAE D6, GERDAU D6, DINW.NR 1,2436 ,X210CrW12, VC 131,). Foram temperados e revenidos obtendo dureza de 62 HRc.

Utilizou-se como fluidos de corte o óleo emulsionável de base vegetal (a base de ésteres sintéticos), com especificação DMS 3200 F-1 com concentração de 3,5 %, com pH mantido em 9,0 e o fluido sintético, com a especificação AGECOOL 939/B com concentração de 5% e pH em 9,0.

Foi utilizado um bocal circular conforme Webster<sup>(2)</sup> com saída circular de  $\varnothing$ 4mm, para distribuir o fluido de corte a uma velocidade aproximadamente igual à velocidade periférica do rebolo ( $V_s$ ). Tal velocidade é necessária para que o fluido de corte vença a barreira de ar gerada pela alta rotação do rebolo e penetre na região de contato entre ferramenta e peça sem perda de velocidade e pressão agindo de forma favorável à refrigeração do processo.

Para a análise dos ensaios foram avaliadas variáveis de saída pelas quais se possa analisar o desempenho do processo. Estas variáveis de saída foram:

-Rugosidade: A obtenção da rugosidade média aritmética ( $R_a$ ) foi realizada através de um rugosímetro portátil modelo Subtronic 3+ da marca Taylor Hobson e do software um software TalyProfile<sup>®</sup>, versão Lite 3.1.4. O rugosímetro era ajustado para efetuar a medição com um

comprimento de amostragem  $l_c = 0,8$  mm e cut-off = 4 mm e foi posicionado de uma forma que a medição fosse executada no sentido axial da peça.

-Força tangencial de corte “ $F_{tc}$ ”: A força tangencial de corte ( $F_t$ ) foi obtida através do monitoramento da potência elétrica ( $P_c$ ) consumida pelo motor de acionamento do eixo árvore do rebolo, obtida através da monitoração dos valores de tensão e corrente elétrica provenientes deste motor elétrico.

-Desgaste radial do rebolo: O desgaste radial do rebolo foi obtido através da marcação do perfil desgastado do rebolo em um tarugo confeccionado em aço ABNT 1045 e medido com um aparelho TESA digital, modelo TT60, com precisão de  $0,1 \mu\text{m}$ .

-Tensão residual: Para a obtenção da tensão residual foi utilizado um Difratômetro de Raios X Siemens Modelo D5000, através do método de múltipla exposição (determinação da distância interplanar para vários ângulos de inclinação da amostra). Análise dos dados obtidos foi realizada mediante o uso do software S2003 (R.M/2003).

-Desvio de circularidade: A medição do desvio de circularidade foi realizada em uma máquina modelo Talyround 31C marca Taylor Hobson, dotada de um conjunto braço/coluna, que possibilita o movimento em dois eixos (vertical e horizontal).

-Integridade superficial: Através de um Microscópio Eletrônico de Varredura Leica, modelo Stereoscan 440. A utilização da microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi feita para verificar os possíveis danos causados à superfície do material através de solicitações térmicas e mecânicas.

Os parâmetros de corte utilizados foram: Velocidade de corte  $V_s=30$  m/s, penetração do rebolo na peça  $a=0,1$ mm, tempo de spark-out  $t_s=8$ s, velocidade periférica da peça  $V_w = 1,24$  m/s, diâmetro da peça  $d_w=62$  mm, largura de retificação  $b=3$ mm, velocidade do jato de fluido de corte  $V_j = 30$ m/s, vazão de fluido de corte de 22,6L/min, bocal circular com  $\varnothing 4$ mm (refrigeração otimizada); Foram realizados 100 ciclos de usinagem para cada ensaio.

Os ensaios foram divididos em grupos de três, indicando a repetibilidade para cada velocidade de mergulho, desta forma, obtiveram-se os dados apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Forma de realização dos ensaios.

Ensaio	Fluido de Corte	Velocidade de Mergulho ( $V_f$ ) (mm/min)
1 a 3	Óleo de base vegetal DMS 3200 F1	2,00
4 a 6	Óleo de base vegetal DMS 3200 F1	1,50
7 a 9	Óleo de base vegetal DMS 3200 F1	1,00
10 a 12	Óleo de base vegetal DMS 3200 F1	0,50
13 a 15	Óleo de base vegetal DMS 3200 F1	0,25
16 a 18	Emulsão Agecool 939/B	2,00
19 a 21	Emulsão Agecool 939/B	1,50
22 a 24	Emulsão Agecool 939/B	1,00
25 a 27	Emulsão Agecool 939/B	0,50
28 a 30	Emulsão Agecool 939/B	0,25

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos através da análise das variáveis de saída: força tangencial de corte, rugosidade superficial, tensão residual, desgaste radial do rebolo, desvio de circularidade e análise da integridade superficial das peças retificadas.

#### 3.1. Resultados Referentes à Força Tangencial de Corte

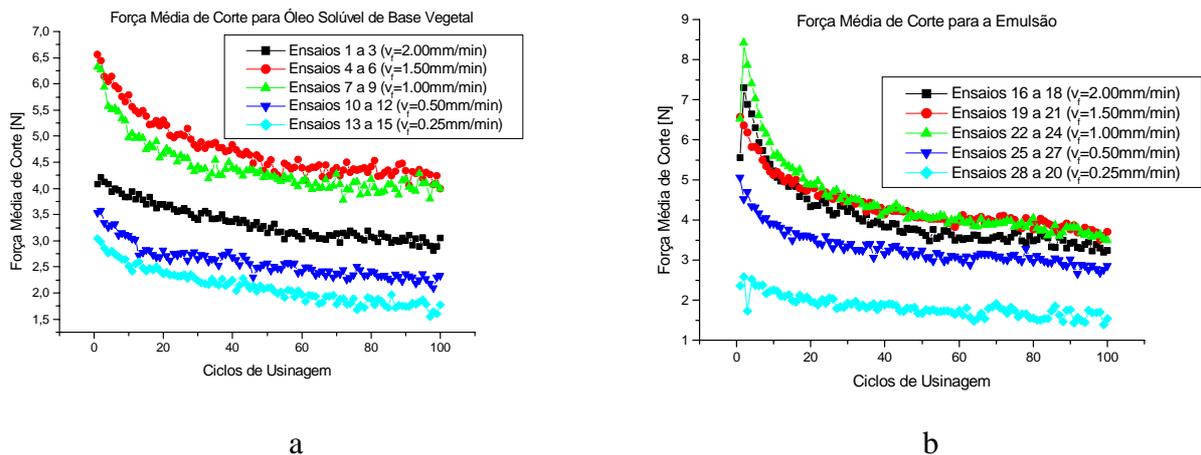


Figura 1. Força tangencial média de corte para ensaios realizados com óleo solúvel de base vegetal (a) e emulsão (b) para as cinco velocidades de mergulho usadas.

Percebe-se que o comportamento da força para ambos os fluidos é igual, uma vez que a menor força de corte foi conseguida com velocidade de mergulho de 0,25 mm/min.

Fazendo uma análise global entre todos os gráficos, percebe-se que os maiores valores de força de corte foram conseguidos com a velocidade de mergulho igual a 1,5 mm/min, no caso do uso do óleo solúvel vegetal como fluido de corte, e velocidade de mergulho de 1,00 mm/min, no caso do uso da emulsão como fluido de corte.

Já os menores valores de força de corte foram conseguidos com a velocidade de mergulho igual a 0,25 mm/min tanto para o óleo solúvel de base vegetal como para a emulsão.

Nota-se que nos primeiros ciclos de todas as condições, ocorrem maiores valores para a força de corte, que ao longo dos ciclos vai decrescendo devido à renovação das arestas de corte e à capacidade de auto-afiação do rebolo.

De acordo com Tonshoff<sup>(3)</sup> a redução da velocidade periférica da peça ocasiona uma elevação da temperatura na região de contato devido a um maior tempo de contato da ferramenta com a peça. Com a diminuição da velocidade periférica da peça ocorre uma diminuição da espessura de corte equivalente devido a diminuição do diâmetro da peça, gerando menores forças de corte, pois os esforços sobre os grãos abrasivos são menores.

Segundo Bianchi<sup>(4)</sup> o aumento do desgaste do aglomerante tende a diminuir a ancoragem dos grãos pelo aumento das tensões atuantes na interface entre aglomerante e grão abrasivo, e que, um desgaste dos grãos tende a diminuir a tensão atuante na interface mencionada, uma vez que o desgaste faz com que o momento aplicado ao grão abrasivo diminua.

Demonstra-se que há uma maior solicitação da ferramenta abrasiva em condições de taxas de mergulho mais agressivas. Fato também comprovado por Franzo<sup>(5)</sup>.

Fusse<sup>(6)</sup> afirma que a boa lubrificação da região de corte permite menores valores de força de corte, pois durante a formação do cavaco o deslizamento do mesmo é favorecido, gerando conseqüentemente menores valores de energia específica de retificação.

A força tangencial de corte está diretamente relacionada com a rugosidade superficial final da peça. Esta variável permite também analisar o desempenho das ferramentas abrasivas como: a capacidade de fixação dos grãos abrasivos pelo ligante, a ocorrência de macro e micro-desgaste, dentre outros parâmetros.

### 3.2. Resultados de Rugosidade

Os resultados de rugosidade (Ra) estão apresentados na forma de gráficos, sendo que para cada ensaio foram efetuadas três medidas na superfície, possibilitando deste modo a determinação da média dos valores.

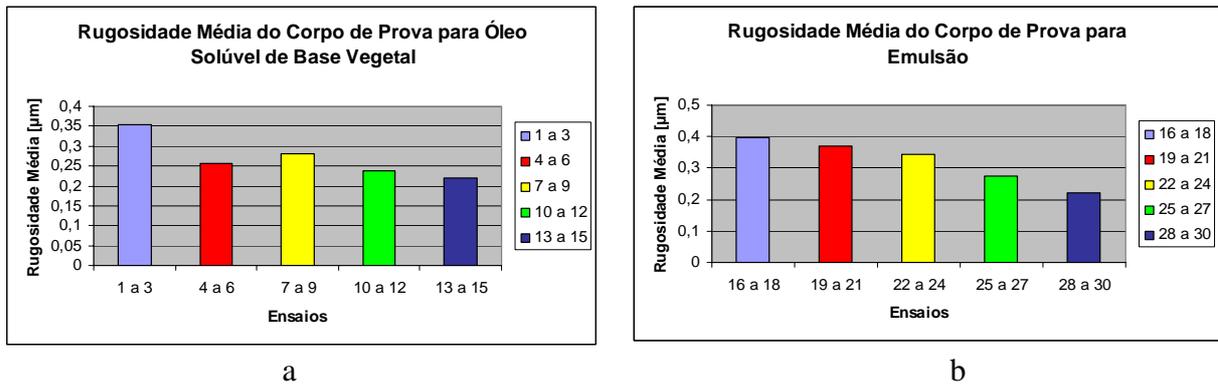


Figura 2. Rugosidade média para ensaios realizados com óleo solúvel de base vegetal (a) e emulsão (b) para as cinco velocidades de mergulho utilizadas.

Observa-se também maiores rugosidades para maiores velocidades de mergulho e menores rugosidades para ensaios com óleo solúvel.

Para os resultados da rugosidade percebeu-se que há um comportamento característico. Através das bibliografias encontradas existiam dois diferentes pontos de vista em relação ao comportamento da rugosidade. De acordo com Lee<sup>(7)</sup>, para maiores taxas de avanço a rugosidade deveria ser maior do que para condições mais amenas. Já para Hara<sup>(8)</sup>, o efeito da rugosidade poderia ser totalmente anulado pelo fato dos ensaios terem envolvido regiões de “spark out” ou centelhamento de 8 segundos. Ou seja nenhum comportamento característico seria observado.

### 3.3 Resultados de Desgaste Radial do Rebolo

Na Figura 3 observam-se os desgastes radiais médios do rebolo para os ensaios realizados com óleo solúvel de base vegetal e emulsão para as diferentes velocidades de mergulho.

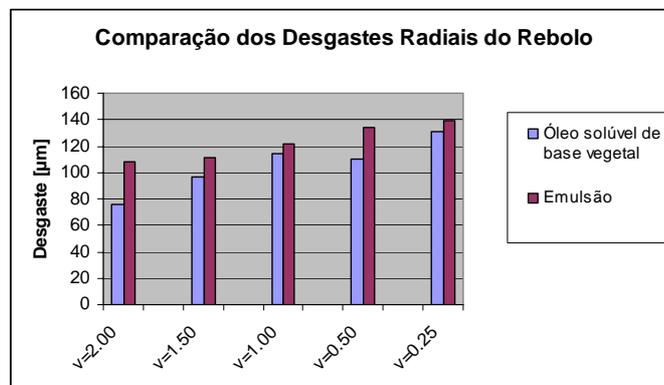
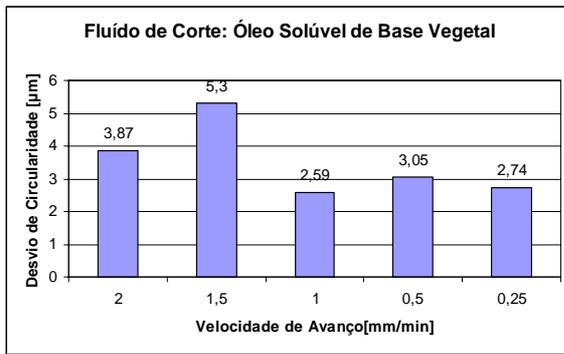


Figura 3. Comparação dos desgastes radiais do rebolo.

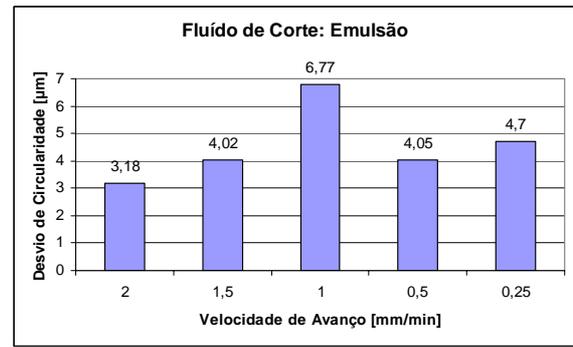
A análise da Figura 3 indica que o desgaste do rebolo é maior para a velocidade de mergulho de 0,25 mm/min, enquanto que a velocidade de mergulho de 2,00 mm/min apresenta o menor desgaste do rebolo. O desgaste diametral do rebolo é um forte indicativo para avaliação entre diferentes condições de retificação. Menor desgaste da ferramenta significa maior vida útil da ferramenta e portanto deve-se optar por maiores velocidades de mergulho na faixa testada para uma maior vida da ferramenta devido ao alto custo dos rebolos de CBN.

### 3.4. Desvio de Circularidade

A análise dos resultados do desvio de circularidade foi conseguida plotando-se gráficos separados em tipos de fluido de corte e velocidade de mergulho utilizado nos ensaios.



a

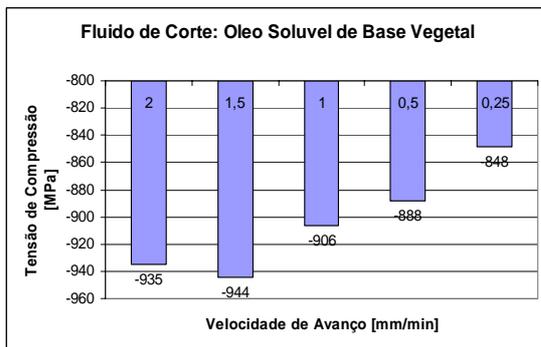


b

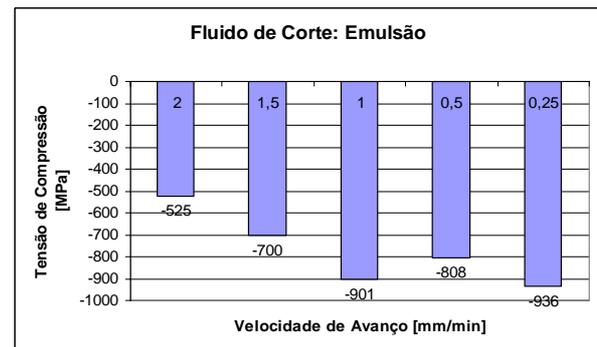
Figura 4. Desvio de circularidade para o uso de óleo solúvel de base vegetal (a) e emulsão (b) para as cinco velocidades de mergulho empregadas.

Para a emulsão a velocidade de avanço de 2,00 mm/min foi a que apresentou as melhores condições de usinagem, uma vez que esta foi a que apresentou o menor valor de desvio de circularidade. Percebe-se que para as maiores velocidades de avanço a emulsão apresentou os melhores resultados, enquanto que para as menores velocidades de avanço, foi o óleo vegetal que apresentou as melhores condições. Pode-se perceber também que ao fazer a média dos valores de circularidade para os fluidos, encontraram-se valores de 3,51 µm para o óleo solúvel de base vegetal, e um valor de 4,54 µm para a emulsão, sendo mais viável a utilização do óleo solúvel de base vegetal para a usinagem, nas condições propostas.

### 3.5. Resultados Referentes à Tensão Residual



a



b

Figura 5. Tensão de compressão para o uso de óleo solúvel de base vegetal (a) e emulsão (b) para as 5 velocidades de mergulho empregadas.

Os valores de tensões residuais de compressão gerados com a refrigeração otimizada indicam que o jato de fluido penetrou de maneira eficiente na região de corte proporcionando uma boa lubrificação, reduzindo o atrito peça/rebolo e contribuindo para a manutenção da afiação do rebolo.

Nota-se que as condições testadas resultaram em valores de tensão residual de compressão, que são benéficas as propriedades mecânicas do material, proporcionando assim uma melhoria na integridade superficial.

Observa-se que o óleo solúvel de base vegetal foi o fluido que apresentou os melhores resultados com os maiores valores de tensão de compressão.

Conforme Brinksmeier<sup>(9)</sup> o rebolo de CBN, que apresenta alta condutibilidade térmica dos grãos, é muito menos sensível às variações na quantidade de material removido, garantindo tensões residuais de compressão, mesmo após longos períodos de retificação.

Segundo Hitchiner<sup>(10)</sup> os fluidos de corte devem promover a predominância dos mecanismos de corte ao invés da deformação plástica sem a remoção de material (plowing), pela manutenção da afiação do rebolo e pela diminuição do coeficiente de atrito peça-ferramenta. Desta forma,

conforme Malkin<sup>(11)</sup>, diminui-se a energia específica de retificação gerada no processo de usinagem, diminui-se as temperaturas na região de corte e a possível incidência dos danos térmicos. No entanto, de acordo com Guo<sup>(12)</sup>, este fato não ocorre em processos convencionais.

### 3.6. Resultados Referentes à Integridade Superficial Através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As micrografias realizadas nos corpos de prova para todas as diferentes condições de usinagem se apresentaram idênticas sem alterações microestruturais. Duas micrografias são apresentadas nas figuras abaixo.

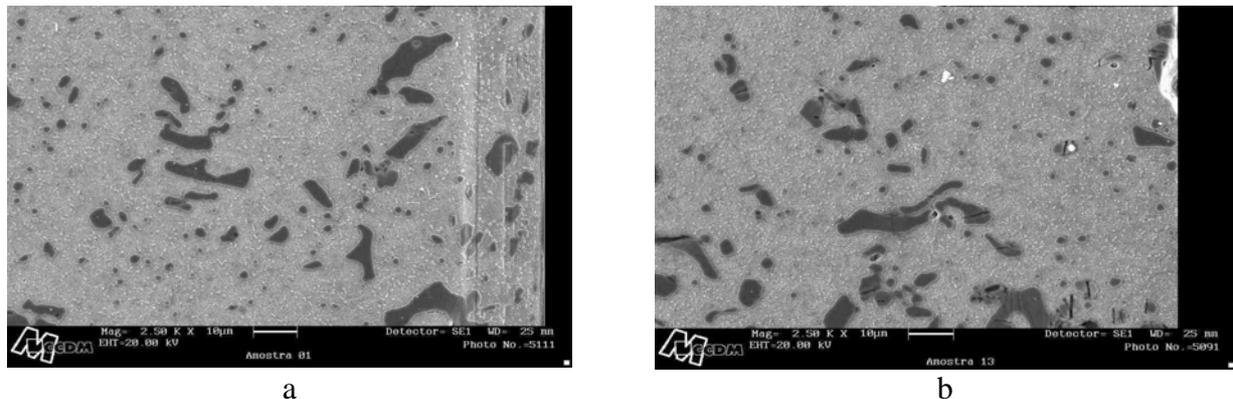


Figura 6. Microscopia eletrônica de varredura para ensaio realizado com óleo solúvel de base vegetal, com velocidade de mergulho de 2,00 mm/min (a), e velocidade de mergulho de 0,25 mm/min (b).

Pode-se afirmar que não ocorreram diferenças nas microestruturas quando da variação da velocidade de avanço e do tipo de fluido de corte, pois as condições de corte empregadas não foram tão agressivas que pudessem alterar a microestrutura do aço ABNT D6 temperado e revenido. Provavelmente a quantidade de calor gerada no processo absorvida pela peça durante o processo de retificação, não foram suficientes para produzir alterações subsuperficiais, mostrando que a refrigeração através da otimização da aplicação de fluido foi eficiente. Resultados semelhantes foram encontrados por Klocke<sup>(13)</sup> na retificação externa de mergulho aplicando-se refrigeração com bocal de sapata (24 l/min) e da técnica da MQL (215 ml/h).

## 4. CONCLUSÕES

Através desta pesquisa pode-se observar o comportamento da retificação cilíndrica de mergulho utilizando-se rebolo superabrasivo de CBN com ligante vitrificado para variadas velocidades de avanço. Pode-se concluir que:

- Com relação à velocidade de avanço do rebolo, os valores obtidos para o desvio de circularidade foram próximos, mas, a velocidade de 1,00 mm/min é a que obteve o melhor resultado.
- A análise das microscopias apresentou resultados semelhantes para todas as velocidades e tipos de fluido de corte utilizados não apresentando danos superficiais.
- Considerando os resultados obtidos com a rugosidade e desgaste da ferramenta e os resultados obtidos de tensão residual, desvio de circularidade e MEV, pode-se afirmar que os melhores resultados obtidos foram com: o óleo solúvel de base vegetal e a velocidade de mergulho de 2,00 mm/min.
- Comparativamente o óleo solúvel de base vegetal apresentou os menores valores de força de corte, os menores desgastes radiais do rebolo, bem como os melhores resultados para a tensão residual, pois este óleo proporciona, comparativamente com a emulsão, a menor taxa de

resfriamento, o maior poder lubrificante, o que reduz o atrito e a geração de calor na zona de retificação.

- Quanto aos valores das rugosidades obtidas constatou-se que há variações que demonstrem um comportamento relacionado à taxa de avanço (velocidade de mergulho), ou seja, há uma rugosidade maior para maiores taxas de avanço.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais a todas as instituições que colaboraram para a realização deste trabalho científico, principalmente à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio à pesquisa concedido e a Universidade Estadual Paulista UNESP campus de Bauru por ceder o Laboratório de Usinagem por Abrasão.

## 6. REFERÊNCIAS

1. Ebbrell, S., Woolley, N. H., Tridimas, Y. D., Allanson, D. R., Rowe, W. B., 1999, **“The Effects of Cutting Fluid Application Methods on the Grinding Process”**.
2. Webster, J., Cui, C., Mindek Jr., R. B., 1995, **“Grinding Fluid Application System Design”**. *Annals of the Cirp*, Vol. 44/1/1995.
3. Tönshoff, H. K., Wobker, H. G., Brunner, G. **“CBN Grinding with Small Wheels”**. *Annals of the Cirp*, 44/1, 1995, P. 331-316.
4. Bianchi, E. C., Monici, R. D., Silva, E. J., Fernandes, O. C., Valarelli, I. D. D., Daré Neto, L., 2000, **Retificação com Rebolos de CBN como Meio para a Melhoria da Qualidade e Competitividade**. Novembro.
5. Franzo, C. G., 2002, **Estudo da Influência da Velocidade de Mergulho no Resultado Final de Peças Retificadas por Rebolo Convencional**. Bauru.
6. Füsse, R. Y., Bianchi, E. C., França, T. V., Catai, R. E., Silva, L. R. E Aguiar, P. R., 2004, **Erros Geométricos na Retificação do Aço Sae Hvn-3**. *Revista Máquinas & Metais*, Aranda Editora, Ano XI, Nº464, Pp. 150-163, Setembro.
7. Lee, E. S., Kim, N. H. 2001, **“A Study on the Machining Characteristics in the External Plunge Grinding Using the Current Signal of the Spindle Motor”**. *International Journal of Machining Tools & Manufacture*.
8. Hara, C. M., 1999, **“Uma Contribuição para o Monitoramento de Retificação Cilíndrica de Mergulho”**. Campinas: Unicamp, Dissertação de Doutorado.
9. Brinksmeier, E., 1986, **“A Model for the Development of Residual Stresses in Grinding”** In: Niku-Lari, a *Advances in Surface Treatments*. 5 Ed., Pergamon Press, Vol. 5, P. 173-189.
10. Hitchiner, M. P. **“Precision Grinding Systems for Production Grinding with Vitrified CBN”**. Sme Technical Paper Mr90-507, 1990, P 1-11.
11. Malkin, S., 1989, **“Grinding Mechanisms”** e **“Grinding Temperatures and Thermal Damage”**. In: Malkin, S. *Grinding Technology: Theory and Applications of Machining with Abrasives*. 1 Ed. Chichester, Ellis Horwood Limited. Cap. 5 E 6, P.108 a 171.
12. Guo, C., Malkin, S., 1995, **“Effectiveness of Cooling in Grinding”**. *Cirp Annual Convention, Stg, Enschede*.

13. Klocke, F., Beck, T., Eisenblätter, G., Lung, D. “**Minimal Quantity Lubrication (Mql) – Motivation, Fundamentals, Vistas**”. Institute of Machine Tools and Production Engineering, University of Technology, Aachen, Germany.

## **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE DIVE SPEED IN THE GRINDING OF HARDENED STEELS USING OPTIMIZED COOLING**

### **Manoel Cléber de Sampaio Alves**

UNESP - University of the state of São Paulo - University of Engineering of Bauru - Department of Mechanical Engineering - Av. Engineer Luiz Edmundo Carrijo, Without number, 17033-360, Vargem Limpa - post office box 473, Bauru, State of São Paulo.  
manoelcsa@yahoo.com.br

### **Eduardo Carlos Bianchi**

UNESP - University of the state of São Paulo - University of Engineering of Bauru - Department of Mechanical Engineering - Av. Engineer Luiz Edmundo Carrijo, Without number, 17033-360, Vargem Limpa - post office box 473, Bauru, State of São Paulo.  
bianchi@feb.unesp.br

### **Paulo Roberto de Aguiar**

UNESP - University of the state of São Paulo - University of Engineering of Bauru - Department of Electric Engineering - Av. Engineer Luiz Edmundo Carrijo, Without number, 17033-360, Vargem Limpa - post office box 473, Bauru, State of São Paulo.  
aguiarpr@feb.unesp.br

***Abstract.** The Grinding, final process of grinding of a piece, is used a lot of cut fluids with the lubrication purpose, cooling and removal of shavings. However, these are extremely aggressive with the middle. With the technological progress the world tendency is to produce pieces more and more sophisticated, with high degree of tolerance geometric, dimensional, with good superficial finish, with low cost and, mainly, without causing damages to the middle. For so much, to the rectification process it is intrinsic the recycling of the cut fluid, that he/she stands out for his/her cost. Through the variation of the dive speed in the external cylindrical plunge grinding expresses of the steel ABNT D6, rationalizing the application of two cut fluids more used now and using an CBN wheel it was evaluated the exit parameters tangential cutting force acoustic emission, roughness, roundness, wear and tear of the tool, the residual stress and the microscopic images of the surface. With the analysis of the flowing acting, I sway and dive speed was the best grinding conditions propitiating the decrease of the volume of cut fluid, decrease of the time of work without harming the parameters geometric, dimensional, the superficial finish and the surface integrity of the components.*

***Keywords.** Grinding, Dive speed, Excellent refrigeration, CBN wheel.*