

# **ESTUDO E ANÁLISE DOS ERROS GEOMÉTRICOS NA RETIFICAÇÃO DO AÇO SAE HVN-3**

**Ronaldo Yoshinobu Füsse**

**Eduardo Carlos Bianchi**

**Thiago Valle França**

UNESP - Universidade Estadual Paulista - Bauru - Departamento de Engenharia Mecânica

Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/nº, CEP 17033-360, Bauru - SP, Brasil.

E-mail: ryfusse@feb.unesp.br, bianchi@feb.unesp.br, thiagovf@feb.unesp.br - (0xx14 - 221-6109)

**Rodrigo Eduardo Catai**

UNESP - Universidade Estadual Paulista - Guaratinguetá

Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410, Guaratinguetá - SP, Brasil.

E-mail: rcatai@zipmail.com.br - (0xx14 - 221 - 6109)

**Leonardo Roberto da Silva**

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Coordenação do Curso Técnico em Mecânica.

Av. Amazonas, 5253 - Nova Suíça - CEP 30.410-000 - Belo Horizonte - Minas Gerais.

E-mail: lrsilva@deii.cefetmg.br - (0xx31 - 3319-5152/54)

**Eraldo Janonne da Silva**

USP – Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Mecânica

Email: eraldojs@sc.usp.br

Av. Trabalhador São-carlense, 400 – Centro, CEP 13566-590, São Carlos – SP, Brasil

**Paulo Roberto de Aguiar**

UNESP - Universidade Estadual Paulista - Bauru - Departamento de Engenharia Elétrica

Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/nº, CEP 17033-360, Bauru - SP, Brasil.

E-mail: aguiarpr@feb.unesp.br - (0xx14 - 221 - 6109)

**Resumo.** *Este trabalho teve como objetivo analisar a influência dos tipos de fluidos de corte e rebolos adotados na retificação cilíndrica externa de mergulho do aço SAE HVN-3, utilizado na fabricação de válvulas de admissão para motores à combustão interna. Foram testados quatro tipos de fluidos de corte (óleo integral, emulsão mineral, emulsão vegetal e fluido sintético) e dois tipos de rebolos (rebolo superabrasivo de CBN e convencional de óxido de alumínio), determinando-se a influência destes nos erros geométricos: rugosidade e circularidade. Os erros de circularidade obtidos mostraram um melhor desempenho para o rebolo convencional, sendo que um dos fatores mais relevantes foi a eficiente afiação realizada no mesmo com um dressador de ponta única. Já para o rebolo de CBN, a dressagem realizada não foi executada de maneira adequada. Quanto à rugosidade, os menores valores foram obtidos utilizando-se o rebolo superabrasivo de CBN, para todos os fluidos testados, devido à maior dureza e condutividade térmica de seus grãos. O tipo de fluido que proporcionou melhores resultados durante os ensaios foi o óleo integral, porém, deve-se ressaltar que este fluido é o mais insalubre de todos os que foram testados.*

**Palavras-chave:** *Retificação, fluido de corte, circularidade, rugosidade, rebolo*

## 1. INTRODUÇÃO

Com a acirrada competitividade e a alta qualidade dos produtos oferecidos atualmente, é grande a necessidade de que os processos utilizados na confecção de um produto sejam os mais eficazes e econômicos possíveis. Para isso, é preciso entender que o estudo dos processos de fabricação esteja direcionado para a sua melhoria constante.

O processo de retificação é conhecido como um dos mais complexos processos de usinagem, devido ao grande número de variáveis envolvidas neste processo. A busca por produtividade e qualidade nos últimos anos, tem resultado em grandes avanços nos processos de usinagem. Tais avanços ocorrem tanto nas operações convencionais como também na simplificação da sequência de fabricação de um componente com a substituição de operações intermediárias pelas de acabamento. Alguns cuidados, se não seguidos à risca, podem desencadear irregularidades nas peças tornando-as inadequadas para seu uso especificado.

Qualquer peça ou componente mecânico, antes de tomar sua forma final, passa por vários processos de fabricação (torneamento, estampagem, furação, etc.). Esses processos têm a importância de dar as formas e acabamentos finais adequados para esses componentes. Porém em várias situações a peça exige um acabamento final suficientemente preciso de tal forma que apenas o torneamento não é suficiente, sendo então necessário uma retificação, minimizando assim as rugosidades e irregularidades superficiais nos contornos da peça de forma mais exata, porém atrasando a produção e encarecendo o produto final.

No presente trabalho retificou-se um aço inoxidável SAE HVN-3, material constituinte das válvulas de admissão, temperado e revenido com dureza média de 60 HRC manteve-se constantes as condições de usinagem. Desta forma, pretendeu-se avaliar, de forma comparativa, a influência de quatro tipos de fluido de corte e dois tipos de rebolo na retificação deste aço. Dentre os diferentes pares fluido-ferramentas a serem testados, está o par fluido-ferramenta utilizado no processo produtivo, o par: rebolo convencional de óxido de alumínio e óleo de corte.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para todas as operações de usinagem, é necessário selecionar uma profundidade de corte, uma velocidade de corte e um avanço. Muitos fatores afetam estas decisões, entre eles, a quantidade total de material a ser removida, o material da peça e da ferramenta e o processo ou processos de usinagem. Estes devem ser especificados antes da escolha da profundidade de corte, da velocidade de corte e do avanço (Black, 1989). Conforme a operação de usinagem e o par ferramenta/peça são aconselhados intervalos de valores para a profundidade de corte, velocidade de corte e avanço. Entretanto, esses valores podem ser modificados como adaptações às condições particulares de um trabalho. Devido a isso, é aconselhável o conhecimento da influência das variações dos parâmetros de corte sobre a usinagem (Weingaertner e Schroeter, 1991).

A fabricação de peças de grande precisão exige vários cuidados especiais para que seu acabamento final esteja sempre de acordo com as especificações do projeto a ser executado. Para tal, o processo de retificação se mostra o mais adequado, quando se trata de tolerâncias justas, com acabamento superficial fino.

Para peças cilíndricas estas irregularidades podem ser reduzidas na retificação cilíndrica, por sua capacidade de dar acabamentos finos e tolerâncias geométricas, impossíveis de se obter num torneamento que não seja um CNC (Tso e Yang, 1996).

A retificação é um importante processo no que diz respeito à precisão, fazendo com que a peça alcance baixos erros dimensionais e geométricos, observa-se que uma série de fatores devem ser considerados, como por exemplo, o rebolo usado deve estar corretamente dressado com uma ferramenta de alta rigidez (Tso e Yang, 1996).

Outros fatores colaboram para o aparecimento dos erros geométricos, como:

- Deformações causadas devido ao aquecimento (Tso e Yang, 1996);
- Deformações devido às forças de corte de trabalho (Tso e Yang, 1996);
- Deformações devido à própria deformação plástica do rebolo (Park e Kim e Lee, 1997);
- Erros de alinhamento entre o eixo (peça) e o eixo da máquina retificadora (Park e Kim e Lee, 1997);

Quando um rebolo está gasto, sua tendência é produzir um acabamento mais liso ocorrendo aparecimento de danos térmicos, formação de lóbulos e trepidação (Schwarz, 1999). A formação de lóbulos geralmente causa deflexões no sistema entre rebolo e peça, quando são aplicadas forças de retificação. Como resultado dessas forças, uma peça nunca é perfeitamente cilíndrica, ao invés disso a mesma terá uma quantidade de projeções arredondadas, que são os lóbulos propriamente ditos.

Observa-se que uma rede de variáveis serão analisadas e discutidas para que haja um entendimento mais amplo do que são estes erros dimensionais, suas causas e possíveis soluções, sendo do interesse de indústrias que utilizam o processo de retificação em peças que exigem tolerâncias justas.

## **2.1. Tolerância geométrica de forma**

Apesar do alto nível de desenvolvimento tecnológico, ainda é impossível obter superfícies perfeitamente exatas. Por isso, sempre se mantém um limite de tolerância nas medições. Mesmo assim, é comum aparecerem peças com superfícies fora dos limites de tolerância, devido a várias falhas no processo de usinagem, nos instrumentos ou nos procedimentos de medição. Nesse caso, a peça apresenta erros de forma.

## **2.2. Conceito de erro de forma**

Um erro de forma corresponde à diferença entre a superfície real da peça e a forma geométrica teórica. A forma de um elemento será correta quando cada um dos seus pontos for igual ou inferior ao valor da tolerância dada. A diferença de forma deve ser medida perpendicularmente à forma geométrica teórica, tomando-se cuidado para que a peça esteja apoiada corretamente no dispositivo de inspeção, para não se obter um falso valor.

## **2.3. Circularidade**

O erro de circularidade ocasionado pelo processo durante a usinagem está diretamente relacionado com as condições de retificação do processo a ser utilizado, aos danos térmicos, solicitações mecânicas, pressão e vazão de fluido de corte utilizado. O erro de circularidade expressa qual o erro de forma final da peça usinada, pois em processos de retificação de precisão esse fator é muito importante, já que indica qual o estado cilíndrico final da peça. A peça, após sua usinagem, apresenta pequenas porções onduladas, denominadas lóbulos, presentes na superfície da mesma, causando assim instabilidade dimensional ao longo de seu perímetro.

Segundo Junior (1996), a retificação é usada em operações de acabamento, nas quais a qualidade do material retificado e os erros de circularidade são importantes e conseqüentemente controlados.

Schaw (1995) afirma que uma peça nunca é perfeitamente cilíndrica, portanto em todas as peças podem estar presentes os erros de circularidade, que é um dos principais causadores dessa não perfeição cilíndrica. A quantidade dos erros em uma máquina dá uma medida de sua precisão.

Um dos erros mais encontrados nas peças retificadas são os erros de circularidade, que ocorrem quando seus raios opostos são diferentes em qualquer posição da superfície da peça. Estes estão presentes nas peças cilíndricas que passaram por alguma etapa da manufatura, muitas destas prontas para serem usadas.

Em peças com forma de disco, cilindro ou cone, pode ser necessário determinar a tolerância de circularidade. Esta tolerância é determinada por duas circunferências que têm o mesmo centro e raios diferentes. O centro dessas circunferências é um ponto situado no eixo da peça. O campo de tolerância de circularidade corresponde ao espaço “t” entre as duas circunferências, dentro do qual deve estar compreendido o contorno de cada seção da peça.

Normalmente, não será necessário especificar tolerâncias de circularidade, pois, se os erros de forma estiverem dentro das tolerâncias dimensionais, estes serão suficientemente pequenos para se obter a montagem e o funcionamento adequados da peça. Entretanto, há casos em que os erros permitidos, devido a razões funcionais, são tão pequenos que a tolerância apenas dimensional não atenderia à garantia funcional.

Se isso ocorrer, será necessário especificar tolerâncias de circularidade. É o caso típico de cilindros dos motores de combustão interna, nos quais a tolerância dimensional pode ser aberta (H11), porém a tolerância de circularidade tem de ser estreita, para evitar vazamentos.

A medição mais adequada de circularidade é feita por aparelhos especiais de medida de circularidade utilizados em metrologia.

## **2.4. Rugosidade**

O acabamento superficial sofre influência de vários parâmetros de usinagem, incluindo, a geometria da ferramenta de corte, geometria da peça, rigidez da máquina-ferramenta, material da peça, condições de corte, material da ferramenta (Nakayama et al., 1996 e Shouckry, 1982, apud Machado e da Silva, 1997).

Normalmente o acabamento superficial melhora com o aumento da velocidade de corte. A melhora é rápida até uma determinada velocidade crítica, devido à contínua redução das dimensões da aresta postiça. Depois que esse ficou reduzido a um tamanho insignificante pouca melhora adicional do acabamento superficial se obtém com aumentos maiores da velocidade de corte. Um bom acabamento exige um avanço pequeno.

O acabamento superficial está diretamente relacionado à precisão de ajuste, além das tolerâncias de forma e geométricas. No processo de retificação, a qualidade das superfícies é dada em função do acabamento obtido e das propriedades físicas e mecânicas do metal na camada superficial.

Segundo Agostinho et al. (1981), as rugosidades são micro-irregularidades geométricas decorrentes do processo de fabricação. Sua quantificação é feita pelos parâmetros de altura e largura das irregularidades, medidos geralmente por perfilômetros de contato mecânico. Sua magnitude está diretamente relacionada às propriedades físicas do material como: coeficiente de atrito, desgaste, lubrificação, transmissão de calor, resistência mecânica, dentre outras. Os processos de usinagem afetam diretamente a rugosidade superficial da peça e o controle da rugosidade é feito pelo gerenciamento e otimização dos processos e condições de usinagem. A alteração da rugosidade superficial ocorre em função do tipo da ferramenta, afiação da ferramenta, condições de usinagem, dentre outros fatores.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

O material empregado no corpo-de-prova foi o aço SAE – HVN-3, temperado e revenido, com dureza média de 60 HRC.

### **3.1. Fluidos de corte testados**

Nesta pesquisa optou-se pelo teste de quatro tipos de fluidos de corte: uma emulsão (à base de óleo mineral), uma solução, um fluido integral e uma emulsão biodegradável, a qual é constituída de óleos vegetais, totalmente isento de óleos minerais, nitritos, metais pesados e componentes fenólicos. A descrição dos mesmos é apresentada a seguir:

Cut Max CF 10: Fluido de corte integral isento de cloro. Tem como constituintes básicos: óleo mineral parafínico, matéria graxa, aditivo extrema-pressão e antioxidante.

Hocut 4110: Fluido de corte sintético formador de solução.

Hocut B 80-S: Fluido de corte solúvel em água, formador de emulsão mineral, tendo como constituintes básicos óleo mineral, antiespumante, antioxidante, tensoativo aniônico, água, bactericida/fungicida, aminas e ésteres graxos.

Hocut 2010: Fluido de corte solúvel em água, biodegradável, formador de emulsão vegetal, tendo como constituintes básicos óleo vegetal, isento de óleo mineral, nitritos, metais pesados e compostos fenólicos.

### 3.2. Tipos de rebolos testados

Neste trabalho foram utilizadas as seguintes ferramentas de corte: um rebolo convencional de óxido de alumínio 19A100SVHB, de 350 mm de diâmetro e 20 mm de largura e um superabrasivo de CBN, B76R125V12, com ligante vitrificado de 350 mm de diâmetro e 20 mm de largura.

Os ensaios realizados foram numerados de 1 a 8, sendo que do número 1 ao 4 tem-se os ensaios realizados com o rebolo convencional e do 5 ao 8 com o superabrasivo.

Para todos os ensaios, as condições de usinagem adotadas para a realização de um ciclo de retificação foram:

Velocidade de mergulho ( $v_f$ ) de 1,2 mm/min;

Velocidade de corte ( $v_s$ ) de 60 m/s;

Penetração ( $a$ ) de 200  $\mu$ m;

Tempo de spark-out igual a 5 segundos;

Largura de retificação de 15mm;

Velocidade de saída do fluido de corte de 18 m/s;

A concentração utilizada para todos os fluidos solúveis foi de 8%. Antes de cada ensaio, os valores de pH e concentração eram monitorados, garantindo-se o valor de concentração igual a 8% e o de pH numa faixa de 9 a 9,5.

Na tabela 1 é apresentada a classificação de cada ensaio, de acordo com os tipos de rebolo e fluido, bem como a velocidade de saída do jato que era aplicado na interface peça-rebolo.

Tabela 1 – Tabela com a classificação de cada ensaio.

Código do ensaio	Tipo de rebolo	Tipo de fluido de corte	Velocidade do jato ( $v_j$ ) [m/s]
E1	Convencional	Emulsão mineral	18,0
E2	Convencional	Emulsão vegetal	18,0
E3	Convencional	Solução	18,0
E4	Convencional	Óleo de corte	17,0
E5	Superabrasivo	Óleo de corte	17,0
E6	Superabrasivo	Solução	18,0
E7	Superabrasivo	Emulsão vegetal	18,0
E8	Superabrasivo	Emulsão mineral	18,0

No intuito de verificar-se a influência do desgaste do rebolo nas variáveis de saída medidas, cada ensaio era composto da retificação de 7 corpos-de-prova. No primeiro corpo-de-prova efetuava-se um único ciclo de retificação, no qual removia-se 0,4 mm no diâmetro da peça, com velocidade de mergulho ( $v_f$ ) de 1,2 mm/min, velocidade de corte ( $v_s$ ) de 60 m/s e tempo de *spark-out* igual a 5 segundos. Posteriormente, esta peça seria utilizada na determinação da tensão residual, gerada pelo par fluido-ferramenta adotado, com rebolo ainda afiado. O segundo e terceiro corpos-

de-prova seriam utilizados para o desgaste da superfície de corte do rebolo. Em cada um deles foram realizado 25 ciclos consecutivos. No quarto corpo-de-prova seria efetuado um único ciclo, pois este seria utilizado para a medição da tensão residual, agora com o rebolo já desgastado, após a execução de 52 ciclos. Novamente, os corpos-de-prova 5 e 6 seriam utilizados para o desgaste do rebolo, sendo em cada um executados 25 ciclos consecutivos. Finalmente, no sétimo corpo-de-prova seria executado um único ciclo para a medição da tensão residual após 103 ciclos.

## 4. DADOS OBTIDOS E RESULTADOS

### 4.1. Circularidade

Ao final do 103º ciclo era realizada a medição da circularidade, para cada peça foram realizadas três medidas em diferentes pontos, distanciados 1 mm entre uma medição. A pequena distância entre uma medição e outra foi devido ao pequeno comprimento que as peças apresentavam, para garantir assim uma boa área para a fixação. Utilizou-se um modelo Talyround 31C da marca Taylor Hobson para as medições de circularidade.

Através dos resultados da circularidade média de cada condição construiu-se o gráfico da circularidade média para cada condição como mostra a Fig. (1).

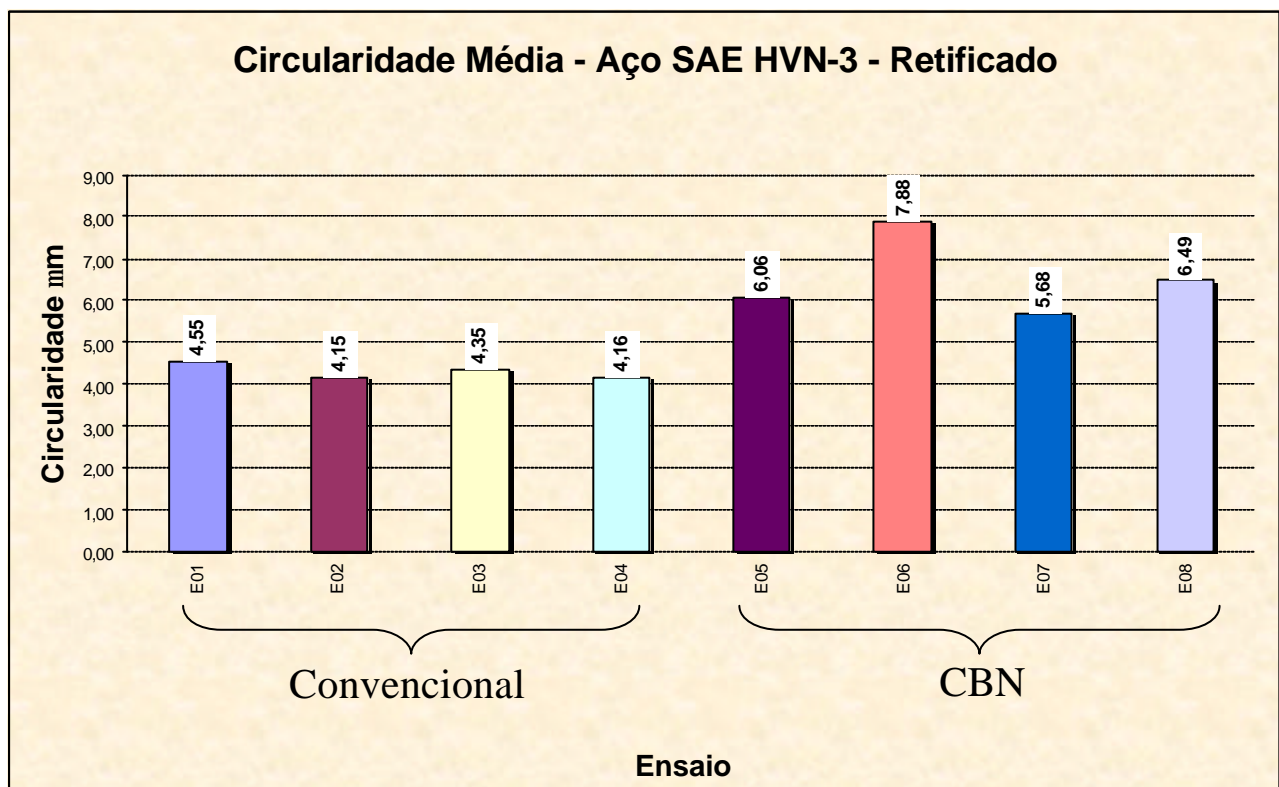


Figura 1. Circularidade média para cada condição

No gráfico foi possível observar que ao se comparar os rebolos, tem-se que os menores valores de circularidade foram obtidos nos ensaios com o rebolo convencional. Este resultado pode ser em função de que o método de dressagem empregado para o rebolo convencional pode ter sido mais eficiente que o utilizado para o rebolo superabrasivo.

Comparando-se todos os valores de circularidade obtidos, nota-se que os menores foram obtidos para os ensaios E02 (emulsão vegetal) e E04 (óleo de corte). O resultado se deve ao fato de que tanto o óleo de corte como a emulsão vegetal, foram os fluidos que proporcionaram uma melhor lubrificação do processo de corte, o que acabou por reduzir o atrito e a geração de calor na zona de retificação.

## 4.2. Rugosidade superficial

Ao final de cada ensaio, era medida a rugosidade  $R_a$  do primeiro, segundo, quarto, quinto e sétimo corpos-de-prova, realizando-se 4 medições em diferentes pontos envoltos da peça, permitindo-se avaliar o comportamento da rugosidade após os ciclos 1, 26, 52, 77, 103 respectivamente.

A rugosidade superficial, parâmetro  $R_a$ , foi medida utilizando-se um rugosímetro marca TAYLOR HOBSON, modelo Surtronic 3+, em conjunto com o programa de análise de superfícies Talyprof. O cut-off e o filtro utilizados foram 0,8 mm e 2CR-fase corrigida respectivamente, determinados segundo a norma NBR 6405/1988 para a operação desempenhada.

Com os resultados obtidos para a rugosidade média construiu-se um gráfico conforme mostra a Fig. (2) e (3).

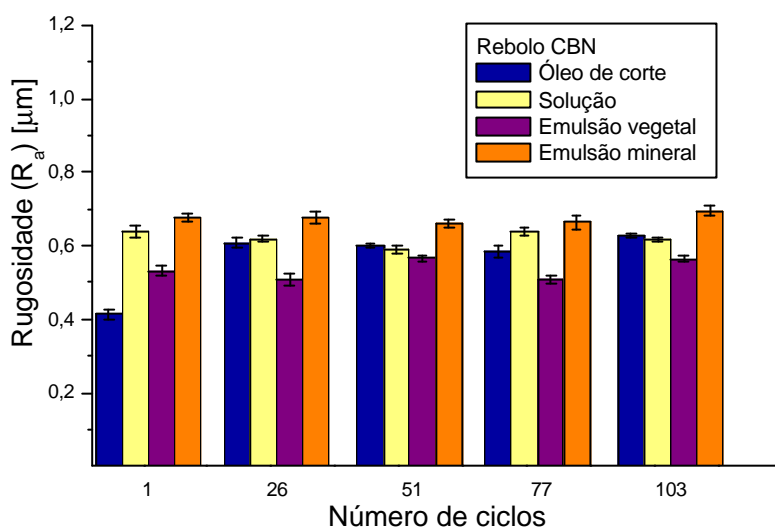


Figura 2. Rugosidade média para o rebolo CBN

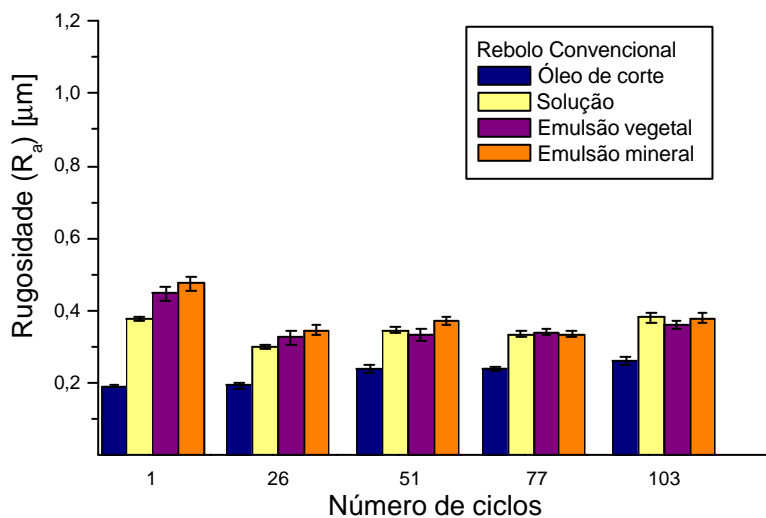


Figura 3. Rugosidade média para o rebolo convencional

Analisando-se os resultados de rugosidade obtidos para o rebolo convencional, pôde-se observar que a utilização do óleo de corte resultou em valores de rugosidade menores. Já para o rebolo superabrasivo, detectou-se para o óleo de corte valores de rugosidade em alguns ciclos maiores do que os demais fluidos, isto se deve ao fato da velocidade de aplicação do fluido de corte não ter sido suficiente para uma adequada lubrificação da peça.

Utilizando-se o rebolo convencional, o óleo de corte é o fluido mais adequado para esta operação de retificação, já que o valor limite da rugosidade ( $R_a$ ) para a retificação destes aços para válvulas está entre 0,3 e 0,4  $\mu\text{m}$ . Entre todos os ciclos, adotando-se as velocidades de saída de fluido de corte máxima e intermediária, somente o óleo de corte foi capaz de garantir valores inferiores a estes.

Todavia, uma oscilação ao final do ciclo de retificação resultaria em uma diminuição dos valores de rugosidade para todos os rebolos. Esta operação, aliada a uma diminuição do tamanho do grão do rebolo de CBN e um condicionamento inicial mais adequado, poderá levar a diminuições no valor final da rugosidade obtida com este rebolo, permitindo-se atingir a faixa de rugosidade limite (entre 0,3 e 0,4  $\mu\text{m}$ ).

Comparativamente ao rebolo convencional, o de CBN, para todos os fluidos apresentou os maiores valores de rugosidade e de circularidade, devido basicamente a três fatores: um tamanho de grão inadequado; uma menor porosidade induzida, permitindo um menor alojamento do cavaco gerado quando comparado com o rebolo convencional; e possivelmente, um perfilamento inicial não adequado, já que o desempenho dos rebolos de CBN depende essencialmente de um correto condicionamento inicial.

## 5. CONCLUSÃO

Os elevados valores de rugosidade obtidos para o rebolo CBN quando comparados aos do rebolo convencional, podem ser reduzidos através da adoção de um tamanho de grão mais adequado, bem como através de um condicionamento inicial mais efetivo da ferramenta, utilizando-se de técnicas de monitoramento.

Os resultados para a circularidade mostraram um melhor desempenho para o rebolo convencional. Um dos fatores foi a afiação realizada no rebolo convencional (com ponta única) sendo que esta foi mais efetiva. O dispositivo utilizado era melhor, com a rigidez adequada, o que resultou nos menores valores. Já para o rebolo de CBN, a dressagem realizada não foi executada de maneira adequada, visto que o método utilizado não se mostrou eficiente. O batimento radial do disco era alto e o sistema não tinha muita rigidez. Por isso, os resultados para a circularidade foram altos. Todavia os valores foram elevados para ambos os casos, resultado decorrente do mecanismo de fixação das peças, já que não foi utilizada uma contra-ponta, que poderia diminuir a excentricidade ou vibrações durante a retificação. O sobre-metal retirado pode não ter sido o suficiente para atingirmos uma boa circularidade. Se a dressagem do CBN tivesse sido melhorada, os resultados poderiam ser outros.

Contudo pode-se concluir que para o processo de retificação das válvulas em questão e de posse dos resultados analisados, para as indústrias o melhor par fluido/ferramenta seria o rebolo convencional com o óleo de corte, porém cabe sempre ressaltar que a tendência futura é a substituição do óleo de corte, visto que este é um dos tipos de fluidos de corte mais danosos para o meio ambiente e para a saúde dos trabalhadores.



## **6. BIBLIOGRAFIA**

AGOSTINHO, O. L., RODRIGUES, A. C. S., LIRANI, J., 1981, “Tolerância, ajuste, desvios e análise de dimensões”. São Paulo: Edgard Blücher.

BLACK, J.T., 1989, “Introduction to Machining Processes, Metals Handbook”, Machining, ASM International, Vol. 16, Ninth Edition.

JÚNIOR, F. J., 1996, “Estudo fenomenológico do processo de retificação creep-feed”, São Carlos: EESC-USP.

NAKAYAMA, K.; SHAW, M.C.; e BREWER, R.C., 1996, “Relationship between Cutting Forces, Temperature, Built-up Edge and Surface Finish”, Annals of CIRP, Vol 14, pp. 211-223.

SHOUCKRY, A.S., 1982, “The Effect of Cutting Conditions on Dimensional Accuracy, Wear”, Vol. 80, pp.197-205.

MACHADO, A.R. e Da Silva, M.B., 1997, “Usinagem de Metais. Apostila, 3ª versão, Editora da Universidade Federal de Uberlândia – EDUFU, 172 pp.

PARK, C.W., KIM, D.E., LEE, S.J., 1997, “Shape prediction during the cylindrical traverse grinding of a slender workpiece”, Journal of Materials Processing Technology, pp 23-32.

SCHWARZ, J., 1999, “O ótimo superacabamento começa pelo acabamento certo”, Revista Máquinas e Metais, Ano XXXVI, Nº 7, pp 126-133.

Tso, P.L., Yang, S.Y., 1996, “The compensation of geometrical errors on forming grinding”, Journal of Materials Processing Technology, pp 82-88.

WEINGAETNER, W.L. e Schroeter, R.B., 1991, “Tecnologia de Usinagem do Alumínio e suas Ligas”, Segunda Edição, Alcan Alumínio do Brasil, São Paulo.

## **7. DIREITOS AUTORAIS**

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

## **ESTUDO E ANÁLISE DOS ERROS GEOMÉTRICOS NA RETIFICAÇÃO DO AÇO SAE HVN-3**

**Ronaldo Yoshinobu Fusse**

**Eduardo Carlos Bianchi**

**Thiago Valle França**

UNESP - Universidade Estadual Paulista - Bauru - Departamento de Engenharia Mecânica

Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/nº, CEP 17033-360, Bauru - SP, Brasil.

E-mail: ryfusse@feb.unesp.br, bianchi@feb.unesp.br, thiagovf@feb.unesp.br - (0xx14 - 221-6109)

**Rodrigo Eduardo Catai**

UNESP - Universidade Estadual Paulista - Guaratinguetá

Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410, Guaratinguetá - SP, Brasil.

E-mail: rcatai@zipmail.com.br - (0xx14 - 221 - 6109)

**Leonardo Roberto da Silva**

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Coordenação do Curso Técnico em Mecânica.

Av. Amazonas, 5253 - Nova Suíça - CEP 30.410-000 - Belo Horizonte - Minas Gerais.

E-mail: lrsilva@deii.cefetmg.br - (0xx31 - 3319-5152/54)

**Eraldo Janonne da Silva**

USP – Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Mecânica

Email: eraldojs@sc.usp.br

Av. Trabalhador São-carlense, 400 – Centro, CEP 13566-590, São Carlos – SP, Brasil

**Paulo Roberto de Aguiar**

UNESP - Universidade Estadual Paulista - Bauru - Departamento de Engenharia Elétrica

Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/nº, CEP 17033-360, Bauru - SP, Brasil.

E-mail: aguiarpr@feb.unesp.br - (0xx14 - 221 - 6109)

**Abstract.** This work had as objective to analyze the influence of the types of cutting fluids and grinding wheels adopted in the external cylindrical grinding of SAE HVN-3 steel, used in the manufacture of valves of admission for engines to the internal combustion. Four types of cutting fluids (integral oil, mineral emulsion, vegetal emulsion and synthetic fluid) and two types of grinding wheel were tested (superabrasive grinding wheel of CBN and aluminum oxide conventional), determining the influence of these in the geometric errors: roughness and roundness. The gotten errors of roundness had shown one better performance for grinding wheel conventional, being that one of the factors most excellent was the efficient sharpening carried through in exactly with a dresser of only tip. Already for grinding wheel of CBN, the carried through dressing it was not executed in adequate way. How much to the roughness, the lesser values had been gotten using grinding wheel of CBN, for all the tested fluids, due to bigger hardness and thermal conductivity of its grains. The type of fluid that it provided better resulted during the tests was the integral oil, however, it must be stand out that this fluid is the unhealthiest of all the ones that had been tested.

**Keywords:** *Grinding, cutting fluid, roundness, roughness, wheel*