

DESCRIÇÃO DA GEOMETRIA DE BROCAS HELICOIDAIS A PARTIR DE MODELOS MATEMÁTICOS COMBINADOS A MÉTODOS DE MEDIÇÃO TRIDIMENSIONAL

Angelo Marcos Gil Boeira, boeira@iwf.mavt.ethz.ch¹
Friedrich Kuster, kuster@iwf.mavt.ethz.ch¹
Konrad Wegener, wegener@iwf.mavt.ethz.ch¹
Ricardo Knoblauch, ricardo.knoblauch@iwf.mavt.ethz.ch¹
Roger Margot, margot@inspire.ethz.ch¹
Rolf Bertrand Schroeter, rolf@emc.ufsc.br²

¹Institute of Machine Tools and Manufacturing (IWF), ETH Zentrum, CLA, Tannenstrasse 3, CH-8092 Zürich

²Laboratório de Mecânica de Precisão (LMP), UFSC, Caixa Postal-476 EMC, 88010-970 Florianópolis/SC

Resumo: A furação é um processo de usinagem de grande importância para a indústria, sendo que a broca helicoidal é ainda a ferramenta mais utilizada para execução de furos. Este processo de usinagem apresenta limitações em seu estudo, já que ocorre no interior da peça e o acesso é barrado pela ferramenta, e uma das formas de melhorá-lo é através da modificação da geometria da broca. A definição geométrica de brocas é, entretanto, extremamente complexa, e apresenta grandes dificuldades de representação gráfica. Visando obter progressos neste sentido, apresenta-se neste trabalho uma metodologia para a descrição dos parâmetros geométricos de brocas helicoidais a partir de modelos matemáticos combinados a medição tridimensional em microscópio óptico de foco infinito.

Palavras-chave: Geometria de Brocas, Furação, Modelagem.

1. INTRODUÇÃO

A furação está incluída no grupo de processos de fabricação por usinagem com gumes de geometria definida, sendo um dos processos mais utilizados. Junto com o torneamento, é uma das operações mais importantes, envolvendo aproximadamente 30% de todas as operações de usinagem de metal. É realizada normalmente nos últimos estágios de fabricação de uma peça e, desta forma, problemas neste processo encarecem a produção devido a refugos (Castillo, 2005; Bork, 1995; Strenkowski et al., 2004).

Além disso, por se tratar de um processo de corte bastante complexo e apresentar inúmeras dificuldades na sua compreensão (variações geométricas e de velocidade de corte ao longo dos gumes, geração de cavaco dentro de um volume fechado), a furação ainda é tida como um processo pouco compreendido mesmo após mais de 200 anos de estudo ao seu respeito. Até o momento, muitas variações na geometria deste tipo de ferramenta foram propostas, visando reduzir as forças de usinagem, aumentar a vida da ferramenta, diminuir o tempo de usinagem e melhorar a qualidade dos furos (Hsieh e Lin, 2002; Bork, 1995).

Segundo (Hsieh e Lin, 2002), pequenas variações na geometria de brocas já podem causar grande influência sobre o desempenho da mesma. Portanto, um conhecimento detalhado e preciso da geometria da broca é a base para qualquer previsão de esforços durante um processo de furação. Assim, visando auxiliar simulações de forças do processo de furação, o presente trabalho tem como objetivo descrever a geometria de brocas helicoidais, já que estas são as mais frequentemente utilizadas, devido à sua aplicação universal.

A geometria das brocas helicoidais é muito complexa para se trabalhar sem um estudo prévio visual. Isso significa que, como fase inicial da caracterização, é necessário modelar a ferramenta tridimensionalmente em um programa CAD. A partir deste modelo ficam então evidenciados os pontos que devem ser estudados a fim de se obter os parâmetros geométricos importantes para cálculos de forças do processo.

Este trabalho, baseado no modelo 3D da ponta da broca feito em um programa CAD, define os planos, seus ângulos e comprimentos a serem estudados. Com isso, faz-se então a aquisição experimental de tais parâmetros geométricos através de medições de alguns exemplares de brocas helicoidais e, através de regressões lineares, equações matemáticas passam a definir a magnitude destes parâmetros em função da posição no gume (raio).

Paralelamente às regressões lineares dos pontos experimentais, um modelo matemático teórico é criado e implementado objetivando estudar a inter-relação dos três métodos aqui citados. Com a comparação dos pontos experimentais e teóricos, é possível corrigir as equações do modelo matemático buscando aproximá-lo do experimental.

A descrição da geometria da broca tem como principal objetivo criar um modelo versátil e ágil, o qual possa ser utilizado em futuras simulações de forças de usinagem em processos de furação. Sendo assim, o modelo matemático se enquadra nessas características, já que este é um método extremamente rápido e de fácil aplicação. Com dados de entrada como ângulo de hélice, ângulo de ponta, diâmetro da broca, diâmetro da alma da broca, entre outros, é possível obter todos os parâmetros geométricos desejados de maneira simples e rápida.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo de furação é definido, segundo a norma DIN 8589, como um processo de usinagem com movimento de corte circular, ou seja, com movimento rotativo principal, sendo que a ferramenta possui ainda movimento de avanço apenas na direção do seu eixo de rotação, o qual mantém sua posição em relação à ferramenta e à peça (Zeilmann, 2003).

A furação com brocas pertence ao grupo de processos de fabricação por usinagem com gumes de geometria definida, no qual caracteristicamente a velocidade de corte não é uniforme, variando de zero no centro do furo até um valor máximo na periferia. São classificadas de acordo com o tipo de material do qual são fabricadas, forma da haste, número de canais, sentido de corte, comprimento, diâmetro e afiação da ponta.

2.1. A Broca Helicoidal

Por ter aplicação universal, as brocas mais utilizadas na indústria são as brocas helicoidais, que são ferramentas projetadas para furação em cheio e para peças com pré-furos. De modo simplificado, uma broca helicoidal é composta de uma haste e uma parte cortante, conforme mostra a Fig. (1), e somente uma análise mais detalhada é capaz de revelar a complexidade geométrica de uma broca, principalmente em sua ponta (König, 2002).

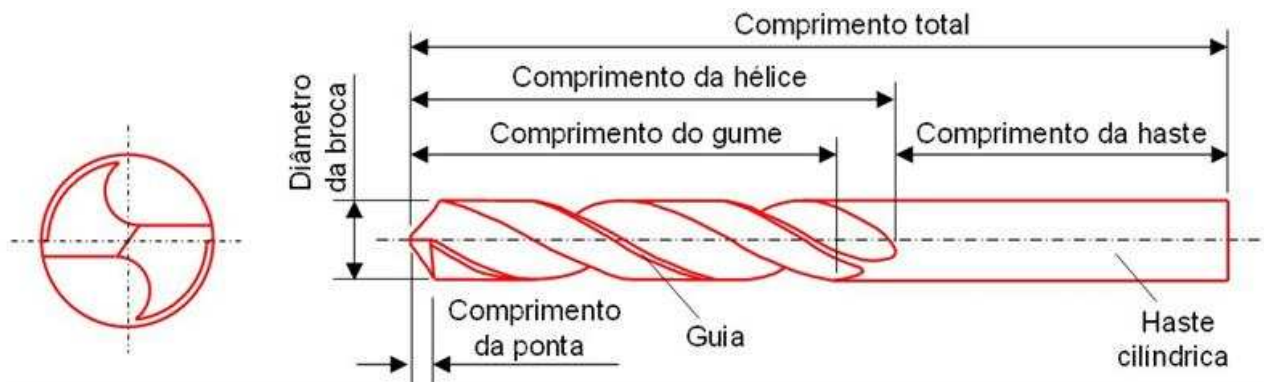


Figura 1. Broca helicoidal com haste cilíndrica.

A Figura (2) mostra a geometria da parte cortante de uma broca helicoidal com a devida nomenclatura segundo a norma DIN 6581. Nesta figura estão definidos os gumes principais, gumes secundários, ângulo de ponta, ângulo de saída do cavaco, ângulo de cunha, ângulo de incidência, além de outros aspectos pouco estudados neste trabalho.

2.2. Influências da Geometria no Processo

O desempenho de uma ferramenta de corte é diretamente influenciado por sua geometria. Por exemplo, o ângulo de ponta σ tem as seguintes funções e vantagens (Stemmer, 2001):

- Diminui a espessura do cavaco e aumenta o comprimento atuante do gume;
- Com o aumento do ângulo de ponta conseqüentemente aumenta o ângulo de quina ϵ_r , elevando sua resistência mecânica e a dissipação do calor;
- É responsável pelas forças passivas que ajudam a eliminar eventuais vibrações;
- Influi na direção da saída do cavaco.

Com o aumento do ângulo de ponta da broca, a espessura do cavaco, para um mesmo avanço, diminui. O emprego de um ângulo de ponta menor faz com que o cavaco seja mais fino e largo. Para o caso de alguns materiais de difícil usinabilidade, o cavaco mais espesso é mais vantajoso, pelo fato de fazer contato na face, num ponto mais afastado do gume (Castillo, 2005).

Um grande ângulo de ponta permite, usualmente, o aumento do avanço. Isto possibilita uma substancial redução no tempo de usinagem. Com o aumento do ângulo de ponta, a centragem da ferramenta e o momento torçor tendem a diminuir (Tikal, 1993).

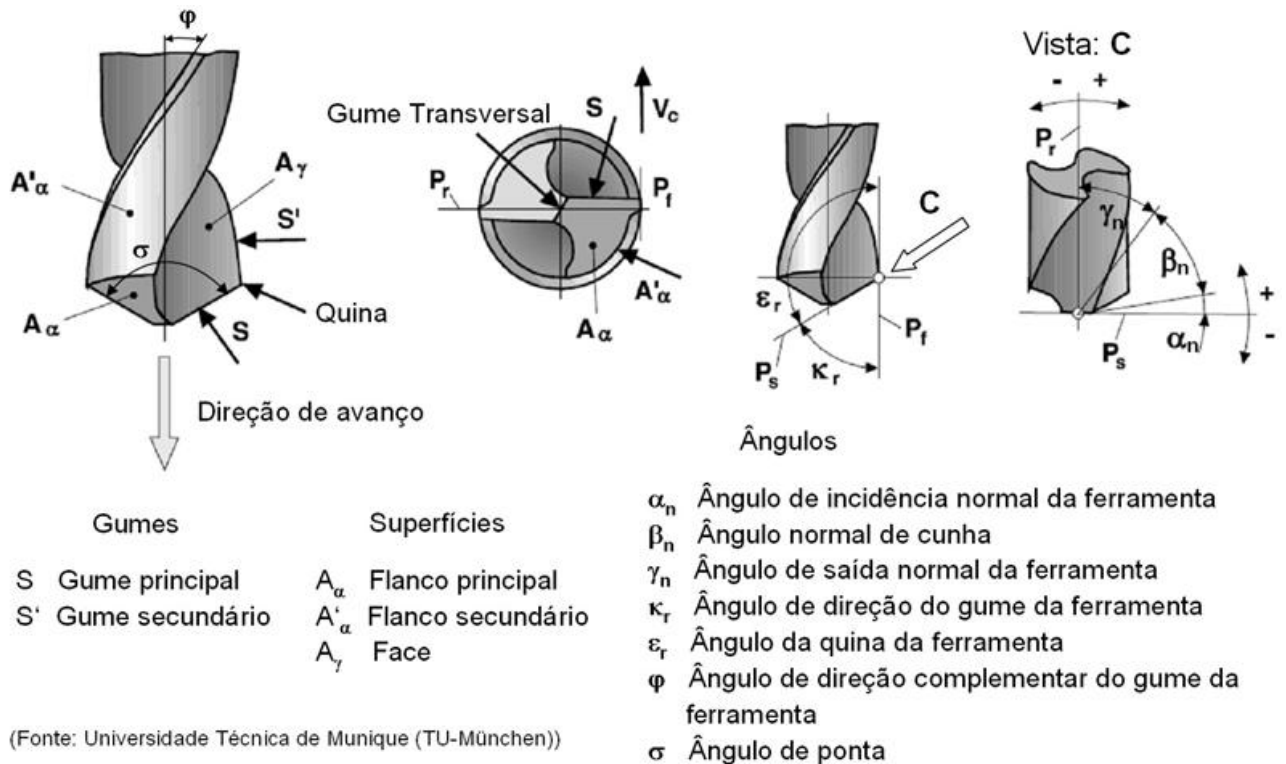


Figura 2. Caracterização geométrica de uma broca helicoidal.

No caso do ângulo de incidência α , sua função principal é evitar o atrito entre a superfície de corte e o flanco da ferramenta e permitir que o gume penetre no material, cortando-o livremente. Se o ângulo de incidência é muito pequeno, o gume não pode penetrar convenientemente no material e a ferramenta cega rapidamente. Assim, ocorre forte atrito com a peça, superaquecimento da ferramenta e mau acabamento superficial. Se o ângulo de incidência é demasiadamente grande, o gume quebra ou pode sofrer pequenos lascamentos em virtude do apoio deficiente (Castillo, 2005).

Usualmente, se o material da ferramenta apresenta alta tenacidade, pode-se usar ângulos de incidência grandes, sem perigo de quebras. Assim, podem ser usados ângulos maiores em ferramentas de aço-rápido do que em ferramentas de metal-duro, devido à maior resistência e tenacidade do aço. Já a usinagem de materiais moles, como o alumínio, permite usar ângulos bem maiores do que a usinagem de materiais duros, como o aço (Castillo, 2005).

Com relação ao ângulo de saída γ , este está diretamente ligado com o trabalho de deformação envolvido na formação do cavaco. Quanto menor γ , maior o fator de recalque e, conseqüentemente, maior o calor gerado na ferramenta, maiores serão as forças necessárias para cortar o material (aumento da potência da máquina) e pior será a qualidade superficial da peça. Por outro lado, ângulos de saída grandes normalmente fazem com que o ângulo de cunha β da ferramenta seja menor, tornando-a menos robusta e mais suscetível a quebras.

Ângulos de saída negativos são empregados em ferramentas de metal-duro no corte de materiais de difícil usinabilidade e em cortes interrompidos, como no fresamento. O principal objetivo do ângulo de saída negativo é fazer com que a sollicitação da ferramenta, perto do gume, seja quase que exclusivamente de compressão (Stemmer, 2001; König, 2002).

2.3. Alteração da Geometria da Ponta de Brocas

Além da geometria padrão da broca helicoidal, é possível afiar sua ponta com diferentes finalidades: diminuição de desgastes localizados, aumento do efeito centrante da broca, diminuição do calor gerado, melhoria em cortes profundos, diminuição da força de avanço, entre outras (König, 2002; Paucksch, 1992; Spur, 1979).

Visando diminuir as forças de avanço, duas novas geometrias de ponta para a broca helicoidal são caracterizadas no presente estudo, brocas com alívio do gume transversal do tipo A e C. Na Figura (3) estão mostrados estes dois tipos de afiação além de outros usualmente empregados na indústria (Spur, 1979).

3. CARACTERIZAÇÃO DA GEOMETRIA DA BROCA

Objetivando conhecer melhor as características geométricas de brocas, dois diferentes métodos de caracterização geométrica foram aplicados à brocas helicoidais: modelagem computacional CAD (Inventor) e modelagem matemática (Excel), além da medição tridimensional em microscópio de foco infinito (Alicona Infinite Focus).

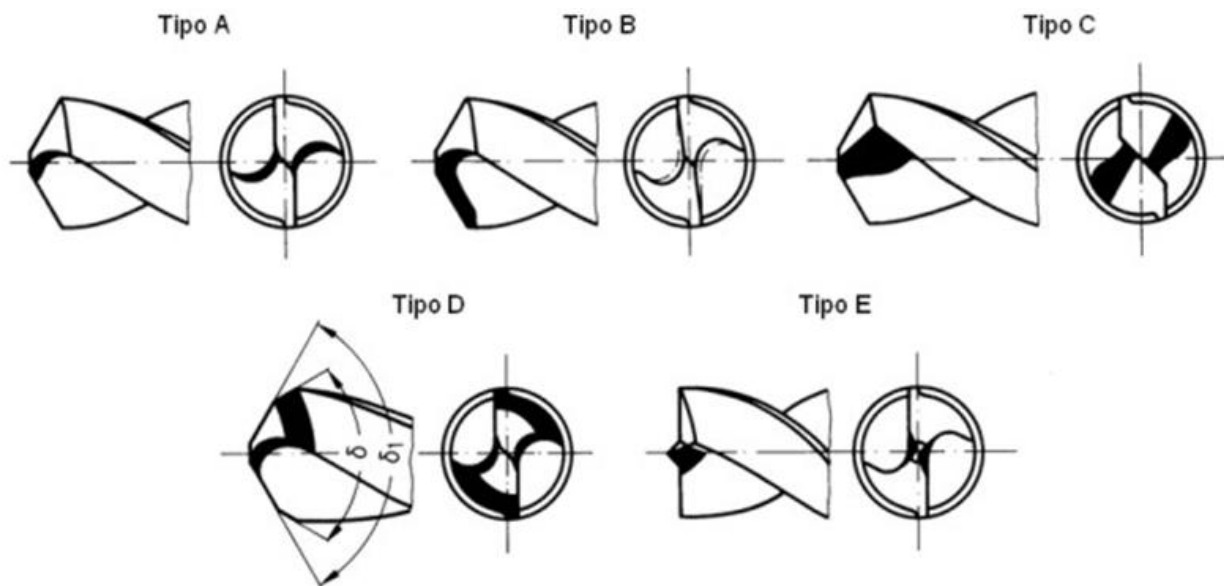


Figura 3. Tipos de afiações de ponta de broca utilizadas segundo a norma DIN 1412.

A modelagem computacional permite a representação tridimensional da broca em um programa de CAD. Tal modelagem é vantajosa principalmente durante a fase de projeto da ferramenta, pela possibilidade de serem efetuadas alterações na geometria antes da fabricação. Entretanto, esta fase de criação é bastante trabalhosa e, além disso, a obtenção dos parâmetros geométricos da ferramenta (ângulos, comprimentos de gume, etc.) é demorada quando comparada com o método matemático. Para o estudo da broca, a visualização tridimensional prévia facilitou o entendimento desta, já que a broca apresenta geometria complexa.

Na Figura (4) estão mostrados alguns passos do processo de modelagem gráfica da ponta de uma broca helicoidal em um programa CAD.

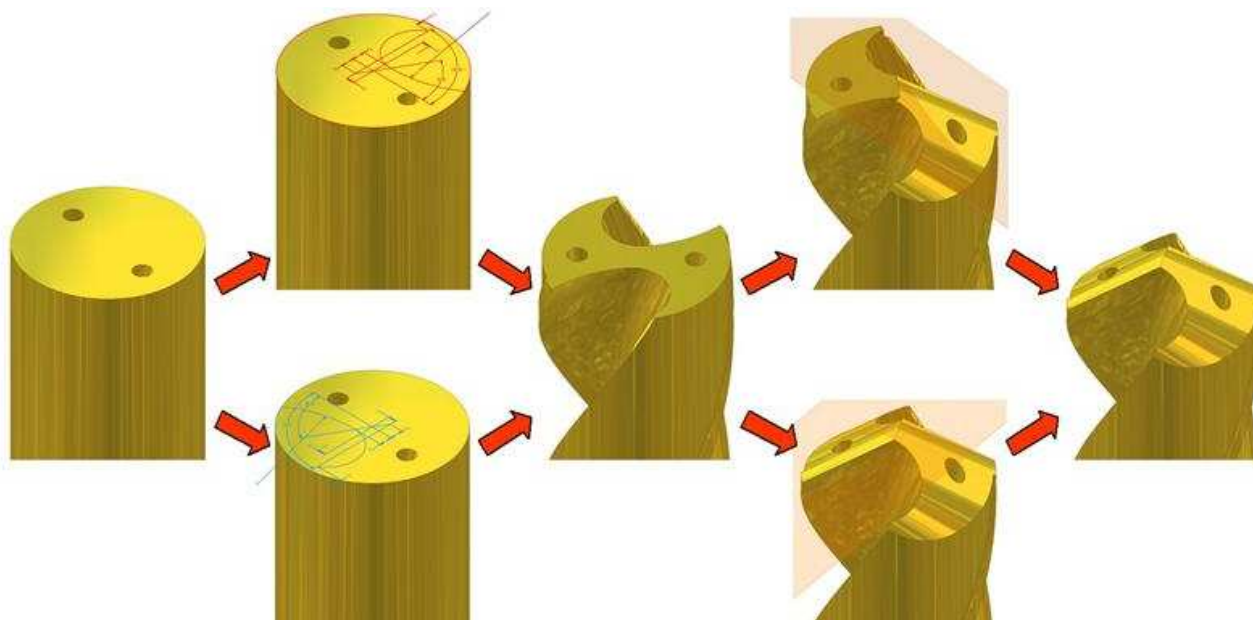


Figura 4. Etapas de geração do modelo 3D em CAD de uma broca espiral.

Já a modelagem matemática trabalha com a parametrização de todos os planos e superfícies existentes no objeto. No caso da broca helicoidal, os gumes principais e transversais podem ser definidos pelas superfícies (Fig. (5-a)):

- N1 – Superfície pertencente ao primeiro flanco principal do gume #1;
- N2 – Superfície pertencente ao segundo flanco principal do gume #2;
- N3 – Superfície pertencente ao primeiro flanco principal do gume #2;

- N4 – Superfície pertencente ao segundo flanco principal do gume #1;
- N5 – Superfície pertencente à face do gume #1.

Na região do gume transversal, o cálculo do ângulo de saída γ_{nGT} se dá através dos vetores normais a estas superfícies. O primeiro gume transversal é definido pela intersecção das superfícies N1 e N2 e o segundo pelas superfícies N3 e N4. Com o auxílio das equações Eq. (1), que define o eixo Z e representa a direção do eixo da broca, e Eq. (2), que define a linha de intersecção das superfícies N1 e N2, é possível a determinação do ângulo de saída γ_{nGT} , no plano normal ao gume, utilizando-se a Eq. (3).

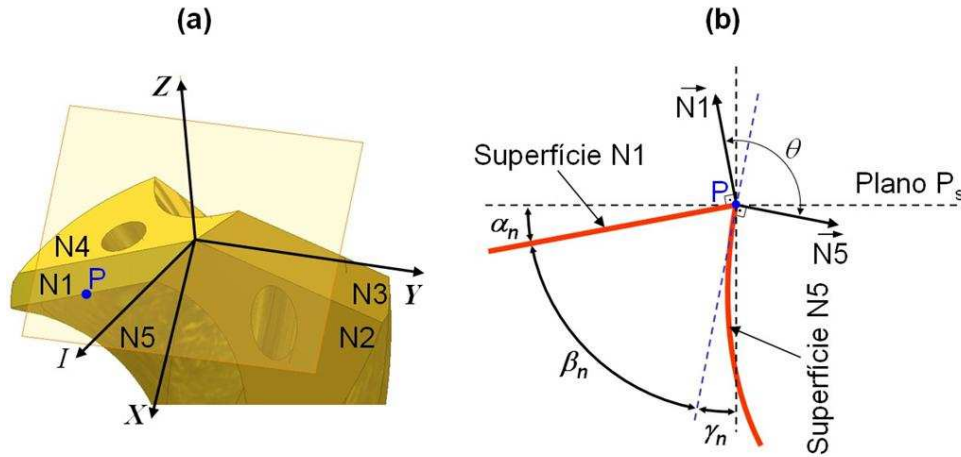


Figura 5. Definição dos planos e superfícies pertencentes à ponta da broca no plano normal ao gume (P_n).

$$\vec{z} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$I = \frac{\vec{N2} \times \vec{N1}}{\|\vec{N2} \times \vec{N1}\|} \quad (2)$$

$$\gamma_{nGT} = -\arccos\left(\frac{\vec{z} \times \vec{I}}{\|\vec{z} \times \vec{I}\|} \cdot \vec{N2}\right) \quad (3)$$

Para a região do gume principal, o ângulo de saída normal γ_{nGP} , do primeiro gume principal é calculado baseado no ângulo de incidência α_n , medido entre o primeiro flanco principal e o plano do gume (P_s), e no ângulo θ (Eq. 4), formado entre os vetores normais as superfícies N1 e N5 (Fig. (5-b)). O vetor normal à superfície N5 corresponde ao plano que tangencia a face (superfície de saída do cavaco) no ponto P, que pertence ao gume principal, de acordo com a Fig. (5-b). Desta forma, o ângulo de saída normal da ferramenta γ_{nGP} , no plano normal ao gume (P_n), pode ser determinado utilizando-se a Eq. (5).

$$\theta = \arccos\left(\frac{\vec{N1} \cdot \vec{N5}}{\|\vec{N1}\| \cdot \|\vec{N5}\|}\right) \quad (4)$$

$$\gamma_{nGP} = \arccos\left(\frac{\vec{N1} \cdot \vec{N5}}{\|\vec{N1}\| \cdot \|\vec{N5}\|}\right) - \pi - \alpha_n \quad (5)$$

O método matemático apresenta alta eficiência na obtenção de diversas magnitudes da broca, sendo uma ferramenta muito útil quando aplicada a simulações (e.g. cálculo de forças de usinagem através do modelo de Kienzle). Sua maior

deficiência está na versatilidade, já que a fase de concepção das equações paramétricas é demorada e geralmente específica para um determinado tipo de geometria.

Objetivando-se comparar os resultados obtidos pelos dois métodos teóricos, matemático e por CAD, foram realizadas medições ópticas da ponta da broca a fim de se obter um modelo experimental 3D da geometria.

A medição foi realizada através de um microscópio óptico de foco infinito (Alicona Infinite Focus). Este instrumento realiza uma varredura no plano XY para cada posição incremental no eixo Z e, para cada novo posicionamento são adquiridos os pontos pertencentes à região reconhecida como “focalizada” da peça. Por fim, todos os pontos são processados e a peça tridimensional é montada com emprego de um programa computacional. Ou seja, o aparelho varia seu foco desde o ponto mais alto da peça até o ponto mais baixo, montando posteriormente a peça camada por camada na forma de uma imagem tridimensional do objeto.

Com o auxílio de um software de análise de perfis é possível, por exemplo, obter rapidamente os parâmetros geométricos desejados com cortes em diferentes posições dos gumes, nos planos normal e ortogonal. A partir do perfil extraído é possível medir comprimentos, raios e ângulos que definem geometricamente a ponta da broca. Como vantagem, este método apresenta eficiência na medição e versatilidade na obtenção dos parâmetros geométricos.

A Fig. (6) mostra um exemplo da medição do ângulo de ponta de uma broca utilizando-se os três métodos descritos anteriormente.

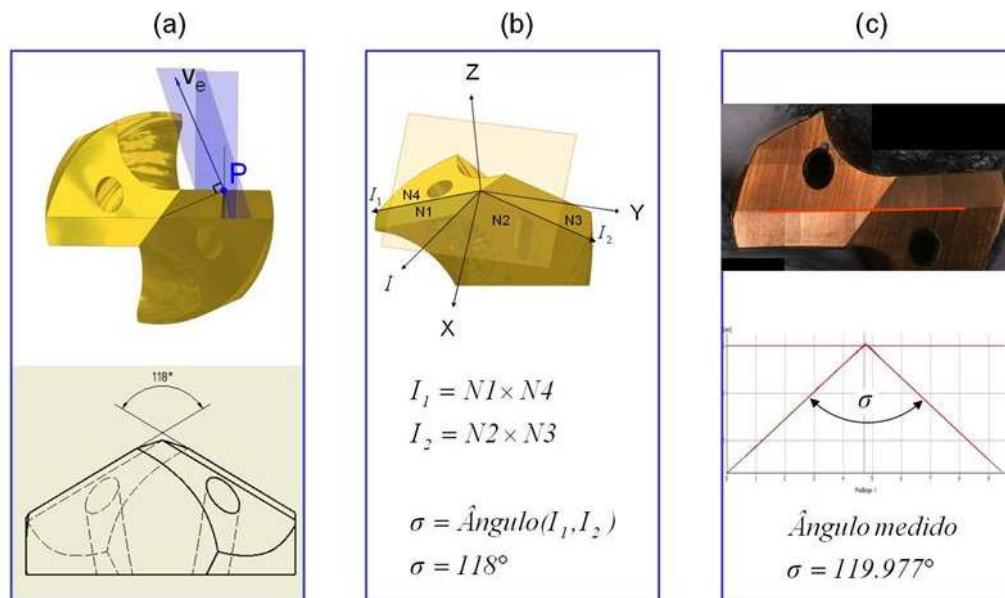


Figura 6. Comparação entre os métodos de modelagem: (a) CAD, (b) matemático e (c) óptico.

4. METODOLOGIA PROPOSTA PARA DETERMINAÇÃO DA GEOMETRIA DE BROCAS

4.1. Definição dos Principais Aspectos Geométricos para a Broca Estudada

Como primeiro passo para o estudo da geometria de uma broca, faz-se a modelagem da mesma em um programa CAD. A Figura (7) apresenta a broca helicoidal modelada em CAD e que foi empregada neste estudo.

A partir da peça modelada, é necessária a definição dos planos do gume (P_s), normal ao gume (P_n) e ortogonal da ferramenta (P_o) e, com base nestes, a obtenção das grandezas geométricas importantes para o processo de usinagem. No ponto P da Fig. (7), por exemplo, estão identificados os principais ângulos do gume principal (γ_n , α_n e λ_s), os quais dependem da distância (raio r_f) em que o ponto P se encontra em relação ao centro da broca, bem como as velocidades de corte v_c , de avanço v_f e efetiva v_e .

Na furação, os gumes principais se encontram deslocados do centro da broca por uma distância ($k/2$) que faz com que o gume tenha uma inclinação lateral λ_s , positiva e variável ao longo dos mesmos em função do raio r_f . O ângulo de inclinação lateral é medido no plano do gume P_s , e representa a inclinação do gume em relação a linha que liga o ponto P , da Fig. (7), e o centro da broca. Esta inclinação tem influência direta nos ângulos medidos no plano ortogonal, denominados de ângulos ortogonais da ferramenta e na direção de saída dos cavacos, que tendem a se afastar do núcleo da broca devido à inclinação positiva dos gumes principais.

Na Figura (8) é possível verificar a variação do ângulo de saída normal γ_n para a broca helicoidal, sem alívio do gume transversal, ao longo de toda a variação do raio para os gumes principal e transversal, além da variação do ângulo de inclinação do gume λ_s . O ponto de intersecção r_{int} entre estes dois ângulos, juntamente com a variação de γ_n , são à base da modelagem das forças no processo de furação. Todos os ângulos foram medidos utilizando-se o microscópio Alicona.

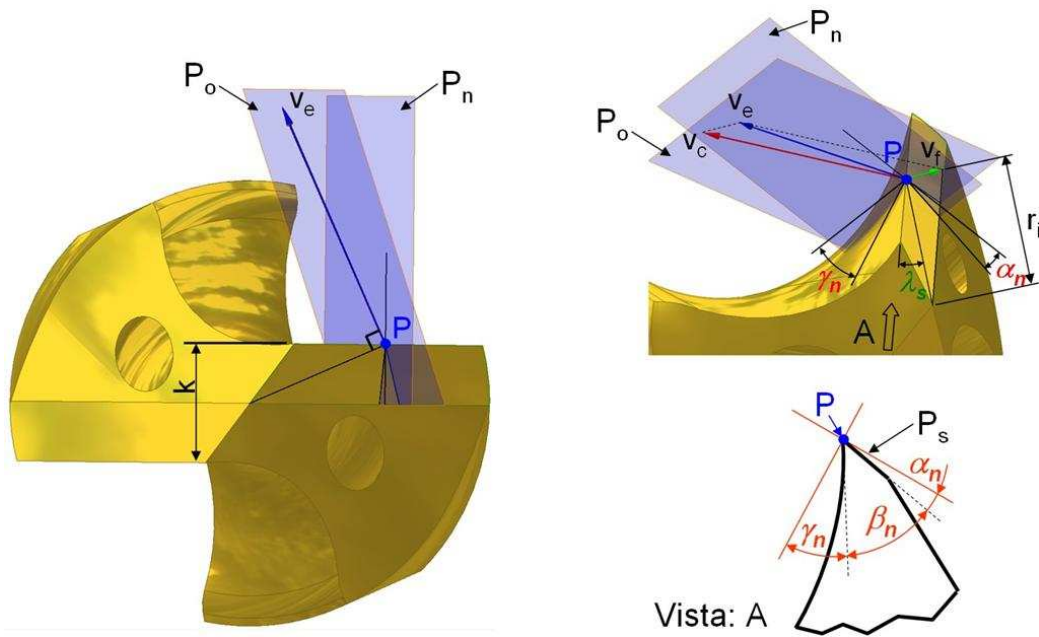


Figura 7. Representação dos principais ângulos do gume principal medidos no plano normal.

Onde:

- P_s – Plano do gume;
- P_n – Plano normal ao gume;
- P_o – Plano ortogonal da ferramenta;
- λ_s – Ângulo de inclinação do gume da ferramenta;
- k – Diâmetro da alma da broca.

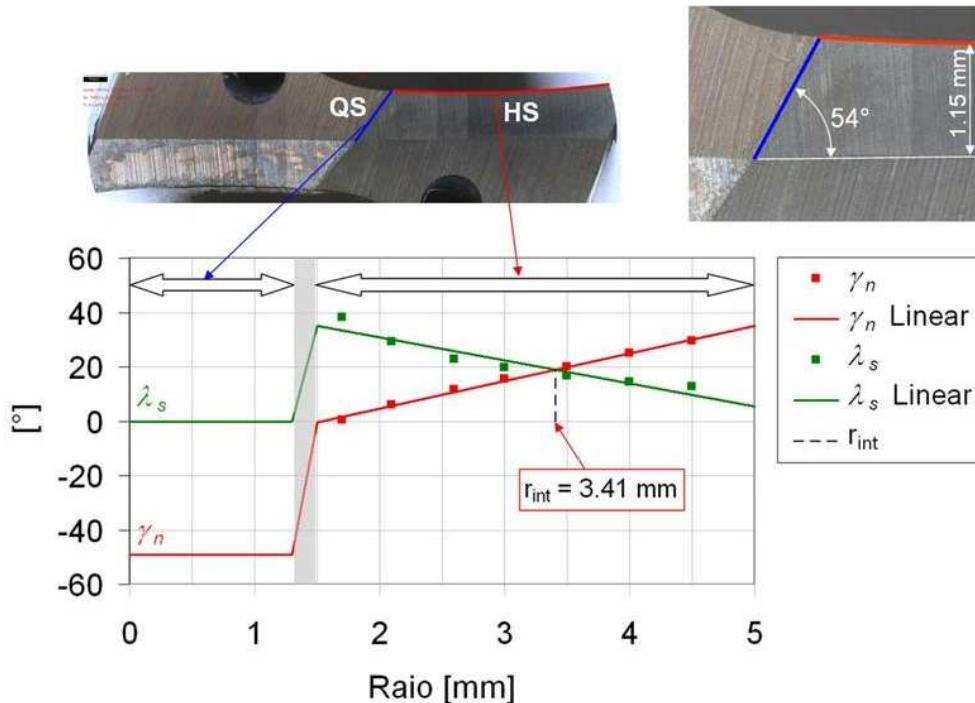


Figura 8. Variação dos ângulos para uma broca helicoidal sem alívio do gume transversal.

Nas Figuras (9) e (10) são apresentadas, respectivamente, as diferenças geométricas em termos dos ângulos de saída e de inclinação do gume para dois diferentes tipos de afiação de alívio do gume transversal, tipo A e tipo C, para uma broca de metal duro de diâmetro 10 mm. A Figura (9) mostra os ângulos de saída normal γ_n e de inclinação do gume λ_s , para uma broca com alívio do gume transversal do tipo A. Já na Figura (10) estão representados os mesmos ângulos para uma broca com alívio do gume transversal do tipo C.

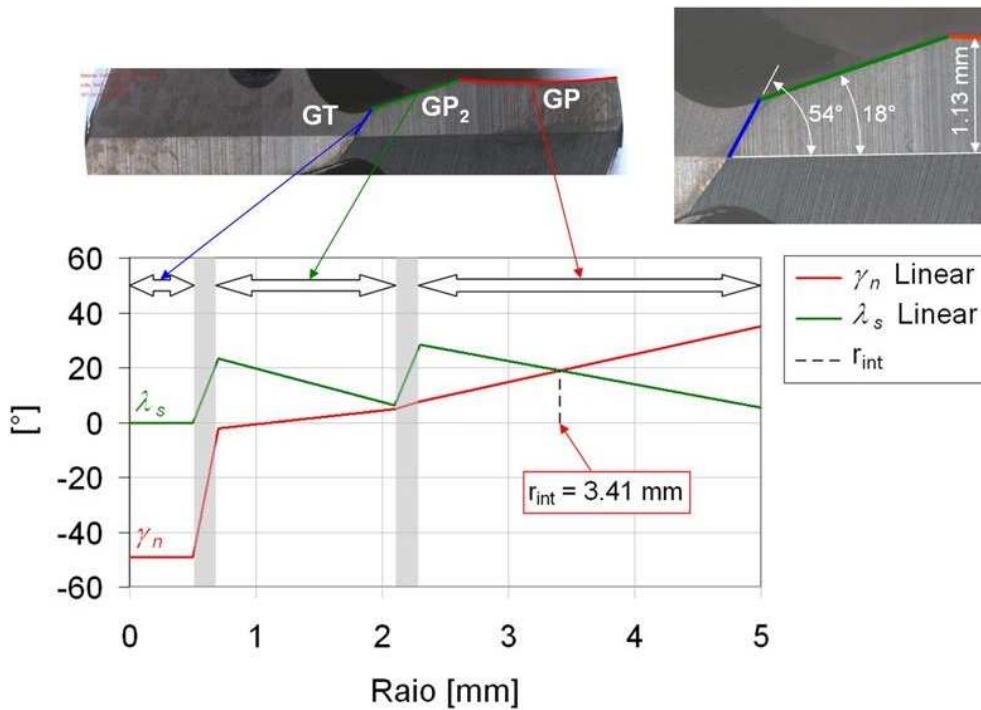


Figura 9. Variação dos ângulos para uma broca helicoidal com alívio do gume transversal tipo A.

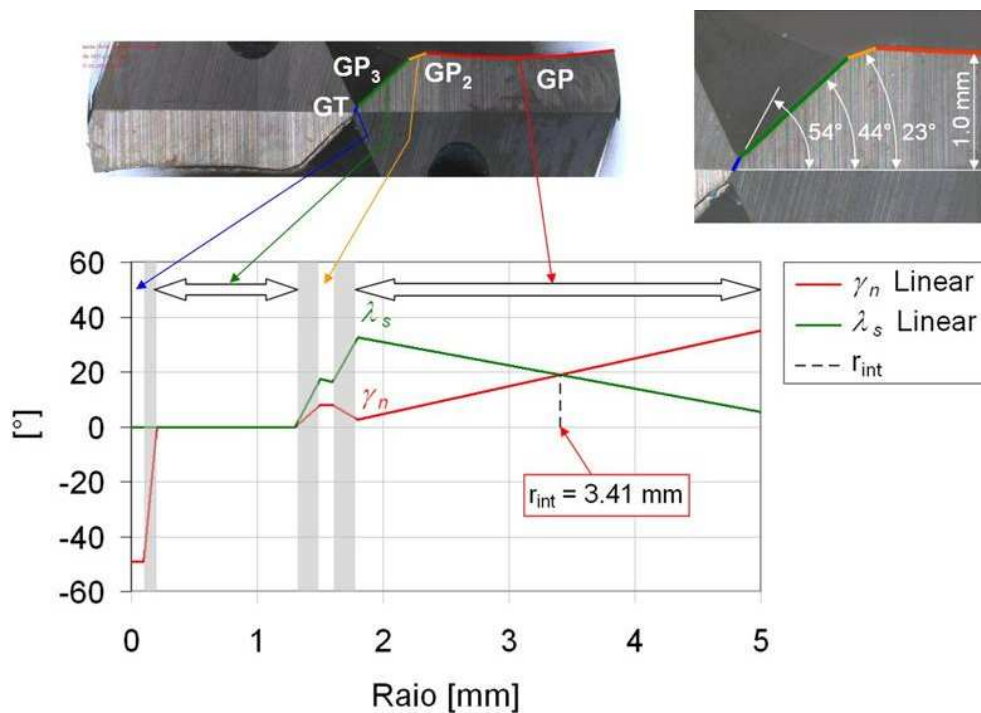


Figura 10. Variação dos ângulos para uma broca helicoidal com alívio do gume transversal tipo C.

4.2. Comparação entre os Modelos Matemático e Experimental

Como visto anteriormente, Fig. (5), no modelo matemático a medição do ângulo de saída se dá entre a superfície NI , que compreende primeiro flanco principal do gume #1, e o plano que tangencia a superfície NS , que representa o canal da broca, no ponto P pertencente ao gume. Já nas medições dos ângulos feitas através da análise dos perfis extraídos do modelo tridimensional gerado pelo microscópio Alicona, o ângulo de saída normal γ_n é determinado indiretamente por meio da medição do ângulo de cunha normal β_n e do ângulo de incidência normal α_n , como mostra a Eq. (6), medidos no plano normal ao gume.

$$\gamma_n = \pi - \beta_n - \alpha_n \quad (6)$$

O ângulo de cunha β_n , Fig. (11), é medido através da reta que passa por 2 pontos pertencentes ao flanco (superfície $N1$) e a reta que passa por 2 pontos pertencentes a face (superfície $N5$). Esse tipo de medição torna o ângulo de saída normal γ_n medido pelo microscópio Alicona maior do que o determinado pelo modelo matemático.

A Figura (12) compara os resultados obtidos pela parametrização geométrica adotada no modelo matemático e pela regressão linear dos pontos experimentais medidos pelo microscópio Alicona. Desta forma é possível, com o conhecimento prévio das diferenças existentes entre estes dois métodos, fazer as devidas compensações dos ângulos quando estes forem utilizados em aplicações futuras.

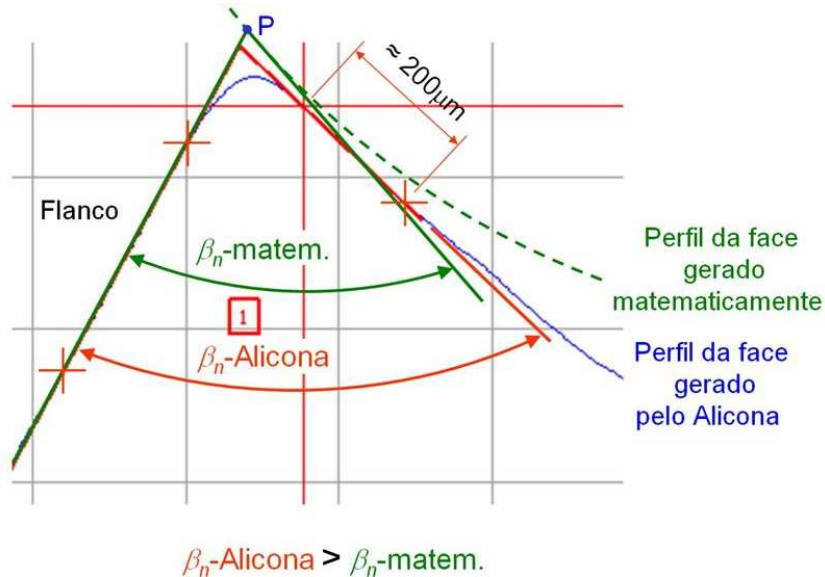


Figura 11. Comparação entre a medição do ângulo de cunha normal β_n pelo método matemático e medido.

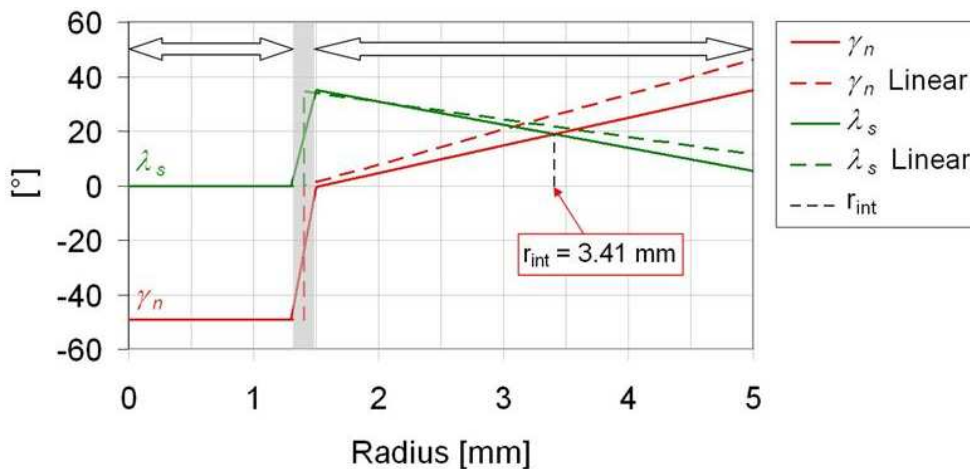


Figura 12. Comparação entre os ângulos medidos com ALICONA e simulados matematicamente.

5. CONCLUSÕES

Os três métodos para caracterização da geometria da ponta da broca apresentados neste trabalho mostraram diferentes abordagens quanto a sua aplicabilidade. O método computacional CAD mostra-se de grande importância na fase de concepção de uma nova geometria, visto permitir a visualização prévia da mesma e a simulação de futuras modificações. O método de parametrização matemática da geometria da broca tem por finalidade uma aplicação, já na fase da simulação, dos esforços atuantes nos gumes da broca, por exemplo. Já o método óptico de geração de um modelo tridimensional apresenta-se como uma ferramenta vital para o conhecimento da geometria dos diferentes tipos de brocas abordadas, bem como no desenvolvimento de modelos do processo de furação propriamente dito.

Atualmente, com exigências cada vez maiores quanto ao desempenho das brocas, as mesmas têm sofrido diversas modificações em sua geometria, bem como nos seus materiais e revestimentos. Assim, o conhecimento preciso da geometria de corte da ferramenta é a base para a modelagem do processo de furação com brocas helicoidais, tanto na região do gume principal quanto do gume transversal. Todos esses esforços despendidos na busca por um melhor

conhecimento das ferramentas e na sua otimização levam a um aumento da produtividade e uma maior confiabilidade do processo de furação, além da melhora da qualidade dos furos gerados e da vida da ferramenta.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Schweizer Förderagentur für Innovation KTI e às indústrias Swiss Steel AG, Blaser Swissslube AG, Sphinx Werkzeuge AG, Laubscher Präzision AG, Äschlimann AG e Fiber Optic P&P AG pelo apoio financeiro, bem como à CAPES, pelo concessão de bolsa para estágio pós-doutoral.

7. REFERÊNCIAS

- Bork, C. A. S., 1995, "Otimização de Variáveis de Processo para a Furação do Aço Inoxidável Austenítico DIN 1.4541", Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Castillo, W.J.G., 2005, "Furação Profunda do Ferro Fundido Cinzento GG25 com Brocas de Metal-duro com Canais Retos", Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 134 p.
- Hsieh, J., Lin, P. D., 2002, "Mathematical model of multiflute drill point", International Journal of Machine Tools & Manufacture 42, pp. 1181–1193.
- König, W., Klocke, F., 2002, "Fertigungsverfahren 1: Drehen, Fräsen, Bohren", 7., korrigierte Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Aachen, Alemanha, 471p.
- Paucksch, E., 1992, "Zerspantechnik 11., überarbeitete Auflage", Viewegs Fachbücher der Technik, Braunschweig, Alemanha, 404 p.
- Spur, G., Stöferle, T., 1979, "Handbuch der Fertigungstechnik, Band 3/1 – Spanen", Editora Carl Hanser, Berlin, Alemanha, 591 p.
- Stemmer, C. E., 2001, "Ferramentas de corte I", 5ª Edição, Editora da UFSC, Florianópolis, Brasil, 249 p.
- Strenkowski, J. S., Hsieh, C. C., Shih, A. J., 2004, "An analytical finite element technique for predicting thrust force and torque in drilling", International Journal of Machine Tools & Manufacture, No. 44, pp. 1413–1421.
- Tikal F., Kammermeier D., 1993, "Vollhartmetallbohrer und -fräser", Lech: Verlag Moderne Industrie, Landsberg, Alemanha, 73 p.
- Zeilmann, R. P., 2003, "Furação da Liga de Titânio TiAl6V4 com Mínimas Quantidades de Fluido de Corte", Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos neste trabalho.

DESCRIPTION OF TWIST DRILL GEOMETRY BASED ON MATHEMATICAL MODEL COMBINED WITH 3D MEASURING METHODS

Angelo Marcos Gil Boeira, boeira@iwf.mavt.ethz.ch¹
Friedrich Kuster, kuster@iwf.mavt.ethz.ch¹
Konrad Wegener, wegener@iwf.mavt.ethz.ch¹
Ricardo Knoblauch, ricardo.knoblauch@iwf.mavt.ethz.ch¹
Roger Margot, margot@inspire.ethz.ch¹
Rolf Bertrand Schroeter, rolf@emc.ufsc.br²

¹Institute of Machine Tools and Manufacturing (IWF), ETH Zentrum, CLA, Tannenstrasse 3, CH-8092 Zürich

²Laboratório de Mecânica de Precisão (LMP), UFSC, Caixa Postal-476 EMC, 88010-970 Florianópolis/SC

Abstract: Drilling represents a very important machining process to the industry and the twist drill is still the most widely used hole-making tool. This process has limitations in its study, since it occurs within the piece and access is barred by the tool. One way to improve it is by changing the drill geometry. The determination of the drill geometry is, however, extremely complex, therefore it is hard to represent its features graphically. This research presents a methodology to describe the geometric parameters of twist drills using mathematical models combined with a digital 3D imaging and measuring Topomicroscopy device.

Keywords: Drill geometry, Drilling, Modelling.