

## UMA CONCEITUAÇÃO SOBRE OS FUNDAMENTOS E MÉTODOS DE USINAGEM

SILVEIRA, Gustavo Vinícius da 1\*; VENITES, Rodrigo<sup>1</sup>; MASCHIO, Vitor  
Augusto<sup>1</sup>; WACHHOLZ, Luis Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FAHOR, Curso de Engenharia Mecânica, Campus Arnaldo Schneider, Avenida dos  
Ipês, 565, Horizontina, RS, Brasil.

\*Autor Correspondente: gs003146@fahor.edu.br

### RESUMO

O processo de usinagem apresenta uma importância ímpar na produção de diversos tipos de produtos de uso comum pela humanidade. Este processo destaca-se por ser aplicável em diversos métodos e ferramentas, constituindo-se como base para a atual produção metalmeccânica. Dessa forma, esse trabalho apresenta como objetivo desenvolver uma revisão bibliográfica acerca dos métodos e ferramentas envolvidos nos processos de usinagem, destacando sua importância e principais características. A metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo foi através de uma pesquisa em base de dados: *Scholar Google* e *Science Direct*.

**Palavras-chave:** Usinagem; Ferramentas; Processos; Produção.

### A CONCEPT OF THE MACHINING FUNDAMENTALS AND METHODS

#### ABSTRACT

The machining process is unparalleled in the production of various types of products of common use by humanity. This process stands out for being applicable in several methods and tools, constituting the basis for the current metal-mechanics production. Thus, this work aims to develop a literature review about the methods and tools involved in the machining processes, highlighting their importance and main characteristics. The methodology used for the development of the study was through a database search: *Scholar Google* and *Science Direct*.

**Keywords:** Machining, Tools; Lawsuits; Production.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, a história do Homem está interligada ao desenvolvimento dos materiais. Essa ligação é uma soma de todos os materiais que inventamos ou descobrimos, manipulamos e utilizamos, na qual pode-se destacar: materiais preciosos como o ouro e a prata e desenvolvimento do ferro e da borracha passando pelos seus aspectos industriais (NAVARRO, 2006).

Por muito tempo o material mais utilizado na fabricação de peças, no âmbito da engenharia, foi a madeira. A partir da revolução industrial inúmeros outros materiais com melhores características mecânicas foram descobertos, impulsionando o desenvolvimento dos aços-liga para o nicho de ferramentas de corte, assim, aumentando consideravelmente a aplicação de processos de usinagem.

A usinagem é entendida, atualmente, como uma operação que, ao designar a forma, ou as dimensões ou o acabamento, produza cavaco. O cavaco é definido como porção de material da peça retirada por ferramentas, que se caracteriza por apresentar forma geométrica irregular (FERRARESI, 2018).

Atualmente com os diversos avanços da tecnologia, nos métodos de fabricação haverá mais de um método que poderá vir a ser empregado na produção de um componente. A seleção desse método depende de um grande número de fatores que podem vir a influenciar no resultado final. Segundo Machado e Silva (2004), na seleção do processo, os seguintes fatores devem ser considerados:

- Tipo de material e suas propriedades.
- Propriedades finais desejadas.
- Tamanho, forma e complexidade do componente.
- Tolerâncias e acabamento superficial requeridos.
- Processo subsequente envolvido.
- Projeto e custo de ferramental; efeito do material na vida da ferramenta ou matriz.
- Sucata gerada e seu valor.
- Disponibilidade do equipamento e experiências operacionais.
- “Lead time” necessário para iniciar produção.
- Número de partes requeridas e taxa de produção desejada.

- Custo total de planejamento.

Percebe-se então, o grande conhecimento sobre processos e materiais envolvidos que o engenheiro responsável deve possuir. Está evidente, portanto, que na fabricação de um produto qualquer, seja ele um clipe ou um automóvel, além de conhecimentos sobre processos, materiais e projeto, necessita-se também um grande envolvimento de todos os setores da empresa, sendo que, quanto mais complexo o produto for, maior é essa necessidade de comunicação entre setores (MACHADO, 2004).

Dessa forma, este trabalho apresenta como objetivo realizar uma revisão bibliográfica acerca de conceitos e aplicações dos principais tipos de usinagem em metais.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### 2.1 USINAGEM

É um processo onde que através da utilização de ferramentas, se possibilita a remoção de material, analisando uma peça específica a ser produzida com material metálico a usinagem se identifica como a remoção do sobremetal da peça.

Segundo Paulo Samuel de Almeida:

“Usinagem é um processo de fabricação mecânica que consiste na remoção do sobremetal da peça por meio de corte, tanto pela utilização de máquinas como por ferramentas manuais.” (ALMEIDA, 2015, p.11).

Os equipamentos utilizados para realizar a usinagem são compostos por ferramentas de corte formadas com ângulos específicos para cada processo aplicados a algum material constituindo na remoção do mesmo, dando formas específicas para cada peça. A sobra do material extraído, ou seja, os resíduos são denominados de cavaco.

As principais ferramentas usadas para a remoção de materiais são constituídas de aço rápido ou metal duro conhecidos por carbonetos metálicos sinterizados, podendo realizar a usinagem através de movimento mecânico de corte rotacional como torneamento, furação, fresagem, retificação, assim como movimentos lineares como no caso de brochamento e aplainamento, ou até mesmo manuais com a utilização de limas, lixas, arco de serras, alargadores e cossinetes.

### 2.2 HISTÓRIA DA USINAGEM

O processo de produção contínua e em série de peças começou a tomar espaços na indústria juntamente e após a Revolução Industrial, entre 1760 e 1840, onde com o

surgimento de novos materiais com maior resistência mecânica como aços liga, veio a contribuir para o aprimoramento de ferramentas de corte e a usinagem.

“No final do século XVIII e início do século XIX, a utilização de vapor e água como fonte de energia impulsionou a indústria metalmeccânica, propiciando o surgimento de máquinas-ferramentas que resultaram na fabricação de outras máquinas, ferramentas e equipamentos. Essa nova configuração facilitou e, em alguns casos, substituiu a mão-de-obra.” (ALMEIDA, 2015, p.11)

Com o avanço da industrialização, em busca por aperfeiçoamento no sistema de produção, melhoria da eficiência, agilidade e qualidade, começou o desenvolvimento de novos métodos, máquinas ferramentas e materiais duráveis e mais resistentes. Com isso, necessitou-se que a produção de ferramentas que viessem a atender essas inovações. Primeiramente se utilizou de aço rápido e posteriormente veio a ser feito o uso de pastilhas compostas de carbonetos metálicos como vanádio, tungstênio, molibdênio, nióbio e cobalto, também conhecidos como metal duro, assim, aprimorando o cenário fabril e resultando também na diminuição dos processos manuais em virtude das máquinas.

### 2.3 DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE USINAGEM E SUAS FASES

A forma como se dá a usinagem de um determinado produto, suas especificidades tanto de materiais a serem utilizados como o projeto dimensional e processos de produção serão desenvolvidos e seguidos por projetistas e operadores de produção, resultando no produto final. De acordo com ALMEIDA (2015), o processo de usinagem segue a seguinte sequência de fases:

- Desbaste: retirada de excesso de material, deixando apenas uma pequena faixa de material denominado sobremetal, para as fases subsequentes finalizarem o processo;
- Acabamento: é retirado o sobremetal, respeitando as tolerâncias e dimensões geométricas especificadas no projeto e finalizando o processo;
- Controle: é a inspeção da usinagem após a produção.

A usinagem se inicia na fase do desbaste, seguindo todos os parâmetros exigidos no processo de produção, onde se executa o desenvolvimento do projeto. Na fase de acabamento se dá o final do processo de usinagem, onde se atribui o restante das especificações do projeto. Hoje as empresas em sua constante busca pela qualidade, melhoria contínua e satisfação dos clientes estão cada vez mais dando ênfase ao controle, para fins de comprovação e validação da qualidade e durabilidade do produto.

## 2.4 MOVIMENTOS DE CORTE

Com base nos estudos de ALMEIDA (2015), os movimentos de cortes são conhecidos por serem ativos ou passivos.

Os ativos são os movimentos que, quando em funcionamento, resultam na remoção de material, restando as sobras que são os cavacos. Destes movimentos podemos citar:

- Movimento de corte: ocorre entre a ferramenta e a peça em um único giro ou rotação sem que haja avanço.
- Movimento de avanço: quando há a retirada do material durante o percurso de uma ferramenta sobre a peça.
- Movimento efetivo de corte: é a resposta dos movimentos de corte e do avanço.

Os movimentos passivos são aqueles que não desenvolvem a retirada de material, porém são necessários para o desenvolvimento de uma usinagem. Estes movimentos são:

- Movimentos de ajuste: Se aplicam para o posicionamento da ferramenta para o passe da usinagem.
- Movimento de correção: Sua função é compensar o desgaste da ferramenta.
- Movimento de aproximação: Posicionamento entre a ferramenta e a peça, para início da usinagem.
- Movimento de Recuo: Após a usinagem para fins de evitar colisões e acidentes deve haver um recuo da ferramenta.

## 2.5 OPERAÇÕES DE USINAGEM

No desenvolvimento de operações de usinagem pode-se utilizar diversas formas de ferramentas, sendo todas específicas para cada situação de operação.

Para as operações de usinagem com o uso de ferramentas de suporte para torneamento externo se realiza torneamento cilíndrico, cônico, côncavo e convexo externo. Já para operações de torneamento cônico ou cilíndrico interno se utiliza ferramentas de suporte para torneamento interno.

Operações como corte e sangramento são desenvolvidos através de ferramentas suportes de pastilhas para sangrar e cortar feitas de acordo com a necessidade em aço rápido ou bedame de aço.

Outra operação de usinagem são os rosqueamentos externos e internos com ferramentas para confecção de roscas como mandril, jogo de machos, cossinete, porta cossinete e brocas helicoidais com haste cônica ou paralela.

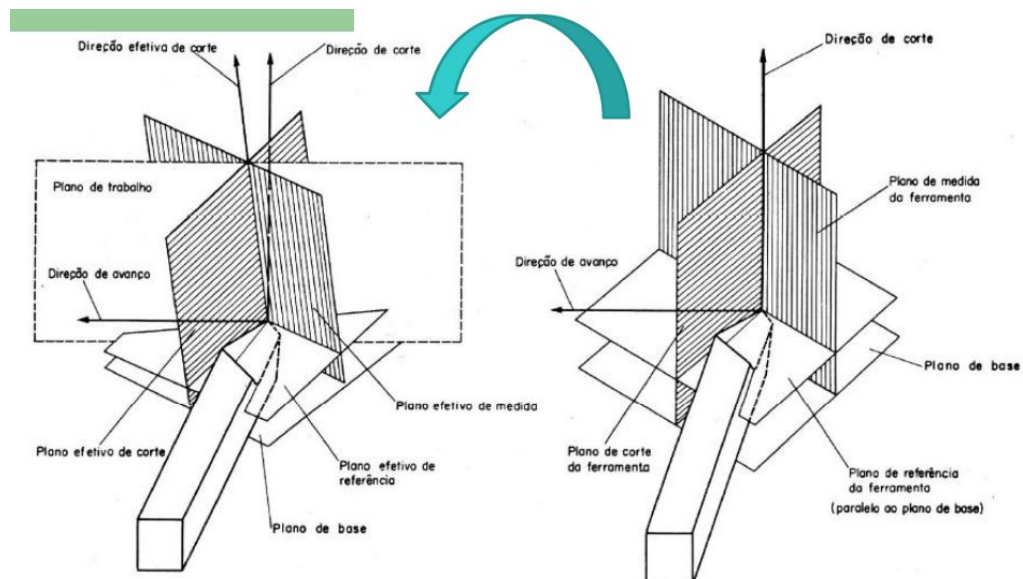
## 2.6 ÂNGULOS DE CORTE DAS FERRAMENTAS DE USINAGEM

Para a retirada do sobremetal e a penetração no material, as ferramentas e suas geometrias são desenvolvidas possuindo um ângulo de corte em forma de cunha, os quais são aprimorados ou melhorados conforme a aplicação na usinagem.

“Para a fabricação dos ângulos de corte das ferramentas de corte, deve-se tomar como referência os planos padronizados utilizados como referência geométrica e dimensional. A denominação das superfícies da ferramenta, dos ângulos e das arestas é normalizada pela norma brasileira NBR 6163:1990. Os planos de referência utilizados para esta finalidade são descritos a seguir.” (ALMEIDA, 2015, p.11) e identificados na Figura 1.

- PR – Plano de Referência: É a medida referência entre a rotação da peça passando pelo ponto de referência na aresta principal de corte, com perpendicularidade a direção efetiva do corte.
- PC – Plano de Corte: possui perpendicularidade ao plano de referência passando pela aresta de corte da ferramenta.
- PM – Plano de Medida: reproduz a perpendicularidade ao plano de corte e ao plano de referência passando pelo ponto de referência dado sobre a aresta principal de corte da ferramenta.

Figura 1- Planos

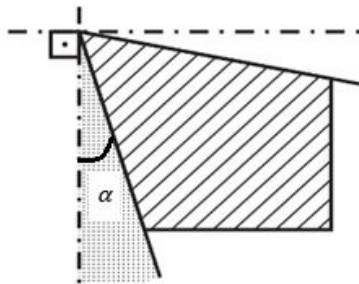


Fonte: <<http://www.grima.ufsc.br>> acessado em: 15/05/2020

Os ângulos das ferramentas se classificam como:

- Folga: De acordo com Almeida (2015), folga é quando a usinagem ocorre sem que haja o atrito entre a peça e a lateral da ferramenta, seu tamanho é influenciado pelo material e o tipo de operação de usinagem, os ângulos descritos na ferramenta ficam entre  $6^\circ$  e  $12^\circ$  para aço rápido e para metal duro entre  $2^\circ$  e  $8^\circ$ . Representação na figura 2.

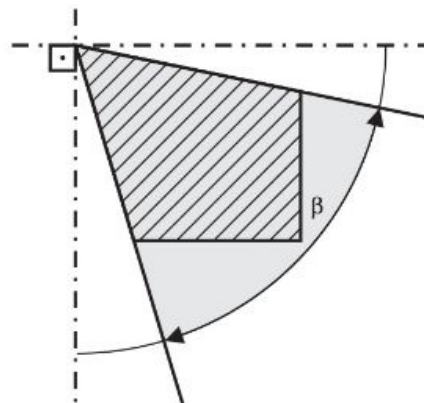
Figura 2: Ferramenta ângulo de folga



Fonte: ALMEIDA, Paulo Samuel. "Processos de usinagem: utilização e aplicações das principais máquinas operatrizes. -." (2015).

- Ângulo de cunha beta  $\beta$ : De acordo com Almeida (2015), este é formado pelos ângulos de folga e de saída da ferramenta. Sua função é o corte do material que está sendo usinado. Esse ângulo é bem empregado em materiais moles, tenazes como aço de baixo teor de carbono, bronze e ferro fundido. O ângulo empregado fica entre  $75^\circ$  a  $85^\circ$ . Representação na figura 3.

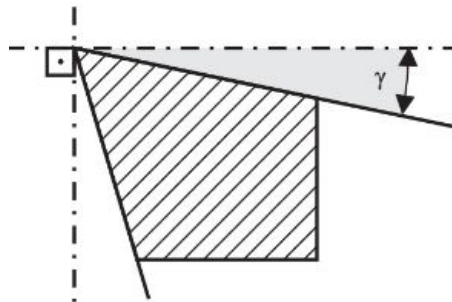
Figura 3: Ferramenta ângulo de cunha Beta



Fonte: ALMEIDA, Paulo Samuel. "Processos de usinagem: utilização e aplicações das principais máquinas operatrizes. -." (2015).

- Ângulo de saída gama  $\gamma$ : Este, conforme estudo de Almeida (2015), se forma pela superfície de saída da ferramenta e o plano de referência, sua forma influencia na força de corte, e formação do cavaco, utilizado em materiais moles, tenazes e duros, se aplicam a ferramentas de aço rápido com ângulo entre  $-2^\circ$  e  $8^\circ$ . Representação na figura 4.

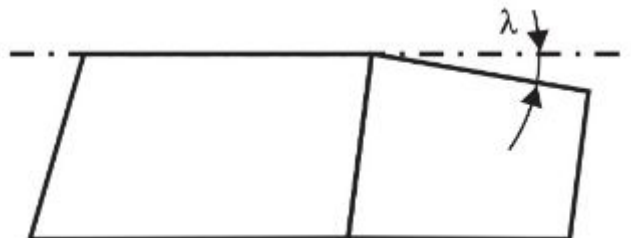
Figura 4: Ferramenta ângulo de saída Gama



Fonte: ALMEIDA, Paulo Samuel. "Processos de usinagem: utilização e aplicações das principais máquinas operatrizes. –." (2015).

- Ângulo  $\lambda$  negativo: Segundo Almeida (2015), este ângulo é empregado para cortes interrompidos e desbastes, aplicado a materiais de difícil usinabilidade, com geometria poligonal, fundidas, bronze, cobre, facilitam a quebra de cavacos que nesses materiais são contínuos. Representação na figura 5.

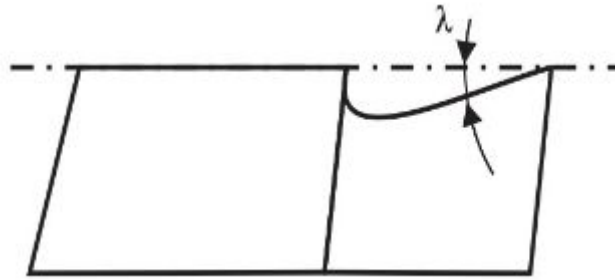
Figura 5: Ferramenta ângulo  $\lambda$  negativo



Fonte: ALMEIDA, Paulo Samuel. "Processos de usinagem: utilização e aplicações das principais máquinas operatrizes. –." (2015).

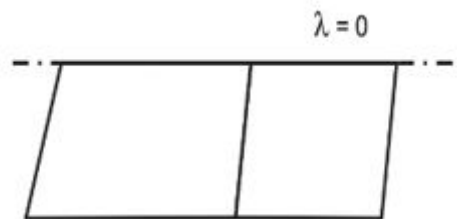
- Ângulo  $\lambda$  positivo: Conforme Almeida (2015), este ângulo se aplica na produção da ferramenta, especialmente no processo de afiação, salienta-se que a ponta da mesma se situa abaixo do plano de referência facilitando a usinagem de materiais de baixa dureza como madeira e plástico. Representação na figura 6.



Figura 6: Ferramenta ângulo  $\lambda$  positivo

Fonte: ALMEIDA, Paulo Samuel. "Processos de usinagem: utilização e aplicações das principais máquinas operatrizes. –." (2015).

- Ângulo  $\lambda$  neutro: Ainda de acordo com Almeida (2015), este ângulo é empregado nas ferramentas utilizadas para usinagem de materiais duros e quebradiços como exemplo o bronze fundido. Representação na figura 7.

Figura 7: Ângulo  $\lambda$  neutro

Fonte: ALMEIDA, Paulo Samuel. "Processos de usinagem: utilização e aplicações das principais máquinas operatrizes. –." (2015).

## 2.7 MATERIAIS APLICADOS PARA FABRICAÇÃO DAS FERRAMENTAS PARA USINAGEM

São várias as características que alteram a composição das ferramentas como precisão de trabalho, material da peça a ser usinada, perfil da peça e para isso pode-se utilizar os seguintes materiais:

- Ferramentas de aço carbono: são formados por aços de médio teor carbono, o mesmo recebe tratamento térmico de tempera e revenimento, alguns exemplos destas ferramentas são as limas, machos e cossinetes, brocas, ferramentas de torneamento e fresagem.
- Ferramentas de aço rápido: formadas através de aço-liga, bastante empregados para a produção de ferramentas de corte e usinagem.

- Ferramentas de Carboneto Metálico (metal duro): Sua formação dá através do processo de sinterização e adição de carbonetos metálicos como, Molibdênio (Mo), Tungstênio (W), Tântalo (Ta), Titânio (Ti), Nióbio (Nb), sendo estes materiais resistentes ao desgaste até mesmo sob elevadas temperaturas.
- Ferramentas de Cerâmica: Se encontram em dois tipos básicos em base de óxido de alumínio e em base de Nitreto de Silício, possuindo como características alta dureza a quente, utilizadas em altas velocidades de corte, não reagem quimicamente como o aço, não forma gume posição torna longa a vida da ferramenta.

### **3. METODOLOGIA**

O tipo de pesquisa utilizado nesse trabalho foi revisão bibliográfica, visto ser esse o principal objetivo do estudo.

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida utilizando uma associação de bases de dados e palavras-chave referentes ao assunto da pesquisa. Foram utilizadas as seguintes bases de dados para pesquisa: Google acadêmico e Scielo.

Os artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros consultados são avaliados por vastos períodos. Por isso, foram analisados trabalhos publicados desde a década de 80 até os dias atuais.

A pesquisa bibliográfica apresenta como objetivo principal a formação de uma base de referências teóricas referentes ao assunto da publicação, sendo esta por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, entre outros. Todo trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, permitindo o estudo sobre o que já se sabe sobre o assunto escolhido. Dessa forma, para escolha dos trabalhos utilizados como referência foi realizada uma pesquisa visando a avaliação de seus conteúdos, e, dessa forma, muitos trabalhos não vieram a ser aplicados por não terem relação com o objetivo principal deste trabalho.

### **4. CONCLUSÃO**

Com base no que foi apresentado percebe-se que para o surgimento de novos produtos se aplicam operações, seja de forma manual ou automatizada, havendo a transformação de uma matéria em um novo produto. Com base nisso, verifica-se a importância dos processos de usinagem dentro do setor industrial do Brasil e do mundo.

Entre os processos mencionados no trabalho, todos se destacam, sendo estas ações muito utilizadas na engenharia, na produção de produtos e ferramentas. Esses processos estão

sendo cada vez mais estudados e aperfeiçoados e surgem a cada ano diversos novos métodos e ferramentas de usinagem.

Por fim, cabe destacar que o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novos métodos de usinagem vem acontecendo constantemente através de pesquisas, principalmente na área das engenharias, dessa forma, cada vez mais o ambiente ao nosso redor será melhorado com novos processos facilitando e aumentando a qualidade e produtividade na produção mundial.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FERRARESI, D. “**Fundamentos da Usinagem dos Metais**”, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1970, 751 pags.

Machado, Á. R., Coelho, R. T., Abrão, A. M., & da Silva, M. B. (2015). “**Teoria da usinagem dos materiais**”. Editora Blucher.

FERRAZ, Henrique. “**O aço na construção civil. Revista Eletrônica de Ciências.**” Outubro 2003, núm. 22. Disponível em: <<https://www.ft.unicamp.br/~mariaacm/ST114/O%20A%C7O%20NA%20CONSTRU%C7%C3O%20CIVIL.pdf>> Acessado em: 03 abri. 2020.

MACHADO, Álisson Rocha; SILVA, MB da. Usinagem dos metais. **apostila, Universidade Federal de Uberlândia–EDUFU, 8a. versão, 2004.**

ALMEIDA, Paulo Samuel. “**Processos de usinagem: utilização e aplicações das principais máquinas operatrizes.–.**” (2015).

PLANOS. Disponível em: <<http://www.grima.ufsc.br/>> Acessado em: 15 de maio.