

A Evolução da Usinagem por Torneamento

Felipe Rodrigues dos Santos¹
Melany Stelle²

RESUMO

O torneamento é um processo de usinagem estabelecido que parece ter existido desde sempre. Muitas oficinas de torneamento tradicionais estão expandindo suas capacidades para atender a outros requisitos de usinagem. Muitas indústrias precisam de ferramentas feitas a partir de processos de fabricação de alta precisão. Atualmente, a usinagem CNC é um processo de fabricação popular com uma ampla gama de aplicações industriais. A usinagem CNC do presente apresenta recursos informatizados aprimorados devido ao seu constante desenvolvimento. Quais as dificuldades encontradas pelas indústrias em visualizar os benefícios que o torneamento pode trazer para a evolução da usinagem? Apresenta-se como objetivo geral mostrar, por meio de revisão bibliográfica, quais os benefícios que o torneamento pode trazer para a evolução da usinagem. E, como objetivos específicos: entender a evolução da usinagem por torneamento; mostrar os tipos de usinagem e seus parâmetros; e, identificar as os benefícios que o torneamento pode trazer para a evolução da usinagem. Concluiu-se que, concluiu-se que, o torneamento oferece uma série de benefícios, incluindo maior velocidade de produção, maior eficiência de produção, maior custo-benefício e operações industriais mais seguras. Em comparação com os processos de usinagem operados por humanos, a usinagem CNC produz resultados de alta qualidade de maneira mais econômica.

Palavras-chave: Usinagem. Torneamento.

1 INTRODUÇÃO

O tema “A evolução da usinagem por torneamento”, mostra o quanto as novas tecnologias evoluíram no decorrer dos tempos. O uso da usinagem em todos os setores da indústria fica cada vez mais importante. O estudo aponta como as tecnologias modificou os meios de produção em todos os segmentos, assim como também trouxe para a área industrial um novo conceito de produzir mais em menor tempo com qualidade, maior lucro, devido os novos maquinários surgidos a partir da evolução tecnológica que a cada momento traz novos aperfeiçoamento e inovação.

Com a evolução da tecnologia vários setores da indústria se beneficiaram, entre eles a Engenharia Mecânica que antes dependia de processos totalmente manuais e,

¹ Acadêmico do curso de Engenharia mecânica da Instituição Anhanguera de Valinhos.

² Orientadora. Docente do curso de Engenharia mecânica da Instituição Anhanguera de Valinhos

com a essa transformação surgiu máquinas de alta precisão para a fabricação de vários tipos de produtos/peças com alta qualidade de fabricação inovando esse segmento. A escolha do tema se deve por trabalhar na área e ter a oportunidade de dividir o conhecimento de um assunto pesquisado por mim nessa reta final do curso. O trabalho poderá oferecer novos conhecimentos aos que tiverem acesso ao trabalho, não tendo a pretensão de ser o único, mas, apenas mais um conteúdo disponível sobre a temática. Sabe-se que, com as novas tecnologias a cada dia transforma o necessário industrial e através desses trabalhos será explanado o que tem sido falado sobre o assunto até o presente momento.

A indústria cada vez mais busca aperfeiçoar cada vez mais o processo de usinagem por torneamento buscando assim melhorar cada vez mais, para melhor aplicá-la em todos os setores das indústrias e da sociedade civil que também se beneficia com esse aperfeiçoamento. Quais as dificuldades encontradas pelas indústrias em visualizar os benefícios que o torneamento pode trazer para a evolução da usinagem?

Apresenta-se como objetivo geral mostrar, por meio de revisão bibliográfica, quais os benefícios que o torneamento pode trazer para a evolução da usinagem. E, como objetivos específicos: entender a evolução da usinagem por torneamento; mostrar os tipos de usinagem e seus parâmetros; e, identificar as os benefícios que o torneamento pode trazer para a evolução da usinagem.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa a ser realizada será uma Revisão de Literatura, onde serão pesquisadas livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (livros, sites de banco de dados)”, publicações sobre o tema aqui em desenvolvimento. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos “20” anos. As palavras-chave utilizadas na busca serão: “Usinagem”, “torno” e ”ferramentas”.

2.1 Resultados e Discussão

A Revolução Industrial foi um dos marcos importantes para que o mundo iniciasse transformações jamais pensada pela sociedade. A usinagem tem seu surgimento em tempos remotos onde era realizada de modo manual. Nos últimos anos as novas tecnologias vêm transformando todos os segmentos da área industrial e comercial, com isso o surgimento de novas máquinas e forma de fazer peças/produtos mudou o conceito de produção do produto de modo manual (SILVEIRA, 2017).

Ao longo da Pré-História, posteriormente ao surgimento do ser humano até o quinto milênio a.C., conforme a estimativa, o homem esforçou-se no propósito de desenvolver inúmeras modalidades de ferramentas que lhe oportunizassem conseguir alimentos e nível de segurança imprescindíveis na acepção de sobreviver e se adaptar ao ambiente que o se viviam. A usinagem em seu si é aproveitada enquanto processo de manufatura em diferentes segmentos industriais, como setor da agricultura, aeronavegação, setor petrolífero, setor automobilístico e metalurgia, sendo em larga escala aplicada juntamente com o processo de modernização alcançado das máquinas e ferramentas (FERRARESI, 2018).

Figura 1. Esfinge Gizé, construída com ferramentas primitivas de usinagem



Fonte: Moreno (2013).

Moreno (2013) afiança que improvisar furos com ferramentas primitivas deste tipo demandava muita paciência e um empenho enorme, principalmente quando usava somente as mãos. Por isso, comumente o processo era feito juntamente com pó abrasivo para incrementar a taxa de remoção. Ainda na concepção de Ferraresi (2018), a usinagem consiste na remoção do material de uma peça bruta empregando uma ferramenta de corte com máxima dureza por intermédio de um dispositivo de

cisalhamento propendendo à extração de material, no ensejo de se alcançar o formato final almejado. Na acepção de que isso verdadeiramente aconteça, é relevante selecionar o material da ferramenta levando em consideração o material da peça a ser produzida, o qual apresente as propriedades almejadas em prol do processamento do material.

A direção de forças de corte pode ser deliberada enquanto velocidade instantânea no movimento de corte realizado pela ferramenta, por seu turno a direção de avanço do torneamento é definido como velocidade instantânea do ponto selecionado sobre o gume, no movimento de corte, em relação a peça. De modo análogo, o movimento efetivo é a resultante da composição dos movimentos de corte e de avanço (MACHADO *et al.*, 2015).

Segundo Moreno (2013), o ser humano, na função de artesão, solucionou o problema de fazer furos na produção de múltiplas ferramentas que fazem uso de brocas confeccionadas empregando pontas de pedra ou materiais duros, presas a uma haste de madeira. Improvisar furos utilizando ferramentas primitivas demandava extremo grau de resignação e um esforço descomunal, principalmente quando elas são manuseadas exclusivamente manualmente. Exatamente por esse motivo, na multiplicidade das vezes o processo era executado com acrescentamento de pó abrasivo no escopo de majorar o percentual de extração de material.

No início, a grande maioria das máquinas multitarefas se concentrava em um processo, com desempenho menos robusto na outra área. Muitas lojas queriam avaliar o valor da tecnologia ao longo do tempo antes de adotá-la. Essas eram reservas compreensíveis, mas seu tempo já passou. Na intuição de Ferraresi (2018) o torneamento na essência constitui a implementação dos processos de usinagem com priorização da efetiva eliminação do cavaco, alcance do formato ideal, as grandezas previamente definidas, o acabamento e o máximo nível de controle de qualidade (CQ) do conjunto de itens supramencionados. Nesse processo de usinagem usado para fabricar peças cilíndrica, as condições de corte exercem uma função de extrema relevância no uso eficiente de uma máquina-ferramenta.

O torno é uma ferramenta antiga. A evidência mais antiga de um torno remonta ao Egito Antigo por volta de 1300 a.C. Há também evidências tênues de sua existência em um sítio grego micênico, que remonta ao século XII ou XIV a.C. A maioria das peças circulares é processada para realizar movimentos longitudinais ou horizontais,

e a peça rotativa fixada no mandril é cortada para alterar sua aparência e forma, tornando-o um produto prático (USINAGEM.COM, 2017).

A gama de trabalho do torno é extremamente ampla, como torneamento de diâmetro externo, torneamento de face, torneamento de cone, torneamento de rosca, torneamento de classe, ranhura e corte, furação de furos centrais, furação, furação, gravação em relevo, torneamento excêntrico, esferas e superfícies curvas Torneamento etc. todos pertencem ao seu escopo de processamento. As máquinas de torno são usadas para remover o excesso de material de uma peça de trabalho para dar à peça a forma e o tamanho desejados. Processo de usinagem projetado para usinagem de precisão de materiais relativamente duros (PELLENZ *et al.*, 2016).

Figura 2. Torneamento



Fonte: Mazac , (2022).

Entre os séculos XIX e XX, os motores elétricos foram substituídos por carretéis como fonte de energia. Então, em 1950, o servomecanismo foi aplicado ao controle de máquinas-ferramentas, como tornos CNC e máquinas-ferramentas CNC diretas. Os tornos são os mais versáteis de todas as máquinas padrão. Máquinas controladas manualmente existem como máquinas CNC, e ainda mais operações de usinagem são realizadas com a ajuda de mecanismos de alimentação operados manualmente em tornos (CCV, 2022).

Um torno é uma máquina-ferramenta usada para remover metal de uma peça de trabalho para obter a forma e o tamanho desejados. Os tornos são usados para metalurgia, torneamento de madeira, fiação de metal, pulverização térmica, processamento de vidro e reciclagem de peças. Várias outras operações que podem ser executadas com a ajuda de um torno incluem retificação, corte, recartilamento,

perfuração e deformação, e essas ferramentas são usadas para criar objetos simétricos em torno de um eixo de rotação (PELLENZ *et al.*, 2016).

Um torno é uma ferramenta de usinagem usada principalmente para moldar metal ou madeira. Ele funciona girando a peça de trabalho em torno de uma ferramenta estacionária. O principal uso é remover partes indesejadas do material, deixando peças de trabalho lindamente moldadas. A função de um torno é remover o metal da peça de trabalho na forma de cavacos, montando a peça de trabalho rigidamente no fuso da máquina-ferramenta e girando-a na velocidade desejada, e a ferramenta de corte alimenta a peça de trabalho longitudinal ou transversalmente para trabalhar na velocidade desejada (CAPUTO, 2016).

O torneamento é uma operação de usinagem realizada em um torno em que a peça gira em altas velocidades enquanto uma ferramenta de corte fixa remove o material. O torneamento em seu conceito somente se efetiva após abranger a combinação de dois movimentos: avanço da ferramenta e a rotação constante da peça. O avanço da ferramenta geralmente é realizado ao longo do eixo da peça, o que denota o fato de que sua extensão longitudinal será diminuída, ou na trajetória que induz ao centro da peça, reduzindo sua amplitude. Em deliberadas circunstâncias, o avanço da ferramenta traz a possibilidade de ser efetivamente combinado (REIS, 2017). Sendo assim, Caputo (2016) descreve as grandezas abrangidas na operação de usinagem promovem o entendimento dos conceitos atrelados às múltiplas operações indispensáveis na acepção de alcançar os resultados almejados.

- Movimento de corte – advém entre a peça e a aresta principal de corte, melhor explicando consiste no processo de usinagem utilizado no intento de produzir peças cilíndricas, além disso, acontece sem qualquer movimento de avanço, ou seja, apenas extrai material da peça em plena rotação previamente definida;
- Movimento de avanço – sobrevém, de modo inclusivo, entre a peça e a aresta principal de corte, e em conjunto com o movimento de corte, permite a remoção continuada de material;
- Movimento efetivo de corte – configura o processo resultante do conjunto dos movimentos de corte realizados em um específico processo.

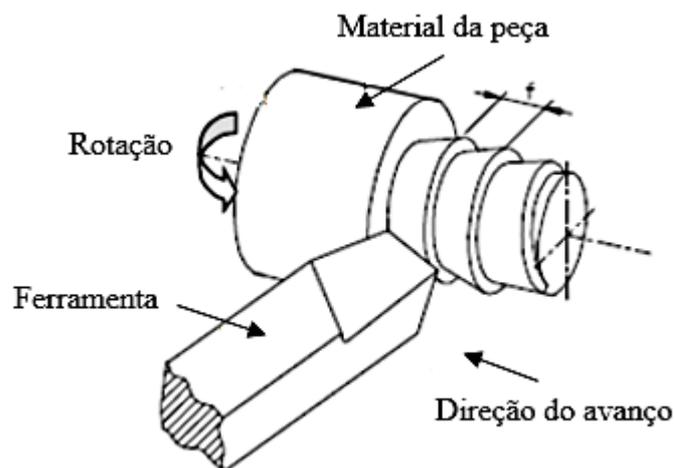
Machado *et al.*, (2015) enfatiza que a operação de usinagem é valorizada enquanto metodologia de produção implementado em nível global, que por sua vez transforma em cavacos aproximadamente 10% fabricação total de metais. Designado processo inclui enquanto particularidade fundamental a retirada de cavacos, além do

mais existe a probabilidade de a usinagem ser deliberada como sendo: porção representava de material extraída por intermédio da ferramenta e distinguida de outros processos por apresentar formas de polígonos irregulares.

Como outros processos de usinagem, o torneamento é um processo que envolve a remoção de material. Durante o processo, uma máquina remove o excesso de material de uma peça rotativa com uma ferramenta de corte. A peça gira, mantida por um mandril ou pinça, enquanto a ferramenta de corte se move linearmente. A combinação dos dois movimentos remove o material na forma de cavacos. A velocidade desses movimentos pode ser ajustada para obter os resultados desejados (MACHADO *et al.*, 2015).

O processo de torneamento da máquina requer um torno ou máquina de torneamento, uma peça de trabalho, um dispositivo de fixação e uma ferramenta de corte. A peça de trabalho é um pedaço de material pré-moldado que é segurado pelo dispositivo de fixação, que é fixado ao torno e pode girar em alta velocidade. A ferramenta de corte geralmente é uma ferramenta de aço rápido de ponta única (HSS) ou metal duro que também é anexada à máquina de torneamento, embora alguns processos usem ferramentas multiponto (EBERSBACH, 2018).

Figura 3. Representação de processo de torneamento



Fonte: EBERSBACH, (2018).

2.1.1 Processos de usinagem

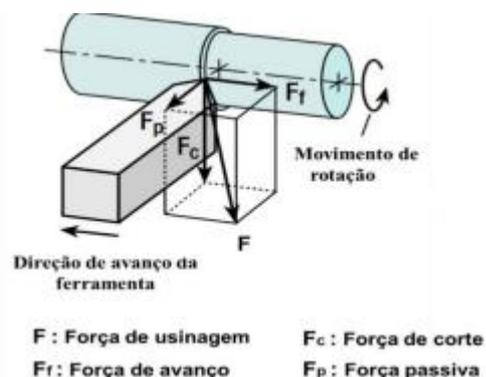
A usinagem em sua forma constitui metodologias de produção mais versáteis, mais comumente implementadas e reconhecidas enquanto operações designadas à

produção mais empregadas do mundo. Agostinho explica que na prática todo o conjunto mecânico é submetido a certa modalidade de usinagem em uma etapa inicial, intermediária ou final, ademais é imprescindível mostra que assinaladas operações proporcionam ao produto um elevado padrão qualidade de acabamento, além de abranger a flexibilidade. Destarte, implica asseverar que a constituição de cavacos corresponde ao processo de constituição dos resíduos mais frequentemente em meio às operações de fabricação de peças metálicas (AGOSTINHO *et al.*, 2004).

Durante a fabricação de uma peça, uma variedade de operações e processos de usinagem são necessários para remover o excesso de material. Essas operações geralmente são mecânicas e envolvem ferramentas de corte, discos abrasivos etc. As operações de usinagem podem ser executadas em formas de usinagem de estoque, como barras e planos, ou podem ser executadas em peças feitas por métodos de fabricação anteriores, como fundição ou soldagem (BARBOSA, 2015).

O processo de usinagem convencional usa um operador humano para dirigir e controlar ferramentas de usinagem, como fresadoras, mandriladoras e furadeiras, bem como tornos e outras ferramentas de corte afiadas. Existem três tipos principais de usinagem: torneamento, fresamento e furação. Existem outros processos que também se enquadram na categoria de usinagem, mas quando se trata de processos de usinagem modernos, torneamento, fresamento e furação cobrem a maioria (MACHADO *et al.*, 2015).

Figura 4. Componentes da força de usinagem para o processo de torneamento



Fonte: EBERSBACH, 2018.

As inovações tecnológicas que passam a existir em nível global, coligadas à crescente competitividade de novos setores, assim como um cliente em potencial cada vez mais exigente e informado, induz as organizações a buscarem algumas

opções na acepção de continuar a manter a competitividade na contemporaneidade e se adequarem às estratégias mercadológicas (MARQUES, 2018).

Há hoje em dia inúmeras operações de usinagem, as quais atendem distintas demandas em prol do processamento de ligas metálicas. Designadas metodologias na multiplicidade das vezes levam à fabricação de dessemelhantes peças, já que são responsáveis pelo manipulo do material bruto de forma especializada e sistemática (MARQUES, 2018).

Conforme a (NBR 6175/2015), a usinagem enquanto processo mecânico que, por intermédio da transferência do cavaco gerado por apontada ferramenta, agrega a uma peça, formato exclusivo, dimensões específicas, acabamento predefinido pelo cliente ou ambos os itens simultaneamente. A partir do instante que se constata no designado processo o fato de que o material da peça é retirado mediante ação de grãos, o mesmo é qualificado por “usinagem por abrasão” (COSTA; PEREIRA, 2006).

O corte de metal na usinagem constitui uma operação onde uma milimétrica camada de metal, o cavaco, é extraída da superfície de um corpo por intermédio do uso de uma ferramenta com formato de prisma agudo em um dos lados. As operações de corte de metais são executadas no cotidiano em grandes indústrias as quais produzem itens que apresentam grandes dimensões, tais como segmento automobilístico, aeronáutica, indústria de eletrodomésticos, em meio a outras, e com inclusão em indústrias dedicadas à tecnologia de ponta onde peças de pequenas dimensões são processadas com suprema precisão (BARBOSA, 2015).

A operação de usinagem pode ser definida enquanto metodologia de excisão gradativa de imódicos espaços em material bruto previamente constituídos sob a forma de cavacos. Englobando todos as modalidades de usinagem, ou seja, moedura, acabamento da superfície da peça, refinamento, furacão, torneamento ou fresagem, o evento da geração de cavacos é análogo no aspecto em que a ferramenta é totalmente eficaz no alusivo às demandas do trabalho realizado. No imo, a nomenclatura “usinagem” é vastamente aproveitada na acepção de priorizar a operação de moldagem por intermédio da retirada de material da peça, o que efetivamente induz à geração de cavacos (MACHADO *et al.*, 2015).

Na escolha dos parâmetros envolvendo operações de usinagem, é imperativo trazer à baila as ulteriores ponderações: profundidade de corte no processo de usinagem, avanço e velocidade. A profundidade de corte influi infimamente na deterioração da ferramenta e na rugosidade. No entendimento de Wrublak, Pilatti e

Pedroso (2008) como esse parâmetro varia com o volume de material extraído, no atinente aos custos, é imperioso utilizar a máxima profundidade de corte plausível, maiormente quando a operação executada é de corte.

De modo a agregar, na visão de Rodrigues, Cora e Fernandes (2012), existem várias formas de transformar uma acurada matéria-prima em um produto acabado e assegurar aos interessados que as mesmas a QT será assegurada como geometria, dimensões, acabamento da superfície deprecado. É importante, de modo inclusivo, garantir prazos e as propriedades fundamentais (grau de resistência almejado, dureza do material, condutividade térmica, espessura, consistência, dentre outras) deprecadas em prol da sua aplicação. Tais transformações são cognominadas “processos de fabricação”.

Embora muito tenha sido documentado sobre técnicas de torneamento duro despercebido. No entanto, como vários desenvolvimentos interessantes de ferramentas destacam, não há falta de apetite por tecnologias que possam ajudar a aumentar a produtividade desse importante processo (GUIMARÃES, 2013). Os tornos suportam uma variedade de processos de usinagem.

1) Corte: Se uma empresa de manufatura precisa cortar uma quantidade significativa de material de uma peça de trabalho, ela pode usar um torno. O corte é um processo de usinagem que envolve a separação do material de uma peça de trabalho, normalmente usando uma ferramenta de corte afiada.

2) Perfuração: Além de cortar, os tornos também podem fazer furos em peças de trabalho. Para perfuração, o torno está equipado com uma broca especial. À medida que a broca pressiona contra a peça de trabalho, ela cava um orifício de seção transversal circular capaz de suportar parafusos, cavilhas e outros tipos comuns de fixadores.

3) Lixar: Tornos são frequentemente usados para acabamento de peças por meio de lixamento. Para lixar, o torno usa uma broca equipada com um material abrasivo, como uma lixa. À medida que a peça gira contra o material abrasivo, ela cria uma superfície lisa e uniforme, removendo pequenas quantidades de material.

4) Recartilhamento: Outro processo comum de usinagem suportado por tornos é o serrilhado. O que é recartilhamento exatamente? Recartilhamento refere-se a um processo de usinagem que envolve a criação de uma superfície padronizada e texturizada em uma peça de trabalho usando um rolo. O rolo apresenta muitos picos elevados que, quando expostos a uma peça de trabalho, perfuram a superfície da peça de trabalho.

5) Deformação: É claro que os tornos também são totalmente capazes de deformar peças de trabalho. A deformação é um processo de usinagem usado para alterar a forma de uma peça de trabalho. A peça de trabalho é fisicamente alterada para obter uma forma diferente. Os tornos são altamente eficazes na deformação devido à sua capacidade de remover facilmente o material das peças de trabalho, resultando em uma forma diferente para a peça de trabalho.

6) Virando: Muitas empresas de manufatura usam tornos para realizar o torneamento de peças de trabalho. Não deve ser confundido com fresamento, torneamento envolve o uso de uma ferramenta de corte estacionária para remover o material de uma peça rotativa. É chamado de “torneamento” porque a peça de trabalho “gira” contra a ferramenta de corte do torno.

7) Frente: Finalmente, os tornos suportam operações de faceamento. É um processo de usinagem comum usado para cortar a superfície de uma peça de trabalho. A ferramenta de faceamento é presa a um sistema de montagem no torno. Uma vez no lugar, a ferramenta de faceamento pressionará a peça de trabalho para cortar uma quantidade uniforme de material de sua superfície.

2.1.1 Torneamento CNC

CNC é uma máquina-ferramenta de Controle Numérico Computadorizado (CNC). Ele usa um sistema operacional de sinal digital para controlar o equipamento de processo no sistema de produção. Hoje, a maioria das máquinas-ferramentas de controle numérico usa computadores para realizar o controle aritmético. A chamada usinagem em torno refere-se ao comportamento de usinagem que a peça se move em um movimento circular e a ferramenta se move em um movimento linear. Diz-se

que o processamento de torno mais antigo é que os humanos antigos usavam cordas para girar madeira e depois seguravam ferramentas para girar.

Na revolução industrial, muitos produtos metálicos eram amplamente necessários, e o processamento do torno tornou-se a chave para a produção. Mais tarde, após o desenvolvimento de motores a vapor, a aplicação de correias e engrenagens, tornos de alta velocidade de todas as engrenagens finalmente apareceram (COSTA; PEREIRA, 2006).

Antes do desenvolvimento da primeira máquina CNC, algumas máquinas podiam ser instruídas a fazer outras ferramentas. Isso foi chamado de Controle Numérico (NC). O torneamento por controle numérico computadorizado (CNC) é um processo de usinagem subtrativo em que uma ferramenta de corte é colocada contra uma peça giratória para retirar o material. Isso geralmente é feito com um torno CNC ou centro de torneamento que corta o material, incluindo madeira, metal e plástico (GUIMARÃES, 2013).

Existem inúmeras peças torneadas CNC em um veículo típico, desde eixos de transmissão, árvores de cames e eixos laterais até componentes de eixos, juntas homocinéticas, caixas de rolamentos, conexões de compressão, bicos de fluxo, blanks de engrenagens, acoplamentos, pinhões, buchas, pinos rei e assim a lista vai sobre. Algumas são usinadas a partir de barras brutas, enquanto outras, geralmente peças maiores e mais complexas, são usinadas a partir de peças forjadas ou fundidas (COSTA; PEREIRA, 2006).

A maioria das máquinas CNC subtrativas, com moinhos, jatos de água e cortadores de plasma, têm a peça de trabalho presa a uma cama e o corte feito por uma ferramenta de fiação. Para cortar, a ferramenta se move pela peça de trabalho ou um cabeçote da ferramenta atira nela. Em contraste, o torneamento CNC reverte esse processo girando a peça de trabalho e cortando-a (movendo uma broca de corte estática contra a peça de trabalho) (GUIMARÃES, 2013).

O torneamento representa no imo a operação mais usual designada à usinagem sendo amplamente otimizado enquanto demanda de múltiplos elementos determinantes no uso e alcance da Qualidade Total (QT) esperada. Tem a probabilidade de ser planejada e otimizada em específicos trabalhos basilares (torneamento longitudinal, faceamento ou perfilhamento), deprecando modelos exclusivos de ferramentas, informações específicas de corte por meio da automação na aceção de finalizar o processo com a máxima eficácia crível (FARIAS, 2017).

3 CONCLUSÃO

As inovações e mudanças trouxeram uma nova era de usinagem, permitindo peças de produção em massa de alta precisão e foco no detalhe possível, reduzindo significativamente o custo de produção.

Usinagem é qualquer processo no qual uma ferramenta de corte é usada para remover pequenos cavacos de material da peça de trabalho (a peça de trabalho é frequentemente chamada de "trabalho"). Para realizar a operação, é necessário um movimento relativo entre a ferramenta e a peça.

O torneamento é a operação de usinagem de torno mais comum. Durante o processo de torneamento, uma ferramenta de corte remove o material do diâmetro externo de uma peça rotativa. O principal objetivo do torneamento é reduzir o diâmetro da peça para a dimensão desejada.

Poucas empresas investem imediatamente quando uma nova tecnologia é introduzida. Há uma variedade de razões para esta hesitação. Muitas vezes, a adoção tem um custo proibitivo quando uma máquina inovadora é disponibilizada pela primeira vez. Há um nível de incerteza quanto ao desempenho da maioria das novas tecnologias ao longo do tempo.

Sobre o objetivo geral de mostrar quais os benefícios que o torneamento pode trazer para a evolução da usinagem concluiu-se* que, o torneamento oferece uma série de benefícios, incluindo maior velocidade de produção, maior eficiência de produção, maior custo-benefício e operações industriais mais seguras. Em comparação com os processos de usinagem operados por humanos, a usinagem CNC produz resultados de alta qualidade de maneira mais econômica.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, O. L, VILELLA, R. C.; BUTTON, S. T. **Processos de Fabricação e Planejamento de Processos**. 2. ed. Campinas, UNICAMP, Processos Produtivos em Engenharia de Produção – Usinagem. 2004.

BARBOSA, R. S. **Avaliação dos esforços de corte no fresamento frontal da liga de alumínio-silício (A356) quando mantido constante a produção de peças**. São João Del Rei/MG, 2015. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São João del Rei. Departamento de Engenharia Mecânica. São João Del Rei – MG, 2015.

CAPUTO, P. C. **Estudo comparativo entre a temperatura no torneamento convencional a seco por imagem termográfica e o modelo analítico de Trigger e Chão.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora: UFJF, 2016.

CCV Industrial - O que é CNC? Disponível em: <<https://ccvindustrial.com.br/o-que-e-cnc/>>. Acesso em: 17 set. 2022.

COSTA, D. D.; PEREIRA, A. G. **Desenvolvimento e avaliação de uma tecnologia de baixo custo para programação CNC em pequenas empresas.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

EBERSBACH, F. G. **Efeitos do processo de torneamento nas propriedades de superfície em compósitos autolubrificantes sinterizados.** Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2018.

FARIAS, S. S. **Método de furacão profunda para fabricação de cilindro externo dos amortecedores dianteiros dos veículos de duas rodas.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará- UFPA. 2017.

FERRARESI, D. **Fundamentos da Usinagem dos Metais.** Editora Blucher, 2018.

GUIMARÃES, H. A. S. **Evolução do Processo de Usinagem convencional para usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado).** Monografia de Engenharia Mecânica. Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG. Varginha, 2013.

MACHADO, Á; et al. **Teoria da Usinagem dos Materiais.** Editora Edgard Blucher Ltda. 3 ed. São Paulo, 2015.

MARQUES, N. A. **Estudo do Controle de Cavacos nos Processos de Usinagem.** Monografia de graduação apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão, 2018.corte

MAZAC. Torneamento. Disponível em: <<https://www.mazak.com.br/machines/product/turning/>>. Acesso em: 30 set. 2022.

MORENO, D. A. N. **Validação de um dispositivo de interrupção súbita da furacão com brocas helicoidais para análise da raiz de cavaco.** Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

OLIVEIRA, H.C. **Retrofit de um Torno CNC do Tipo Bancada.** 2019. 56 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2019.

PELLENZ, J. N. Benefícios para vida do inserto com a utilização de fluido de corte no processo de torneamento. 22º CBECiMat - **Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais** 06 a 10 de novembro de 2016, Natal, RN, Brasil.

REIS, B. C. M. et al. **Influência do material da ferramenta de corte sobre a usinabilidade do aço ABNT 4340 no** torneamento. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

RODRIGUES, M. S.; CORA, J. E.; FERNANDES, C. **Soil sampling intensity and spatial distribution pattern of soils attributes and corn yield in no-tillage system.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 32, n. 5, p. 852-865, set. /out. 2012.

SILVEIRA, C. B. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo.** Citisystems, 2017.

USINAGEM.COM. Torno Mecânico. Disponível em: <https://www.rmlmaquinas.com.br/maquinas-operatrizes/torno-mecanico?gclid=EAlalQobChMlv8nxrPqc-gIVFOmRCh2mqAWkEAAYASAAEgJjgPD_BwE>. Acesso em: 16 set. 2022.

WRUBLAK, O.; PILATTI, L. A. PEDROSO, B. **Parâmetros e métodos de usinagem e sua relação com os custos do processo e o acabamento final do produto.** 4º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Ponta Grassa, 2008.