

CENTRO UNIVERSITARIO ASSIS GURGACZ
CAIO HENRIQUE HOTT SILIM

ESTUDO E COMPARATIVO DA VIDA ÚTIL DE PASTILHA DE CORTE DAS
MARCAS: SANDVIK E TAEGUTEC

CASCADEL
2018

CENTRO UNIVERSITARIO ASSIS GURGACZ

CAIO HENRIQUE HOTT SOLIM

**ESTUDO E COMPARATIVO DA VIDA ÚTIL DE PASTILHA DE CORTE DAS
MARCAS: SANDVIK E TAEGUTEC**

Trabalho apresentado à disciplina TCC –
Projeto como requisito parcial para
obtenção da aprovação semestral no
Curso de Engenharia Mecânica pelo
Centro Universitário Assis Gurgacz.

Professor Orientador:

Me. Engenheiro Mecânico Sergio
Henrique Rodrigues Mota

**CASCADEL
2018**

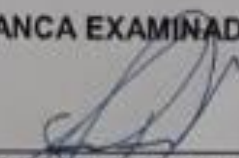
CENTRO UNIVERSITARIO ASSIS GURGACZ

CAIO HENRIQUE HOTT SOLIM

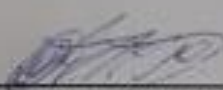
**ESTUDO E COMPARATIVO DA VIDA ÚTIL DE PASTILHA DE CORTE DAS
MARCAS: SANDVIK E TAEGUTEC**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso como
requisito parcial para obtenção de aprovação semestral no Curso de
Engenharia Mecânica do Centro Universitário Assis Gurgacz

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Me. Sergio Henrique Rodrigues Mota
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Avaliador: Prof. Me. Roberson Roberto Parizotto
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Avaliador: Prof. Me. Eliseu Avelino Zanella Junior
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico

Cascavel, 2018

RESUMO

O estudo apresentado no trabalho é uma análise sobre a durabilidade da ferramenta de corte do torno convencional comparando duas ferramentas de marcas diferentes. O intuito é saber qual ferramenta apresenta mais eficiência e vantagem. Foram aplicados cálculos para obtenção de valores utilizados nos experimentos de comparação entre duas ferramentas que tiveram suas pastilhas submetidas ao torno convencional para a realização da usinagem. A partir dos dados experimentais, com a medida de rugosidade, micrometro e observação microscópica, chegou-se ao resultado de qual das componentes possui a maior eficiência.

Palavras-chaves: Durabilidade, Ferramenta de corte, Torno convencional.

ABSTRACT

The study presents the data was a analysis on the data of the standard analysis and comparating convencional letters in different tools. O intuito é o saber qual a ajuda apresenta mais eficiência e vantagem. Foram selecionados para a busca de valores utilizados nas comparações entre as duas ferramentas que tiveram suas habilidades no exercício convencional para a realização da usinagem. A partir dos dados experimentais, com uma medida de rugosidade, micrometro e sentido microscópico, chegou-se ao resultado de qual dos componentes possui uma maior eficiência.

Key words: Durability, Cutting tool, Conventional lathe

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Formatos de pastilhas.....	20
Figura 2- Gráfico vida da ferramenta.....	21
Figura 3 – Tarugo de Aço 1020.....	23
Figura 4 - Ferramenta de corte Sandvik.....	24
Figura 5 - Dados da Ferramenta Sandvik	24
Figura 6 - Ferramenta de corte Taegutec.....	25
Figura 7 - Dados da Ferramenta Taegutec	25
Figura 8 – Torno convencional	26
Figura 9 - Partes do Torno	26
Figura 10 – Suporte de ferramenta T	26
Figura 11 – Broca de aço 8mm	27
Figura 12 - Mandril do torno	27
Figura 13 - Contraponto	28
Figura 14 – Paquímetro.....	28
Figura 15 - Balança Master AM-220.....	29
Figura 16 - Pantec MMV-2515	29
Figura 17 - Ferramenta de corte Sandvik.....	30
Figura 18 - Ferramenta de corte Taeugutec.....	31
Figura 19 – Pastilha SANDVIK antes da usinagem da primeira experiência ...	31
Figura 20 – Pastilha TAEGUTEC antes da usinagem da primeira experiência	32
Figura 21 – Furo de broca de centro	33
Figura 22 - Fixação do contraponto.....	34
Figura 23 - Processo de usinagem com mangueira de refrigeração	35
Figura 24 – Pastilha SANDVIK pós usinagem.....	35
Figura 25 – Pastilha TAEGUTEC pós usinagem.....	36
Figura 26 – Pastilha SANDVIK pós usinagem da primeira experiência	36

Figura 27 – Pastilha TAEGUTEC pós usinagem da primeira experiência.....	37
Figura 28 - Ferramenta Sandvik antes da usinagem da segunda experiência.	37
Figura 29 - Ferramenta Taegutec antes da usinagem da segunda experiência.	38
Figura 30 - Pastilha SANDVIK antes da usinagem da segunda experiência ...	38
Figura 31 - Pastilha TAEGUTEC antes da usinagem da segunda experiência	39
Figura 32 - Ferramenta de corte Sandvik pós processo.....	40
Figura 33 - Ferramenta de corte Taegutec pós processo	40
Figura 34 – Pastilha SANDVIK pós usinagem.....	41
Figura 35 – Pastilha TAEGUTEC pós usinagem.....	41
Figura 36 - Cálculo de tempo de usinagem.....	42

LISTA DE ABREVIATURA

mm = Milímetros

g = Gramas

rpm = Rotação por minuto

min = minuto

l = comprimento (mm)

n = Rotação em RPM

f = Avanço por volta (mm/Rot)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	122
1.1 JUSTIFICATIVA	122
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	144
1.3 FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES	144
1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA	144
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	144
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	165
2.1 MANUFATURA E REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	16
2.2 INDÚSTRIAS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO MECÂNICA.....	166
2.3 TORNO CONVENCIONAL	176
2.4 FERRAMENTA DE CORTE	188
2.5 DURABILIDADE (VIDA DA FERRAMENTA).....	211
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	233
3.1 MATERIAIS	233
3.1.1 Tarugo de aço 1020	233
3.1.2 Ferramentas de corte	244
3.1.3 Torno convencional.....	255
3.1.4 Suporte de ferramenta t	266
3.1.5 Broca.....	277
3.1.6 Mandril do torno	277
3.1.7 Contraponto	288
3.1.7 Paquímetro.....	288
3.1.8 Balança de precisão.....	299
3.1.9 Pantec mmv-2515	299
3.2 MÉTODO.....	299

3.2.1	Definição do aço 1020.....	30
3.2.2	Escolha da ferramenta de corte	30
3.2.3	Pesagem das ferramentas de corte	30
3.2.4	Retirada de fotos das ferramentas a partir da pantec mmv-2515 antes da usinagem.....	31
3.2.5	Colocação da ferramenta no torno convencional	322
3.2.6	Furo de broca de centro	323
3.2.7	Colocação do contraponto e fixação da peça no contraponto.....	333
3.2.8	Parâmetros de usinagem	344
3.2.9	Início do processo de usinagem.....	344
3.2.11	Fim do processo de usinagem	355
3.2.11	Retirada de fotos das ferramentas a partir da pantec mmv-2515 pós usinagem.....	366
3.2.12	MUDANÇA DE PARÂMETROS DE USINAGEM PARA NOVA EXPERIÊNCIA	377
3.2.12.1	Pesagem das ferramentas de corte	377
3.2.12.2	Retirada de fotos das ferramentas a partir da pantec mmv-2515 antes da usinagem	388
3.2.12.1	Parâmetros de usinagem para nova experiência.....	399
3.2.12.2	Processo de usinagem.....	399
3.2.12.3	Fim do processo de usinagem	399
3.2.12.4	Retirada de fotos das ferramentas a partir da pantec mmv-2515 pós usinagem.....	40
3.2.13	Tempo de usinagem.....	422
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	433
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	444
5.1	Contribuições.....	444
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	444

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1 INTRODUÇÃO

O estudo do referente trabalho expõe particularidades de uma pesquisa que implica tanto a parte descritiva como também a parte experimental, onde serão realizados testes de durabilidade para comparar os dados finais. Será analisado a durabilidade (vida útil) das ferramentas de corte do torno convencional, das marcas: SANDVIK e TAEGUTEC.

O processo de fabricação possui diversas etapas, entre elas a usinagem que, segundo Dino Ferraresi (1970), sucede um desgaste na face de saída de folga da ferramenta, o que faz alterar sua durabilidade. Assim, para simplificar o estudo da usinagem costuma-se padronizar os desgastes das ferramentas, que são chamados de desgaste convencionais. Os desgastes convencionais são medidos no plano de medida da ferramenta, onde um plano perpendicular ao plano de corte e perpendicular ao plano efetivo de referência ou plano de referência da ferramenta. Logo, se distinguem os desgastes originados na ferramenta de corte, sendo possível a comparação entre diferentes ferramentas.

O estudo será de grande importância para avaliar e comparar ambas as ferramentas de corte de fabricantes diferentes a fim de analisar através de dados obtidos na pesquisa de campo, por meio do torno convencional, qual ferramenta terá maior vida útil passando pelos mesmos procedimentos.

1.1 JUSTIFICATIVA

A partir do pós-guerra, em especial dos anos 70, uma nova configuração apresenta-se para a economia mundial e para os sistemas de produção em particular. Essa nova configuração, que trouxe, como por exemplo para a nação japonesa, o status de nova potência industrial, implicou profundas mudanças nas tradicionais formas de organizações industriais, em geral e, principalmente, da produção. (Hoffman e Kaplinsky, 1988)

As inovações da Revolução Industrial revolucionaram a indústria de manufaturados. Entre 1760 e 1800, a produção foi progressivamente mecanizada nas fabricas, possibilitando a passagem para uma produção industrial. Em 1784, Henry Cort revolucionou a industrial do ferro, inventando um procedimento que empregava o carvão no refino deste metal. Ao mesmo tempo, a máquina a vapor era entregue na fabricação de chapas e barras de

ferro. Grandes unidades de produção desenvolveram-se para fundir o minério e fabricar peças metálicas para construção, cuja indústria passa a dispor de materiais mais resistentes. (Bennison, et al., 1999)

Quando a mente do homem conseguiu explorar a força motriz da água e, a seguir, a de vapor, realizando o movimento rotatório contínuo, teve início própria e verdadeira era dos tornos e das máquina-ferramentas. Construíram-se tornos cada vez mais aperfeiçoados nas suas partes, graças justamente à indústria metalúrgica em geral, e à siderúrgica em particular, as quais tornaram possível alcançar um relativo grau de perfeição, mediante a construção das várias partes de órgãos metálicos. (Rossetti, 2004)

Conforme Dino Ferraresi ferramentas de corte, são utilizadas para facear as peças a serem usinadas no torno-convencional tendo um papel fundamental para peça final, as principais propriedades que um material de ferramenta de corte deve apresentar corresponde a alta dureza, alta resistência ao desgaste, alta resistência de cisalhamento entre outros. Conforme o uso desta ferramenta tem-se um desgaste na mesma, assim perdendo outras características do material.

O projeto apresenta um estudo sobre a comparação de ferramentas de corte utilizando sempre as mesmas rotações, avanço de corte e outros parâmetros para que no fim possamos compará-las e concluir qual obteve maior desgaste e demais resultados. Será analisado ferramentas de duas marcas diferentes e de mesmas classes com as mesmas características para verificar qual se adequa melhor para a usinagem do material.

Para que um produto qualquer, seja ele um conjunto mecânico ou não, tenha boa aceitação pelo mercado consumidor, não é suficiente que tenha um bom projeto de dimensionamento, com suas respectivas verificações dos esforços, desgastes e vida útil. Dentro de um ciclo de produção desse produto, a fase de projeto e dimensionamento é apenas uma das muitas que deverão ser percorridas até que o produto seja colocado no mercado. A partir dos desenhos das peças, determinar os processos produtivos, fornecendo a seqüência de fabricação, máquinas, ferramental de corte, fixação e medição, condições de usinagem. Assim no meio acadêmico quando se fala em usinagem, onde se aprende sobre o assunto de ferramentas de corte, é de suma importância e de grande finalidade para quem quer seguir na área de

engenharia mecânica, pois esse material é um complemento de várias máquinas-ferramentas utilizado em todo o mundo, cada uma delas com suas respectivas características de ferramenta de corte. (Agostinho, et. al.,2004)

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Qual a durabilidade (vida útil) das ferramentas de corte do torno convencional, das marcas: SANDVIK e TAEGUTEC?

1.3 FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES

H₀ – Não existe diferença de durabilidade (vida) de ferramentas de corte do torno convencional.

H₁ – Existe diferença de durabilidade (vida) de ferramentas de corte do torno convencional, devido aos parâmetros de usinagem possuírem efeitos na vida útil da ferramenta.

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.4.1 Objetivo Geral

- Levantamento de durabilidade (vida) das ferramentas de corte do torno convencional entre as marcas: SANDVIK e TAEGUTEC.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Aplicar teste de ferramenta de corte do torno convencional.
- Reavaliar o teste de desempenho da ferramenta de corte do torno convencional.
- Comparar os testes de desempenho para a conclusão do projeto.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O local escolhido para a realização da parte prática do trabalho foi o laboratório de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado na cidade de Cascavel, Paraná, tendo em vista seu amplo acervo de equipamentos mecânicos. Foi utilizado como principal equipamento o torno convencional mecânico para o processo de usinagem, a fim de avaliar as ferramentas de corte SANDVIK TNMG 160408-PM 4225 e TAEGUTEC TNMG

160408-TT 8115 e obter resultados para poder compará-las no seguinte trabalho em seus quesitos de durabilidade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MANUFATURA E REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A palavra manufatura é derivada de duas palavras latinas, manus (mãos) e factus (fazer), uma combinação que etimologicamente significa feito a mão. Em português, a palavra manufatura é bastante antiga, de quando significado “feito a mão” descrevia com precisão os métodos de fabricação da época. (Mikell P. Groover, 1996)

Com o advento da Revolução Industrial em meados de 1840, verificou-se um marco histórico para a evolução tecnológica dos meios de produção, as suas invenções técnicas foram bastante modestas e, segundo Eric J. Hobsbawm (1961), sob hipótese alguma estavam além dos limites de artesãos que trabalhavam em suas oficinas ou das capacidades construtivas de carpinteiros, moleiros e serralheiros. Nos primeiros momentos da Revolução Industrial o ferro não era tão utilizado devido seu alto custo e eram raras as máquinas confeccionadas por ferro, só após 30 anos de revolução que se inseriu o ferro nos maquinários dando início, de fato, às indústrias metalúrgicas. (Braudel, 1996)

2.2 INDÚSTRIAS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO MECÂNICA

Indústria é toda atividade fabril que, por meio de processos de fabricação, utiliza a matéria-prima e a modifica com o objetivo de elaborar produtos, os quais geralmente são destinados à comercialização. Os processos de fabricação, utilizados pelas indústrias, constituem maneira, método, sistema ou atividade executada em uma sequência adequada para transformar e modificar uma matéria-prima para que esta passe a ter utilidade. (WEISS, 2012)

Conforme Almiro Weiss, o processo de fabricação é regido por etapas distintas, na seguinte ordem: fundição, laminação, extrusão, trefilação, forjamento, estampagem, soldagem, metalurgia do pó e processo de usinagem.

Para Vicente Chiaverini, o número de operações e usinagem é amplo assim como a variedade de máquinas operatrizes e ferramentas de corte disponíveis. A classificação das operações de usinagem são: aplainamento,

furação, mandrilamento, fresamento, serramento, brochamento, roscamento, retificação e torneamento.

2.3 TORNO CONVENCIONAL

Torneamento, processo mecânico de usinagem destinado a obtenção de superfícies de revolução com auxílio de uma ou mais ferramentas monocortantes. Portanto, a peça gira em torno do eixo principal de rotação da máquina e a ferramenta se desloca simultaneamente segundo uma trajetória coplanar com referido eixo. (Dino Ferraresi, 1970)

Torneamento é realizada em uma máquina-ferramenta denominada torno que fornece potência necessária para torneiar a peça a uma determinada velocidade de rotação e avançar a ferramenta na velocidade e profundidade de corte especificadas. (Mikell Groover, 1996)

O torno mecânico convencional e a maioria das máquinas descritas nesta seção são tornos horizontais, isto é, o eixo principal é horizontal. Isto é apropriado para a maioria dos trabalhos de torneamento, em que o comprimento da peça é maior que o diâmetro. Para trabalhos em que o diâmetro é grande em relação ao comprimento e a peça é pesada, é mais conveniente que a peça gire em torno de um eixo vertical, nesse caso, as máquinas são chamados tornos verticais. (Mikell Groover, 1996)

Quanto à finalidade, as operações de torneamento podem ser classificadas ainda em torneamento de desbaste e torneamento de acabamento. Entende-se por acabamento a operação de usinagem destinada a obter na peça as dimensões finais, ou acabamento superficial especificado, ou ambos. O desbaste é operação de usinagem, anterior a de acabamento, visando a obter na peça a forma e dimensões próximas das finais. (Dino Ferraresi, 1970)

Quatro métodos são comumente utilizados para fixar as peças no torno. Esses métodos de fixação consistem em vários mecanismos para prender a peça, centralizá-la, mantê-la em posição paralela ao eixo principal e girá-la. Os métodos para todos de montagem são, prendem a peça entre pontas, em placa de castanha, em pinça e em placa plana. (Mikell Groover, 1996)

Além do torno mecânico, outras máquinas-ferramenta para torneamento foram desenvolvidas para atender a funções específicas ou automatizar o processo de torneamento. Entre essas máquinas estão: torno de ferramentaria, torno com avanço manual, torno revólver, torno com fixação por mandril ou por pinça (chucking machine e bar machine), torno automático e torno controlado numericamente. (Mikell Groover, 1996)

2.4 FERRAMENTA DE CORTE

A ferramenta de corte foi um dos primeiros instrumentos a ser utilizado pelo homem, desde eras pré-históricas (Dino Ferraresi, 1970).

Alguns tipos de processo que utilizam ferramentas rotativas de pequeno diâmetro ou mesmo processos de torneamento em que a peça tem diâmetro pequeno, ainda utilizam ferramenta de corte mais antiga (como aço rápido), devido as altas rotações necessárias para se conseguir as velocidades de corte compatíveis com matérias mais nobres de ferramentas. (Anselmo Diniz, Francisco Marcondes, Nivaldo Coppini, 2010)

Ferramentas de corte de forma não padronizadas, muitas vezes são feitas de aço rápido ou de um tipo de metal duro que possa ser soldado ao cabo (metal duro que suporta choques térmicos). (Anselmo Diniz, Francisco Marcondes, Nivaldo Coppini, 2010)

A ferramenta de corte deve ter uma geometria apropriada para a operação de usinagem. Uma maneira importante de classificar as ferramentas de corte é de acordo com o processo de usinagem. Dessa forma, temos ferramentas de torneamento, ferramentas de sangrar (bedame), fresas, brocas, alargadores, machos e muitas outras ferramentas de corte, que recebem nome de acordo com a operação em que são utilizadas, cada uma com sua geometria própria e, em alguns casos, bastante singular. (Mikell Groover, 1996)

Ferramentas de corte podem ser divididas em monocortantes e multicortantes. Ferramentas monocortantes são usadas em torneamento, mandrilamento e aplainamento. Ferramentas multicortantes são usadas na furação, alargamento, rosqueamento, fresamento, brochamento e serramento. Muitos dos princípios que se aplicam a ferramentas monocortantes também se aplicam a outros tipos de ferramentas de corte, porque o mecanismo de

formação do cavaco é basicamente o mesmo para todas as operações de usinagem. (Mikell Groover, 1996)

Em uma ferramenta monocortante, a orientação da superfície de saída é definida por dois ângulos: ângulo lateral de saída e ângulo facial de saída. Juntos, esses dois ângulos são fundamentais para determinar a direção do escoamento do cavaco sobre a superfície de saída. (Mikell Groover, 1996)

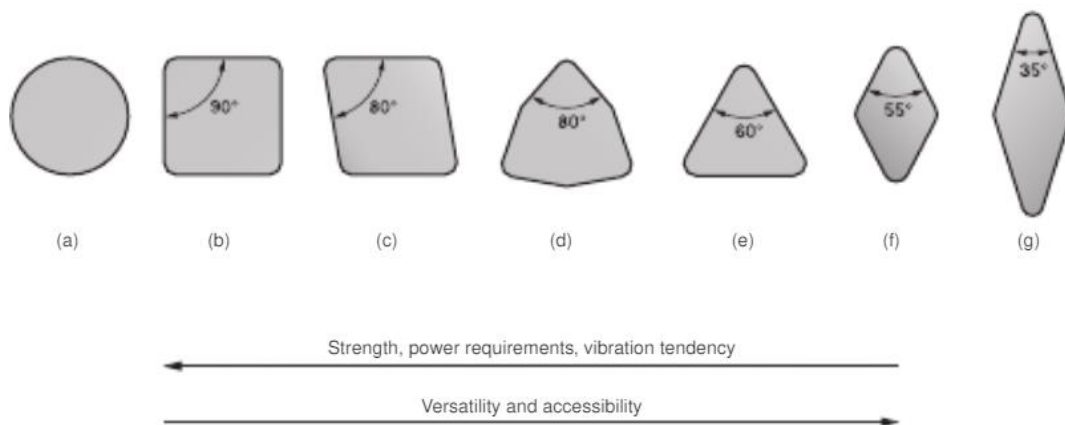
Ao todo, existem sete elementos geométricos em uma ferramenta monocortante. Quando especificados na ordem a seguir, esses elementos formam uma designação padronizada que representa toda geometria da ferramenta: ângulo facial de saída, ângulo lateral de saída, ângulo facial de folga, ângulo lateral de folga, ângulo de posição da aresta secundária, complemento do ângulo de posição e raio de ponta. (Mikell Groover, 1996)

A eliminação de cavacos é um problema frequentemente encontrado no torneamento (Mikell Groover, 1996). Os quebra-cavacos são utilizados com frequência em ferramentas monocortantes para forçar o cavaco a se curvar com maior intensidade do que seria a sua tendência natural, causando assim sua fratura. Existem duas formas principais de projeto de quebra-cavacos usualmente utilizadas em ferramentas monocortantes: quebra-cavaco na própria superfície de saída da ferramenta de corte, e quebra-cavaco postigo, projetado como um dispositivo adicional na superfície de saída da ferramenta. A distância do quebra-cavaco pode ser ajustada no segundo tipo para diferentes condições de corte. (Mikell Groover, 1996)

Os insertos para ferramentas de corte são amplamente utilizados em usinagem em virtude do fator econômico e da sua adaptação a muitos tipos diferentes de operações de usinagem: torneamento interno e externo, mandrilamento, rosqueamento, fresamento e até furação. Estão disponíveis em diversos formatos e tamanhos para uma variedade de situações de corte encontradas na prática. (Mikell Groover, 1996)

Outros formatos comuns usados nas operações de torneamento são apresentados na Figura abaixo. (Mikell Groover, 1996)

Figura 1: Formatos de pastilhas



Fonte: Mikell Groover (1996)

De forma geral, deve ser selecionado o maior ângulo de ponta possível para se obter maior resistência e economia. Insertos circulares tem grande ângulo de ponta (e grande raio de ponta) apenas por causa de sua forma. Insertos com grande ângulo de ponta são inerentemente mais fortes e menos suscetíveis a quebrar ou lascar durante o corte, mas requerem maior potência e existe maior probabilidade de ocorrerem vibrações. (Mikell Groover, 1996)

Os insertos quadrados apresentam quatro arestas de corte, as formas triangulares têm três arestas, enquanto as formas rômbicas apenas duas (Mikell Groover, 1996).

Menos aresta de corte representam uma desvantagem o custo. Se dois lados do insertos podem ser usados (por exemplo, na maior parte das aplicações com ângulo de saída negativo), então o número de aresta de corte é duplicado. (Mikell Groover, 1996)

As formas rômbicas são usadas (especialmente com ângulos de ponta mais agudas) em razão de sua versatilidade e acessibilidade quando operações variadas devem ser realizadas. Essas formas podem ser posicionadas mais facilmente em pequenos espaços a ser usadas não apenas no torneamento, mas também para faceamento, e para torneamento curvilíneo. (Mikell Groover, 1996)

A vida da ferramenta é geralmente expressa em minutos, porém em certos casos prefere-se defini-la pelo percurso de corte ou percurso de avanço correspondente. (Dino Ferraresi, 1970)

Deve-se distinguir de certa forma o procedimento do desgaste das ferramentas com pastilhas de metal duro do das ferramentas de aço rápido. Nas primeiras o desgaste é progressivo e chega a valores que causam finalmente a quebra do gume cortante; nas ferramentas de aço rápido, porém antes de o desgaste chegar a estes valores, tem-se a destruição da aresta cortante, devido a diminuição da dureza da aresta com o aumento da temperatura de corte. (Dino Ferraresi, 1970)

Diversos são os tipos de desgaste e avarias que acontecem em uma ferramenta de usinagem. Antes de defini-los é importante diferenciá-los. Desgaste é a perda contínua e microscópica de partículas da ferramenta devido à ação do corte. As demais ocorrências são denominadas de avarias. (Anselmo Diniz, Francisco Marcondes, Nivaldo Coppini, 2010)

A vida da ferramenta é definida como a duração do tempo de corte que a ferramenta pode ser utilizada. Operar com a ferramenta até a falha catastrófica final é uma forma de definir a vida da ferramenta. (Mikell Groover, 1996)

No entanto, no chão de fábrica, geralmente não é vantajoso utilizar a ferramenta até que ocorre a falha por conta das dificuldades com a reafiação da ferramenta e dos problemas com a qualidade da superfície usinada. (Mikell Groover, 1996)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista. (Marconi e Lakatos, 2011)

O referente trabalho foi elaborado com base na metodologia de pesquisa qualitativa, a qual, segundo Marconi e Lakatos, pode ser caracterizada como a tentativa de compreensão detalhada dos significados e características situacionais do objeto de pesquisa.

Neste capítulo serão analisados os materiais e métodos utilizados no projeto para avaliar e comparar as características relacionadas a durabilidade das ferramentas de corte SANDVIK TNMG 160408-PM 4225 e TAEGUTEC TNMG 160408-TT 8115. O trabalho demonstrará, portanto, características de uma pesquisa de cunho descritivo e experimental.

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Tarugo de aço 1020

Foram utilizados 4 corpos de prova Tarugo de Aço 1020 com diâmetro de 30mm e comprimento de 360mm.

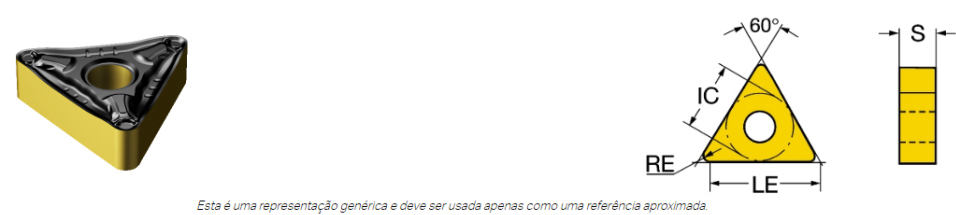
Figura 3 – Tarugo de Aço 1020



Fonte: Próprio autor (2018)

3.1.2 Ferramentas de corte

Figura 4 - Ferramenta de corte Sandvik



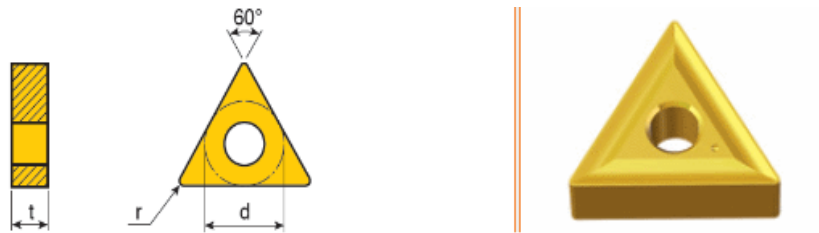
Fonte: Sandvik (2018)

Figura 5 - Dados da Ferramenta Sandvik

Classificação de materiais nível 1 (TMC1ISO)	Tipo de operação (CTPT)
P K	Medium
Formato e tamanho da pastilha (CUTINTSIZESHAPE)	Diâmetro do círculo inscrito (IC)
TN1604	9,525 mm
Código do formato da pastilha (SC)	Comprimento efetivo da aresta de corte
T	15,698 mm
Raio do canto (RE)	Propriedade da aresta Wiper (WEP)
0,794 mm	false
Sentido (HAND)	Classe (GRADE)
N	4225
Substrato (SUBSTRATE)	Cobertura (COATING)
HC	CVD Ti(C,N)+Al2O3+TiN
Espessura da pastilha (S)	Ângulo de folga principal (AN)
4,763 mm	0 deg
Peso do item (WT)	Ciclo de vida útil (LCS)
0,007 kg	Fora de linha
ID de liberação do pacote (RELEASEPACK)	
06.1	
Valores iniciais	
P	K
ap 3 mm(0.5-5)	ap 3 mm(0.5-5)
fn 0.3 mm/r(0.15-0.5)	fn 0.3 mm/r(0.15-0.5)
vc 355 m/min(440-285)	vc 185 m/min(240-140)

Fonte: Sandvik

Figura 6 - Ferramenta de corte Taegutec



Fonte: Taegutec (2018)

Figura 7 - Dados da Ferramenta Taegutec

Faixa ISO - P / M / K	(P05-P20)
Faixa ISO - H / S / N	
TRS	12
HRA	91
Tipo de Grau ou Revestimento	CVD
Camadas de revestimento	TiCN-Al ₂ O ₃ -TiN

Fonte: Taegutec (2018)

3.1.3 Torno convencional

Torno convencional da marca Veker, modelo TVK – 1440ECO.

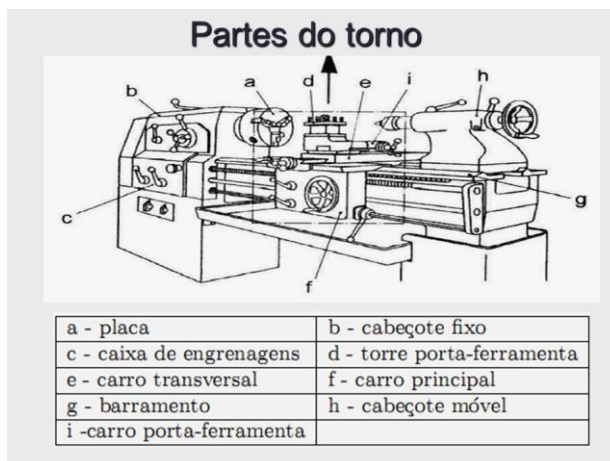
Figura 8 – Torno convencional



Fonte: Próprio autor (2018)

Para facilitar o entendimento do torno convencional mecânico segue abaixo ilustração das principais partes do mesmo.

Figura 9 - Partes do Torno



Fonte: Elias Junior

3.1.4 Suporte de ferramenta T

Suporte de ferramenta para fixação de pastilha de corte formato T.

Figura 10 – Suporte de ferramenta T



Fonte: Próprio autor (2018)

3.1.5 Broca

Figura 11 – Broca de aço 8mm



Fonte: Próprio autor (2018)

3.1.6 Mandril do torno

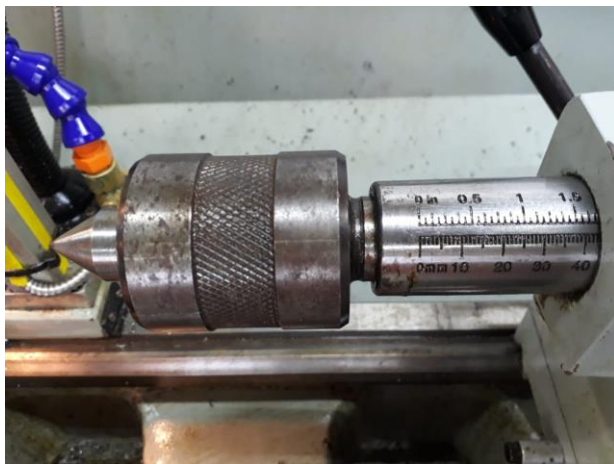
Figura 12 - Mandril do torno



Fonte: Próprio autor (2018)

3.1.7 Contraponto

Figura 13 - Contraponto



Fonte: Próprio autor (2018)

3.1.7 Paquímetro

Figura 14 – Paquímetro



Fonte: Vonder (2018)

3.1.8 Balança de precisão

Figura 15 - Balança Master AM-220



Fonte: Próprio autor (2018)

3.1.9 Pantec mmv-2515

Figura 16 - Pantec MMV-2515



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2 MÉTODO

Para a realização da parte prática da pesquisa foram utilizados os processos e etapas da usinagem, com enfoque no desgaste da ferramenta de corte para verificar sua durabilidade. Sendo o estudo de comparação entre dois objetos de corte de mesmo modelo e marcas diferentes, definiu-se o início do processo pela marca TAEGUTEC, seguido pelo processo da ferramenta de corte da SANDVIK. Foram utilizados dois parâmetros diversos, cada um

correspondendo a uma experiência e com os respectivos resultados também diferentes. Para cada experiência foi usado um exemplar da pastilha de cada marca, 1 da marca SANDVIK e um da marca TAEGUTEC, totalizando ao final da pesquisa a utilização de 4 ferramentas de corte para as duas experiências.

3.2.1 Definição do aço 1020

Foi definido aço conforme disponibilidade de material do Centro Universitário Assis Gurgacz, sendo este o aço 1020.

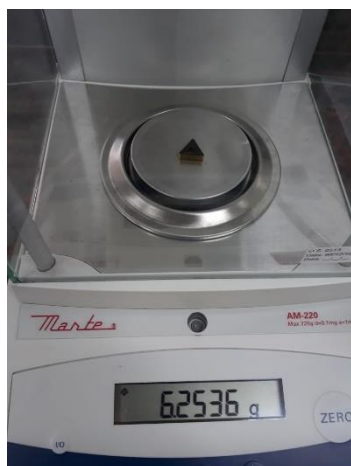
3.2.2 Escolha da ferramenta de corte

Optou-se pelas ferramentas de corte das marcas SANDVIK, renomada e importante para o meio de usinagem, e TAEGUTEC.

3.2.3 Pesagem das ferramentas de corte

Realizou-se a pesagem das ferramentas de corte das marcas utilizadas na pesquisa, SANDVIK e TAEGUTEC, para a primeira experiência.

Figura 17 - Ferramenta de corte Sandvik



Fonte: Próprio autor (2018)

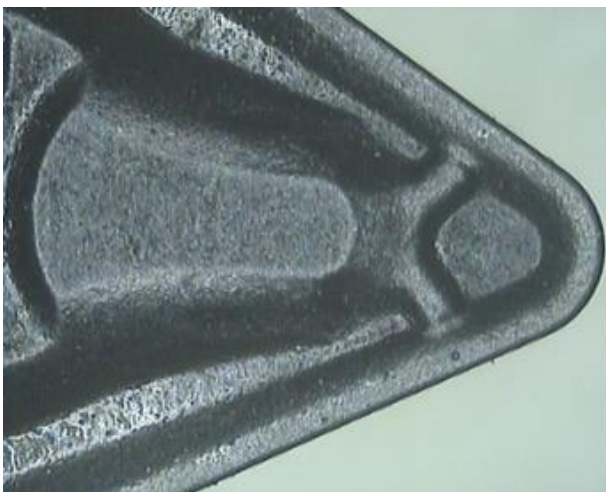
Figura 18 - Ferramenta de corte Taeugutec



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.4 Retirada de fotos das ferramentas a partir da pantec mmv-2515 antes da usinagem

Figura 19 – Pastilha SANDVIK antes da usinagem da primeira experiência



Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 20 – Pastilha TAEGUTEC antes da usinagem da primeira experiência



Fonte: Próprio autor (2018)

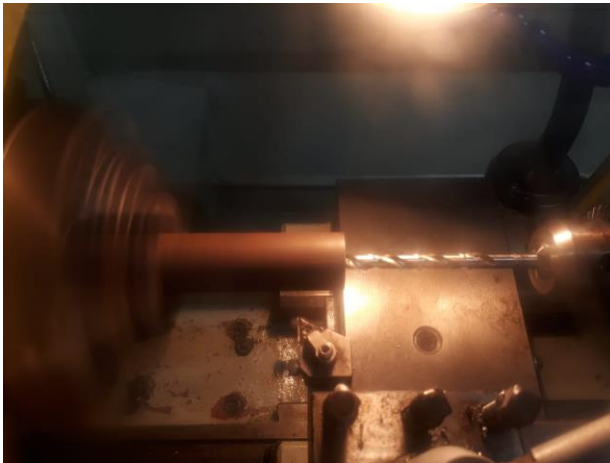
3.2.5 Colocação da ferramenta no torno convencional

Colocou-se a pastilha da TAEGUTEC no primeiro experimento, e a pastilha SANDVIK no segundo, no suporte de ferramenta T do torno convencional para fixá-la. Em seguida, inseriu-se a peça na placa do torno, fixando-a também e deixando aproximadamente 20mm para fora da castanha.

3.2.6 Furo de broca de centro

A broca foi colocada em seu suporte próprio, mandril, onde está localizado no cabeçote móvel do torno mecânico. Aproximou-se o cabeçote móvel, e a respectiva broca, da peça com uma distância de 5mm entre eles. Acionou-se a alavanca de trava do cabeçote móvel para deixá-lo fixo no barramento do torno. Por fim, nesta etapa, foi ligado o torno com 1255 rpm e a broca foi zerada ao tocar a peça através do manuseio da manivela, iniciando então a formação de um furo com 5mm de profundidade na peça.

Figura 21 – Furo de broca de centro



Fonte: Próprio Autor (2018)

3.2.7 Colocação do contraponto e fixação da peça no contraponto

Após o furo de broca de centro foi retirado o mandril e inserido o contraponto no cabeçote móvel, para fixação da peça, com o objetivo de não ocorrer flambagem e diminuir ao máximo a vibração mecânica na peça.

Para a fixação da peça no contraponto, abriu-se a castanha deslocando a peça para frente deixando aproximadamente 50mm preso dentro da castanha. O cabeçote foi regulado de acordo com a parte da peça fora da castanha, com uma distância aproximada de 5mm entre a peça e o contraponto. Alavancou-se a trava do cabeçote e através da manivela foi inserido a ponta do contraponto no furo feito da peça pela broca de centro, acionando em seguida a alavanca de travamento da manivela.

Figura 22 - Fixação do contraponto



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.8 Parâmetros de usinagem

A definição de parâmetros de usinagem para a primeira experiência foi feita respeitando as determinações e limites do fabricante. Foi escolhido para a primeira experiência a rotação do cabeçote 1255 rpm, com 1mm de profundidade de corte e um avanço de corte da ferramenta de 30mm por segundo. Optou-se por retirar 15mm de material da peça, sendo assim, totalizando 15 passos para analisar a existência de desgaste da ferramenta de corte percorrendo uma distância de 230mm por passo.

3.2.9 Início do processo de usinagem

Com o torno ligado, aproximou-se cuidadosamente a ferramenta de corte através da manivela do carro transversal até tocar a peça onde será visto uma marcação na mesma. Em seguida, foi retirada a ferramenta fora da peça na direção horizontal (carro principal). Adentrou-se a ferramenta de corte para fora da peça em 1mm, através do carro transversal, ligou-se a mangueira de refrigeração do torno e foi acionado a alavanca de avanço de corte automática. Com o acionamento da alavanca de avanço de corte do carro principal, a ferramenta de corte deu início a usinagem da peça percorrendo uma distância de 230mm. Foi repetido o processo por 15 vezes com a ferramenta de corte da marca TAEGUTEC e após foi realizado o mesmo processo com a ferramenta de corte da marca SANDIVIK.

Figura 23 - Processo de usinagem com mangueira de refrigeração



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.11 Fim do processo de usinagem

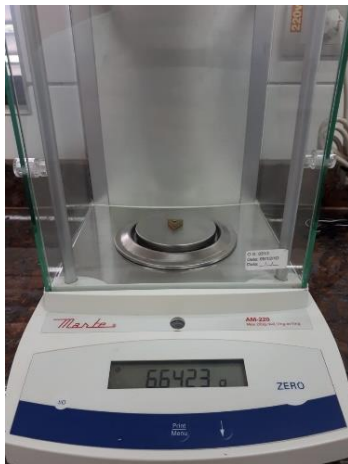
Retirou-se as pastilhas, limpando seus resíduos, e nova pesagem foi realizada para fins comparativos entre as diferentes marcas.

Figura 24 – Pastilha SANDVIK pós usinagem



Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 25 – Pastilha TEAGUTEC pós usinagem

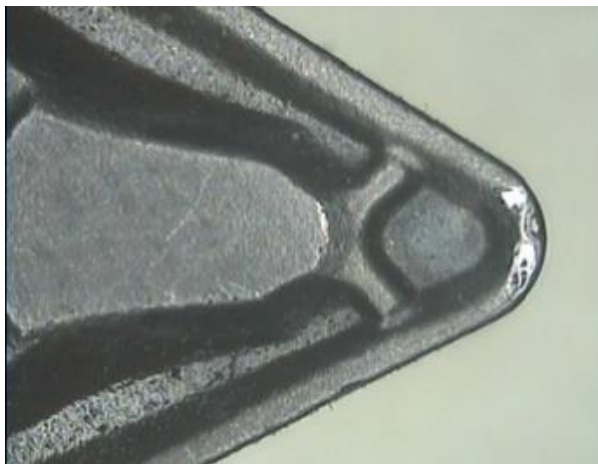


Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.11 Retirada de fotos das ferramentas a partir da pantec mmv-2515 pós usinagem

Após pesagem, tirou-se fotos microscópicas das ferramentas de corte através do maquinário Pantec MMV-2515 para analisar enfim o desgaste que cada uma obteve durante a usinagem.

Figura 26 – Pastilha SANDVIK pós usinagem da primeira experiência



Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 27 – Pastilha TAEGUTEC pós usinagem da primeira experiência



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.12 MUDANÇA DE PARÂMETROS DE USINAGEM PARA NOVA EXPERIÊNCIA

3.2.12.1 Pesagem das ferramentas de corte

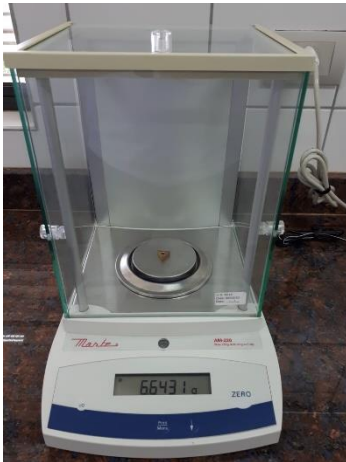
Realizou-se a pesagem das ferramentas de corte das marcas utilizadas na pesquisa, TAEGUTEC e SANDIVIK, para a segunda experiência.

Figura 28 - Ferramenta Sandvik antes da usinagem da segunda experiência.



Fonte: Próprio autor (2018)

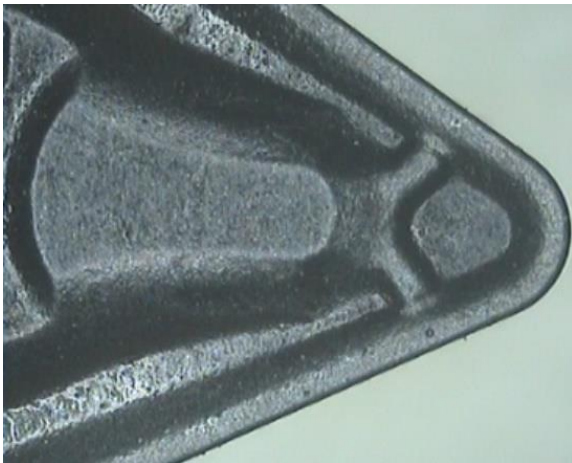
Figura 29 - Ferramenta Taegutec antes da usinagem da segunda experiência.



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.12.2 Retirada de fotos das ferramentas a partir da pantec mmv-2515 antes da usinagem

Figura 30 - Pastilha SANDVIK antes da usinagem da segunda experiência



Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 31 - Pastilha TAEGUTEC antes da usinagem da segunda experiência



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.12.1 Parâmetros de usinagem para nova experiência

A definição de parâmetros de usinagem para a segunda experiência foi feita respeitando as determinações e limites do fabricante. Foi escolhido para essa segunda experiência a rotação do cabeçote 755 rpm, com 1,5mm de profundidade de corte e um avanço de corte da ferramenta de 30mm por segundo. Optou-se, novamente, por retirar 15mm de material da peça, sendo assim, totalizando 10 passos para analisar a existência de desgaste da ferramenta de corte percorrendo uma distância de 230mm por passo.

3.2.12.2 Processo de usinagem

Será repetido o mesmo processo de usinagem realizado na primeira experiência.

3.2.12.3 Fim do processo de usinagem

Retirou-se as pastilhas, limpando seus resíduos, e nova pesagem foi realizada para fins comparativos entre as diferentes marcas.

Figura 32 - Ferramenta de corte Sandvik pós processo



Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 33 - Ferramenta de corte Taegutec pós processo



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.12.4 Retirada de fotos das ferramentas a partir da pantec mmv-2515 pós usinagem

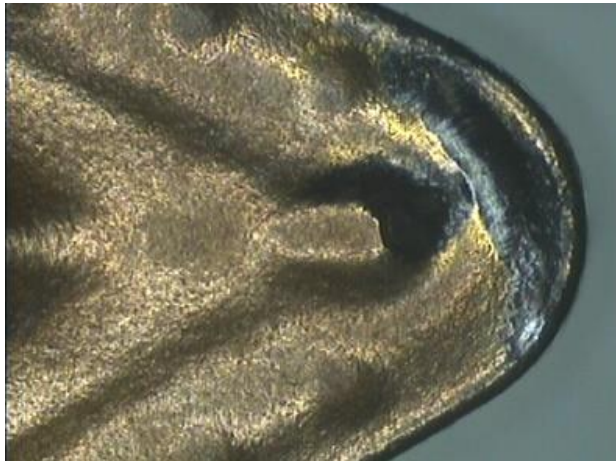
Após pesagem, tirou-se fotos microscópicas das ferramentas de corte através do maquinário Pantec MMV-2515 para analisar enfim o desgaste que cada uma obteve durante a usinagem na nova experiência.

Figura 34 – Pastilha SANDVIK pós usinagem



Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 35 – Pastilha TAEGUTEC pós usinagem

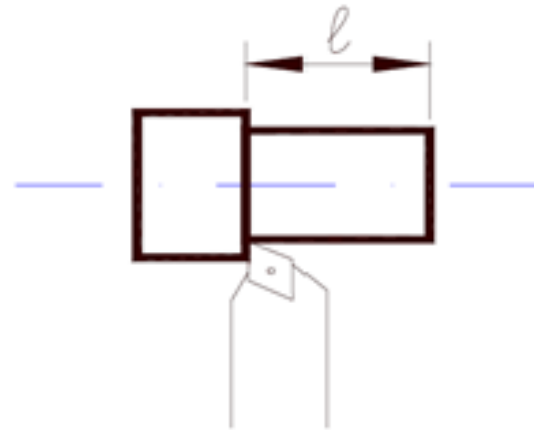


Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.13 Tempo de usinagem

Figura 36 - Cálculo de tempo de usinagem

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v_f} = \frac{l}{n \cdot f} \text{ (min)}$$



Fonte: Paulo Eduardo Spasin (2016)

Conforme os cálculos realizados, de acordo com a fórmula acima, o processo de usinagem para cada peça durou cerca de 9 minutos e 16 segundos na primeira experiência com uma rotação de 1255 RPM.

Para o comprimento da fórmula tem que ser levado em conta os 15 passos de 1,00mm de profundidade feitos na peça, sendo assim 230mm x 15 = 3.450,00 mm.

Já para segunda experiência, foi realizado 10 passos de 1,5mm de profundidade, sendo assim um comprimento total de 230mm x 10 = 2.300,00mm. Logo, seu tempo de usinagem foi de 10 minutos e 15 segundos para cada peça com uma rotação de 755 RPM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao final das duas pesquisas, cada uma realizada com seus respectivos parâmetros, obtiveram-se resultados que possibilitaram análises, comparações e conclusões sobre a durabilidade das ferramentas de corte, objetos de pesquisa deste trabalho.

Na primeira experiência com a pastilha SANDIVIK, notou-se maior desgaste da ferramenta, visto que a diferença de pesagem antes da usinagem e depois da usinagem foi de 0,0002g comparado com a segunda experiência, em que não se obteve desgaste significativo devido a constância da massa. Confirmam-se os resultados da pesagem ao analisar as imagens tiradas pela Pantec MMV-2515, onde nota-se visivelmente o desgaste mais relevante que ocorreu na primeira experiência.

Na primeira experiência com a pastilha TAEGUTEC, notou-se maior desgaste da ferramenta, visto que a diferença de pesagem antes da usinagem e depois da usinagem foi de 0,0008g comparado com a segunda experiência, em que a diferença de massa foi de 0,0006g. Confirmam-se os resultados da pesagem ao analisar as imagens tiradas pela Pantec MMV-2515, onde nota-se visivelmente o desgaste mais relevante que ocorreu na primeira experiência.

Mediante os dados obtidos de desgaste das ferramentas de corte das marcas SANDIVIK e TAEGUTEC na pesquisa, foi possível concluir o objetivo do trabalho, que era a averiguação da durabilidade das ferramentas citadas acima.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados adquiridos da pesquisa, conclui-se que mesmo com mudanças de parâmetros os quais as ferramentas submetem-se, o resultado final se mantém dentro do esperado. As pastilhas da marca SANDIVIK obtiveram melhor desempenho durante o processo de usinagem que lhes acarretaram menores desgastes, comparados com os desgastes das pastilhas da marca TAEGUTEC, e, conseqüentemente, deram às ferramentas de corte da SANDIVIK a consagração de maior durabilidade e eficiência. O objetivo da pesquisa do trabalho de conclusão do curso de Engenharia Mecânica foi alcançado, visto que foi possível definir qual das marcas possuíam ferramentas de corte com maior durabilidade e, assim, melhor desempenho.

5.1 Contribuições

Assim sendo, o estudo da durabilidade das ferramentas de corte realizado no projeto é de suma importância para os empresários do ramo metalmeccânico, visto que através da notória diferença de durabilidade entre pastilhas de marcas diversas pode-se refletir e optar por um inserto com maior eficiência e com melhor desempenho que trará mais vantagens para o comprador, não sendo apenas o baixo custo um atrativo primordial.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Análise de ferramentas de corte em torno CNC, onde se obtém maiores velocidades de corte;
- Ferramenta de corte em usinagem a seco;
- Utilização de ferro de fundido para os mesmos modelos de pastilhas, onde suas classes são P (aço) e K (ferro fundido);
- Utilização de diferentes óleos solúveis para usinagem;
- Avaliação da rugosidade superficial comparando ferramentas de corte, parâmetros e desgaste;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, Oswaldo L. et al. **Processos de fabricação e planejamento de processos**. Disponível em <http://marioloureiro.net/tecnica/mecanica/ProcessosFabricoUnivCampinas.pdf>
Acesso em: 10 de outubro de 2018

BENNISON, Amira K. et al. **Atlas de historia mundial**. Tradução de Ana Valeria Martins Lessa et al. 1. Ed. Rio de Janeiro: Reader's Digest Brasil, 2001.

BRAUDEL, Fernand. **Civilização material, economia e capitalismo: séculos XV-XVIII**. Volume 3. São Paulo: Martins Fontes, 1996

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia mecânica: Processos de fabricação e tratamento**. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.

DINIZ, A.; MARCONDES, F.; COPPINI, N. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 7.ed. São Paulo: Artliber Editora, 2010.

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. São Paulo: Editora Blucher, 1970.

FREIRE, J.M. **Torno Mecânico**. Rio de Janeiro: Editora S.A, 1984.

GROOVER, Mikell P. **Introdução aos Processos de Fabricação**. 1.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

KANZLER, Giuberto. **Torneamento**. Disponível em <https://usinagemvirtual.blogspot.com/2009/03/torneamento.html>>. Acesso em: 10 de outubro de 2018

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MARINHO, Bernadete de Lourdes et al. **Manufatura Classe Mundial**. São Paulo: Atlas, 2001.

ROSSETTI, Tonino. **Manual prático do torneiro mecânico e do fresador**. Tradução de João Amêndola. São Paulo: Hemus, 2004.

SODANO, E. **Manual do Torneiro Mecânico**. Editora Presença, 1979

WEISS, Almiro. **Processos de fabricação mecânica**. Curitiba: livro técnico, 2012.