CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

JOÃO MARCOS CORSO

WILIAN DUTRA

ESTUDO E COMPARATIVO DA VIDA ÚTIL DE PASTILHAS DE CORTE UTILIZADAS A SECO DAS MARCAS: SANDVIK E TAEGUTEC

CASCAVEL - PR

2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

JOÃO MARCOS CORSO

WILIAN DUTRA

ESTUDO E COMPARATIVO DA VIDA ÚTIL DE PASTILHAS DE CORTE UTILIZADAS A SECO DAS MARCAS: SANDVIK E TAEGUTEC

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador: Sérgio Henrique Rodrigues Mota

CASCAVEL – PR
2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

JOÃO MARCOS CORSO
WILIAN DUTRA

ESTUDO E COMPARATIVO DE VIDA ÚTIL DE PASTILHAS DE CORTE UTILIZADAS A SECO DAS MARCAS: SANDVIK E TAEGUTEC

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor **SERGIO HENRIQUE MOTA**

BANCA EXAMINADORA

Orientador Profº. Msc. Sergio Henrique Rodrigues Mota
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico

Professor Msc. Eduardo Madureira
Centro Universitário Assis Gurgacz
Economista

Professor Esp. Geovane Pinheiro
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro de Controle e Automação

Cascavel, 23 de Novembro de 2020.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais e familiares,

pela compreensão e apoio nas horas difíceis, fonte da nossa motivação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, pela força divina em nossas vidas.

A nossas famílias e amigos, por entender a nossa ausência diária durante esta longa caminhada.

Pelo Centro Universitário Assis Gurgacz que nos disponibilizou o laboratório e equipamentos para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Ao Professor Sergio Henrique Mota, pelo apoio no desenvolvimento e paciência, para que esse trabalho pudesse ser realizado.

RESUMO

O estudo apresentado no trabalho é uma análise de durabilidade das ferramentas de corte de marcas diferentes para a usinagem em um torno convencional sem a utilização de fluido refrigerante. O intuito é saber qual das ferramentas de corte têm maior eficiência ou vantagem para o trabalho em alta temperatura, sendo assim, sem resfriamento no processo de usinagem, buscando dessa maneira achar qual modelo seria a melhor opção. Serão aplicadas pesquisas de campo na utilização de um torno convencional e ferramentas de corte, com o objetivo de obter dados práticos por meio da utilização dos parâmetros fornecidos pelo fabricante para fins de cálculos. Seguindo essa metodologia, encontra-se por meio de cálculos os valores que serão utilizados nos experimentos de comparação entre as duas ferramentas que terão suas pastilhas submetidas ao torno convencional para a realização da usinagem. A partir da obtenção de dados experimentais, após todas as operações serem feitas de forma correta e seguindo os passos descritos e com a medida de rugosidade, micrômetro e observações microscópicas, espera-se chegar ao resultado de qual dos componentes apresenta melhor eficiência para o modelo de usinagem disposto.

Palavras-chave: Ferramenta de corte. Torno convencional. Usinagem a seco. Durabilidade da ferramenta de corte.

ABSTRACT

The study presented in the work is an analysis of the durability of cutting tools of different brands for machining in a conventional lathe without the use of refrigerant. The aim is to know which of the cutting tools have a greater efficiency or advantage for working at high temperature, thus, without cooling in the machining process, thus seeking to find which model would be the best option. Field research will be applied in the use of a conventional lathe and cutting tools, in order to obtain practical data on the use of the parameters provided by the manufacturer for calculation purposes. Following this methodology, it is found through calculations the values that will be used in the comparison experiments between the two tools that must have their inserts submitted to the conventional lathe for the machining. From obtaining experimental data, after all operations are done correctly and following the previous steps and with the measurement of roughness, micrometer and microscopic, it is expected to arrive at the result of which of the components have a better efficiency for the machining model described.

Keywords: Cutting tool. Conventional lathe. Dry machining. Cutting tool durability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Tarugo de aço 1020 20
FIGURA 2: Ferramenta de corte sandvik 21
FIGURA 3: Dados da ferramenta sandvik 21
FIGURA 4: Ferramenta de corte taegutec 22
FIGURA 5: Dados da ferramenta taegutec 22
FIGURA 6: Balança de precisão 22
FIGURA 7: Torno convencional da marca veker modelo TVK– 1440ECO 23
FIGURA 8: Componentes do torno 23
FIGURA 9: Ferramenta para suporte da pastilha 24
FIGURA 10: Broca de centro 24
FIGURA 11: Pantec MMV-2515 25
FIGURA 12: Contraponto 25
FIGURA 13: Paquímetro 26
FIGURA 14: Mandril do torno 26
FIGURA 15: Aferição da balança com peso padrão 28
FIGURA 16: Pesagem da pastilha “a” da sandvik 28
FIGURA 17: Pesagem da pastilha “b” da sandvik 29
FIGURA 18: Pesagem da pastilha “a2” da taegutec 29
FIGURA 19: Pesagem da pastilha “b2” da taegutec 30
FIGURA 20: Pastilha sandvik “a” - antes da usinagem 31
FIGURA 21: Pastilha sandvik “b” - antes da usinagem 31
FIGURA 22: Pastilha taegutec “a2” - antes da usinagem 31
FIGURA 23: Pastilha taegutec “b2” - antes da usinagem 32
FIGURA 24: Aproximação para a furação com broca de centro 33
FIGURA 25: Contraponto fixado na peça a ser usinada 34

FIGURA 26: Pastilha sandvik “a” depois do desgaste.....35
FIGURA 27: Pesagem da pastilha “a” da sandvik depois do desgaste 35
FIGURA 28: Pastilha taegutec “a2” depois do desgaste 36
FIGURA 29: Pesagem da pastilha “a2” da taegutec depois do desgaste 36
FIGURA 30: Pastilha sandvik “b” depois do desbaste.....37
FIGURA 31: Pesagem da pastilha “b” da sandvik depois do desgaste 37
FIGURA 32: Pastilha taegutec “b2” depois do desgaste 38
FIGURA 33: Pesagem da pastilha “b2” da taegutec depois do desgaste 38
FIGURA 34: Perca de material de cada pastilha.....40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 OBJETIVO GERAL 13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
1.3 JUSTIFICATIVA 13
1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA 14
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA 14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
2.1 FERRAMENTAS DE CORTE 15
2.2 TORNO CONVENCIONAL 16
2.3 USINAGEM A SECO 17
2.4 DURABILIDADE DAS FERRAMENTAS DE CORTE 18
3 MATERIAIS E MÉTODOS 20
3.1 MATERIAIS 20
3.1.1 Tarugo 1020 20
3.1.2 Ferramentas de corte 21
3.1.3 Balança de precisão Pioneer Ohaus 22
3.1.4 Torno convencional 23
3.1.5 Ferramenta para suporte da pastilha 24
3.1.6 Broca de centro 24
3.1.7 Microscópio Pantec mmv – 2515 25
3.1.8 Contraponto 25
3.1.9 Paquímetro 26
3.1.10 Mandril do torno 26
3.2 MÉTODOS 27
3.2.1 Definição do aço 1020 27
3.2.2 Escolha da ferramenta de corte 27
3.2.3 Pesagem das ferramentas de corte antes da usinagem 27
3.2.4 Observação das pastilhas em microscópio 30
3.2.5 Colocação da ferramenta de corte no torno convencional 32
3.2.6 Parametros de Usinagem 32
3.2.7 Furo de broca de centro 33

3.2.8 Colocação do contraponto e sua importância 33
3.2.9 Início do processo de usinagem.....34
3.2.10 Fim da usinagem.....34
3.2.11 Mudança de parâmetros de usinagem para nova experiência.....37
3.2.12 Tempo de usinagem.....39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....41
5.1 CONTRIBUIÇÕES 41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....43

1 INTRODUÇÃO

Nas operações de usinagem, a extração de material por meio da penetração da ferramenta de corte no tarugo traz como consequência uma geração de calor devido ao atrito, à deformação plástica e ao cisalhamento ocorrido. As temperaturas geradas dependem do método de corte utilizado, tais como avanço, velocidade de corte, profundidade de usinagem e o uso ou não de fluido refrigerante (CARVALHO,ABRÂO,RUBIO, 2004).

O estudo desenvolvido neste trabalho revela particularidades de uma pesquisa que envolve tanto uma parte descritiva quanto uma parte experimental, na qual serão realizados testes de durabilidade para comparar os dados finais. Também será examinada a durabilidade (vida útil) das ferramentas de corte do torno convencional, sem a utilização de fluido refrigerante para o processo de usinagem, tanto para a marca SANDVIK quanto para a TAEGUTEC.

O processo de fabricação possui diversas etapas e uma delas é a usinagem, que, segundo Ferraresi (1970), sucede um desgaste na face de saída de folga da ferramenta, o que consequentemente faz com que haja alteração na sua durabilidade.

O desgaste está diretamente relacionado com os parâmetros de usinagem utilizados, tais como: velocidade de corte, avanço e profundidade de corte, além do material da peça. Tendo isso em vista, é possível fazer a otimização desses processos de corte, possibilitando uma redução de custos na usinagem por proporcionar maior vida útil à ferramenta, ou, ainda, maior tempo de usinagem, auxiliando na hora da escolha da melhor ferramenta de corte, por meio de estudos.

É de grande relevância o estudo proposto para avaliar e comparar ambas as ferramentas de corte de fabricantes diferentes por meio de dados obtidos na pesquisa de campo, utilizando o torno convencional, porém, sem a utilização do fluido refrigerante, pretendendo definir, para essa circunstância, qual das ferramentas de corte terá maior vida útil passando pelos mesmos procedimentos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Comparar a durabilidade (vida útil) das ferramentas de corte do torno convencional entre as marcas: SANDVIK e TAEGUTEC, no processo de usinagem em torno convencional sem a utilização de fluido refrigerante.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar testes de ferramentas de corte de torno convencional sem fluido refrigerante.
- Apontar os testes de desempenho entre as marcas SANDVIK e TAEGUTEC.
- Comparar os testes de desempenho entre as marcas SANDVIK e TAEGUTEC para verificar qual terá uma vida útil mais prolongada.

1.3 JUSTIFICATIVA

Quando o homem conseguiu explorar a força motriz da água, e na sequência a do vapor, realizando o movimento rotatório contínuo, teve início a era dos tornos e das máquinas-ferramentas. A partir deste momento, foram se aperfeiçoando cada vez mais as partes do torno, e tudo isso ocorreu graças à indústria metalúrgica em geral, e à siderúrgica em particular; ambas tornaram possível ter certo grau de perfeição, por intermédio da construção de muitas das partes de órgãos metálicos (ROSSETTI, 2004).

De acordo com Ferraresi (1970), as ferramentas de corte são utilizadas para facear as peças que são usinadas em um torno convencional, sendo de extrema importância para a peça final o material da ferramenta de corte, tendo como suas principais propriedades a alta dureza, alta resistência ao desgaste, alta resistência de cisalhamento, entre outros. Dependendo do uso dessa ferramenta, tem-se um desgaste nela, fazendo com que perca outras características do material.

O projeto demonstra um estudo sobre a comparação de ferramentas de corte, sempre utilizadas nas mesmas rotações, avanço de corte e outros parâmetros para que, ao final, possa comparar e mostrar qual das ferramentas sofreu maior desgaste

e demais resultados. O experimento será realizado com duas marcas diferentes, mas de mesma classe, com as mesmas características, para verificar qual se comporta da melhor maneira para a usinagem do material.

Para que um produto qualquer (um conjunto mecânico ou não) seja bem visto pelo mercado consumidor, não basta ter um bom projeto dimensional, 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 parte das muitas que devem ser passadas até que o produto seja colocado no mercado. A partir dos desenhos das peças, busca-se determinar os processos produtivos, fornecendo a sequência de fabricação, máquinas, ferramental de corte, fixação e medição, condições de usinagem. Quando se fala em usinagem no meio acadêmico, ao abordar o assunto de ferramentas de corte, é de alta relevância e finalidade para quem quer seguir no ramo 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, 2004).

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Como a falta de fluido refrigerante afeta a vida útil das ferramentas de corte SANDVIK e TAEGUTEC?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho foi realizado no laboratório de engenharia mecânica do Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, localizado na cidade de Cascavel, Paraná, tendo em vista o amplo acervo de equipamentos mecânicos. Foi utilizado como principal equipamento um torno convencional mecânico para que seja feita a realização do processo de usinagem, a fim de avaliar as ferramentas de corte SANDVIK TNMG 160408-PM 4225 e TAEGUTEC TNMG 160408-TT 8115 para que se obtenham os resultados da pesquisa e seja possível compará-los qualitativamente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FERRAMENTAS DE CORTE

A ferramenta de corte é um dos primeiros utensílios que o homem vem utilizando desde a era pré-histórica (FERRARESI, 1970).

As ferramentas de corte que não têm uma forma padrão. Muitas vezes, são constituídas de aço rápido ou de um tipo de metal duro que possa aderir ao cabo (metal duro que suporta choques térmicos) (DINIZ *et al*., 2010).

A ferramenta de corte deve ter uma geometria apropriada para fazer a usinagem. Uma forma relevante de classificar a ferramenta de corte se refere ao tipo de usinagem ao qual a ferramenta será submetida. Dessa maneira, há ferramentas de torneamento, ferramentas de sangrar (bedame), fresas, brocas, alargadores, machos e outras variadas ferramentas de corte, que são nomeadas de acordo com a operação para as quais são utilizadas, cada uma delas com uma geometria própria e algumas têm uma forma bastante singular (GROOVER, 1996).

Ferramentas de corte podem ser separadas em dois grupos: monocortante e multicortante. As ferramentas monocortantes são utilizadas em mandrilhamento, aplainamento e torneamento. Ferramentas multicortantes são utilizadas em serramento, brochamento, fresamento, rosqueamento, alargamento e perfuração. Muitos conceitos que são aplicados nas ferramentas monocortantes também são aplicados a outros tipos de ferramentas de corte, porque o mecanismo que forma cavaco é basicamente o mesmo para todas as operações de usinagem (GROOVER, 1996).

Os insertos para ferramentas de corte são vastamente empregados na usinagem devido ao fator econômico e a sua adaptação a variados tipos de operação de usinagem: torneamento interno e externo, rosqueamento, fresamento, furação e mandrilhamento. Estão disponíveis em variadas formas e tamanhos para diferentes situações de corte que são encontrados na prática.

Para ferramentas monocortantes, a orientação da superfície de saída é definida por dois ângulos: ângulo lateral de saída e ângulo facial de saída. Ambos os ângulos são de extrema importância para indicar a direção do escoamento do cavaco sobre a superfície de saída (GROOVER, 1996).

No total, existem sete elementos geométricos em uma ferramenta monocortante. Quando detalhado na ordem a seguir, forma-se uma designação de maneira padronizada que representa toda a 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 (GROOVER, 1996).

A eliminação de cavaco é um problema comum que é encontrado no processo de torneamento (GROOVER, 1996). Os quebra-cavacos são aplicados com frequência em ferramentas monocortantes, fazendo com que o cavaco se curve com maior intensidade, diferentemente de como seria sua tendência natural, causando assim sua fratura. Há duas maneiras principais para que haja uma quebra de cavaco usualmente utilizadas em ferramentas monocortantes: quebra-cavaco na superfície de saída da ferramenta de corte, e quebra-cavaco postiço, projetado com um dispositivo adicional na superfície de saída da ferramenta. A distância do quebra-cavaco pode ser configurada na segunda opção para diferentes condições de corte (GROOVER, 1996).

2.2 TORNO CONVENCIONAL

Torneamento é um processo mecânico de usinagem que tem como objetivo a obtenção de superfícies de revolução com a ajuda de uma ou mais ferramentas monocortantes. Portanto, a peça rotaciona em torno do eixo principal de rotação da máquina e a ferramenta se movimenta simultaneamente, seguindo uma trajetória coplanar com o referido eixo (FERRARESI, 1970).

O processo de torneamento é realizado em uma máquina-ferramenta chamada torno, que concede a potência que o processo necessita para que seja feito o torneamento da peça a determinada velocidade de rotação e o avanço da ferramenta a determinada velocidade e profundidade do corte específicas (GROOVER, 1996).

O torno mecânico convencional e a maioria das máquinas descritas nesta seção são tornos horizontais, ou seja, o eixo de trabalho principal é horizontal. Sendo o mais adequado para a maior parte dos trabalhos de torneamento, em que o comprimento da peça é maior que o seu diâmetro. Para a execução de torneamento quando a peça tem seu diâmetro maior que seu comprimento e a peça é pesada, é

mais indicado que a peça rotacione em torno de um eixo vertical. Quando a máquina trabalha dessa forma, é nomeada torno vertical (GROOVER, 1996).

Quanto ao objetivo, o procedimento de torneamento pode ser divido em operação de desbaste e de acabamento. Compreende-se por operação de acabamento todo aquele que retira material para que alcance na peça as dimensões finais, ou o acabamento superficial especificado, ou, ainda, ambos. O desbaste é a parte anterior à de acabamento, ou seja, visa obter na peça a forma e as dimensões aproximadas do resultado final especificado (FERRARESI, 1970).

As quatro maneiras que são mais utilizadas para fixar as peças no torno consistem em variados mecanismos para prender a peça, alinhá-la, mantê-la em posição paralela ao eixo principal e girá-la. Os métodos de fixação na hora da operação são: prender a peça entre pontas, em placa de castanhas, em pinça e em placa plana (GROOVER, 1996).

2.3 USINAGEM A SECO

Diante das preocupações ambientais causadas pelo uso de fluido refrigerantes para o corte nos processos de usinagem, grande atenção é dada hoje em dia a tecnologias ambientalmente corretas que objetivam a preservação do meio ambiente. Também há outros problemas relacionados à utilização de fluido de corte, como os custos referentes à sua utilização, o perigo à saúde do operador e a gradual severidade da legislação quanto ao descarte industrial. Tudo isso tem feito com que as indústrias revejam suas produções, adequando-se às exigências da sociedade. Encaixa-se para esse contexto a usinagem a seco, ou seja, sem a utilização de fluido para refrigerar esse processo, e novas maneiras para que se utilizem quantidades mínimas de lubrificante (ZEILMANN *et al*., 2009).

Quando se opta pela não utilização de fluido refrigerante, retiram-se da usinagem os seus benefícios, que são: refrigeração, lubrificação e remoção de cavacos gerados. Isso faz com que haja mais atrito e adesão entre a ferramenta e a peça, fazendo com que elas sejam submetidas a uma maior carga térmica, podendo resultar em um desgaste maior da ferramenta e prejudicando a qualidade da superfície das peças e suas geometrias. Porém, em processos de corte interrompido, como o fresamento, o gume aquece durante o corte, e é resfriado quando sai da zona de corte. Essa variação da temperatura pode causar expansão e

contração das ferramentas, levando-as a sofrerem a formação de trincas térmicas. A utilização de fluido de corte aumenta a variação térmica, fazendo com que também haja um aumento da probabilidade de ocorrência desse tipo de trinca, podendo causar o lascamento do gume da ferramenta (ZEILMANN *et al*., 2009).

Existem exemplos clássicos na usinagem em que a utilização de fluido refrigerante no corte prejudica o processo. Um desses exemplos ocorre quando se usina com ferramentas de cerâmica, que, preferencialmente, deve ser feito a seco, pois a utilização do fluido faz com que possam ocorrer choques térmicos com eventual fratura da ferramenta (SALES; DINIZ; MACHADO, 2001).

2.4 DURABILIDADE DAS FERRAMENTAS DE CORTE

Segundo Ferraresi (1970), caracteriza-se como vida da ferramenta o tempo em que ela trabalha efetivamente (deduzido os tempos passivos), até que perca a sua capacidade de corte, que já é previamente estabelecido. Quando atinge esse tempo, a ferramenta deve ser reafiada ou trocada. Com isso definido, estabelece-se que a vida da ferramenta é o tempo entre as duas afiações sucessivas necessárias, no qual ela trabalha efetivamente.

A sua perda de capacidade de corte é avaliada geralmente por meio de determinado grau de desgaste (FERRARESI, 1970).

Ferraresi (1970) cita quais são os fatores que definem a consolidação de determinado desgaste, e consequentemente a vida da ferramenta. Dessa maneira, a ferramenta deve ser retirada da máquina quando: o desgaste da superfície de saída da ferramenta atinge proporções tão elevadas, que se receita uma quebra do gume cortante; os desgastes alcançam valores em que a temperatura do gume cortante (grande parte causada por conta do atrito existente entra a ferramenta com o cavaco e com a peça) se aproxima da temperatura em que a ferramenta perde o seu fio para o corte, proveniente do desgaste na superfície de folga da ferramenta, não há mais maneiras possíveis de manter as tolerâncias exigidas na peça; o acabamento da peça usinada não é satisfatório; o aumento da força de usinagem, devido ao desgaste elevado na ferramenta, interfere no funcionamento da máquina.

A vida da ferramenta é quase sempre expressa em minutos, por isso, em alguns casos, prefere-se defini-la pelo seu percurso de corte ou percurso de avanço correspondente (FERRARESI, 1970).

Deve-se fazer a diferenciação de certa forma do método de desgaste das ferramentas com pastilhas de metal duro do método das ferramentas de aço rápido. Nas primeiras, o desgaste é gradual e chega a valores que, como consequência, causam a quebra do gume cortante; nas ferramentas de aço rápido, antes de o desgaste alcançar esses valores, tem-se a destruição da aresta cortante, por conta da diminuição da dureza da aresta com o aumento da temperatura de corte (FERRARESI, 1970).

Os tipos de desgaste e avarias que acontecem em uma ferramenta de usinagem são diversos. Antes de defini-los, é importante diferenciá-los. Desgaste é a perda contínua e microscópica de partículas da ferramenta por conta da ação do corte. As outras ocorrências são nomeadas avarias (DINIZ *et al*., 2010).

A vida útil da ferramenta de corte é determinada como a duração do tempo de corte em que a ferramenta pode ser utilizada. Utilizar a ferramenta até a sua falha catastrófica final é uma maneira de definir a vida da ferramenta (GROOVER, 1996).

Mas, na maioria dos casos, no chão de fábrica, não é indicado que se utilize a ferramenta de corte até que ocorra a falha por conta da dificuldade com a reafiação da ferramenta e dos problemas com a qualidade da superfície usinada (GROOVER, 1996).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método é a união das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, faz com que se possa alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros –, indicando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando nas decisões do cientista (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Este trabalho foi desenvolvido no Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado na cidade de Cascavel, Paraná. Optou-se por este local, pois, para a realização deste trabalho, foi necessária a utilização do laboratório oferecido pela instituição, que possui os equipamentos necessários para a realização dos testes.

O referente trabalho foi elaborado com base na metodologia de pesquisa qualitativa, a qual, segundo Marconi e Lakatos (2011), pode ser definida como a compreensão detalhada dos significados e características situacionais do objeto pesquisado.

Neste capítulo, foram analisados os materiais e métodos que foram utilizados no projeto para avaliar e comparar as características relacionadas à durabilidade das ferramentas de corte SANDVIK TNMG 160408-PM 4325 e TAEGUTEC TNMG 160408 R – FS TT8125. O trabalho, portanto, demonstrará características de uma pesquisa de cunho descritivo e experimental.

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Tarugo 1020

Para cada pastilha, foi utilizado um tarugo de aço 1020 com 300mm de comprimento e 30mm de diâmetro, totalizando 4 corpos de prova.

Figura 1: Tarugo de aço 1020

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.1.2 Ferramentas de corte

Figura **2**: Ferramenta de corte Sandvik

(Fonte: Sandvik 2020)

Classificação de materiais nível 1 (TMC1ISO)
P K

Código de montagem da pastilha (IFS)
2

Formato e tamanho da pastilha (CUTINTSIZESHAPE)
TN1604

Número de arestas de corte (CEDC)
6

Diâmetro do círculo inscrito (IC)
9,525 mm

Código do formato da pastilha (SC)
T

Comprimento efetivo da aresta de corte (LE)
15,698 mm

Raio do canto (RE)
0,794 mm

Propriedade da aresta Wiper (WEP)
false

Sentido (HAND)
N

Classe (GRADE)
4325

Substrato (SUBSTRATE)
HC

Cobertura (COATING)
CVD TICN+AL2O3+TIN

Espessura da pastilha (S)
4,763 mm

Ângulo de folga principal (AN)
0 deg

Peso do item (WT)
0,007 kg

Sensor embedded property (SEP)
0

Release date (ReleaseDate)
2013-06-23

Disponibilidade (TIBPAvailability)
Disponível

Valores iniciais

P	ap 3 mm(0.5-5) fn 0.3 mm/r(0.15-0.5) vc 310 m/min(365-255)	
K		ap 3 mm(0.5-5) fn 0.3 mm/r(0.15-0.5) vc 185 m/min(240-140)

Figura 3: Dados da ferramenta Sandvik

(Fonte: Sandvik 2020)

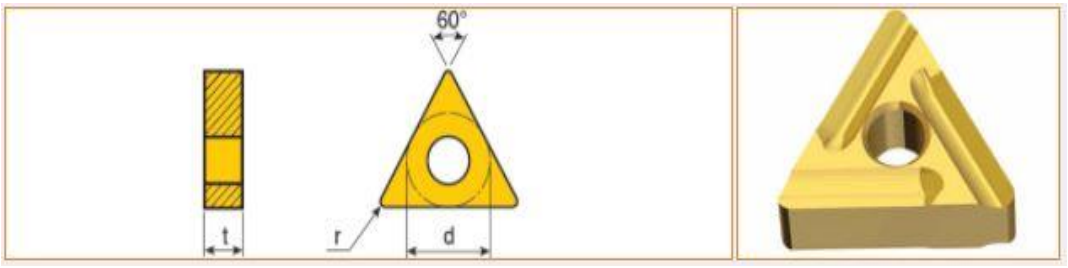


Figura 4: Ferramenta de corte Taegutec

(Fonte: Taegutec 2020)

Faixa ISO - P / M / K	(P15-P30)
Faixa ISO - H / S / N	
Tipo ou tipo de revestimento	CVD
Camadas de revestimento	TiCN-Al2O3-TiN
Grau de cor	AMARELO

Figura 5: Dados da ferramenta Taegutec

(Fonte: Taegutec 2020)

3.1.3 Balança de precisão Pioneer Ohaus

Figura 6: Balança de precisão

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.1.4 Torno convencional

Figura 7: Torno convencional da marca Veker modelo TVK– 1440ECO

(Fonte: Próprio Autor 2020)

Para auxiliar no entendimento do torno convencional mecânico e seu conjunto de componentes, a Figura 8 segue como imagem ilustrativa.

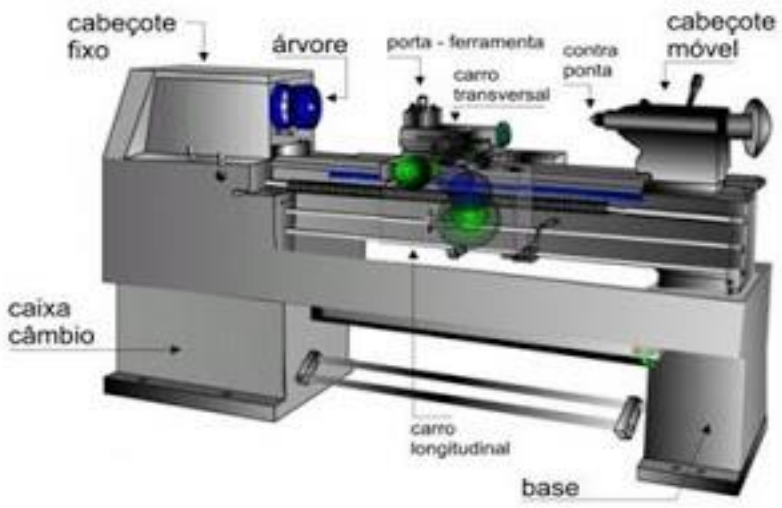


Figura 8: Componentes do torno

(Fonte: Ricardo 2018)

3.1.5 Ferramenta para suporte da pastilha

Figura 9: Ferramenta para suporte da pastilha

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.1.6 Broca de centro

Figura 10: Broca de centro

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.1.7 Microscópio Pantec mmv – 2515

Figura 11: Pantec MMV-2515

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.1.8 Contraponto

Figura 12: Contraponto

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.1.9 Paquímetro

Figura 13: Paquímetro

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.1.10 Mandril do torno

Figura 14: Mandril do torno

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.2 MÉTODOS

Para a realização da parte prática deste projeto, foi necessária a utilização dos processos e etapas da usinagem, direcionados ao desgaste da ferramenta de corte para verificar a sua durabilidade. Trata-se de um estudo comparativo entre dois objetos de corte do mesmo modelo, porém, de marcas diferentes. Para cada teste, foi utilizado um exemplar de cada marca, um 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

Sua definição foi dada por conta da disponibilidade do material no Centro Universitário Assis Gurgacz.

3.2.2 Escolha da ferramenta de corte

Optou-se pela utilização das marcas SANDVIK e TAEGUTEC por serem marcas renomadas e as mais utilizadas na indústria em que um dos participantes do TCC trabalha.

3.2.3 Pesagem das ferramentas de corte antes da usinagem

Para a realização da pesagem das pastilhas, foi utilizada uma Balança Analítica de alta precisão. Inicialmente, realizamos a higienização de toda a balança com álcool para eliminar qualquer resquício de gordura que poderia interferir na pesagem; em seguida, foi feita a aferição com peso padrão de 100g, que apresentou uma pequena variação, mas aceitável para o nosso procedimento.

Figura 15: Aferição da balança com peso padrão

(Fonte: Próprio Autor 2020)

Após o procedimento de aferição, começamos a pesagem das pastilhas da marca SANDVIK, a qual dividimos em “A” e “B”, fizemos a higienização das mãos do operador e de cada uma das pastilhas com álcool 70% para eliminação da gordura e não haver contaminação na pesagem. Peso apresentado nas figuras abaixo, Mesmo as pastilhas sendo “iguais” obtivemos uma pequena variação uma da outra, salientando assim a importância da pesagem de cada uma das pastilhas separadamente.

Figura 16: Pesagem da pastilha “A” da Sandvik

(Fonte: Próprio Autor 2020)

Figura 17: Pesagem da pastilha “B” da Sandvik

(Fonte: Próprio Autor 2020)

Para as pastilhas da SANDVIK, foi obtido o peso de 6.4690 gramas para a pastilha “A” e de 6.4619 gramas para a pastilha “B”.

Em seguida, foi realizada a pesagem das pastilhas da marca TAEGUTEC, a qual dividimos em “A2” e “B3”; fizemos a higienização das mãos do operador e de cada uma das pastilhas com álcool 70% para eliminação da gordura e para não haver contaminação na pesagem.

Figura 18: Pesagem da pastilha “A2” da Taegutec

(Fonte: Próprio Autor 2020)

Figura 19: Pesagem da pastilha “B2” da Taegutec

(Fonte: Próprio Autor 2020)

Para as pastilhas da TAEGUTEC, foi obtido o peso de 6.3247 gramas para a pastilha “A2” e de 6.3168 gramas para a pastilha “B2”.

3.2.4 Observação das pastilhas em microscópio

A fim de melhor observar o desgaste de cada pastilha, a Instituição FAG disponibilizou o microscópio para realizarmos a comparação de um “antes e depois” da usinagem.

Colocamos cada uma das pastilhas sobre a mesa, e realizamos o ajuste para ter o melhor foco. Para facilitar o reconhecimento, tivemos o cuidado de capturar a imagem dos lados que tinham marcações diferentes “ – ” e “ PM ”, como em cada uma das pastilhas o processo de desbaste será diferente e assim podemos até observar qual teve o desgaste maior, mesmo não sendo esse o foco do trabalho.

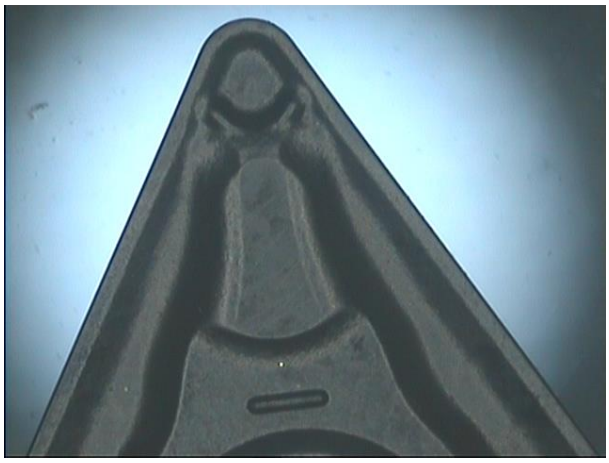


Figura 20: Pastilha SANDVIK “A” - antes da usinagem

(Fonte: Próprio Autor 2020)

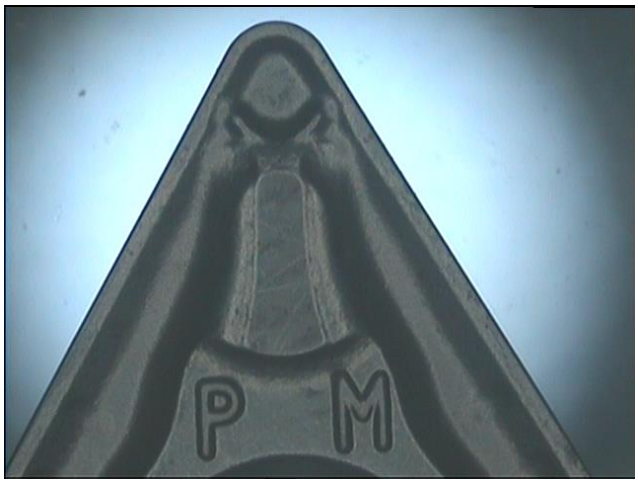


Figura 21: Pastilha SANDVIK “B” - antes da usinagem

(Fonte: Próprio Autor 2020)

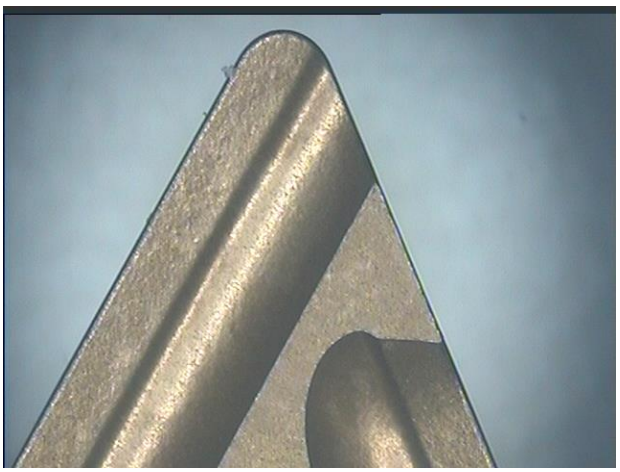


Figura 22: Pastilha TAEGUTEC “A2” - antes da usinagem

(Fonte: Próprio Autor 2020)

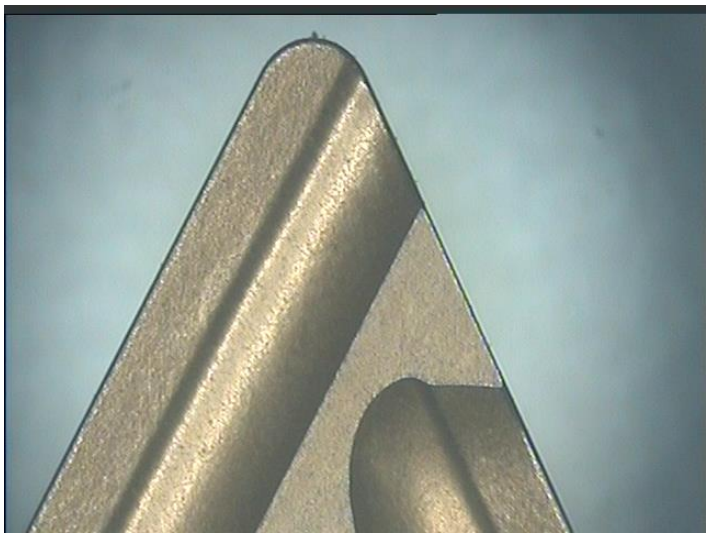


Figura 23: Pastilha TAEGUTEC “B2” - antes da usinagem

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.2.5 Colocação da ferramenta de corte no torno convencional

Para o processo de usinagem, foi utilizado um torno convencional da marca Veker, modelo TVK – 1440ECO (Figura 7). Nele, foi realizada a usinagem do tarugo de aço 1020, utilizando as ferramentas de corte. A fixação dos tarugos de aço 1020 foram feitas na parte da placa em que se localizam as castanhas que servem para dar o aperto necessário e o alinhamento do aço, para que este não se desprenda. Entretanto, as ferramentas de corte foram fixadas na ferramenta para suporte da pastilha (Figura 9) do torno convencional.

3.2.6 Parâmetros de usinagem

Os parâmetros para a usinagem foram feitos respeitando as determinações e limites do fabricante. Com isso, foi utilizada, para a primeira experiência, a rotação do cabeçote de 1255 rpm, com 1mm de profundidade de corte e um avanço de corte de ferramenta de 3mm por segundo, em que se optou por retirar 10mm de material da peça; dessa maneira, foram necessários 10 passes para analisar a existência de desgaste da ferramenta de corte percorrendo uma distância de 230mm por passo. Já para o segundo teste, foi utilizada uma rotação de 755 rpm, com 1,5mm de profundidade de corte e um avanço de ferramenta de 3mm por segundo, também

optou-se por retirar 15mm de material da peça; dessa forma, foram necessários 10 passes para analisar a existência de desgaste da ferramenta de corte, percorrendo também uma distância de 230mm por passo.

3.2.7 Furo de broca de centro

Foi necessário fazer uma perfuração no centro do tarugo de aço 1020, utilizando uma broca para que seja possível, em seguida, colocar o contraponto. A broca foi posicionada em seu suporte próprio, mandril, que se localiza no cabeçote móvel, sendo necessária a aproximação do cabeçote móvel, e a respectiva broca da peça. Após isso, foi acionada a alavanca que faz o travamento do cabeçote móvel para deixá-lo fixo. Então, ocorrerá o acionamento do torno, que fará com que zere a broca por meio do manuseio da manivela e, com isso, iniciou-se a perfuração da peça em que foi empregado o contraponto.

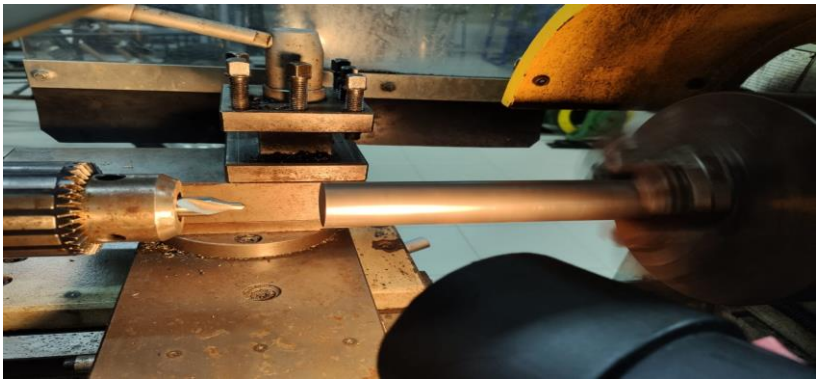


Figura 24: Aproximação para a furação com broca de centro

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.2.8 Colocação do contraponto e sua importância

O próximo passo foi a retirada do mandril e, no lugar, foi empregado o contraponto no cabeçote móvel, para a fixação da peça, com o objetivo de não ocorrer a flambagem e diminuir ao máximo a vibração mecânica na peça.

Figura 25: Contraponto fixado na peça a ser usinada

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.2.9 Início do processo de usinagem

Após o ajuste de todos os procedimentos, teve início o processo de usinagem do tarugo de aço 1020. Com o torno ligado, aproxima-se a ferramenta de corte de forma cuidadosa por meio da manivela do carro transversal até que toque a parte da peça em que foi retirado o material. Com o acionamento da alavanca de avanço de corte do carro principal, teve início a usinagem da peça percorrendo a distância de 230mm. Esse processo foi utilizado para os dois testes, cada um respeitando os critérios definidos.

3.2.10 Fim da usinagem

Após todo esse processo, foi recolhida a pastilha, feita a sua limpeza retirando os resíduos e a higienização com álcool 70% para retirar a gordura, e uma nova pesagem para fins comparativos entre as diferentes marcas. Após pesagem, foram tiradas fotos microscópicas das ferramentas de corte por meio do maquinário Pantec MMV-2515 (Figura 11) para analisar enfim o desgaste que cada uma obteve durante a usinagem. A primeira experiência foi realizada com rotação de 1255 rpm e profundidade de 1mm.

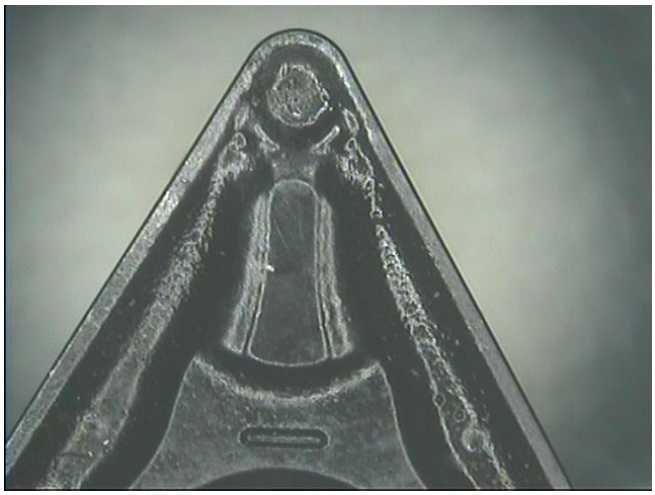


Figura 26: Pastilha Sandvik “A” depois do desgaste

(Fonte: Próprio Autor 2020)

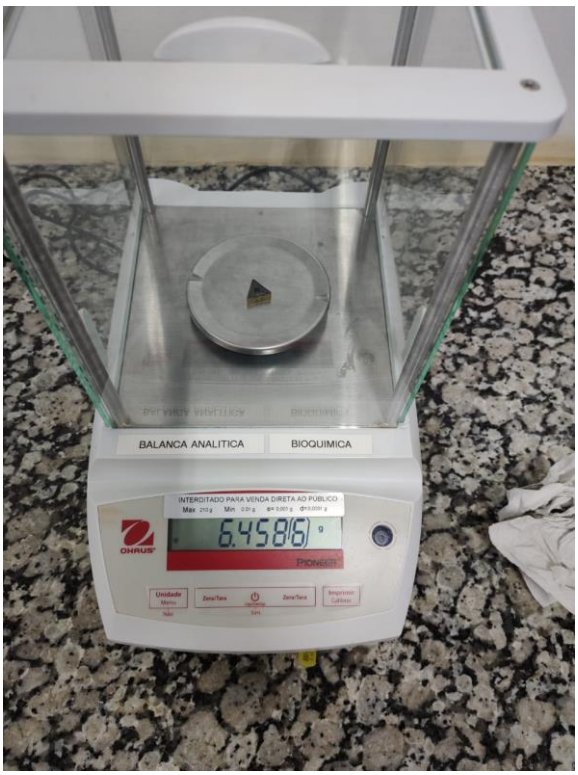


Figura 27: Pesagem da pastilha “A” da Sandvik depois do desgaste

(Fonte: Próprio Autor 2020)

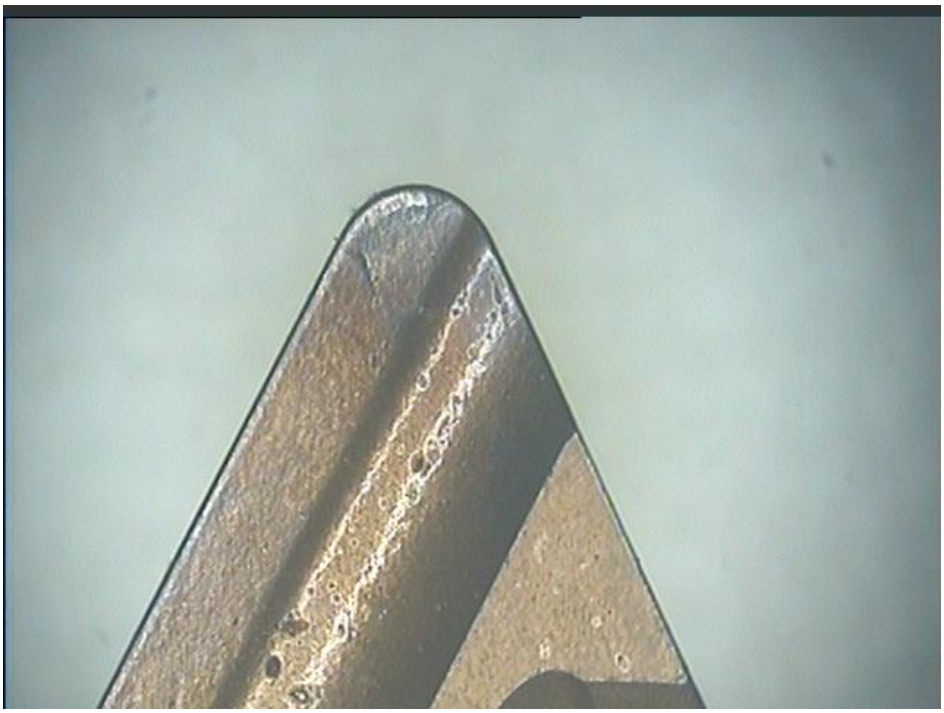


Figura 28: Pastilha Taegutec “A2” depois do desgaste

(Fonte: Próprio Autor 2020)

Figura 29: Pesagem da pastilha “A2” da Taegutec depois do desgaste

(Fonte: Próprio Autor 2020)

3.2.11 Mudança de parâmetros de usinagem para nova experiência

Pesagem das ferramentas de corte realizou-se a pesagem das ferramentas de corte das marcas utilizadas na pesquisa, TAEGUTEC e SANDVIK, para a segunda experiência. Com rotação de 755 rpm e profundidade de 1,5mm.

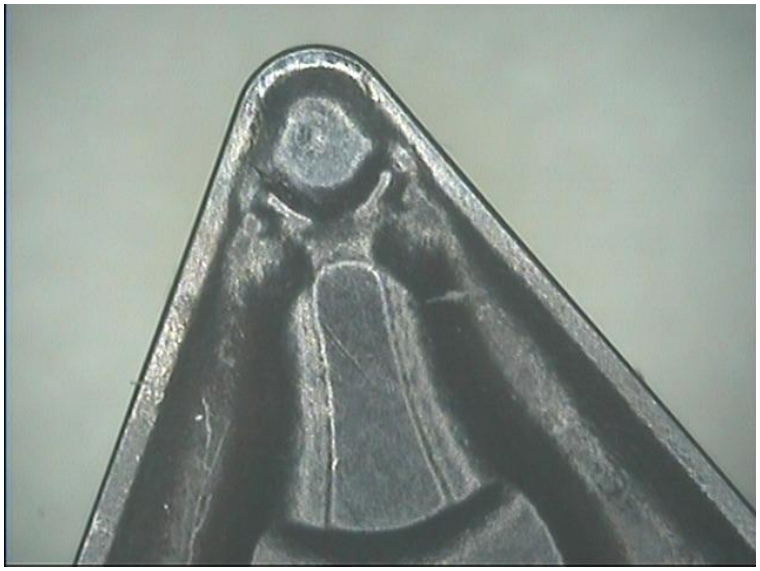


Figura 30: Pastilha Sandvik “B” depois do desbaste

(Fonte: Próprio Autor 2020)

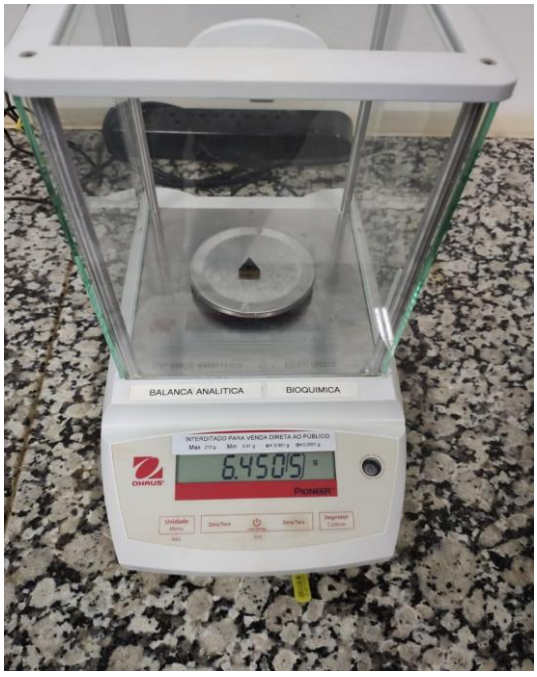


Figura 31: Pesagem da pastilha “B” da Sandvik depois do desgaste

(Fonte: Próprio Autor 2020)

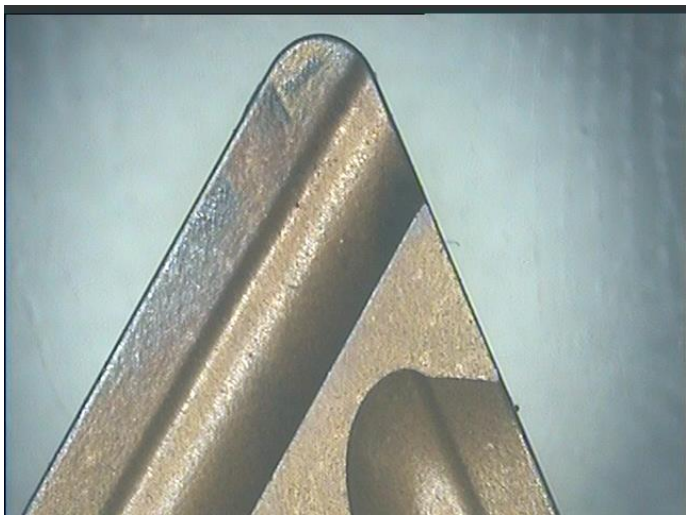


Figura 32: Pastilha Taegutec “B2” depois do desgaste

(Fonte: Próprio Autor 2020)

Figura 33: Pesagem da pastilha “B2” da Taegutec depois do desgaste

(Fonte: Próprio Autor 2020)

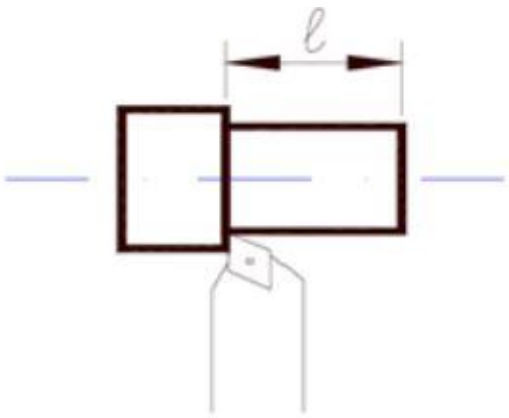
3.2.12 TEMPO DE USINAGEM

Conforme os cálculos realizados, de acordo com a fórmula a seguir, o processo de usinagem para cada peça durou cerca de 6 minutos e 10 segundos na primeira experiência com uma rotação de 1255 rpm.

Para o comprimento da fórmula, devem ser levados em conta os 10 passos de 1,00mm de profundidade feitos na peça, sendo assim, 230mm x 10 = 2.300,00 mm.

Cálculo de tempo de usinagem é calculado pela Equação 1.

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



Onde:

Δt: Variação do tempo de usinagem (s)

Δs: Variação do comprimento (mm)

V_f: Velocidade de avanço (mm/s)

L: comprimento de corte (mm)

n: rotação (RPM)

f: profundidade de corte (mm)

Já para segunda experiência, foram realizados 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

Através da utilização do método de usinagem proposto, que seria a de não se utilizar fluido refrigerante no processo de desbaste com as ferramentas, conseguimos apontar os testes de desempenho entre as marcas SANDVIK e TAEGUTEC.

Nos parágrafos a seguir poderemos perceber a diferença de valores, que nos permitiram tirar as conclusões precisas e apontar qual das pastilhas, teve um melhor desempenho.

Utilizando a pastilha da marca SANDVIK foi realizado o primeiro procedimento, sem usar o fluido refrigerante, para a rotação de 1255 rpm e profundidade de corte de 1mm o qual obteve-se a diferença de pesagem para o antes e o depois dos procedimentos de usinagem, notou-se uma perca de massa de 0,0104g. No segundo procedimento também para a marca SANDVIK, para a rotação de 755 rpm e profundidade de 1,5mm a pastilha teve uma perca de massa de 0,0114g. Foi possível observar esses desgastes através da pesagem e da observação no microscópio Pantec MMV-2515.

Utilizando a pastilha da marca TAEGUTEC foi realizado o primeiro procedimento para a rotação de 1255 rpm e profundidade de corte de 1mm o qual obteve-se a diferença de pesagem para o antes e o depois dos procedimentos de usinagem, notou-se uma perca de massa de 0,0004g. No segundo procedimento também para a marca TAEGUTEC, para a rotação de 755 rpm e profundidade de 1,5mm a pastilha teve uma perca de massa de 0,001g. Foi possível observar esses desgastes através da pesagem e da observação no microscópio Pantec MMV-2515.

Com o termino dos procedimentos e a averiguação dos desgastes das ferramentas das marcas SANDVIK e TAEGUTEC foi possível concluir o objetivo da pesquisa.

EXPERIMENTO 1	PASTILHAS	ANTES	DEPOIS	PERCA	%
n = 1255 RPM, f = 1 mm , Vs = 3 mm/s	SANDVIK "A"	6,4690	6,4586	0,0104	0,1607
	TAEGUTEC "A2"	6,3247	6,3243	0,0004	0,00632
EXPERIMENTO 2					
n = 755 RPM, f = 1,5 mm, Vs = 3 mm/s	SANDVIK "B"	6,4619	6,4505	0,0114	0,1764
	TAEGUTEC "B2"	6,3168	6,3158	0,001	0,0158

Figura 34: Perca de material de cada Pastilha

(Fonte - Próprio Autor 2020)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aplicamos o teste sem a utilização de fluido refrigerante, com isso vimos que há a possibilidade de se fazer as operações de usinagem, porem acaba demonstrando um desgaste elevado.

Após a realização destes testes, coletamos os dados e fizemos os apontamentos dos testes de desempenho, entre ambas as marcas, coletando dados de suma importância, como peso inicial antes do processo de usinagem para cada pastilha, e o peso final após ser feito o processo de usinagem, para que se possa ver quanto de material cada pastilha perdeu, para chegar a estes resultados.

Através dos resultados obtidos nos procedimentos de usinagem utilizando as pastilhas de corte da SANDVIK e TAEGUTEC, mesmo com as mudanças de parâmetros obtivemos um desempenho melhor na usinagem das pastilhas de corte da marca TAEGUTEC que teve uma maior eficiência e menor desgaste, em comparação as pastilhas da SANDVIK. O objetivo do trabalho de conclusão de curso da graduação de engenharia mecânica foi concluído, visto que foi possível definir qual das marcas teve um melhor desempenho e maior durabilidade.

5.1 CONTRIBUIÇÕES

Assim sendo, esta pesquisa serve para demonstrar a importância da realização de testes das ferramentas de corte para os empresários do ramo metalmecânico, para visualizar qual pastilha tem maior vida útil e, consequentemente, uma economia muitas vezes significativa.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Análise de ferramentas de corte em torno CNC, onde se obtém maiores velocidades de corte;
- Estudos do desgaste das pastilhas utilizando parâmetros de usinagem não recomendados pelos fabricantes.
- Ferramenta de corte em usinagem com fluido refrigerante;

- Utilização de diferentes óleos solúveis para usinagem;

- Estudo da diferença do cavaco das pastilhas utilizadas, mantendo os mesmos parâmetros de usinagem;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, O. L. *et al*. **Processos de fabricação e planejamento de processos**. 2004. Disponível em: http://mariloureiro.net/tecnica/mecanica/ProcessosFabricoUnivCampinas.pdf. Acesso em: 13 maio 2020.

CARVALHO, D. S.; ABRÂO, A. M.; RUBIO, C. C. J. **Monitoramento da temperatura de usinagem**. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/A_Abrao/publication/240632835_monitoramento_da_temperatura_de_usinagem/links/565cae5d08ae1ef92981f06f.pdf. Acesso em: 24 maio 2020.

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

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

GROOVER, M. P. **Introdução aos Processos de Fabricação**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

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

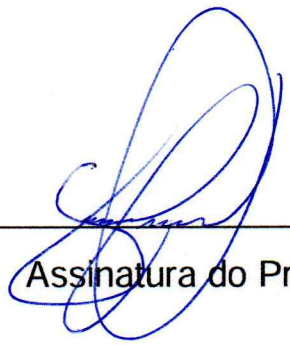
SALES, W. F.; DINIZ, A. E.; MACHADO, A. R. Application of Cutting Fluids in Machining Processes. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 225-240, 2001.

ZEILMANN, R.; VACARO, T.; BORDIN, F.; SONDA, V. **Processos de Usinagem e Responsabilidade Ambiental Através da Redução da Utilização de Fluidos de Corte**. Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, 2009.

CENTRO UNIVERSITÁRIO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, SERGIO HENRIQUE RODRIGUES MOTA professor do Centro Universitário Assis Gurgacz e orientador dos acadêmicos JOÃO MARCOS CORSO e WILIAN DUTRA no Trabalho de Conclusão de Curso, declaro que as correções solicitadas pela banca foram efetuadas corretamente.



Assinatura do Professor

Cascavel, 28 de Novembro de 2020.