

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**TIAGO HENRIQUE CIRILO DOS SANTOS**

**USINAGEM: definição da pastilha de corte ideal utilizada em uma fresadora de sedes  
de válvulas**

**Varginha**  
**2022**

**TIAGO HENRIQUE CIRILO DOS SANTOS**

**USINAGEM: definição da pastilha de corte ideal utilizada em uma fresadora de sedes  
de válvulas**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, sob orientação do Prof. Eduardo Emanuel Vieira Guedes e coorientação de Engenheiro Eletrônico Gumercindo Lucio Naia.

**Varginha  
2022**

**TIAGO HENRIQUE CIRILO DOS SANTOS**

**USINAGEM: definição da pastilha de corte ideal utilizada em uma fresadora de sedes  
de válvulas**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, sob orientação do Prof. Eduardo Emanuel Vieira Guedes e coorientação de Engenheiro Eletrônico Gumerindo Lucio Naia.

Aprovado em: ....../....../....../

---

Prof. Eduardo Emanuel Vieira Guedes

---

Prof.

---

Prof.

Obs:

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de concretizar este objetivo, também à minha família pelo apoio para realização deste trabalho e aos professores pelos ensinamentos que me permitiram apresentar o melhor desempenho para formação profissional.

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para sua realização, em especial ao orientador Prof. Eduardo Emanuel Vieira Guedes e coorientador Engenheiro Eletrônico Gumercindo Lucio Naia.

## RESUMO

O trabalho foi desenvolvido a partir de um estudo bibliográfico seguido de um estudo de caso. O objetivo deste trabalho é definir a pastilha de corte ideal utilizadas em uma fresadora de sedes de válvulas onde a pastilha não conseguiu concluir a usinagem de sedes de válvulas de maior dureza, apresentando rugosidade na superfície e com isso problema na vedação. Os desgastes ocorridos nas sedes de válvulas são comuns e frequentes e estão relacionados a perdas de matérias devido ao movimento rotativo e pela pressão exercida pela mola que constituem o conjunto, estes movimentos leva a degradação e conseqüentemente perda de vedação na câmara de combustão, comprometendo os parâmetros na combustão do motor, diminuindo seu desempenho e alterando a vedação da câmara de combustão. A vedação total é extremamente importante para que se possa estabelecer a pressão ideal para a combustão e são eles um dos componentes importantes para uma queima homogênea, diminuindo a taxa de emissão de poluentes na atmosfera. Foram realizados testes entre três tipos de pastilha de corte em diversos tipos de sedes de válvulas com durezas e rotações diferentes. O objetivo foi alcançado, com resultados coletados dos testes, podemos concluir que a pastilha T3 apresentou o melhor desempenho nos testes realizados.

**Palavra-chave:** Desgaste. Vedação. Pastilha de corte.

## **ABSTRACT**

*The work was developed from a bibliographic study followed by a case study. The objective of this work is to define the ideal cutting insert used in a valve seat milling machine where the insert was not able to complete the machining of valve seats of greater hardness, presenting roughness on the surface and with that problem in the sealing. The wear of valve seats is common and frequent and is related to material losses due to the rotary movement and the pressure exerted by the spring that constitute the set, these movements lead to degradation and consequently loss of sealing in the combustion chamber, compromising the parameters in the combustion of the engine, decreasing its performance and changing the sealing of the combustion chamber. Total sealing is extremely important so that the ideal pressure for combustion can be established and they are one of the important components for homogeneous burning, reducing the rate of emission of pollutants into the atmosphere. Tests were carried out between three types of cutting insert on different types of valve seats with different hardness and speed. The objective was achieved, with results collected from the tests, we can conclude that the T3 insert presented the best performance in the tests performed.*

**Keyword:** *Wear. Seal. Cutting insert.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 Partes principais do cilindro (Silveira, 2016).....	12
Figura 02 Etapas do ciclo Otto (Silveira, 2016) .....	13
Figura 03 Etapas dos ciclos Diesel (Heywood, 1988).....	14
Figura 04 Ângulo de assentamento (Wand, 2007) .....	15
Figura 05 Sedes de válvulas com rugosidade na superfície em processo de usinagem .....	18
Figura 06 Fresadora de sedes de válvulas .....	19
Figura 07 Morsa fixadora de cabeçote .....	19
Figura 08 Nivelamento do cabeçote longitudinal.....	20
Figura 09 Nivelamento do cabeçote transversal.....	20
Figura 10 Pastilha de corte T1 .....	20
Figura 11 Pastilha de corte T2.....	21
Figura 12 Pastilha de corte T3 .....	21
Figura 13 Dispositivo para regulagem da pastilha de corte.....	21
Figura 14 Mandril bola.....	22
Figura 15 Pino piloto .....	22
Figura 16 Pino piloto fixado no mandril bola .....	23
Figura 17 Ângulo da pastilha .....	23
Figura 18 Regulagem do ângulo da pastilha .....	23
Figura 19 Colocação do mandril no eixo.....	24
Figura 20 Fixação por engate rápido .....	24
Figura 21 Alinhamento do pino piloto .....	24
Figura 22 Guia de válvula.....	24
Figura 23 Painel de comando .....	25
Figura 24 Display digital RPM.....	25
Figura 25 Movimento vertical do eixo .....	25
Figura 26 Relógio comparador.....	26
Figura 27 Vacuômetro .....	27
Figura 28 Cabeçote em teste de vácuo .....	27



## LISTA DE TABELA

Tabela 01 – Resultados dos testes da pastilha T1.....	29
Tabela 02 – Resultados dos testes da pastilha T2.....	30
Tabela 03 – Resultados dos testes da pastilha T3.....	27
Tabela 04 – Tabela para usinagem de sedes de válvulas: Fiat, Chevrolet, Ford, VW.....	37
Tabela 05 – Tabela para usinagem de sedes de válvulas: Mercedes, MWM, Perkins, Maxion.....	38
Tabela 06 – Tabela para usinagem e sedes de válvulas: Volvo, Scania, Ford, Volkswagen, Chevrolet, Yanmar e Tobata, Kia Motors, Caterpillar, Cummins.....	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

T- Aços aos tungstênios (VI)  
UM - Aços aos molibdênios (Mo)  
ADM - Admissão  
HB - Dureza Brinell  
ESC - Escape  
HRC - Escala de Dureza Rockwell  
F - Força de assentamento  
HSS - High Speed Steel  
P - Pressão de combustão máxima  
PMS - Ponto máximo superior  
PMI - Ponto máximo inferior  
TAI - Temperatura de Autoignição

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Motor de 4 tempos, ciclos Otto e Diesel .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 A importância da alta taxa de compressão nos motores de ciclo Diesel .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 A importância da boa vedação na fronteira da válvula – sedes de válvulas .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Os desgastes que a operação do motor provoca na sede de válvula.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Os tipos de pastilhas cortes utilizadas neste processo .....</b>	<b>16</b>
2.5.1 Aço rápido.....	17
2.5.2 Metal duro.....	17
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Realização dos testes no processo de retífica das sedes de válvulas .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Especificação Técnica das Sedes de Válvulas.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3 Composição química e aplicações das Sedes de Válvula .....</b>	<b>28</b>
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em um estudo realizado entre três tipos de pastilhas de corte utilizadas em fresadoras de sedes válvulas, que apresentou dificuldade de cortes em sedes de maior dureza, este processo é utilizado no setor de retífica de cabeçotes, componente de extrema importância no motor a combustão interna, a retífica das sedes de válvula tem a importância em deixar o (ângulo e largura) ideal para o assento e vedação das extremidades das válvulas, componentes responsáveis por vedar a compressão da câmara de combustão do motor.

A pesquisa mostra qual o tipo de pastilha de corte, tem a capacidade de retificar as sedes de válvula de maior dureza, será realizado um estudo de caso em um problema ocorrido no centro de usinagem, onde a pastilha não conseguiu concluir o corte, tal abordagem se justifica afim de obter resultado que gera maior agilidade no processo, qualidade no acabamento final e menor custo com a ferramenta.

O resultado será alcançado através de uma revisão bibliográfica e de estudos obtidos entre três teste de pastilhas de corte em diversos tipos de cabeçotes, para análise entre os parâmetros de tempo no processo de retifica, desgastes das pastilhas de corte e acabamento da superfície retificada, levanto em consideração a rotação utilizada no processo entre as três pastilhas em teste.

A definição das pastilhas de corte ideal, irá beneficiar o setor de usinagem na otimização do processo, facilitando a operação realizada pelo técnico responsável, melhorando o desempenho na execução, diminuindo o tempo necessário para execução completa do processo e melhorando a qualidade do acabamento final, diminuindo o custo na substituição da pastilha ou da sede de válvula em caso de falha durante o processo, facilitando o dia a dia do operador e, beneficiando o meio ambiente na redução de consumo de energia elétrica, por não ser necessário refazer o processo e na redução do consumo da matéria prima utilizada na produção de novas pastilhas e novas sedes de válvulas.

O objetivo foi definir através de teste realizado entre três tipos de pastilha de corte, utilizada em uma fresadora de sedes de válvula, definindo qual será capaz de retificar as sedes de válvulas de maior dureza e descrever o funcionamento do motor de quatro tempos em ciclos Otto e diesel; apresentar a importância da alta taxa de compressão nos motores dos ciclos diesel; descrever a importância da boa vedação na fronteira de válvula - sede de válvula; apresentar os desgastes que a operação do motor provoca na sede de válvula; demonstrar o equipamento utilizado no processo de retifica de sede de válvula; descrever como é o processo de retífica das sedes de válvulas; apresentar os tipos de pastilhas de cortes utilizadas; realizar testes entre três

tipos de pastilha de corte; comparar os testes entre três pastilha de corte; definir qual a pastilha de corte ideal no processo.

Os testes foram realizados em uma fresadora de sede de válvula, composta por um sistema pneumático de colchão de ar, que possibilita o ajuste preciso do cabeçote da sua base para realizar o processo, coletando dados das pastilhas utilizadas e dos resultados obtidos em cada processo, com suas respectivas variações de rotações e dureza das sedes de válvulas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

No referencial a seguir serão apresentados temas sobre a importância da escolha ideal da pastilha de corte utilizada no processo de usinagem de sede de válvulas.

### 2.1 Motor de 4 tempos, ciclos Otto e Diesel

Inventadas no final do século XIX, as máquinas a combustão internas como ciclo Otto e Diesel, são compostas de no mínimo um cilindro, possuindo um êmbolo móvel (pistão) e várias peças móveis. Na figura 01, consiste na representação esquemática e simplificada das principais partes de uma máquina Otto (ou Diesel) (SILVEIRA, 2016).

Figura 01: Partes principais do cilindro

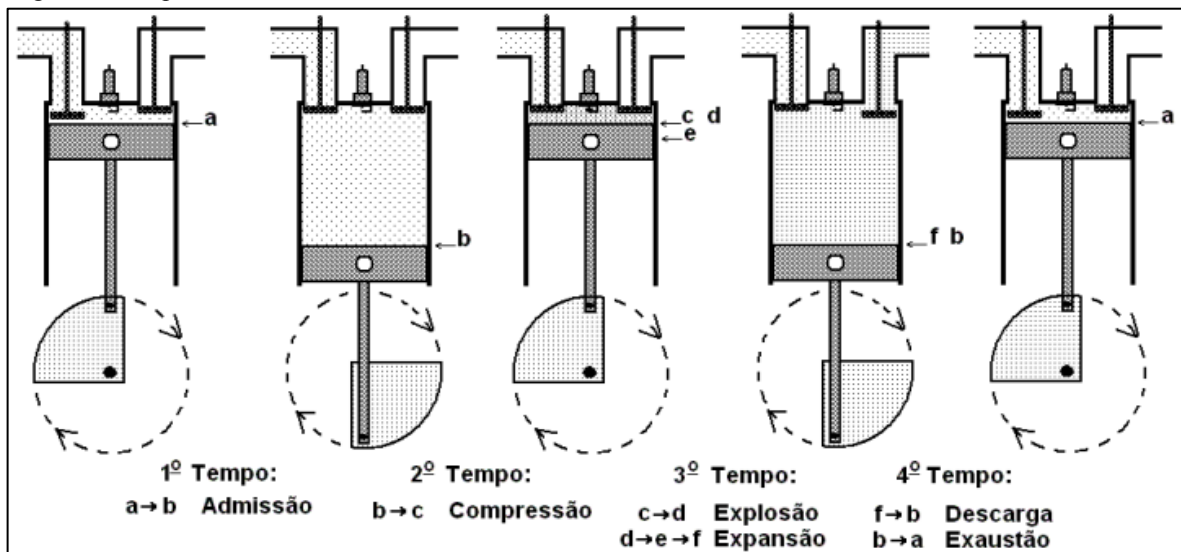


Fonte: Silveira (2016)

No ciclo Otto o 1º tempo (admissão) é aspirado a misturas de ar mais combustível (gasolina, etanol, gás e outros combustíveis) com o deslocamento do pistão PMS para PMI, depois que o cilindro está cheio com esta mistura, a válvula de admissão, que estava aberta durante o 1º tempo se fecha, e então acontece o 2º tempo (compressão) da mistura, onde o

pistão se desloca do PMI para PMS. Em seguida uma centelha elétrica causada pela vela de ignição deflagra a explosão, posteriormente ocorre o 3º tempo (expansão) o pistão se desloca do PMS para PMI, neste curso ocorre a mistura gasosa. Após a expansão a válvula de escape se abre, e ocorre o 4º tempo (exaustão), o pistão se desloca do PMI para PMS, neste processo ocorre a descarga dos gases simultaneamente para a atmosfera, conforme a figura 02 (SILVEIRA, 2016).

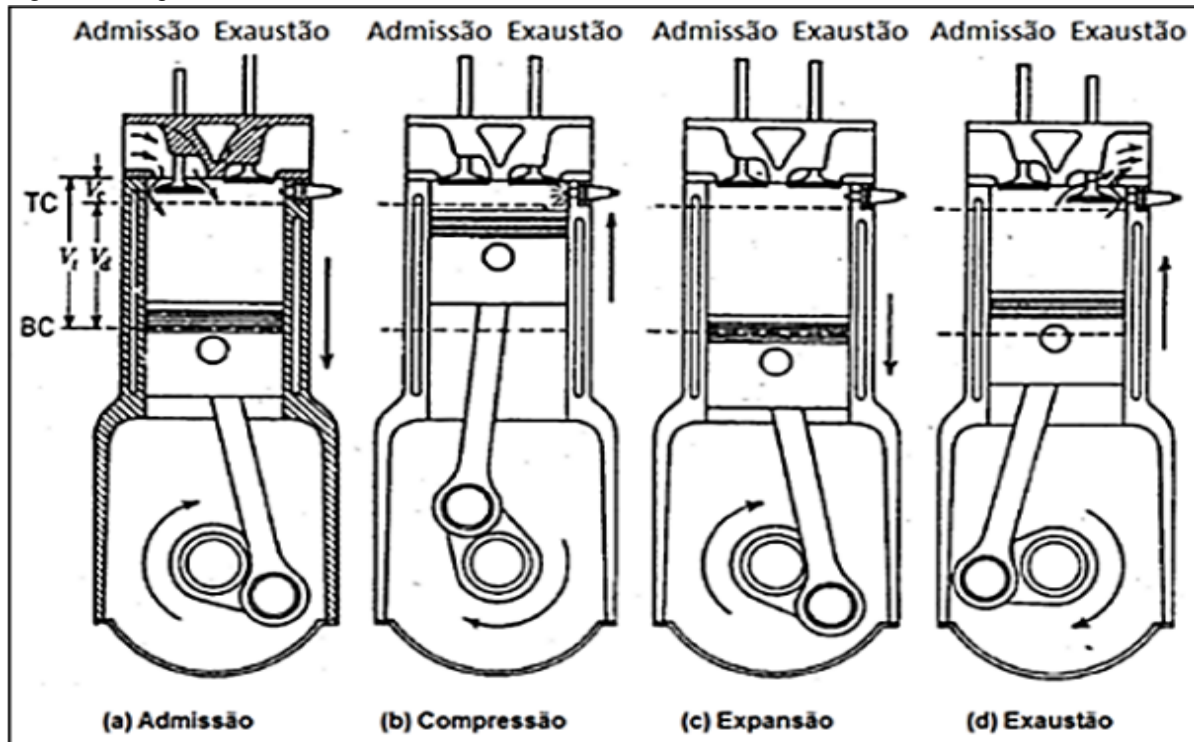
Figura 02: Etapas do ciclo Otto



Fonte: Silveira (2016)

No ciclo Diesel o 1º tempo (admissão) o pistão se desloca do PMS para o PMI, enchendo o cilindro somente de ar, nesta a etapa a válvula de admissão está aberta, o volume obtido é sempre o mesmo a variação de potência é dada pelo volume de combustível injetado quando o acelerador é acionado, em seguida acontece o 2º tempo (compressão), o pistão se desloca do PMI para PMS e a válvula de admissão que estava aberta se fecha e então ocorre a compressão do ar dentro do cilindro, elevando sua temperatura, no final da compressão o combustível é injetado em alta pressão que em contato com o ar aquecido o combustível inflama, iniciando o 3º tempo (expansão), o pistão se desloca do PMS para PMI, nesta etapa ocorre a expansão do ar, as válvulas de admissão e de escape estão fechadas, de acordo que o combustível é injetado e vai se inflamando e tendem a dilatar cada vez mais e assim o pistão é deslocado pela força da expansão transformando a energia térmica em energia mecânica que é transferida para o eixo virabrequim, após a expansão ocorre o 4º tempo (exaustão) o pistão se desloca do PMI para PMS, a válvula de escape se abre e os gases são expulsos pela descarga, conforme a figura 03 (BARGER, 1966).

Figura 03: Etapas do ciclo Diesel



Fonte: Heywood, (1988)

## 2.2 A importância da alta taxa de compressão nos motores de ciclos diesel.

O motor diesel aspira apenas ar, que é então comprimido em taxas superiores a 16 por 1 (superando em algumas máquinas 20 por 1). No final da compressão a pressão é superior a 60 vezes a pressão inicial e a temperatura também é muito mais alta que no final da compressão de uma máquina de ciclo Otto. A injeção do combustível pela bomba injetora para dentro deste gás altamente aquecido é seguida de autoignição e expansão dos gases (CREF, 2010).

Para que ocorra a autoignição é preciso que o ar comprimido ultrapasse a TAI (Temperatura de Autoignição) do combustível (BRUNETTI, 2012).

## 2.3 Importância da boa vedação na fronteira válvula – sedes de válvula

Seja qualquer tipo de motor sendo Otto ou Diesel as válvulas e sedes de válvulas têm extrema importância dentro do sistema, possuem função de vedação da câmara de combustão, para que possa estabelecer a pressão ideal para a combustão, são eles uns dos componentes principais para uma queima homogênea, reduzindo a taxa de emissão de poluente. Em motores Diesel as válvulas e sedes de válvula tem que suportar condições extremas, como temperatura

de operação, alta pressão, baixa taxa de desgaste e usinabilidade (BASSHUYSEN e SCHAFER, 2004).

De acordo com Wang, (2007), a equação que calcula a força do assentamento (F) que está relacionada pelo comportamento entre as válvulas e sedes de válvula e a pressão de compressão:

$$F = \frac{(P.A)}{\cos\alpha} \quad (1)$$

Onde:

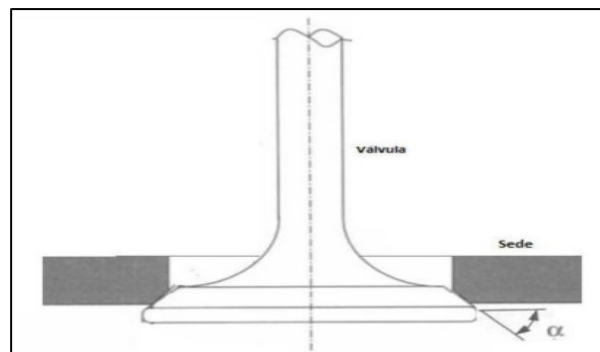
P = Pressão de combustão máxima

A = Área de face de válvula

$\alpha$  = Ângulo de assentamento da válvula

O ângulo de assentamento que se forma entre as sedes de válvulas e válvulas, tem influência direta com a pressão de contato entre eles e com a deflexão da válvula (figura 04).

Figura 04: Ângulo de assentamento



Fonte: Wang (2007)

#### 2.4 Os desgastes que a operação do motor provoca na sede de válvula

O desgaste na sede de válvula está relacionado a perda progressiva de material da superfície sob carga normal ou através de movimentos rotativos, o que leva a degradação da superfície ocasionando perda de função da peça (SEIREG, 1998).

De acordo com Basshuysen e Schafer, (2004), o desgaste excessivo nas sedes de válvulas e nas válvulas comprometem os parâmetros na combustão do motor, diminuindo seu desempenho.



As principais propriedades que uma sede de válvula deve possuir são:

- Dureza a quente; indica a resistência do material a altas temperaturas;
- Estabilidade térmica; indica que o material sofre alterações sob a influência de temperaturas;
- Coeficiente de expansão térmica similar ao do cabeçote: tende-se a apresentar coeficientes de expansão térmicas semelhantes, entre as sedes de válvulas e os cabeçotes, para que a fixação das sedes de válvulas não se rompa, ocasionando a soltura da sede de válvula, devido à redução de tensão causada pela diferença de temperaturas;
- Condutividade térmica: deve apresentar boa condutividade térmica entre válvulas, sedes de válvulas e cabeçote;
- Resistência à oxidação e corrosão: o material deve apresentar resistência a corrosão e oxidação mesmo em trabalhos extremos como a alta temperatura, essa resistência pode ser adquirida pela alteração na composição química;
- Usinabilidade: a usinabilidade é um importante requisito que o material aplicado nas sedes de válvulas deve possuir, devido às tolerâncias entre a face do cabeçote e válvulas, de sede ter que ser usinadas para correção de altura entre face do cabeçote e das válvulas.

Resistência ao desgaste, os desgastes podem ocorrer por:

- Adesão: Pode haver transferência de material sob o contato de uma face com a outra;
- Abrasão: Pode ocorrer remoção do material através do atrito;
- Oxidação: Óxidos formados na camada do material, com a alta tensão pode se romper;
- Corrosão; caso o material conter elevadas quantidades de níquel, pode haver formação de eutético níquel-enxofre com baixo ponto de fusão que pode conduzir ao rompimento das peças ou até mesmo menor resistência mecânica;

## **2.5 Os tipos de pastilhas cortes utilizadas neste processo**

A escolha correta da pastilha de corte está relacionada ao tipo de material que será usinado, o processo de retífica, os parâmetros de cortes, condições do equipamento utilizado, além disso as pastilhas devem possuir algumas propriedades como: dureza, tenacidade, inércia química, resistência ao choque térmico, resistência ao desgaste, resistência à compressão,

resistência ao cisalhamento, boa propriedade mecânicas e térmicas em altas temperaturas (DINIZ 2006 e STEMMER 1989).

Para seleção da ferramenta deve-se considerar os seguintes fatores:

- Substrato: Este é o componente principal da estrutural da ferramenta;
- Cobertura: Fornecem resistência ao desgaste, lubricidade, isolamento térmico e resistência ao ataque químico pelo material usinado em temperaturas elevadas. Esta cobertura pode ser aplicada uma única camada ou multicamadas;
- Geometria da ferramenta: Relacionada ao formato da pastilha podendo ser como exemplo: (quadrada, triangular), e aos ângulos, como exemplos (folga, saída, posição);
- Condição da aresta de corte: Relacionada a aresta de corte que podem ser chanfradas ou arredondadas;

Encontra-se disponível no mercado uma grande quantidade de materiais para produção de ferramentas de corte como exemplos: aço rápido, metal duro, (DINIZ, 2006).

### 2.5.1 Aço rápido

Desenvolvido no século XIX por Taylor e White, este material foi responsável pelo grande avanço no seguimento de usinagem, aumentando a produtividade. A velocidade de corte teve mudança significativa impactando na produção, aumentando cerca de 10 vezes, e assim receberam o nome de aços rápidos (HSS) HighSpeed Steel. Embora seja um grupo de materiais mais antigos, ainda é empregado em brocas, fresas inteiriças, Cossinetes. Divididos em dois grupos como: aço ao tungstênio (VI) são identificados com a sigla “T” e aços aos molibdênios (Mo), que são identificados com a sigla “UM” (MACHADO, 2009).

Os principais elementos das ligas de aços rápidos são: Carbono, Tungstênio, Molibdênio, Vanádio, Cromo, Cobalto, Enxofre, Boro e Níóbio (CHIAVERINI, 1979).

### 2.5.2 Metal duro

O metal duro foi a segunda grande descoberta no processo de usinagem, descoberto entre 1920 na Alemanha, mais uma vez a velocidade de corte pode ser aumentada em dez vezes.

Produzido em laboratório por Schröter, o carboneto de tungstênio em pó pela primeira vez, essa mistura com cobalto, possui uma combinação em resistência ao desgaste, resistência

mecânica e tenacidade. Feito pela tecnologia da metalurgica do pó, onde são aglomeradas partículas duras de carbonetos de materiais refratários em pó, como titânio, tungstênio, tântalo e nióbio. O cobalto é o responsável por proporcionar ligas e evitar fraturas e o níquel que também ajuda na composição melhorando a propriedade de corte a altas temperaturas (MACHADO, 2009).

### 3 METODOLOGIA

Através de um problema ocorrido no processo de usinagem das sedes de válvulas conforme a (figura 05) a pastilha utilizada no processo não foi capaz de retificar a sede de válvula de maior dureza, fazendo com que a superfície apresentassem rugosidade e eliminando excesso de material devido aos cavacos retirados durante o processo, com as falhas apresentadas foi necessário abrir um estudo para solução do problema, visto que as perdas das sedes de válvulas e o retrabalho para realizar novamente o processo, compromete o setor responsável pela execução do trabalho, aumentando o tempo gasto para finalizar o processo ocasionando atraso no cronograma da produção e aumentando o custo, devido a substituição das sedes de válvulas. Não foram fornecidos dados (dureza e composição química) das pastilhas de corte utilizadas nos testes por sigilo do fabricante.

Figura 05: Sedes de Válvula com rugosidade na superfície em processo de usinagem



Fonte: Autor

#### 3.1 Realização dos testes no processo de retífica das sedes de válvulas

Este processo é realizado em uma fresadora de sede de válvula (Figura 06). O equipamento possui um cabeçote e uma base movimentados por um sistema pneumático de

colchão de ar, na parte superior fica o eixo responsável pela fixação do mandril bola que é movimentado na posição vertical por uma manivela situada na lateral e as duas pinças responsáveis pela fixação do cabeçote que também possui manivela para o ajuste do nivelamento do cabeçote na base. O painel superior possui a regulação digital da rotação obtida através de um sistema inversor de frequência, onde é ajustado a rotação ideal para a usinagem. O processo de retifica de sede de válvula é dividido em etapas que serão apresentadas abaixo, mas antes de iniciar a usinagem é feito uma análise da sede de válvula referente aos possíveis fatores que causaram seu desgaste (informação verbal)<sup>1</sup>.

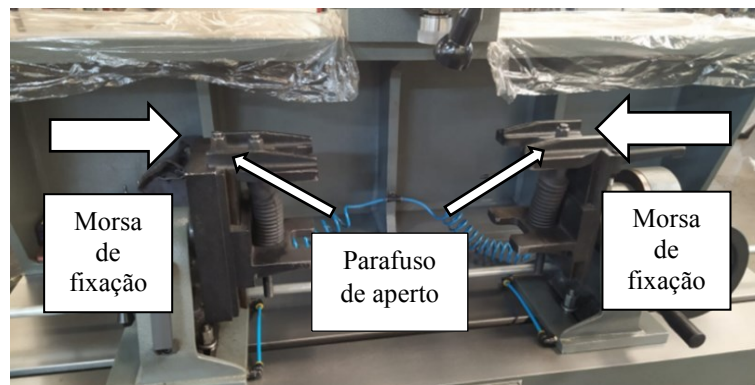
Figura 06: Fresadora de sede de válvulas



Fonte: Autor

- 1º passo: é a fixação do cabeçote na pinça do equipamento (figura 07):

Figura 07: Morsa fixadora de cabeçotes



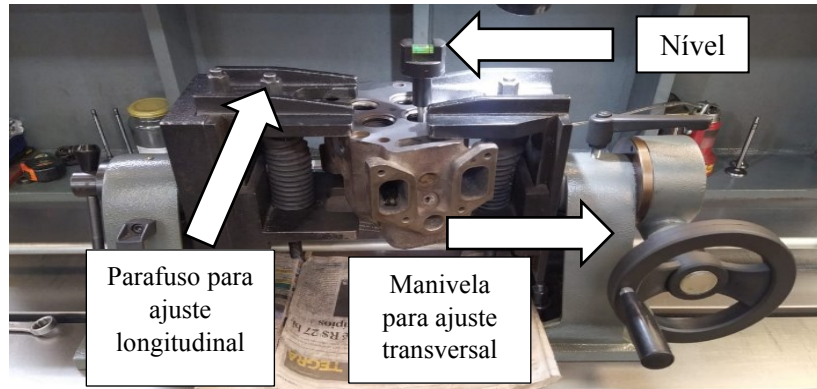
Fonte: Autor

---

<sup>1</sup> Informação fornecida pelo técnico Vanderley Solais, em Varginha no dia 09 de março de 2022.

- **2º passo:** é nivelar o cabeçote preso na fresadora utilizando um nível que possui um guia, este guia é inserido do guia de válvula do cabeçote a ser trabalhado (figuras 08 e 09).

Figura 08: Nivelamento do cabeçote longitudinal



Fonte: Autor

Figura 09: Nivelamento do cabeçote transversal



Fonte: Autor

- **3º passo:** Definir as pastilhas pela fase de teste (figuras 10, 11 e 12).

Figura10: Pastilha de corte T1



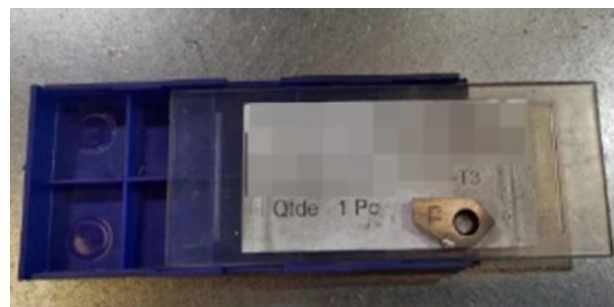
Fonte: Autor

Figura 11: Pastilha de corte T2



Fonte: Autor

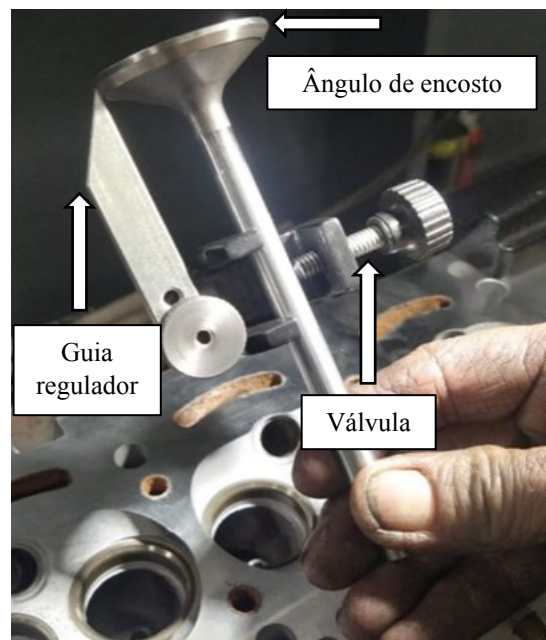
Figura 12: Pastilha de corte T3



Fonte: Autor

- **4º passo:** é o ajuste do ângulo na pastilha de corte com referência ao ângulo de encosto da base da válvula a ser utilizado no cabeçote, esse processo é realizado através de um dispositivo de regulagem de ferramenta de corte, o guia do regulador tem que estar posicionado no primeiro ângulo do chanfro após a base da válvula (figura 13).

Figura 13: Dispositivo para regulagem da pastilha de corte



Fonte: Autor

- **5º passo:** colocar a pastilha no mandril bola (figura 14):

Figura 14: Mandril bola



Fonte: Autor

- **6º passo:** após a colocar a pastilha no mandril bola, é necessário escolher o guia compatível com o diâmetro interno do guia de válvula do cabeçote (figura 15):

Figura 15: Pino piloto



Fonte: Autor

- 7º passo: colocar o guia selecionado no mandril bola (figura 16):

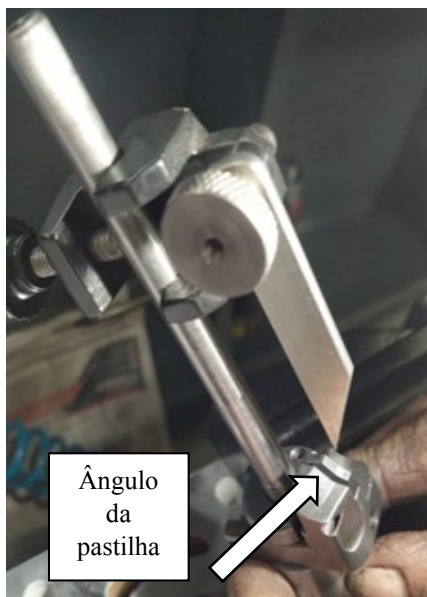
Figura 16: Pino piloto fixado no mandril bola



Fonte: Autor

- 8º passo: colocar o dispositivo de regulagem de pastilha de corte no pino piloto preso no mandril bola e ajustar a pastilha no grau do guia do regulador, este ajuste é feito através de um parafuso allen que possibilita a regulagem da pastilha de corte (figuras 17 e 18).

Figura 17: Ângulo da pastilha



Fonte: Autor

Figura 18: Regulagem do ângulo da pastilha



Fonte: Autor



- **9º passo:** fixar o mandril no engate rápido que está preso no eixo da fresadora (figuras 19 e 20).

Figura 19: Colocação do mandril no eixo



Fonte: Autor

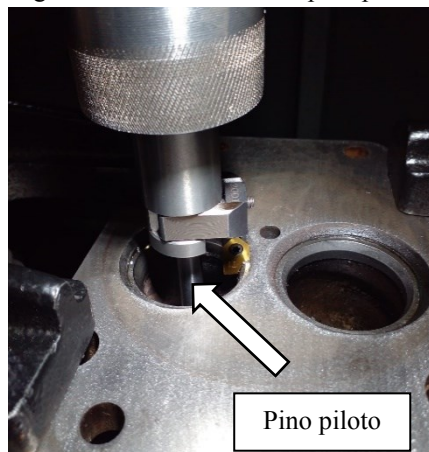
Figura 20: Fixação por engate rápido



Fonte: Autor

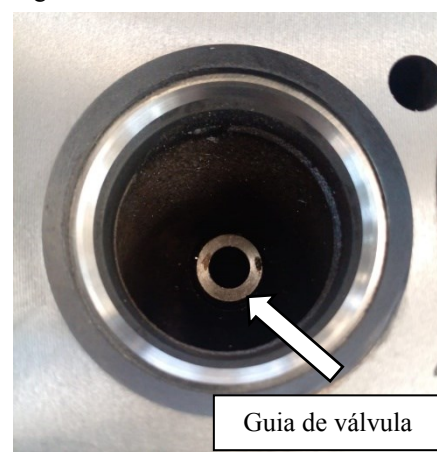
- **10º passo:** Alinhamento do eixo da fresadora com o guia do cabeçote, a fresadora possui um sistema pneumático capaz de ajustar o pino piloto com o guia de válvula do cabeçote, possibilitando uma regulagem precisa (figuras 21 e 22).

Figura 21: Alinhamento do pino piloto



Fonte: Autor

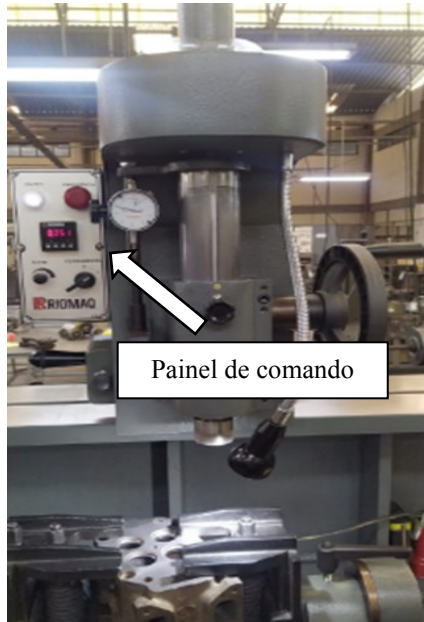
Figura 22: Guia de válvula



Fonte: Autor

- **11º passo:** ajustagem a rotação ideal para o processo (figuras 23 e 24):

Figura 23: Painel de comando



Fonte: Autor

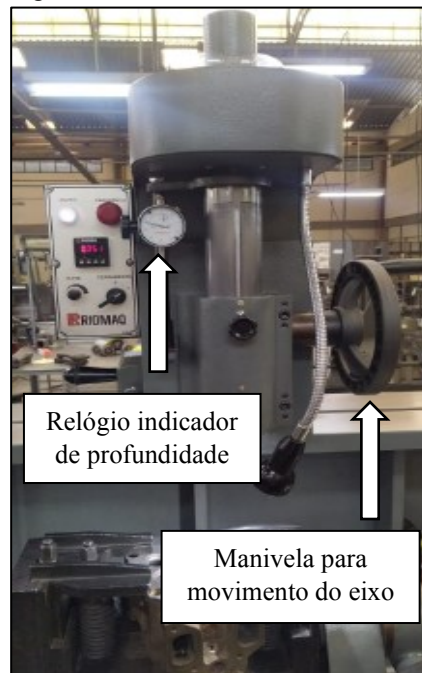
Figura 24: Display digital rpm



Fonte: Autor

- **12º passo:** com a manivela lateral é possível mover o mandril no sentido vertical, ao lado do painel de controle encontra-se o relógio indicador de profundidade, através dele foi possível conferir a quantidade de material que está sendo removida (figura 25):

Figura 25: Movimento vertical do eixo



Fonte: Autor

- **13º passo:** Após a retificação da sede de válvula foi realizado a conferência também com o relógio comparador, para verificação da tolerância de profundidade entre a face do cabeçote com a face da válvula (figura 26):

Figura 26: Relógio comparador



Fonte: Autor

Cada fabricante possui a tolerância da altura entre a face do cabeçote e a face da válvula e também o grau de assento, caso ultrapasse a tolerância máxima permitida, a sede de válvula tem que ser retificada e, em caso de ficar abaixo da tolerância mínima é necessário a substituição da sede de válvula, de acordo com as (tabelas 01, 02 e 03 no anexo A, B e C).

- **14º passo:** Após o ajuste correto da tolerância da profundidade entre a face do cabeçote com a face da válvula, é feito o teste a vácuo, para certificar a vedação do assento da válvula na sede, o vacuômetro no painel da fresadora mostra se o acento está vedando totalmente a fronteira, o ponteiro tem que estar entre a faixa verde do vacuômetro, caso contrário é feito a conferência o assento na sede de válvula novamente. É extremamente importante observar se a usinagem (ângulo e largura) do perfil de assentamento está de acordo com a especificação técnica, a fim de obter a geometria adequada para vedação (figuras 27 e 28):

Figura 27: Vacuômetro



Fonte: Autor

Figura 28: Cabeçote em teste de vácuo



Fonte: Autor

### 3.2 Especificações Técnicas das Sedes de Válvulas

É possível observar no (Quadro 01), as especificações técnicas dos tipos de sedes de válvulas, contendo a classe e dureza das sedes de válvulas.

Quadros 01: Especificações técnicas das sedes de válvulas

CLASSE	FAMÍLIA	LIGA	LIGA EQUIVALENTES	DUREZA	ITEM
Base de Ferro	Chromalloy	CHR-12	SAEJ1692 - PL12M	47 HRC	23.XXX.XXX
		CHR-20	SAEJ1692 - J125	45 HRC	23.XXX.XXX
	RCS	RCS-01	—	300 HB	21.XXX.XXX
		RCS-02	60 HRC	400 HB	25.XXX.XXX
	Superb	Superb	SAEJ1692 - J120	60 HRC	24.XXX.XXX
Base Níquel Superliga	SV	SV-10	SAEJ1692 - J96	42 HRC	24.XXX.XXX
		SV-12	SAEJ1692 - J100	44 HRC	24.XXX.XXX
		SV-15	SAEJ1692 - alloy 79	50 HRC	24.XXX.XXX
Base Cobalto Superliga	SvCo	SvCo-01	Stellite 3	55 HRC	24.XXX.XXX
		SvCo-02	Tribaloy 400	55 HRC	24.XXX.XXX

Fonte: Riosulense

### 3.3 Composição química e aplicações das Sedes de Válvulas

As aplicações das sedes de válvula dependem do tipo de esforço mecânicos que será aplicado, assim no quadro 02, nos mostra as aplicações e suas ligas metálicas.

Quadro 02: Composição química e aplicações das sedes de válvulas

LIGAS	APLICAÇÕES
Base de Ferro	Para uso geral, Admissão e Escape em serviços moderados e pesados.
Série Base Níquel Superligas	Para uso em Escapes de serviços extremos, resistente a alta temperatura e ambientes corrosivos. SV-15 é usado em combustível seco (GNV).
Série Base Cobalto/ Stellite Superligas	Para temperaturas e esforços mecânicos elevados.

Fonte: Riosulense

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada pastilha foi testada no período de 10 dias totalizando 30 dias de teste coletando os dados obtidos, os testes foram realizados em sedes de válvulas de dureza e rotações diferentes, a fim de coletar o maior número de dados possíveis para análise do caso. A força colocada pelo operador no equipamento não foi mensurada, pois pode ter variações em cada processo.

Com a realização dos testes, coletamos os dados conforme as (tabelas 06,07 e 08), observando que não há uma medição objetiva na força exercida sobre o equipamento para realizar a usinagem. A rotação e a força são ajustadas para que possa alcançar o melhor resultado. E a medida do melhor corte é o resultado de uma avaliação conjunta dos fatores: ruído de corte, a força aplicada, eventuais vibrações, o aspecto visual e o teste de vedação. Conforme os resultados abaixo, a pastilha T3 obteve o melhor resultado, em variações de rotações e diferentes durezas das sedes de válvulas aplicadas em diversos tipos de cabeçotes.

A pastilha T1 usinou 168 sedes, sendo 120 de motores diesel e 48 de motores Otto, conforme a tabela 01.

**Tabela 01: Resultados dos testes da pastilha T1**

<b>Pastilha</b>	<b>OS</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Motor</b>	<b>Admissão</b>	<b>Escape</b>	<b>RPM</b>	<b>Dureza Da sede de válvula</b>	<b>Avaliação</b>
T1	41419	Diesel	Perkins 4236	4	4	90	47	OK
T1	41794	Diesel	MWM D-229	4	4	90	47	OK
T1	41800	Otto	AP	4	4	60	45	OK
T1	41834	Diesel	Iveco ISB 4		8	60	55	Falhou
T1	41919	Otto	Fire 1.4	4	4	70	45	OK
T1	41961	Diesel	Cummins ISB 6		12	80	55	Falhou
T1	41971	Otto	Fire 1.0	4	4	70	45	OK
T1	42301	Diesel	L200 Triton		8	90	47	OK
T1	42318	Diesel	MWM 4.10/4		4	80	47	OK
T1	42351	Diesel	MWM 6.10/6		6	80	47	OK
T1	42404	Diesel	Yanmar 4TNV		4	55	47	OK
T1	42406	Diesel	Yanmar 4TNV		4	55	47	OK
T1	42414	Diesel	MWM D-229	3	3	90	47	OK
T1	42422	Diesel	MWM D-229	3	3	90	47	OK
T1	42424	Otto	AP	4	4	60	45	OK
T1	42428	Otto	Fire 1.0	4	4	80	45	OK
T1	42433	Diesel	MWM/3	3	3	90	47	OK
T1	42434	Diesel	MWM/3	3	3	90	47	OK
T1	42452	Diesel	OM-352-6	6	6	90	47	OK
T1	42453	Diesel	MWM 4.10/4		4	70	47	OK
T1	42461	Diesel	MWM X-12		6	90	47	OK
T1	42538	Otto	Fire 1.0	4	4	70	45	OK
T1	42543	Diesel	Cummins ISB 6		12	60	55	Falhou
<b>Total</b>				<b>50</b>	<b>118</b>			

Fonte: Autor

As falhas apresentadas nos testes da pastilha T1, obteve um custo em perda de sedes de válvulas de:

- 8 Unidades de sedes de válvulas do Iveco ISB: R\$ 336,00
- 24 Unidades de sedes de válvula do Cummins ISB/6: R\$ 1008,00

Totalizando uma despesa total de R\$ 1168,00 e o custo da pastilha em teste T1 é de R\$: 263,00.

A pastilha T2 usinou 152 sedes, sendo 106 de motores diesel e 46 de motores Otto conforme a tabela 02.

**Tabela 02: Resultados dos testes da pastilha T2**

<b>Pastilha</b>	<b>OS</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Motor</b>	<b>Admissão</b>	<b>Escape</b>	<b>RPM</b>	<b>Dureza da sede de válvula</b>	<b>Avaliação</b>
T2	40779	Diesel	Cummins ISB 6		6	80	55HRC	OK
T2	41598	Otto	Fire 1.4	4	4	70	45HRC	OK
T2	41688	Diesel	MWM 4.10		4	65	47HRC	OK
T2	41691	Otto	Willys 6 cil	6		90	45HRC	OK
T2	41694	Otto	AT1000	4	4	70	45HRC	OK
T2	41781	Diesel	MWM/6 Gás		6	60	50HRC	Falhou
T2	41788	Otto	Fire 1.0	4	4	85	45HRC	OK
T2	41793	Diesel	AP 1.8	4	4	100	47HRC	OK
T2	41824	Diesel	Perkins 4.236	4	4	80	47HRC	OK
T2	41900	Diesel	Cummins ISB 6		12	80	55HRC	OK
T2	41911	Diesel	MWM 6.10		6	65	47HRC	OK
T2	41968	Diesel	P-4000	4	4	80	47HRC	OK
T2	42008	Diesel	MWM/4	4	4	85	47HRC	OK
T2	42401	Diesel	MWM 3cil	3	3	90	47HRC	OK
T2	42408	Diesel	MWM/4	4	4	70	47HRC	OK
T2	42456	Diesel	Perkins 4.236	4	4	80	47HRC	OK
T2	42515	Diesel	New Holland		6	60	55HRC	Falhou
T2	42528	Diesel	MWM 4.10		4	80	47HRC	OK
T2	42529	Otto	Celta	4	4	105	45HRC	OK
T2	42536	Diesel	MWM/4	4	4	85	47HRC	OK
T2	42542	Otto	VW 1600	4	4	105	45HRC	OK
<b>Total</b>				<b>57</b>	<b>95</b>			

Fonte: Autor

As falhas apresentadas nos testes da pastilha T2, obteve um custo em perda de sedes de válvulas de:

- 6 Unidades de sedes de válvulas do MWM/6 Gás: R\$ 144,00
- 6 Unidades de sedes de válvula do New Holland: R\$ 120,00

Totalizando uma despesa total de R\$ 264,00 e o custo da pastilha em teste T2 é de R\$: 272,00.

A pastilha T3 usinou 163 sedes, sendo 83 de motores diesel e 80 de motores Otto, conforme a tabela 03.

**Tabela 03: Resultados dos testes da pastilha T3**

<b>Pastilha</b>	<b>OS</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Motor</b>	<b>Admissão</b>	<b>Escape</b>	<b>RPM</b>	<b>Dureza da sede de válvula</b>	<b>Avaliação</b>
T3	40797	Diesel	Valtra 3 cil		3	50	47HRC	OK
T3	41278	Diesel	Cummins ISC		12	90	55HRC	OK
T3	41584	Diesel	OM 926/6		6	60	47HRC	OK
T3	41591	Diesel	Cummins ISB 6		12	80	55HRC	OK
T3	41597	Otto	EA 111 1.0	4	4	55	45HRC	OK
T3	41607	Diesel	OM 611		8	65	47HRC	OK
T3	41679	Otto	AP 1.6	4	4	75	47HRC	OK
T3	41694	Otto	Fire 1.3	4	4	50	45HRC	OK
T3	41755	Diesel	Cummins ISB 6		12	80	55HRC	OK
T3	41764	Otto	Celta	4	4	65	47HRC	OK
T3	41766	Otto	Corsa	4	4	55	45HRC	OK
T3	41770	Diesel	Perkins MS 4.1		4	60	47HRC	OK
T3	41775	Diesel	IvecoDucato		4	70	55HRC	OK
T3	41778	Diesel	Perkins S4		4	85	47HRC	OK
T3	41811	Diesel	Scania		6	75	55HRC	OK
T3	41898	Otto	Ford CHT 1.6	4	4	70	45HRC	OK
T3	42501	Diesel	MWM X-12		6	108	47HRC	OK
T3	42504	Otto	Onix 1.0	4	4	75	45HRC	OK
T3	42511	Otto	EA 111	4	4	55	45HRC	OK
T3	42513	Diesel	OM 352 A		6	80	47HRC	OK
T3	42517	Otto	Fire 1.0	4	4	60	45HRC	OK
T3	42521	Otto	Fire 1.0	4	4	50	45HRC	OK
<b>Total</b>				<b>40</b>	<b>123</b>			

Fonte: Autor

Não houve despesa com os testes realizados na pastilha T3, evidenciando a pastilha ideal para o processo, e o custo da pastilha em teste T3 é de R\$: 293,00.

É possível observar através dos resultados obtidos que a pastilha T3, obteve o melhor resultado, com rotações diferentes, dureza de sedes de válvulas diferentes. Os gráficos mostram o RPM utilizado no processo, as durezas das sedes de válvulas e avaliação do resultado. O tempo gasto para refazer a retifica de cada sede de válvula em que a pastilha não foi capaz de retificar, foi de 15 minutos, sendo assim um cabeçote de 8 válvulas, gasta-se 2:00hs para ser refeito. Nos testes realizados 44 sedes de válvulas tiveram que ser refazer o processo, totalizando um atraso na produção de 11:00hs. Em todos os gráficos aplica-se as seguintes informações:

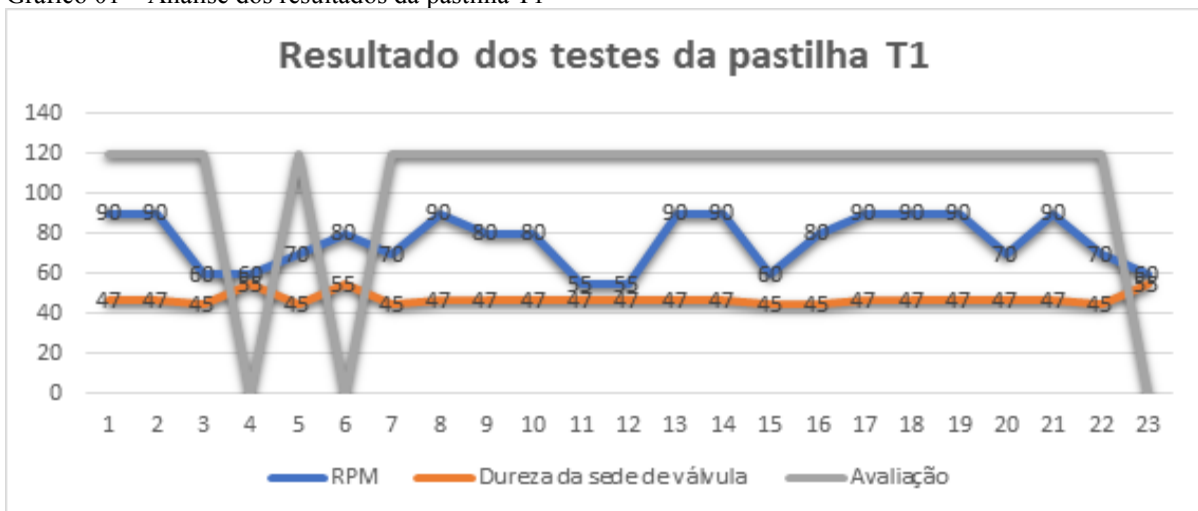


- **Eixo y:** quantidade de testes realizados em cabeçotes com 8, 12, 16 e 24 sedes de válvula;
- **Eixo x:** resultados dos testes;

Quando o resultado do teste (avaliação) for igual a 0, apresentou falha e, quando for acima da linha RPM, não apresentou falha.

O gráfico 01, mostra a falha em três testes, obtendo resultado negativo.

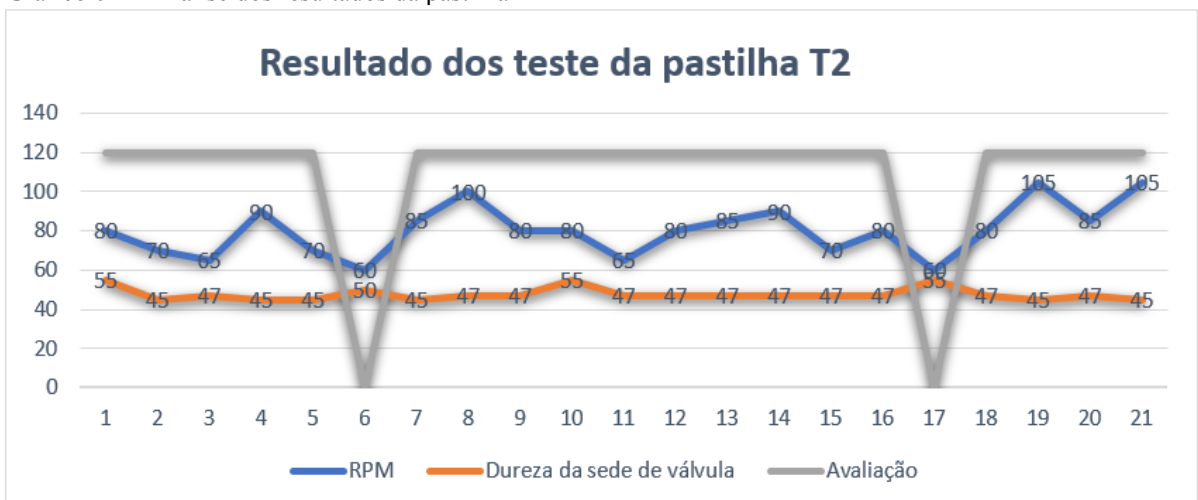
Gráfico 01 – Análise dos resultados da pastilha T1



Fonte: Autor

O gráfico 02, mostra a falha em dois testes, obtendo resultado negativo.

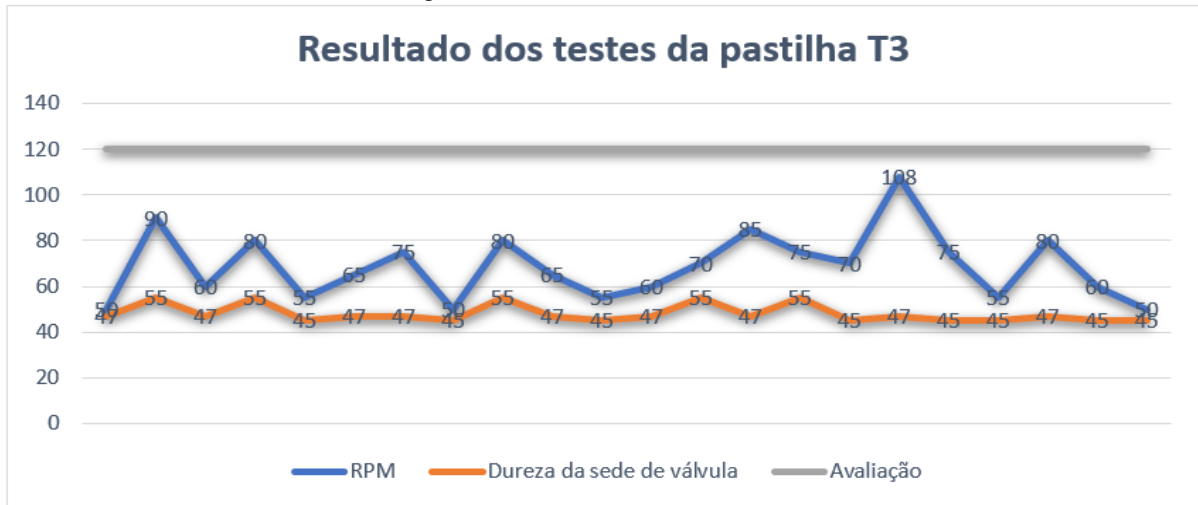
Gráfico 02 – Análise dos resultados da pastilha T2



Fonte: Autor

O gráfico 03, mostra resultados positivos em todos os testes.

Gráfico 03 – Análise dos resultados da pastilha T3



Fonte: Autor

O resultado obtido dos testes tem impactos positivos no setor de usinagem de sedes de válvula, como:

- Excelente resultado na superfície usinada;
- Melhor desempenho com a pastilha utilizada;
- Menor tempo gasto para realização do processo, evitando atrasos na produção;
- Menos impacto com meio ambiente, devido a substituição das sedes de válvulas,
- Diminuição do consumo de energia, devido à eficaz do resultado obtido da usinagem;
- Melhor vedação do conjunto;
- Mais produtividade;
- Menos custo no processo.

## 5 CONCLUSÃO

Através do projeto, foi possível obter resultados satisfatórios, uma vez que no processo de usinagem qualquer falha gera grandes impactos, pois a remoção de material é centesimal, as sedes de válvulas em muitos casos têm que ser substituídas, além do custo elevado para substituição das sedes de válvula também temos o consumo de energia elétrica para refazer o processo, impactando no meio ambiente e o tempo gasto para realização do processo atrasando a linha de produção.

Podemos observar que entre os testes realizados das três pastilhas de corte, duas apresentaram falha no processo. A pastilha T3 foi a que apresentou o melhor resultado, retificou todas as sedes de válvula que foram aplicadas nos testes, com dureza diferentes, variações de rotação e em diversas aplicações de cabeçotes.

O resultado obtido beneficia o setor em vários aspectos: na agilidade no processo, pois o setor de retífica de cabeçote é o gargalo da produção, qualquer falha ocorrida no processo atrasa significativamente o cronograma de produção; no baixo custo para realizar o processo; no baixo consumo de energia elétrica e na eficácia do resultado.


## REFERÊNCIAS

- BARGER, E.L.; LILGEDAHL, J.B.; CARLETON, W.M.; McKIBBEN, E.G. **Tratores e seus Motores**. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, Brasil, 1966.
- BASSHUYSEN, R.; SCHAFER, F. **Internal combustion engine handbook: basics, components, systems and perspectives**, SAE International, 2004.
- BRUNETTI, F. **Motores de combustão interna**: volume 1, São Paulo, SP: Blucher, 2012.
- CHIAVERINI, V. **Açoseferros fundidos**. 4. ed. São Paulo: ABM, 1979.
- CREF, Centro de Referência para o Ensino da Física. **Motor otto e motor diesel: qual a diferença?** CREF, 2010. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=motor-otto-e-motor-diesel-qual-e-a-diferenca>>. Acesso em: 08 maio 2022.
- DINIZ, A.S.; MARCONDES, F.C.; COPPINI, N.L. “**Tecnologia da usinagem dos materiais**”. 5ª ed, São Paulo: Artliber Editora Ltda., 2006.
- HEYWOOD, J. B. **Internal combustion engine fundamentals**. Local de publicação: McGraw-hill, 1988.
- KOELSCH, J.R. (2000), “**Ferramentas de carbeto ... o estado da arte**”, Máquinas e Metais.
- MACHADO, A. R., COELHO, R.T., ABRÃO, A.M, DA SILVA, M.B. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2015.
- RIOMAQ, Tabela de aplicação de Ferramentas de Corte e Pino Piloto. Disponível em: <<https://riomaq.com.br/site/wp-content/uploads/2019/09/FAV-1500-Tabela-de-Aplicacao-de-Ferramentas-de-Corte-e-Pino-Piloto.pdf>>. Acesso em: 05 Agosto 2022.
- RIOSULENSE, Sedes da Rio. Disponível em: <<https://qrco.de/bbJGaH>>. Acesso em: 10 Agosto 2022.
- RIOSULENSE, Sedes de Válvula. Disponível em: <[https://rio.expert/mercado-reposicao/sedes-de-valvula/#menu\\_ancora](https://rio.expert/mercado-reposicao/sedes-de-valvula/#menu_ancora)>. Acesso em: 10 Agosto 2022.
- SEIREG, A.A. **Fricton and lubrication in Mechanical Design**. Marcel Dekker, Inc 1998.
- STEMMER, C. E. “**Ferramentas de corte**”. 2 ed., Florianópolis: ed. UFSC, 1989.
- SILVEIRA, Fernando Lang da. **Máquinas térmicas à combustão interna de Otto e de Diesel**. Porto alegre: UFRGS, 2016. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/maqterm.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2022.

WANG, Yushu. **Introduction to engine Valvetrains**. SAE International. 2007.

## ANEXO A

Tabela 04: Tabela para usinagem de sedes de válvulas: Fiat, Chevrolet, For, VW.


		<b>TABELA PARA USINAGEM DAS SEDES DE VALVÚLAS</b>				
<b>MOTORES A GASOLINA</b>	<b>VÁLV.</b>	<b>GRAU DE ASSENTO</b>	<b>LARGURA DO ASSENTO</b>	<b>CÓDIGO DA PASTILHA</b>	<b>ALTURA DA VÁLVULA</b>	<b>DIÂM. PINO PILOTO</b>
<b>FIAT</b>						
FIAT 147	ADM	45°	2,0mm	4506	=	8,00
1300/ 1500	ESC	45°	1,5mm	4507	=	8,00
FIAT TEMPRA/ TIPO	ADM	45°	2,0mm	4507	=	8,00
1,6 / 2,0	ESC	45°	2,0mm	4507	=	8,00
FIAT TEMPRA/ PALIO	ADM	45°	1,5mm	4506	=	7,00
16V / 1000	ESC	45°	1,5mm	4506	=	7,00
FIAT PALIO	ADM	45°	2,0mm	4507	=	8,00
1,5 / 1,6	ESC	45°	2,0mm	4507	=	8,00
<b>CHEVROLET</b>						
CHEVROLET	ADM	45°	2,0mm	4507	=	8,00
CHEVETTE 1,4/1,6	ESC	45°	2,0mm	4507	=	8,00
CHEVROLET	ADM	45°	2,0mm	4507	=	8,70
OPALA / OMEGA	ESC	45°	2,0mm	4507	=	8,70
CHEVROLET	ADM	45°	1,5mm	4507	=	8,00
MONZA / KADET-1,8	ESC	45°	1,5mm	4507	=	8,00
CHEVROLET	ADM	45°	1,5mm	4507	=	7,00
MONZA / KADET-2,0	ESC	45°	1,5mm	4507	=	7,00
CHEVROLET	ADM	45°	1,5mm	4506	=	7,00
CORSA	ESC	45°	1,5mm	4506	=	7,00
<b>FORD</b>						
FORD	ADM	45°	1,5mm	4506	=	7,00
CORCEL	ESC	45°	1,5mm	4506	=	7,00
FORD	ADM	45°	2,0mm	4507	=	7,00
CORCEL II	ESC	45°	2,0mm	4507	=	7,00
<b>VW</b>						
VW. FUSCA	ADM	45°	2,0mm	4507	=	8,00
1300 / 1500 / 1600	ESC	45°	2,0mm	4507	=	8,00
VW. PASSAT	ADM	45°	2,0mm	4507	=	8,00
1,6/1,8 / 2,0	ESC	45°	2,0mm	4507	=	8,00
VW. GOL	ADM	45°	2,0mm	4507	=	8,00
1600 / AR	ESC	45°	2,0mm	4507	=	8,00
VW. GOL	ADM	45°	1,5mm	4506	=	8,00
1,6	ESC	45°	1,5mm	4506	=	8,00
VW. GOL	ADM	45°	1,5mm	4503	=	6,00
1000 / 16V	ESC	45°	1,5mm	4502	=	6,00

Os valores indicados nesta tabela são de orientação, para obter valores exatos consulte o fabricante!

Fonte: Riomaq (2019)

## ANEXO B

Tabela 05: Tabela para usinagem de sedes de válvulas: Mercedes, MWM, Perkins, Maxion.


		<b>TABELA PARA USINAGEM DAS SEDES DE VÁLVULAS</b>				
<b>MOTORES A DIESEL</b>	<b>VÁLV.</b>	<b>GRAU DE ASSENTO</b>	<b>LARGURA DO ASSENTO</b>	<b>CÓDIGO DA PASTILHA</b>	<b>ALTURA DA VÁLVULA</b>	<b>DIÂM. PINO PILOTO</b>
<b>MERCEDES</b>						
MERCEDES	ADM	45°	2,0 mm	4507	0,70 - 1,10	9,00
OM-352, 314	ESC	45°	2,0 mm	4507	0,70 - 1,10	10,00
MERCEDES	ADM	45°	2,3mm	4501	0,40-0,75	9,00
OM-355/5	ESC	45°	2,3mm	4501	0,60-0,95	9,00
MERCEDES	ADM	30°	2,0mm	3004	+0,40-0,00	9,00
OM-355/6	ESC	30°	2,0mm	3004	0,00-0,60	9,00
MERCEDES	ADM	30°	2,3mm	3004	0,40-0,60	9,00
OM-355/8 COOLER	ESC	30°	2,3mm	3004	0,60-0,95	9,00
MERCEDES	ADM	30°	2,3mm	3004	0,70-1,10	12,00
447/LA 449/LA	ESC	45°	2,3mm	4501	0,70-1,10	12,00
MERCEDES	ADM	30°	2,0mm	3004	0,70-1,20	9,00
OM-368	ESC	45°	2,3mm	4501	0,70-1,20	10,00
MERCEDES	ADM	30°	2,0mm	3004	1,00-1,50	9,00
OM-457	ESC	45°	2,0mm	4507	1,00-1,50	9,00
MERCEDES	ADM	20°	2,0mm	2001	1,40-1,80	8,00
OM-906	ESC	45°	2,0mm	4507	1,20-1,60	8,00
SPRINTER	ADM	45°	2,0mm	4507	0,00-0,20	7,00
OM-611/D22AL	ESC	45°	2,0mm	4507	0,00-0,20	7,00
MERCEDES	ADM	45°	2,0mm	4507	0,45-1,50	10,00
180	ESC	45°	2,0mm	4507	0,80-1,50	10,00
<b>MWM</b>						
MWM	ADM	45°	2,0mm	4507	1,30-1,80	9,00
D225 226 229	ESC	45°	2,0mm	4507	1,35-1,80	9,00
MWM	ADM	30°	2,3mm	3004	1,00-1,50	9,00
D229/TURBO	ESC	45°	2,3mm	4501	1,00-1,50	9,00
MWM	ADM	30°	2,0mm	3004	1,50-1,70	7,00
SPRINT	ESC	45°	2,0mm	4507	1,90-2,10	7,00
<b>PERKINS</b>						
PERKINS	ADM	45°	2,0mm	4507	1,30-1,50	8,00
D/4203	ESC	45°	2,0mm	4507	1,30-1,50	8,00
PERKINS	ADM	45°	2,3mm	4501	1,30-1,50	9,50
6357 6358	ESC	45°	2,3mm	4501	1,30-1,50	9,50
PERKINS D10	ADM	45°	2,3mm	4501	1,00-1,20	9,50
4236 4248	ESC	45°	2,3mm	4501	1,00-1,20	9,50
PERKINS	ADM	45°	2,0mm	4507	1,40-2,70	8,00
D / I 3152	ESC	45°	2,0mm	4507	1,40-2,70	8,00
<b>MAXION</b>						
MAXION	ADM	30°	2,0mm	3004	0,80-1,10	8,00
HST / HS	ESC	45°	2,0mm	4507	0,90-1,15	8,00
MAXION	ADM	30°	2,0mm	3004	1,20-1,45	9,50
S4T	ESC	45°	2,0mm	4507	1,40-1,65	9,50
MAXION	ADM	45°	2,0mm	4507	1,00-1,30	9,50
S4	ESC	45°	2,0mm	4507	1,20-1,50	9,50

Os valores indicados nesta tabela são de orientação, para obter valores exatos consulte o fabricante!

Fonte: Riomaq (2019)

## ANEXO C

Tabela 06: Tabela para usinagem de sedes de válvulas: Volvo, Scania, Ford, Volkswagen, Chevrolet, Yanmar e Tobata, Kia Motors, Caterpillar, Cimmins

		TABELA PARA USINAGEM DAS SEDES DE VALVÚLAS				
MOTORES A DIESEL	VÁLV.	GRAU DE ASSENTO	LARGURA DO ASSENTO	CODIGO DA PASTILHA	ALTURA DA VÁLVULA	DIAM. PINO PILOTO
<b>VOLVO</b>						
VOLVO	ADM	30°	5,0mm	3000	1,00-1,20	11,00
N10 / B	ESC	45°	5,0mm	4500	1,30-1,50	11,00
VOLVO	ADM	30°	5,0mm	3000	0,50-1,30	11,00
NL 12 AB	ESC	45°	5,0mm	4500	0,50-1,30	11,00
<b>SCANIA</b>						
SCANIA	ADM	30°	5,0mm	3000	0,80-1,40	11,00
110 / 111 / 112	ESC	45°	5,0mm	4500	0,70-1,40	11,00
SCANIA	ADM	20°	5,0mm	2000	0,80-1,20	11,00
113	ESC	45°	5,0mm	4500	0,80-1,20	11,00
DSC12/DSI12-12lts	ADM	20°	2,0mm	2000	0,80-1,20	10,00
Série 4 Desde 98	ESC	45°	2,0mm	4507	0,80-1,20	10,00
<b>FORD</b>						
FORD CARGO	ADM	30°	2,0mm	3004	1,00-1,60	9,40
FASE 1-6,6	ESC	45°	2,0mm	4507	1,00-1,60	9,40
FORD CARGO	ADM	30°	2,0mm	3004	1,22-1,70	9,40
FASE 2-7,8/TURBO	ESC	45°	2,0mm	4507	1,22-1,70	9,40
FORD	ADM	45°	2,0mm	4507	1,20-1,40	9,40
TRATOR	ESC	45°	2,0mm	4507	1,20-1,40	9,40
<b>VOLKSWAGEN</b>						
KOMBI	ADM	45°	2,0mm	4507	0,70-1,00	8,00
DIESEL	ESC	45°	2,0mm	4507	0,70-1,00	8,00
<b>CHEVROLET</b>						
CHEVROLET	ADM	30°	2,0mm	3004	=	8,70
BRASIL	ESC	45°	2,0mm	4507	=	8,70
<b>YANMAR / TOBATA</b>						
MICRO	ADM	45°	2,0mm	4507	1,00-1,20	8,00
TRATOR	ESC	45°	2,0mm	4507	1,00-1,20	8,00
<b>KIA MOTORS</b>						
BESTA	ADM	45°	2,0mm	4507	0,80-1,20	8,00
2.0 / 2.2	ESC	45°	2,0mm	4507	0,80-1,20	8,00
BESTA	ADM	45°	2,0mm	4507	0,80-1,20	9,00
2.7	ESC	30°	2,0mm	3004	0,80-1,20	9,00
TOPIK	ADM	45°	2,0mm	4507	1,00-1,20	8,00
	ESC	45°	2,0mm	4507	1,00-1,20	8,00
<b>CATERPILLAR</b>						
CATERPILLAR	ADM	30°	2,0mm	4507	0,80-1,20	8,00
D4	ESC	30°	2,0mm	4507	0,80-1,20	8,00
<b>CUMMINS</b>						
MOTOR	ADM	30°	2,0mm	3004	0,99 - 1,52	8,00
SÉRIE - B	ESC	45°	2,0mm	4507	0,99 - 1,52	8,00
MOTOR	ADM	30°	2,0mm	3004	0,59 - 1,12	9,50
SÉRIE - C	ESC	45°	2,0mm	4507	1,09 - 1,62	9,50

Os valores indicados nesta tabela são de orientação, para obter valores exatos consulte o fabricante!

Fonte: Riomaq (2019).