

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**HIGOR ANTONIO DUTRA OLIVEIRA**

**MELHORIA EM FERRAMENTA DE INJEÇÃO PLÁSTICA PARA OTIMIZAÇÃO  
DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE PEÇAS VEDANTES AUTOMOTIVAS**

**Varginha**  
**2025**

**HIGOR ANTONIO DUTRA OLIVEIRA**

**MELHORIA EM FERRAMENTA DE INJEÇÃO PLÁSTICA PARA OTIMIZAÇÃO  
DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE PEÇAS VEDANTES AUTOMOTIVAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Professor Antônio Vital Lara Junior e coorientação do Eng. Mecânico Luis Davy silva de Camargo

**Varginha**

**2025**

**HIGOR ANTONIO DUTRA OLIVEIRA**

**MELHORIA EM FERRAMENTA DE INJEÇÃO PLÁSTICA PARA OTIMIZAÇÃO  
DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE PEÇAS VEDANTES AUTOMOTIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para a obtenção de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

**Prof.**

---

**Prof.**

---

**Prof.**

**OBS.:**

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela força e sabedoria concedidas ao longo desta caminhada. Aos meus pais, à minha irmã e à minha namorada, que com amor, apoio e incentivo foram minha base em todos os momentos, e a todas as demais pessoas que, de alguma forma, contribuíram para tornar esta jornada possível.



“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa”.

Albert Einstein.

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de melhoria em uma ferramenta de injeção plástica utilizada na fabricação de peças vedantes automotivas. O objetivo principal foi eliminar uma falha dimensional recorrente que comprometia o encaixe e a estanqueidade das canaletas de vedação, aplicando metodologias estruturadas de análise da qualidade, como MASP, 8D, Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês. A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa do setor automotivo localizada em Varginha-MG, onde foram realizadas análises dimensionais, identificação de causas e implementação de ações corretivas e preventivas. Como resultado, foi desenvolvido um novo sistema de stop fixo, substituindo o antigo sistema móvel exposto a desgaste do componente, o que proporcionou aumento da estabilidade dimensional, redução de custos e melhoria da confiabilidade do processo produtivo. O estudo demonstrou a eficácia da aplicação do método 8D na solução definitiva de falhas e contribuiu para o fortalecimento da cultura de melhoria contínua e qualidade na manufatura automotiva.

**Palavras-chave:** Injeção plástica. MASP 8D. Peças vedantes. Melhoria de processo. Stop fixo.

## ABSTRACT

*This study presents an improvement in a plastic injection mold used in the manufacturing of automotive sealing parts. The main objective was to eliminate a recurring dimensional failure that affected the fit and sealing efficiency of window channels by applying structured quality analysis tools such as MASP, 8D, Ishikawa Diagram, and 5 Whys. The research was conducted in an automotive company located in Varginha-MG, involving dimensional analyses, root cause identification, and the implementation of corrective and preventive actions. As a result, a new fixed stainless-steel stop system was developed to replace the worn movable stop, leading to enhanced dimensional stability, cost reduction, and improved process reliability. The study demonstrated the effectiveness of the 8D methodology for definitive problem-solving and contributed to strengthening a culture of continuous improvement and quality in automotive manufacturing.*

**Keywords:** *Plastic injection. MASP 8D. Sealing parts. Process improvement. Fixed stop.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Simulação de Injeção termoplástica.	2
Figura 2: Injetora plástica vertical.	3
Figura 3: Molde de injeção termoplástica a frio.	8
Figura 4: Evidência do problema.	10
Figura 5: Identificação das colunas do veículo.	11
Figura 6: Perfis que compõem a peça.	11
Figura 7: Etapas da metodologia MASP 8D.	13
Figura 8: Diagrama de Ishikawa	16
Figura 9: Desenho 2D da região afetada.	18
Figura 10: Dimensional do vão da pestana.	19
Figura 11: Geometria do perfil suspeito.	20
Figura 12: Dispositivo de medição.	21
Figura 13: Esquema do stop móvel da pestana no molde.	22
Figura 14: Folga identificada no stop móvel.	23
Figura 15: Preenchimento inicial D0 ao D3 – Formulário 8D.	24
Figura 16: 5W2H adaptado para a demanda da empresa.	25
Figura 17: Ações de contenção para proteção ao cliente e ao processo interno.	26
Figura 18: Dispositivo passa/não passa.	26
Figura 19: Diagrama de Ishikawa classificado através do Brainstorming.	27
Figura 20: Garras de retenção Presentes no molde	27
Figura 21: Marcas de penetração das garras de retenção	28
Figura 22: Norma técnica sobre iluminação mínima no posto de trabalho.	28
Figura 23: Aferição de lux do posto de trabalho $\geq 750\text{Lux}$	29
Figura 24: Intervalo de tempo entre medições.	30
Figura 25: Capacitação de mão de obra.	30
Figura 26: 5 Porquês (Análise da causa raiz).	31
Figura 27: Principais ações definidas pelo time multifuncional.	32
Figura 28: DETECÇÃO – Inspeção 100% com dispositivo passa/não passa.	33
Figura 29: DETECÇÃO - Redução do tempo de inspeção definitivo.	33
Figura 30: DETECÇÃO - Elaboração e instalação de poka yoke	34

Figura 31: OCORRÊNCIA - Confeção de stop fixo na placa do molde	34
Figura 32: Comparativo de antes e depois do ajuste	36
Figura 33: Etapa D7 verificação de ações preventivas.	37
Figura 34: FTP atualizada frente ao novo stop implementado.	38
Figura 35: Checklist de Poka yoke.	39
Figura 36: Avaliação de desempenho	40
Figura 37: D8 Reconhecimento do time	41
Figura 38: Fechamento do 8D	41

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Sistema dos moldes termoplásticos.....	6
Quadro 2: Tipos de Moldes.....	7
Quadro 3: Componente de um molde de injeção termoplástica.....	9
Quadro 4: Metodologias aplicadas.....	16
Quadro 5: Dimensionamento referente as cotas da figura 9.....	20
Quadro 6: Dimensionamento após ação definitiva - stop fixo.....	34

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>2</b>
2.1 Injeção Termoplástica	2
2.2 Injetora de Plástico	3
<b>3 MOLDES PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS</b>	<b>6</b>
3.1 Estrutura dos Moldes de Injeção	6
3.2 Tipos de moldes	6
<b>4 ESQUEMA DE UM MOLDE DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICA</b>	<b>8</b>
<b>5 MODO DE FALHA EVIDENCIADO</b>	<b>10</b>
<b>6 ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DE CAUSAS COM BASE NA METODOLOGIA MASP 8D</b>	<b>13</b>
<b>7 BRAINSTORMING E DIAGRAMA DE ISHIKAWA</b>	<b>15</b>
7.1 Brainstorming	15
7.2 Diagrama de Ishikawa	15
<b>8 METODOLOGIA</b>	<b>17</b>
<b>9 ANÁLISE INICIAL DA PEÇA RECLAMADA</b>	<b>18</b>
9.1 Análise da geometria do perfil afetado	19
9.1.1 Análise do dimensional da pestana	20
9.1.2 Análise do stop móvel do molde	22
<b>10 D0 AO D3 ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DE CAUSA MASP 8D</b>	<b>24</b>
<b>11 BRAINSTORMING E APLICAÇÃO DO ISHIKAWA</b>	<b>27</b>
11.1 Evidência de causas categorizadas no ishikawa	27
11.2 D4 - 5 Porquês aplicado a causa raiz de ocorrência e potencial de detecção	31
11.2.1 D5 e D6 Ações corretivas para o processo	32

11.2.2 Evidências das ações implementadas	32
<b>12 VALIDAÇÃO DO NOVO SISTEMA DE STOP FIXO</b>	<b>35</b>
<b>13 ANTES / DEPOIS DO NOVO SISTEMA</b>	<b>36</b>
<b>14 D7 AÇÕES PREVENTIVAS SISTÊMICAS</b>	<b>37</b>
<b>14.1 FTP – Fluxo de trabalho Padronizado</b>	<b>37</b>
14.1.1 Checklist de Poka yoke	38
<b>15 D8 MONITORAMENTO DAS AÇÕES PARA FECHAMENTO DA ANÁLISE</b>	<b>40</b>
<b>16 D8 RECONHECIMENTO DO TIME ENVOLVIDO NO PROJETO</b>	<b>41</b>
<b>16.1 Fechamento e aprovação da análise 8D</b>	<b>41</b>
<b>17 CONCLUSÃO</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>43</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A indústria automotiva vive um cenário de constante evolução, no qual a qualidade não é apenas exigida, mas se tornou fator decisivo para competitividade. Entre os diversos componentes que asseguram conforto, durabilidade e segurança, os sistemas de vedação assumem papel essencial, pois impedem a entrada de ruídos, poeira e infiltrações, além de garantirem o perfeito funcionamento do fechamento das portas. Nesse contexto, a injeção plástica destaca-se como um dos principais processos produtivos, mas sua precisão dimensional é determinante para atender às exigentes especificações das montadoras.

Entretanto, falhas em componentes e o desgaste natural dos moldes podem comprometer a estabilidade do processo, ocasionando variações dimensionais, rebarbas e índices elevados de refugo. Tais problemas não apenas geram perdas produtivas, mas também comprometem a imagem e a confiabilidade do fornecedor diante do cliente automotivo.

Com base nesse desafio, este trabalho propõe analisar e propor soluções para um problema dimensional identificado na produção de canaletas de vedação, utilizando ferramentas estruturadas de análise da qualidade, como MASP, 8D e Diagrama de Ishikawa. A otimização do sistema de batentes surge como uma oportunidade estratégica para aumentar a repetibilidade do processo, reduzir variações e assegurar peças conformes ao longo da produção, elevando o padrão de confiabilidade do fornecedor.

O estudo ganha relevância a partir de uma reclamação formal registrada por uma montadora, que apontou não conformidades dimensionais em canaletas fornecidas por uma indústria de injeção plástica e borracha. As variações fora das tolerâncias de projeto comprometeram a montagem dos veículos, resultando em inspeções 100% das peças, retrabalhos, substituição de lotes e aplicação de penalidades contratuais. A recorrência dos desvios reforça a necessidade de investigar as causas raiz e propor soluções robustas.

Portanto, este trabalho justifica-se pela busca de alternativas técnicas e economicamente viáveis, sem modificações estruturais no molde, que possibilitem reduzir a variabilidade dimensional, melhorar a repetibilidade do processo e minimizar retrabalhos. Além de atender às demandas práticas da indústria automotiva, a pesquisa contribui no campo acadêmico ao integrar teoria e prática, formando profissionais capazes de enfrentar desafios reais da engenharia da qualidade com eficiência e inovação.

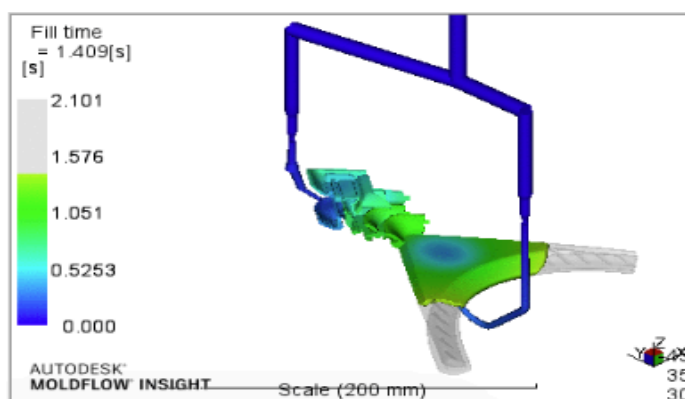
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Injeção Termoplástica

O processo de injeção de plástico é amplamente utilizado na fabricação de peças em larga escala, dada sua capacidade de produzir componentes complexos com alta repetibilidade e precisão dimensional. De acordo com Leite (2011), o ciclo de injeção é dividido em cinco fases principais: injeção, plastificação, recalque, resfriamento e ejeção. Inicialmente, o material termoplástico, geralmente na forma de pellets, é plastificado por meio de atrito e calor, até atingir um estado semilíquido. Em seguida, é injetado no molde, onde se conforma com o formato desejado. A fase de recalque garante o preenchimento completo da cavidade, compensando a contração volumétrica do material ao resfriar.

A Figura 1 a seguir representa um exemplo de preenchimento do material nas cavidades do molde e a distribuição do fluxo do material, auxiliando na identificação de possíveis falhas no processo.

Figura 1: Simulação de Injeção termoplástica.



Fonte: O Autor (2025).

A etapa de resfriamento, segundo o autor, é a mais crítica para a qualidade final da peça e impacta diretamente no tempo de ciclo do processo produtivo. Um resfriamento eficiente contribui para a obtenção de peças sem defeitos, como rebarbas, bolhas ou empenamentos, além de assegurar estabilidade dimensional. Leite (2011) enfatiza que, devido à importância dessa etapa, os sistemas de refrigeração do molde desempenham papel central na produtividade e na redução de custos de manufatura.

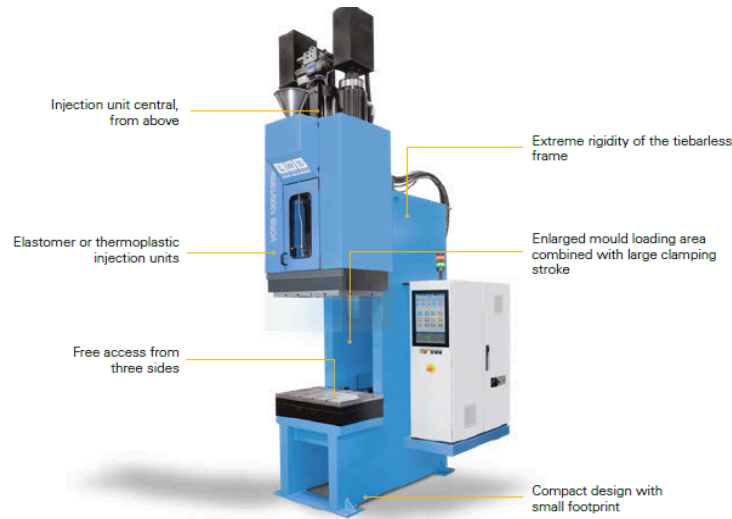
Como ressalta Manrich (2005), o processamento de termoplásticos por injeção é um dos mais importantes processos de transformação de materiais poliméricos, devido à sua alta produtividade e à capacidade de produzir peças complexas com alta precisão. Essa observação destaca a relevância da injeção termoplástica para a indústria, impulsionada pela versatilidade dos polímeros e pela eficiência do processo. Onde, a otimização de processos, a seleção de materiais e o design de moldes se entrelaçam para criar soluções inovadoras e sustentáveis. A compreensão dos princípios da injeção termoplástica é fundamental para o desenvolvimento de produtos de alta qualidade e para a otimização da produção industrial.

## **2.2 Injetora de Plástico**

A máquina de injeção plástica é o equipamento fundamental utilizado no processo de moldagem de peças poliméricas com alta precisão e complexidade. Ela é responsável por aquecer o material termoplástico até seu ponto de fusão, transportá-lo por meio de uma rosca e injetá-lo sob alta pressão em um molde, onde ocorre a conformação da peça. Conforme destaca Harada (2004), a eficiência de todo o processo de injeção depende não apenas da qualidade do molde, mas também do desempenho da máquina, que deve ser capaz de controlar com precisão parâmetros como temperatura, pressão, velocidade de injeção e tempo de resfriamento. Assim, o correto funcionamento da injetora é determinante para a produtividade e a qualidade final dos produtos plásticos na indústria.

Na figura 2, ilustra o design vertical da linha VC-Class da LWB-Steinl, que, por ser livre de barras de fixação (tiebarless), otimiza o uso do espaço, melhora a acessibilidade lateral e facilita a inserção ergonômica de componentes.

Figura 2: Injetora plástica vertical.

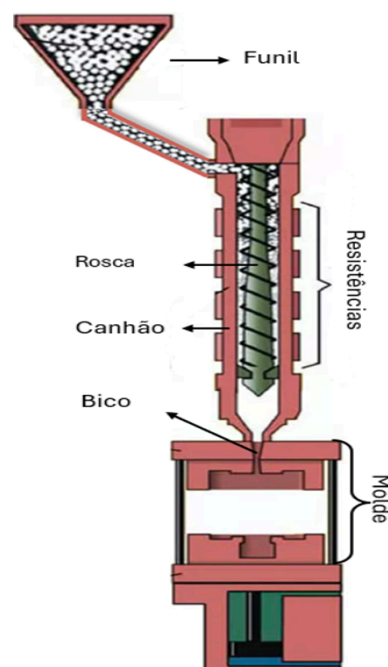


Fonte: Lwb-steinl (2018).

A estrutura compacta e robusta da máquina VC-Class, projetada para garantir maior estabilidade no processo de injeção e facilitar a integração com sistemas automatizados na linha de produção.

A figura 3 representa uma máquina de injeção plástica com sistema de alimentação vertical, destacando os principais componentes do processo: funil, rosca, canhão, resistências, bico e molde. Esse conjunto é responsável por injetar o material no molde e, posteriormente, realizar a plastificação para a conformação da peça.

Figura 3: Esquema Injetora Plástica.



Fonte: Adaptado Madeiplast – 2024.

A seguir, serão apresentados os principais componentes de uma máquina injetora termoplástica, os quais tornam possível o processo de injeção de materiais plásticos:

### 2.2.1 Funil

O funil é o primeiro estágio da alimentação do material, sendo responsável por direcionar os grânulos de termoplástico para o interior da máquina, onde serão aquecidos e processados. Segundo Harada (2004), o correto dimensionamento do funil é importante para garantir o fluxo contínuo de material e evitar contaminações.

### 2.2.2 Canhão e Rosca

O canhão, também conhecido como cilindro, é o local onde ocorre a plastificação do material. Ele é envolvido por resistências elétricas que, em conjunto com o atrito gerado pela rotação da rosca, promovem a fusão dos grânulos termoplásticos. A rosca, localizada dentro do canhão, tem a função de transportar, comprimir, homogeneizar e dosar o material fundido. Conforme explica Harada (2004), a rosca é dividida em três zonas principais — alimentação, compressão e dosagem —, cada uma com papel específico para garantir uma fusão eficiente e uniforme.

### 2.2.3 Resistências

As resistências são responsáveis por manter o canhão em temperatura controlada para que o material seja fundido de forma controlada, segundo HARADA (2004), deve possuir pelo menos três zonas de aquecimento, controladas individualmente, preferencialmente do tipo proporcional, ou controles de temperaturas de voltagem dupla. A temperatura no bico deverá ser controlada separadamente, por pirômetro ou reostato individual.

### 2.2.4 Bico de injeção

O bico da injetora conecta o canhão ao molde, permitindo a transferência do material fundido. Sua função é manter o material aquecido e sob pressão até o momento da injeção no

molde, sendo também equipado com resistências para controlar a temperatura e evitar a solidificação prematura do polímero.

#### 2.2.5 Molde

O molde é o componente que define a forma final da peça plástica. Ele é constituído por duas metades, estacionária e móvel, e contém as cavidades correspondentes ao design da peça. Segundo Harada (2004), a qualidade do molde é crucial, pois influencia diretamente a precisão dimensional, o acabamento superficial e a eficiência do processo de produção.

### 3 MOLDES PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

O molde de injeção é considerado um dos principais elementos no processo de moldagem de termoplásticos, uma vez que define a geometria final da peça e influencia diretamente a qualidade e a produtividade do processo. Segundo Manrich (2005), "o molde é responsável por receber o polímero fundido, permitir sua solidificação sob condições controladas e possibilitar a extração da peça moldada com as propriedades e dimensões requeridas".

#### 3.1 Estrutura dos Moldes de Injeção

No quadro 1 a seguir, de acordo com Manrich (2005), a estrutura de um molde compreende essencialmente 3 tipos de sistemas:

Quadro 1: Sistema dos moldes termoplásticos.

<b>Sistema de alimentação</b>	Composto por canal de injeção, canais de distribuição e pontos de injeção, que conduz o material da máquina até a cavidade.
<b>Sistema de refrigeração</b>	Assegura o resfriamento uniforme e rápido da peça moldada, reduzindo tempos de ciclo e tensões residuais;
<b>Sistema de extração</b>	Encarregado de remover a peça da cavidade sem danificá-la.

Fonte: Adaptado de Manrich (2005).

#### 3.2 Tipos de moldes

Conforme destaca Manrich (2005), na escolha do tipo de molde deve-se levar em consideração fatores como o volume de produção, a complexidade das peças e a necessidade de otimização do processo. A seguir no quadro 2, são apresentados os principais tipos de moldes utilizados no processo de injeção de plásticos:

Quadro 2: Tipos de Moldes.

<b>Moldes de canais frios</b>	São os modelos tradicionais, nos quais o material solidifica também nos canais, havendo perda de material.
<b>Moldes de canais quentes</b>	São os moldes que possuem sistemas aquecidos que mantêm o material fundido nos canais, eliminando o desperdício e reduzindo o tempo de ciclo.
<b>Moldes de placas múltiplas (Stack molds)</b>	São os moldes que são utilizados para aumentar a produtividade, moldando várias peças simultaneamente.

Fonte: Adaptado de Manrich (2005).

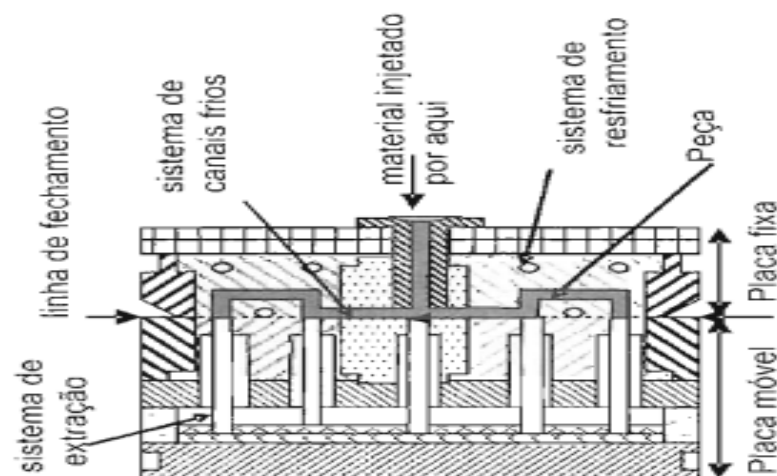
Conforme discutido por Manrich (2005), o molde é um elemento crucial na obtenção de peças com propriedades dimensionais e mecânicas adequadas. A correta concepção do molde não apenas assegura alta produtividade, mas, também contribui para a melhoria do desempenho da peça moldada, reduzindo retrabalho e desperdício de material.



#### 4 ESQUEMA DE UM MOLDE DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICA

A figura 3 a seguir é representativo do equipamento real, que ocorreu o modo de falha, consiste em um molde de injeção plástica com sistema de refrigeração a frio.

Figura 3: Molde de injeção termoplástica a frio.



Fonte: Manrich (2005).

No quadro 3 a seguir, apresenta-se uma descrição detalhada de cada componente que constitui um molde utilizado no processo de injeção termoplástica, bem como suas respectivas funções no sistema. Esses elementos desempenham papéis essenciais para assegurar a precisão dimensional, a eficiência operacional e a qualidade final das peças moldadas. O entendimento de cada parte é fundamental para a correta aplicação, manutenção e otimização do processo produtivo. A seguir, serão expostos os principais componentes, suas características funcionais e sua importância dentro do conjunto do molde. Compreender essas estruturas também contribui para a identificação de falhas, redução de desperdícios e aprimoramento contínuo da manufatura. Assim, este tópico busca fornecer uma base sólida para o domínio técnico do sistema de moldagem por injeção (Manrich, 2005).

Quadro 3: Componente de um molde de injeção termoplástica.

<b>Placa Fixa</b>	Fixa na máquina injetora, recebe o bico de injeção e direciona o polímero fundido para o molde.
<b>Placa Móvel</b>	Parte do molde que se desloca para abrir e fechar o sistema. Após a solidificação da peça, essa placa se afasta para permitir a extração.
<b>Linha de Fechamento</b>	É o plano de contato entre as duas placas. Deve ser bem vedada para evitar vazamentos de material e formação de rebarbas.
<b>Sistema de Canais Frios</b>	Canais por onde o material fundido flui até a cavidade. São chamados "frios" porque o material que solidifica nesses canais é descartado após o ciclo.
<b>Sistema de refrigeração</b>	Conjunto de canais por onde circula um fluido refrigerante. Responsável por resfriar o material injetado, garantindo a solidificação adequada da peça.
<b>Sistema de Extração</b>	Mecanismo localizado na placa móvel, usado para ejetar a peça moldada da cavidade. Pode incluir pinos extratores ou placas.
<b>Cavidade da Peça</b>	É a forma negativa da peça que será moldada. O polímero fundido preenche essa cavidade para formar o produto.
<b>Ponto de Injeção</b>	Região inicial onde o polímero entra no molde. Conecta o bico da injetora aos canais internos do molde.

Fonte: Adaptado de MANRICH (2005).

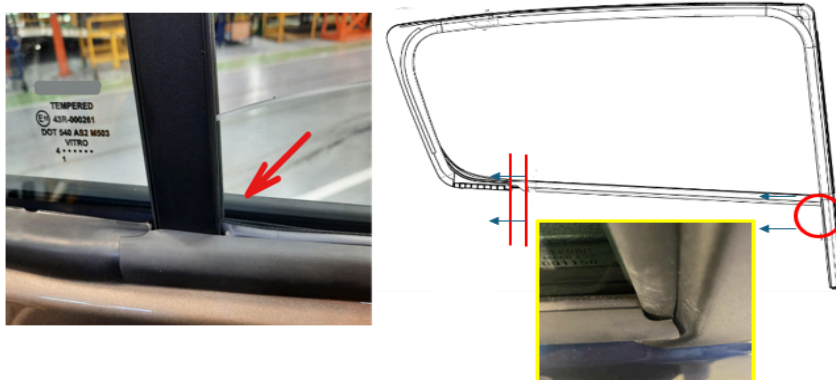
## 5 MODO DE FALHA EVIDENCIADO

O modo de falha identificado está relacionado a uma não conformidade no processo de moldagem das canaletas responsáveis pela vedação das janelas traseiras de determinado modelo de veículo, cerca de 1846 peças não conformes na planta do cliente. A falha foi detectada por operadores da linha de montagem na planta da Argentina, ao perceberem que a peça não se encaixava corretamente na região do montante do vidro fixo da porta traseira. A análise dimensional revelou que o componente apresentava uma variação inferior à tolerância mínima especificada, impossibilitando sua montagem adequada.

Diante da dificuldade de montagem, o problema foi imediatamente reportado à supervisão da linha e ao setor da qualidade da planta. A não conformidade gerou impacto direto no fluxo produtivo, ocasionando uma interrupção momentânea na linha de montagem. Em decorrência da recorrência do desvio, foi formalizada uma reclamação oficial do cliente para o fornecedor devido ao produto não conforme, as imagens a seguir ilustram como foi o modo de falha reclamado.

Na figura 4 a seguir, apresenta a não conformidade percebida pelo cliente, deformação e um gap entre os perfis que compõe a peça moldada.

Figura 4: Evidência do problema.



Fonte: O Autor (2025).

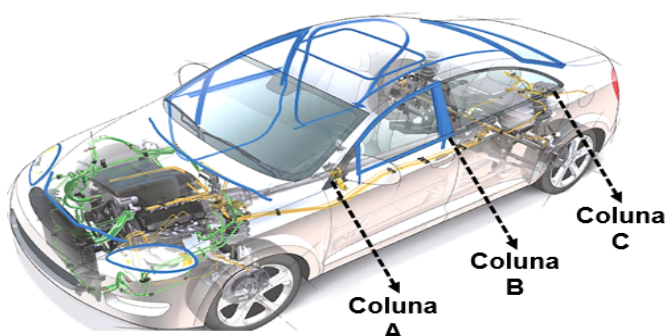
Com base nas imagens apresentadas, observa-se um modo de falha na região da coluna B (coluna central) do veículo, especificamente no sistema de vedação do vidro lateral. Embora inicialmente caracterizada como uma falha visual, essa não conformidade pode implicar em consequências mais severas do ponto de vista funcional.

A deformação observada na aba da vedação, que mantém contato direto com o vidro, compromete a eficiência do sistema de estanqueidade. Essa falha pode permitir a infiltração de agentes externos, como poeira e água, para o interior da estrutura da porta. Tal infiltração pode acelerar processos de corrosão interna da lataria, comprometendo a durabilidade do conjunto.

Além disso, a deformação da aba gera um aumento localizado de pressão sobre o vidro, o que pode acarretar desgaste prematuro da flocagem, revestimento com microfibras aplicado sobre a vedação para reduzir atrito. O desgaste dessa camada pode ocasionar riscos na superfície do vidro e gerar ruídos durante o movimento de abertura e fechamento da janela, afetando o conforto acústico e a qualidade percebida pelo usuário. Portanto, conclui-se que uma falha em um componente vedante, mesmo sendo pontual, pode desencadear uma cadeia de falhas secundárias, afetando a funcionalidade, durabilidade e confiabilidade do sistema como um todo.

Na figura 5 a seguir, mostra a classificação e localização das colunas do veículo, essas classificações são essenciais para a demonstração para a parte técnica e para melhor localização do conjunto.

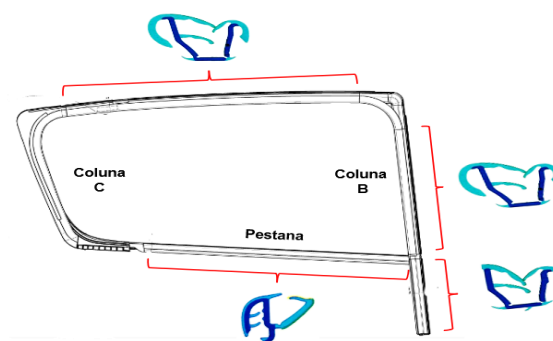
Figura 5: Identificação das colunas do veículo.



Fonte: Adaptado de Cooper Standard Automotive (2025).

A figura 6 a seguir, demonstra o esquema da peça que sofreu o modo de falha juntamente com sua particularidade de conter vários perfis que são moldados entre si para compor a peça por completo.

Figura 6: Perfis que compõem a peça.



Fonte: O Autor (2025).

A peça de vedação traseira, conforme ilustrado na imagem, é composta por diferentes perfis extrudados com geometrias específicas, desenvolvidas para atender às exigências das regiões das colunas B e C do veículo. Esses perfis são moldados e montados de forma a garantir o correto posicionamento e desempenho funcional do sistema de vedação, principalmente nas áreas de interface com o vidro e a carroceria.

Durante a aplicação do componente, foi identificado um desvio dimensional que compromete tanto o aspecto estético quanto o desempenho funcional da vedação. A peça não se encaixa de forma adequada na região prevista, gerando desalinhamento visual e possível falha de vedação, o que pode resultar em perda de eficiência no isolamento e desgaste prematuro dos materiais. Essas condições comprometem a percepção de qualidade do produto e podem acarretar falhas secundárias ao longo do uso.

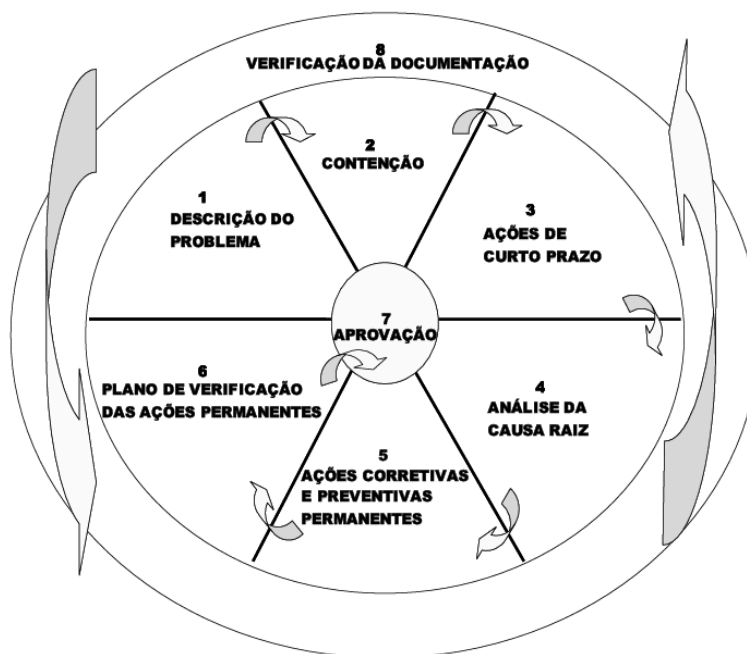
Diante disso, este projeto propõe uma análise estruturada das possíveis causas do problema, com o objetivo de desenvolver ações corretivas eficazes e garantir o atendimento pleno aos requisitos dimensionais, visuais e funcionais estabelecidos pelo cliente.

## 6 ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DE CAUSAS COM BASE NA METODOLOGIA MASP 8D

A metodologia 8D (do inglês *Eight Disciplines Problem Solving*) foi desenvolvida pela Ford Motor Company entre as décadas de 1960 e 1970 como uma ferramenta estruturada para a solução de problemas recorrentes no ambiente industrial. De acordo com o site Ferramentas da Qualidade, "a metodologia 8D é uma ferramenta de qualidade que busca identificar, corrigir e eliminar problemas recorrentes, sendo muito utilizada na indústria automotiva e em diversos setores da manufatura".

De acordo com a figura 7, a metodologia 8D é composta por nove etapas estruturadas, iniciando-se pelo planejamento (D0) e finalizando com o reconhecimento dos esforços (D8). Cada etapa possui uma função específica na resolução do problema e deve ser seguida de forma disciplinada para garantir a eficácia da ação corretiva.

Figura 7: Etapas da metodologia MASP 8D.



Fonte: Plexus training system (2023).

- a) D1 – Formação da Equipe - Formação de uma equipe multifuncional com conhecimento sobre o produto e o processo, com autoridade para resolver o problema.

- b) D2 – Descrição do Problema - Definir claramente o problema com base em dados objetivos, respondendo às perguntas: o quê, quem, quando, onde, por que, quanto e como (5W2H).
- c) D3 – Ação de Contenção - Implementar ações temporárias que contenham o problema até que uma solução definitiva seja encontrada, evitando que ele continue afetando o cliente.
- d) D4 – Análise de Causa Raiz - Identificar todas as possíveis causas do problema e analisar qual é a real causa raiz usando ferramentas como o Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês.
- e) D5 – Ação Corretiva Permanente - Desenvolver e implementar uma ação que elimine a causa raiz do problema de forma definitiva.
- f) D6 – Verificação da Ação Corretiva - Confirmar a eficácia da ação corretiva, garantindo que o problema não ocorra novamente.
- g) D7 – Prevenção da Reincidência - Implementar mudanças sistêmicas como atualização de procedimentos, treinamentos, FMEA e controles para evitar que o problema volte a ocorrer em outras áreas.
- h) D8 – Congratulações à Equipe - Reconhecer os esforços da equipe pelo trabalho realizado na resolução do problema.

## **7 BRAINSTORMING E DIAGRAMA DE ISHIKAWA**

Essa combinação brainstorming e Ishikawa contribui para a identificação eficaz da causa raiz, uma vez que o brainstorming amplia a coleta de possíveis causas e o Ishikawa estrutura essas causas para análise crítica e validação posterior (modificado, Plexus training system, 2023).

### **7.1 Brainstorming**

Brainstorming é uma palavra da língua inglesa que pode ser traduzida como tempestade de ideias para chegar ao melhor resultado, num mundo competitivo onde inovar é preciso. Essa técnica é importante para as organizações visto que ela busca por soluções de forma conjunta, possibilitando uma perspectiva ampla de ideias e maneiras de se resolver um problema, facilitando a escolha da melhor decisão. Segundo Oliveira e Silva (2021), "o brainstorming tem como objetivo central a geração de ideias por meio da colaboração, promovendo um ambiente propício à criatividade e à inovação, livre de julgamentos durante a fase inicial".

Com o brainstorming, é possível aproveitar toda a criatividade e inteligência de colaboradores das mais diferentes áreas para construir um plano de ação amplo e assertivo frente a um problema, e esse ponto foi o que motivou a escolha do tema. As vantagens de sua utilização são muitas, desde uma valorização dos funcionários até a resolução da questão abordada.

No contexto da metodologia MASP 8D, o brainstorming e o Diagrama de Causa e Efeito (ou Diagrama de Ishikawa) são apresentados como ferramentas integradas à disciplina de análise de causa raiz. O brainstorming permite que ideias surjam livremente em grupo, enquanto o Diagrama de Ishikawa organiza essas ideias de forma visual e lógica, agrupando-as em categorias como material, método, mão de obra, máquina, meio ambiente e medição.

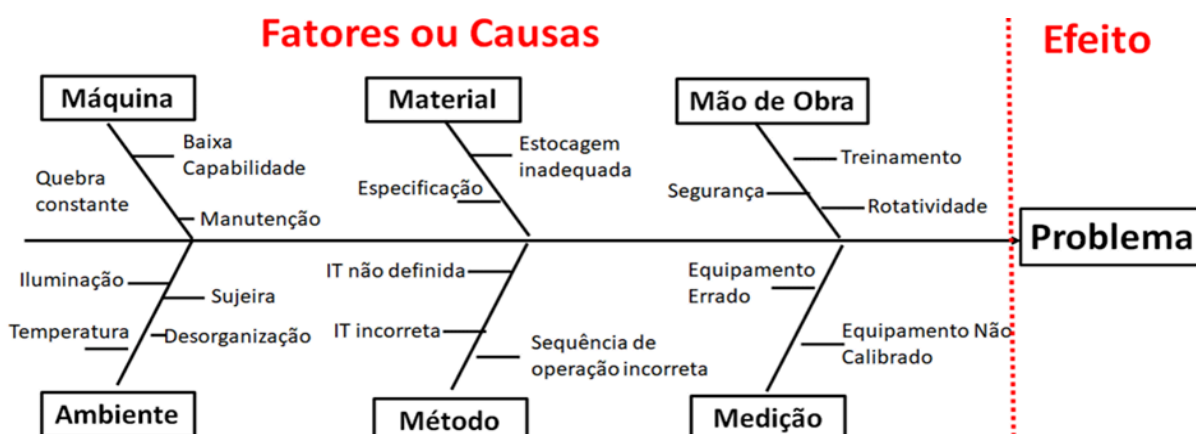
### **7.2 Diagrama de Ishikawa**

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de Peixe, é uma ferramenta essencial para a análise de problemas em diversas áreas. Sua estrutura permite organizar visualmente as possíveis causas de um



problema, facilitando a identificação das raízes do efeito observado. Conforme apontado por Carvalho e Paladini (2012), Kaoru Ishikawa teve "importante papel no modelo japonês, contribuindo na formulação do CWCQ e na difusão das sete ferramentas da qualidade...", sendo este diagrama uma dessas ferramentas valiosas. A seguir na imagem 8 mostra um exemplo de como funciona a classificação do diagrama de Ishikawa.

Figura 8: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Plexus training system (2023).

Segundo Carvalho e Paladini, a aplicação do Diagrama de Ishikawa envolve categorizar

as causas potenciais em grupos como os 6M (Mão de obra, Máquina, Método, Material, Meio ambiente e Medida), para então detalhar as subcausas e, finalmente, priorizar as ações de melhoria nas causas mais relevantes.

## 8 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho baseia-se em um estudo de caso realizado em uma empresa automotiva de Varginha-MG, especializada na fabricação de sistemas de vedação em borracha. O estudo foca na análise e solução de um problema dimensional em canaletas de vedação de portas automotivas, que resultou em uma reclamação formal de uma montadora cliente. A pesquisa foi conduzida em etapas sequenciais, unindo a análise prática em campo à fundamentação teórica da Engenharia da Qualidade.

- a) Análise inicial da peça não conforme, com foco nas regiões críticas apontadas pelo cliente. A análise envolve medições dimensionais dos perfis existentes, comparação com amostras aprovadas e verificação visual dos desvios de montagem.
- b) Verificação dimensional em projetor com ampliação 10:1 para analisar a geometria do perfil afetado, possibilitando a comparação precisa com o desenho técnico em 2D da peça. Essa etapa tem como objetivo verificar se as variações estavam dentro ou fora das tolerâncias especificadas.
- c) A investigação prosseguirá com a análise da ferramenta de moldagem, especificamente do molde responsável pela fabricação da canaleta. Serão avaliadas as condições das garras de retenção e dos stops de posicionamento, elementos essenciais para a correta fixação durante o ciclo de moldagem.
- d) Aplicação de ferramentas da qualidade para auxiliar e direcionar o time responsável a identificar a causa raiz da não conformidade.

De acordo com o quadro 4, será aplicado metodologias estruturadas de solução de problemas para o caso, sendo:

Quadro 4: Metodologias aplicadas.

<b>Brainstorming</b>	Para levantamento inicial das hipóteses.
<b>Diagrama de Ishikawa</b>	Para categorização dos potenciais causas.
<b>5 Porquês</b>	Para aprofundamento da causa potencial com maior influência na geração do modo de falha.
<b>MASP 8D</b>	Para estruturação completa das ações corretivas e preventivas, e fazer gestão de prazos de conclusão, desde a contenção até a implementação de melhorias.

Fonte: O autor (2025).

## 9 ANÁLISE INICIAL DA PEÇA RECLAMADA

A investigação do modo de falha iniciou-se a partir da identificação do local exato onde ocorreu a anomalia, o que direcionou a análise preliminar do produto diretamente na linha de produção. Durante a coleta da amostra, o primeiro parâmetro dimensional avaliado foi o vão destinado ao encaixe do montante fixo do vidro. Utilizando-se de um paquímetro, em conjunto com o desenho técnico 2D da peça, constatou-se que a dimensão medida se encontrava abaixo do limite mínimo especificado em projeto.

Esse desvio dimensional indicou uma condição crítica, visto que diversas peças recém-produzidas apresentavam o mesmo padrão de falha, caracterizando um problema sistêmico no processo produtivo. Diante dessa constatação, o Engenheiro de Processos responsável pela área foi imediatamente acionado, a fim de realizar a contenção necessária e possibilitar uma análise mais aprofundada da causa do problema.

A Figura 9 apresenta o desenho técnico 2D e figura 10 a peça física, evidenciando o desvio dimensional identificado, tendo 1692 peças suspeitas em estoque.

Figura 9: Desenho 2D da região afetada.



$$\text{Vão mínimo} \rightarrow 630,5 - 601 = \underline{29,5 \text{ mm}}$$

Fonte: O autor (2025).

A Figura 10 a seguir apresenta o dimensionamento preliminar realizado com o auxílio de um paquímetro digital, medindo a distância entre a aba flocada da pestana e o término da moldagem, região correspondente ao encaixe do montante fixo do vidro.

Figura 10: Dimensional do vão da pestana.



Fonte: O autor (2025).

Conforme especificado no desenho 2D, a medida da extremidade da pestana até a aba flocada é de  $600 \text{ mm} \pm 1$ , enquanto a distância da extremidade da pestana até o início da moldagem é de  $632 \text{ mm} \pm 1,5$ . Considerando as tolerâncias máximas e mínimas, obtém-se:

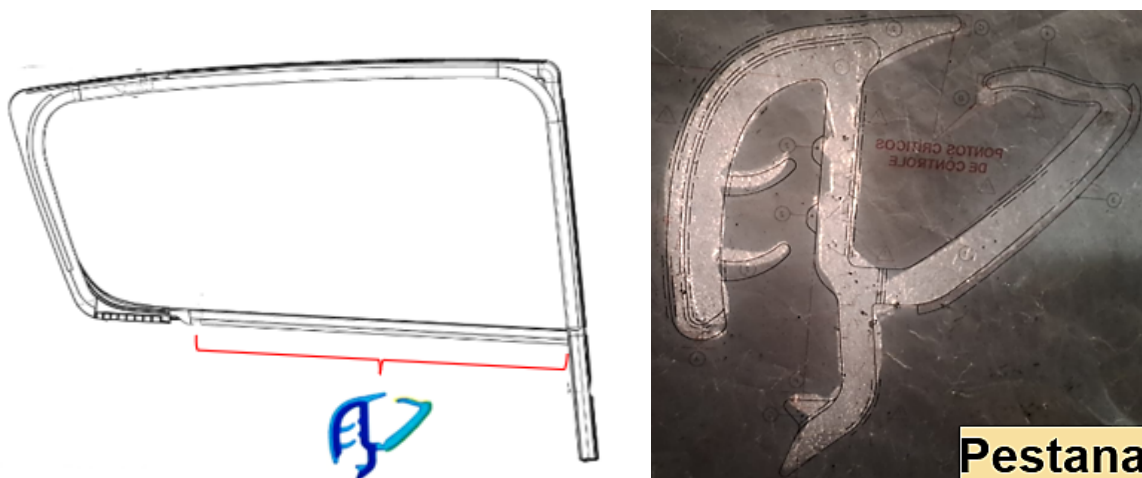
1. Máximo da aba flocada: 601 mm
2. Mínimos da moldagem: 630,5 mm

Dessa forma, o vão mínimo permitido pelo projeto seria de 29,5 mm. No entanto, a medição realizada indicou um valor de 29,36 mm, ou seja, inferior ao especificado em desenho. Essa não conformidade evidencia um desvio dimensional crítico, que, ao considerar as variações inerentes ao processo de moldagem e as tolerâncias da carroceria, pode piorar as condições de encavalamento da aba flocada sobre o montante fixo. Tal situação tende a se intensificar após a instalação do conjunto, comprometendo diretamente a funcionalidade e a confiabilidade do sistema de vedação.

### 9.1 análise da geometria do perfil afetado

A análise da geometria da pestana é fundamental para verificar se o perfil está de acordo com as tolerâncias estabelecidas no desenho 2D. Nos canais de inserção do molde existem garras responsáveis pela fixação do perfil durante o processo de moldagem. Como o material é injetado sob pressão, há uma tendência natural de expulsão da peça para fora da cavidade do molde. Sendo assim, qualquer desvio dimensional da pestana, seja por redução de espessura ou canal de encaixe mais aberto, pode comprometer a retenção, gerar movimentação indesejada e afetar a conformidade final da peça.

Figura 11: Geometria do perfil suspeito.



Fonte: O autor (2025).

Considerando a projeção na figura 11, não foram identificadas anomalias capazes de justificar o modo de falha ocorrido. A análise dimensional da seção do produto permanece dentro das tolerâncias de processo estabelecidas no mylar 2D, atendendo às especificações do processo de produção.

#### 9.1.1 Análise do dimensional da pestana

Após a análise da projeção, sem a identificação de irregularidades, procedeu-se à verificação dimensional completa da pestana. Essa etapa é de grande relevância, uma vez que os recortes são realizados pelas cortadeiras em uma fase independente do processo produtivo. Assim, as peças são inicialmente cortadas e, em seguida, direcionadas para a área de moldagem, onde são inseridas nos moldes para unificação com outros perfis e finalização do processo. Na sequência, realizou-se o dimensionamento do produto, a fim de aferir as cotas indicadas na figura 9.

Para realizar as medições das cotas apresentadas, utilizou-se um dispositivo de medição a laser, mostrado na figura 12 abaixo, o qual se destaca pela elevada precisão e eficiência, sobretudo em regiões de difícil acesso quando comparado à fita métrica (trena). Esse equipamento foi projetado e desenvolvido especificamente para atender às necessidades da empresa fabricante dos produtos vedantes. No procedimento de medição, as peças são posicionadas sobre a mesa do dispositivo, enquanto o cabeçote se desloca horizontalmente, à direita e à esquerda, permitindo a aferição das cotas destacadas.

Figura 12: Dispositivo de medição.



Fonte: O autor (2025).

Após a aferição de uma amostragem de três peças consecutivas no processo de moldagem, identificou-se que a cota C1 apresentou resultado NOK, enquanto as cotas C2 e C3 estavam dentro das especificações.

No quadro 5, dimensionado uma amostra de 3 peças, constata-se que a medida da extremidade da pestana até o início da moldagem (C1) estava inferior ao valor estabelecido em desenho.

Quadro 5: Dimensionamento referente as cotas da figura 9.

<b>Cota</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Nominal</b>	<b>Máximo</b>	<b>Encontrado</b>
<b>C1</b>	630,5	632	633,5	629,30mm
<b>C1</b>	630,5	632	633,5	629,01mm
<b>C1</b>	630,5	632	633,5	629,60mm
<b>C2</b>	599	600	601	600,28mm
<b>C2</b>	599	600	601	600,99mm
<b>C2</b>	599	600	601	599,27mm
<b>C3</b>	638	638	638	637,95mm
<b>C3</b>	638	638	638	638,05mm
<b>C3</b>	638	638	638	638,00mm

Fonte: O autor (2025).

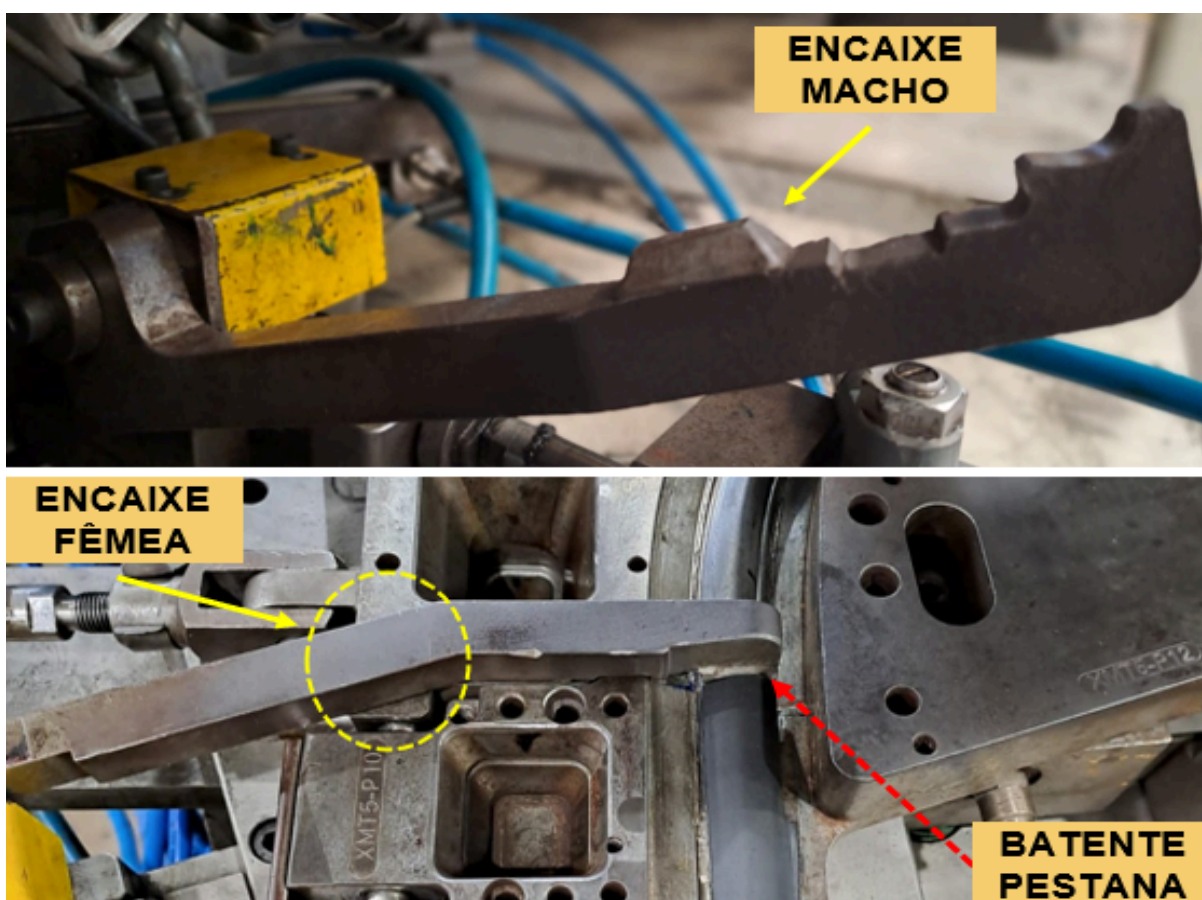
Como as cotas C2 e C3 permaneceram conformes, pôde-se descartar a hipótese de recorte irregular nas cortadeiras, direcionando o foco da análise para uma possível não conformidade relacionada ao próprio molde.



### 9.1.2 Análise do stop móvel do molde

Após as análises iniciais, verificou-se que não havia divergências tanto na projeção do perfil quanto no dimensional dos recortes da pestana. Dessa forma, a investigação avançou para o sistema denominado stop móvel da pestana, componente composto por um braço articulado acionado por comando pneumático manual. Esse mecanismo como mostra a figura 13 possui um encaixe macho, que, ao ser acionado, se acopla ao encaixe fêmea localizado no molde onde tem a função de batente do perfil inserido, conforme ilustrado na figura abaixo.

Figura 13: Esquema do stop móvel da pestana no molde.



Fonte: O autor (2025).

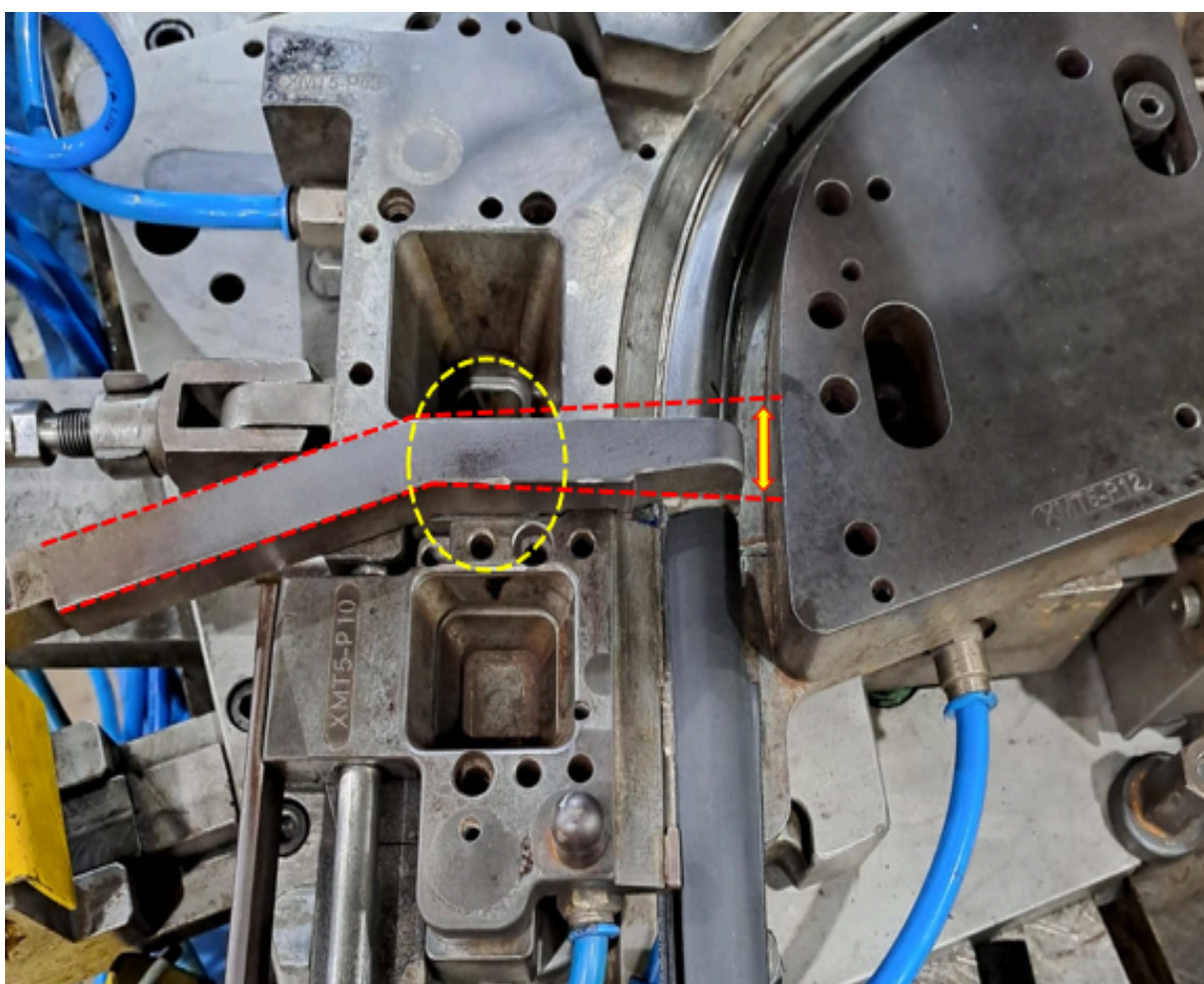
Vale ressaltar que este equipamento está excedendo sua vida útil, estando em operação contínua há aproximadamente 12 anos. Por se tratar de um componente móvel, o stop sofre atrito ao entrar em contato com a placa a cada acionamento. Durante o acompanhamento do processo de inserção da pestana para moldagem, foi constatada uma folga no componente.

Essa folga foi identificada pela movimentação do pino macho na cavidade fêmea, percebida manualmente pelo Engenheiro responsável pela avaliação.

Para confirmar a origem do problema, foi realizado um teste de enchimento no pino macho utilizando micro solda em alumínio. Após a aplicação, a folga desapareceu, e as dimensões passaram a estar dentro das especificações do desenho 2D, restabelecendo o funcionamento adequado do sistema.

A figura 14 abaixo ilustra o teste manual que o Engenheiro detectou no momento da avaliação da ferramenta.

Figura 14: Folga identificada no stop móvel.



Fonte: O autor (2025).

Sendo realizado todas as análises preliminares, foi absorvido informações suficientes para iniciar as análises de causa e direcionar ações para o modo de falha ocorrido.



## 10 D0 AO D3 ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DE CAUSA MASP 8D

Realizado o preenchimento do formulário 8D, iniciando pelo D0 ao D3 onde imputa informações detalhadas da reclamação, define o time multifuncional responsável pela análise e define ações de contenção para proteção ao cliente, sendo ações implementadas dentro da planta do fornecedor e dentro da planta do cliente como mostrado na figura 15.

Figura 15: Preenchimento inicial D0 ao D3 – Formulário 8D.

Logo da Empresa	Formulário 8D						Origem	Nº Reclamação	
							Interna	AQV 012.25	
	Cliente	Doc. Referência							
	SGQ	Q202500761447							
Data de Abertura:	23/01/2025	Status	Aprovado	Data de Status:	23/01/2025	*Outros	*Logística, desenvolvimento de produtos ou processos, falhas de campo e constatações de		
D0 - SINTOMA						D0 - EFEITO			
<p>Evidenciado em linha de montagem na Renault argentina, pestana traseira menor que o especificado, gerando gap na região da coluna B do veículo e encavalamento da aba flocada da pestana sobre o montante do vidro fixo.</p> <p>Video jet: 02/12/2024 - 03:18</p>						<p>Gera dificuldade na montagem da peça no veículo e aspecto visual não conforme.</p>			
D0 - ERA (Ações de resposta de Emergência)						D1 - TIME DE TRABALHO			
Descrição da Ação	Método	Critério	Qtde Lote	Qtde NOK	Responsável	Data	Nome	Área	Função
Inspeção Estoque do Cliente:	Inspeção com gabarito	Dimensional conforme	1130	18	Residentes	21/01/2025	Higor Oliveira	Qualidade	Analista
Inspeção Expedição da planta:	Inspeção com gabarito	Dimensional conforme	1692	22	Supervisor de Produção	25/01/2025	Marcos	Eng. Processo	Engenheiro
Inspeção Peças em produção:	-	-	-	-	-	-	Leandro	Residente Técnico	Supervisor
Inspeção Peças no Recebimento:	-	-	-	-	-	-	Emon	Ferramentaria	Supervisor
Outros: Inspeção Peças em trânsito:	-	-	-	-	-	-	Antonieli	Produção	Supervisor
Outros: Demais Part Numbers internos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elaboração Alerta de Qualidade	Nº do Alerta		AQV - 012.25		Higor Oliveira	22/01/2025	-	-	-

Fonte: O autor (2025).

A figura 15 acima apresenta a etapa D0, com inspeções realizadas na planta do cliente pelo residente da fornecedora e na planta do fornecedor por colaboradores internos. Foram identificadas 40 peças fora de especificação (18 na planta do cliente e 22 no fornecedor), descartadas, com custo total de R\$ 1.280,00, sendo R\$ 32,00 por peça. O residente inspecionou 1.130 peças com paquímetro em três dias, com custo de R\$ 150,00/dia (total R\$ 450,00). Na planta do fornecedor, três colaboradores inspecionaram 1.692 peças com paquímetro durante dois dias, com custo de R\$ 100,00/pessoa/dia (total R\$ 600,00). Somando o custo da reclamação de R\$ 3.000,00, as inspeções e scrap, o problema gerou um total de R\$ 5330,00, sem considerar outros custos internos.

Diante desse cenário, tornou-se necessária a adoção de uma correção definitiva, não se limitando a uma ação imediata de caráter provisório. Este trabalho busca uma forma estruturada de análise e eliminação da falha, considerando que uma solução temporária poderia voltar a ocorrer em um intervalo aproximado de três meses, o que representaria, em um ano, um custo acumulado de R\$ 16.200,00 considerando custo de reclamação e mão de obra. Além do impacto financeiro, a recorrência da não conformidade poderia acarretar suspensão da certificação IATF (International Automotive Task Force), exigindo auditoria especial, com risco de perda de negócios, aumento de custos de ações corretivas, danos à reputação e auditorias de segunda parte realizadas pelos clientes.

A figura 16 a seguir, aplica-se a etapa D2 sendo o 5W2H, onde descreve de forma detalhada a não conformidade.

Figura 16: 5W2H adaptado para a demanda da empresa.

D2 - DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE	
Data da Reclamação	21/01/2025
Origem da Reclamação (Interno ou Externo?)	Externo
Cliente?	Renault
Part Number da Peça	20317881
Rastreabilidade da Peça	02/12/2024
O que aconteceu?	Pestana canaleta traseira B52 com recorte da coluna do vidro fora de Espec.
Porque isso é um problema?	Gera dificuldade na montagem da peça no veículo e aspecto visual não conforme.
Quem detectou?	Linha de Montagem
Onde detectou?	Renault Argentina
Quando detectou?	21/01/2025
Quantas peças ruins?	1

Fonte: O autor (2025).

Na sequência do 8D, conforme figura 17, a etapa D3 evidencia a definição do time responsável, englobando Engenharia, Ferramentaria, Supervisão e Qualidade. A partir desse time definido, é possível avançar para a definição das ações de contenção, garantindo que as não conformidades identificadas sejam tratadas de forma estruturada e eficaz.

Figura 17: Ações de contenção para proteção ao cliente e ao processo interno.

D3 - AÇÕES DE CONTENÇÃO PROVISÓRIA - Ocorrência / Detecção								
	Nº	Descrição da Ação	Responsável	Prazo	Status	Validação	Data	Status
Ocorrência	1.	Ajuste ferramental para eliminação de folga do stop móvel no molde	Ernon	22/01/2025	100%	Validar eliminação de folga entre placa e poka yoke do molde	25/01/2025	100%
	2.	-	-	-		-	-	
		-	-	-		-	-	
Detecção	3.	Criar dispositivo Passa / Não passa	Higor Oliveira	23/01/2025	100%	validar frequência de utilização do dispositivo no processo	24/01/2025	100%
	4.	Inspecção 100% das peças em estoque conforme dispositivo Passa / Não passa	Antonieli	25/01/2025	100%	Validar conforme solicitação de desbloqueio das peças inspecionadas	26/01/2025	100%
		-	-	-		-	-	

Fonte: O autor (2025).

Com as ações de contenção e o enchimento do pino macho, foi possível restabelecer a conformidade dimensional das peças conforme o desenho 2D. Contudo, trata-se de uma medida temporária, pois o enchimento em micro solda sofre desgaste pelo atrito constante com o molde, podendo causar o retorno do desvio dimensional.

Como parte das ações de detecção, foi desenvolvido um dispositivo Passa/Não Passa (figura 18) para verificar o dimensionamento do recorte da pestana em relação à moldagem. As medidas de referência foram  $600 \pm 1$  mm e  $632 \pm 1,5$  mm, resultando em um vão aceitável entre 29,5 mm e 34,5 mm. Durante a verificação, o dispositivo deve passar livremente do lado sem a faixa verde, caso haja interferência ou folga excessiva, deve-se comparar com a faixa verde indicativa no lado oposto. Valores fora do limite especificado caracterizam não conformidade dimensional, exigindo a rejeição da peça para evitar o envio de produtos NOK ao cliente.

Figura 18: Dispositivo passa/não passa.

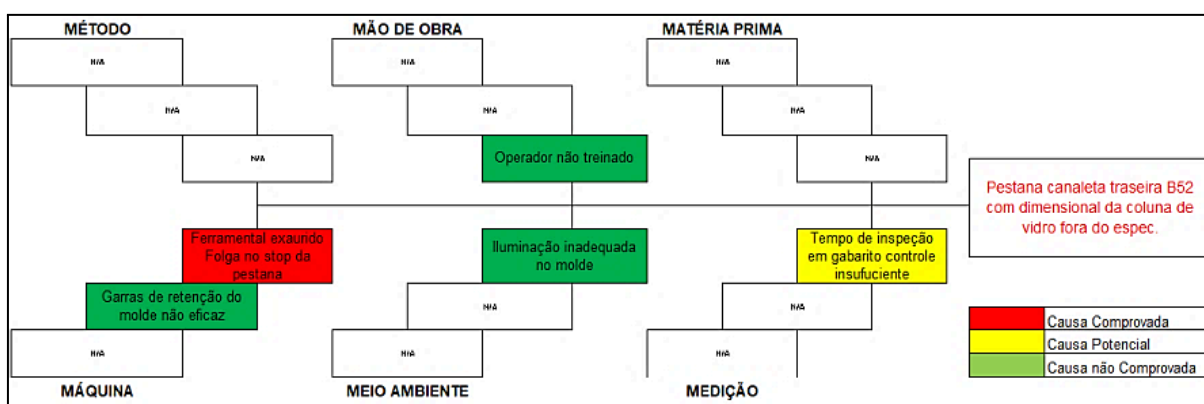


Fonte: O autor (2025).

## 11 BRAINSTORMING E APLICAÇÃO DO ISHIKAWA

Com as etapas D0 a D3 do formulário 8D concluídas, parte-se para a análise da causa raiz. O time multifuncional, através de um brainstorming estruturado, reúne diferentes perspectivas sobre o problema, registrando as causas no Diagrama de Ishikawa e classificando-as como não comprovadas, potenciais e raiz conforme figura 19. A causa raiz, definida como a falha crítica que mais impacta o processo, é então aprofundada com os 5 Porquês, desvendando sua origem de forma clara e fundamentada, fornecendo base sólida para ações corretivas e preventivas.

Figura 19: Diagrama de Ishikawa classificado através do Brainstorming.



Fonte: O autor (2025).

### 11.1 Evidência de causas categorizadas no ishikawa

A figura 20 abaixo mostra as garras de retenção do molde, responsáveis por fixar o perfil durante o fechamento e a injeção, assegurando o posicionamento correto da peça e evitando movimentações que possam comprometer o dimensional final.

Figura 20: Garras de retenção Presentes no molde



Fonte: O autor (2025).

Na sequência, a Figura 21 a seguir apresenta as marcas de penetração deixadas pelas garras de retenção na superfície do perfil, evidenciando que o sistema de fixação está atuando conforme o esperado, sem indícios de escorregamento ou falhas de ancoragem.

Figura 21: Marcas de penetração das garras de retenção



Fonte: O autor (2025).

De acordo com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 conforme figura 22 abaixo, o nível mínimo de iluminância recomendado para atividades de corte, acabamento e inspeção na indústria de borracha e plásticos é de 750 lux, conforme apresentado na figura abaixo. Para garantir que o posto de trabalho atendesse a essa exigência, foi realizada a medição de iluminação utilizando um luxímetro calibrado.

Figura 22: Norma técnica sobre iluminação mínima no posto de trabalho.

ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013	
<b>6. Indústria de borracha, indústria plástica e química</b>	$\bar{E}_m$ lux
Corte, acabamento, inspeção	750

Fonte: Adaptado de: ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013

A Figura 23 abaixo apresenta o resultado dessa aferição, onde se observa um valor superior a 1000 lux, demonstrando que a iluminação do ambiente de trabalho está adequada e em conformidade com os requisitos normativos, proporcionando condições visuais adequadas para a execução das atividades com segurança e precisão.

Figura 23: Aferição de lux do posto de trabalho  $\geq 750\text{Lux}$



Fonte: O autor (2025).

Considerando o tipo de problema identificado, a iluminação do posto de trabalho é um fator relevante, especialmente em atividades de inspeção final e de observação visual do funcionamento das máquinas e ferramentas. Foi realizada a medição do nível de iluminância no posto onde é produzida a peça em análise, obtendo-se um valor de 1087 Lux, superior ao mínimo especificado de 750 Lux, atendendo, portanto, ao requisito de iluminação estabelecido em norma.



Fonte: O autor (2025).

## 11.2 D4 - 5 Porquês aplicado a causa raiz de ocorrência e potencial de detecção

Uma vez classificadas as ideias e tendo as evidências, a próxima etapa é decompor a causa raiz no D4 do formulário 8D. Na fase D4 conforme figura 26, busca-se aprofundar a compreensão da causa, identificando suas origens e conexões dentro do processo, de modo a eliminar ou reduzir de forma efetiva o impacto dessa variável, fortalecendo a confiabilidade e a eficiência do sistema.

Figura 26: 5 Porquês (Análise da causa raiz).

D4 - ANÁLISE DE CAUSA RAIZ - (Obrigatório Preenchimento - 6M no verso)	
Porque o problema ocorreu?	Porque o problema não foi detectado?
Porque o problema dimensional da pestana até o início da moldagem estava menor	Porque o dimensional menor da pestana não foi detectado
Porque havia uma folga no stop da pestana devido ao desgaste do componente	Porque a falha não foi detectada devido à limitação do controle de inspeção
Porque devido ao tempo de utilização da ferramenta, esta sujeita a desgaste	Porque a falha não foi detectada devido à limitação do controle de inspeção de 2 em 2 horas.
Porque não houve revitalização do ferramental em antecipado	Porque devido a folga da ferramenta as peças NOK estavam saindo de forma aleatória do processo
N/A	N/A
Causa Raiz para Ocorrência:	Causa Raiz para Não detecção:
Desgaste devido a utilização excessiva da ferramenta	O método de monitoramento não está adequado para detectar esta ocorrência

Fonte: O autor (2025).

A análise mostra que o desgaste excessivo da ferramenta foi a causa principal do problema, pois comprometeu as dimensões das peças produzidas. Também foi identificado que o método de inspeção definido não foi eficaz para detectar as peças fora da especificação, permitindo que passassem despercebidas durante a produção.



### 11.2.1 D5 e D6 Ações corretivas para o processo

Após a determinação da causa raiz, na figura 27 abaixo foram definidas e implementadas ações corretivas e sistêmicas para eliminar a recorrência da falha, reforçar os controles de detecção e padronizar o processo.

Figura 27: Principais ações definidas pelo time multifuncional.

D5 - AÇÕES CORRETIVAS / SISTÊMICAS (Implementação)				
Nº	Descrição da(s) Ação(ões) para Ocorrência	Responsável	Prazo	Status
1	Avaliar possibilidade de aplicação de stop fixo no molde.	Ernon	07/02/2025	100%
Nº	Descrição da(s) Ação(ões) para Não Detecção	Responsável	Prazo	Status
4	Incluir em ficha de controle inspeção 100% das peças com Dispositivo Passa/Não passa até validação final do processo.	Higor Oliveira	23/01/2025	100%
5	Reduzir o intervalo de tempo de inspeção no dispositivo de controle	Higor Oliveira	23/01/2025	100%
Nº	Descrição da(s) Ação(ões) Sistêmica(s)	Responsável	Prazo	Status
6	Incluir novo método de inspeção com dispositivo passa não passa na instrução de trabalho.	Higor Oliveira	24/01/2025	100%

Fonte: O autor (2025).

Apresenta-se a seguir a evidência das ações corretivas implementadas.

### 11.2.2 Evidências das ações implementadas

Na figura 28, a inspeção em 100% das peças foi definida como uma ação temporária até a implementação do novo sistema de batente da pestana. O objetivo é verificar o dimensional do vão entre pestana e moldagem, permitindo a detecção precoce de desgastes decorrentes do enchimento aplicado para eliminação da folga do stop móvel, uma vez que o material utilizado nesse enchimento apresenta menor resistência em comparação ao material do molde. Essa verificação acrescenta cerca de 8 segundos ao tempo de processamento de cada peça, reduzindo a taxa de produção de 26 para aproximadamente 25 peças por hora, o que representa uma perda média de cerca de uma a duas peças por hora.


Figura 28: DETECÇÃO – Inspeção 100% com dispositivo passa/não passa.

				PLANO DE			
Número do Plano de Controle		PCA 201 Traseira		Data Inicial		Data da Última Revisão	
				26-Nov-14		12-Apr-24	
Part Number / Cliente				Responsável pela revisão / Data			
//				Higor Oliveira 12-Apr-24			
Descrição da Peça				Responsável pela aprovação / Data			
Canaleta Traseira Esq. / Dir. B52				Eduardo Carmo 12-Apr-24			
Planta do Fornecedor				Cliente		Área	
//				Varginha Sealing		Acabamento	
						Data	
6.13	controle do recorte		Manual	Dispositivo Passa/não passa	Controle: 100%. Registro: A cada 2h	OK/ NOK	

Fonte: O autor (2025).

Como ação definitiva, a figura 29 mostra o intervalo entre inspeções que será reduzido de 2 em 2 horas para 30 em 30 minutos, possibilitando a identificação rápida de variações sem influenciar na produtividade.

Figura 29: DETECÇÃO - Redução do tempo de inspeção definitivo.

6.6	Comprimento total da Barra Superior.		Dispositivo/Gabarito de Controle	Trena	Controle: a cada 30 min Registro: a cada 2h	686,50 a 691,50 mm Gabarito (OK / NOK)
6.7	Comprimento do Recorte da Barra Superior.					553,00 a 557,00 mm Gabarito (OK / NOK)
6.8	Comprimento da Barra da Coluna "B" total.					571,00 a 581,00 mm Gabarito (OK / NOK)
6.9	Comprimento de referencia a referencia moldagem Coluna "B".					370,50 a 375,50 mm Gabarito (OK / NOK)
6.10	Comprimento da extremidade raiada da Pestana até a "ponta" da moldagem.					630,50 a 633,50 mm Gabarito (OK / NOK)
6.11	Comprimento do Recorte da Pestana (Aba flocada).					599,00 a 601,00 mm Gabarito (OK / NOK)
6.12	Comprimento do Recorte da Pestana Recorte da extremidade da coluna B.					12,9 a 13,9 mm Gabarito (OK / NOK)

Fonte: O autor (2025).

Durante a avaliação técnica realizada in loco, foi verificado que a criação de um novo sistema de batente na parte superior da pestana não seria viável, pois essa região é moldada e qualquer aplicação poderia causar danos à moldagem. Dessa forma, a análise foi direcionada para a parte inferior da placa do molde, onde o perfil em material rígido PP (polipropileno) é inserido. Essa região apresentou melhor condição para a aplicação do stop, já que a rigidez do material proporciona um bloqueio eficaz durante a inserção, evitando o avanço excessivo e, consequentemente, reduzindo as variações dimensionais. O ponto de aplicação foi definido de modo a manter o dimensional nominal, considerando as variações normais do processo sem comprometer a conformidade da peça.

Como ação definitiva de detecção, foi implementado um sistema Poka Yoke confeccionado internamente pelo time de ferramentaria da empresa fornecedora, e instalado no molde como mostra a figura 30, visando evitar falhas operacionais durante o processo.

Figura 30: DETECÇÃO - Elaboração e instalação de poka yoke



Fonte: O autor (2025).

O sistema na figura 31 apresenta uma concepção simples e funcional, sendo composto por uma barra de apoio onde o canal da pestana se encaixa em uma alma de alumínio. Após o correto posicionamento da peça, o pino denominado “guilhotina” é encostado na parte recortada da pestana. Na parte inferior, o pino realiza um movimento em frente a um sensor indutivo, responsável por emitir sinal OK e NOK para a máquina. Esse sinal autoriza o fechamento e a execução do processo de moldagem. Caso o pino não esteja devidamente alinhado e o sensor não detecte a presença correta, o comando não é liberado, impedindo o acionamento da máquina. Tudo isso dimensionado e posicionado conforme desenho 2D.

Figura 31: OCORRENCIA - Confeção de stop fixo na placa do molde



Fonte: O autor (2025).

## 12 VALIDAÇÃO DO NOVO SISTEMA DE STOP FIXO

Após a implementação, foram realizados ensaios dimensionais para validar o componente. Trata-se de um pino fixo em aço inox, que não está sujeito a atrito com outros metais, portanto, sua durabilidade será longa, sem apresentar variações significativas, já que sua função é apenas brear o perfil inserido. Como citado anteriormente, o sistema foi confeccionado na condição nominal do vão, sendo 32 mm, sabendo que ocorre variações que são inerentes ao processo mais que ainda variam dentro do range conforme figura 9. O quadro 6 abaixo apresenta as medições de 9 amostras, confirmando a eficácia do sistema.

Quadro 6: Dimensionamento após ação definitiva – stop fixo

<b>Cota</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Nominal</b>	<b>Máximo</b>	<b>Encontrado</b>
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	31,86mm
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	32,3mm
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	31,96mm
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	32,18mm
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	32,03mm
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	32,14mm
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	31,8mm
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	32,24mm
<b>C4</b>	29,5	32	34,5	31,94mm

Fonte: O autor (2025).



### 13 ANTES / DEPOIS DO NOVO SISTEMA

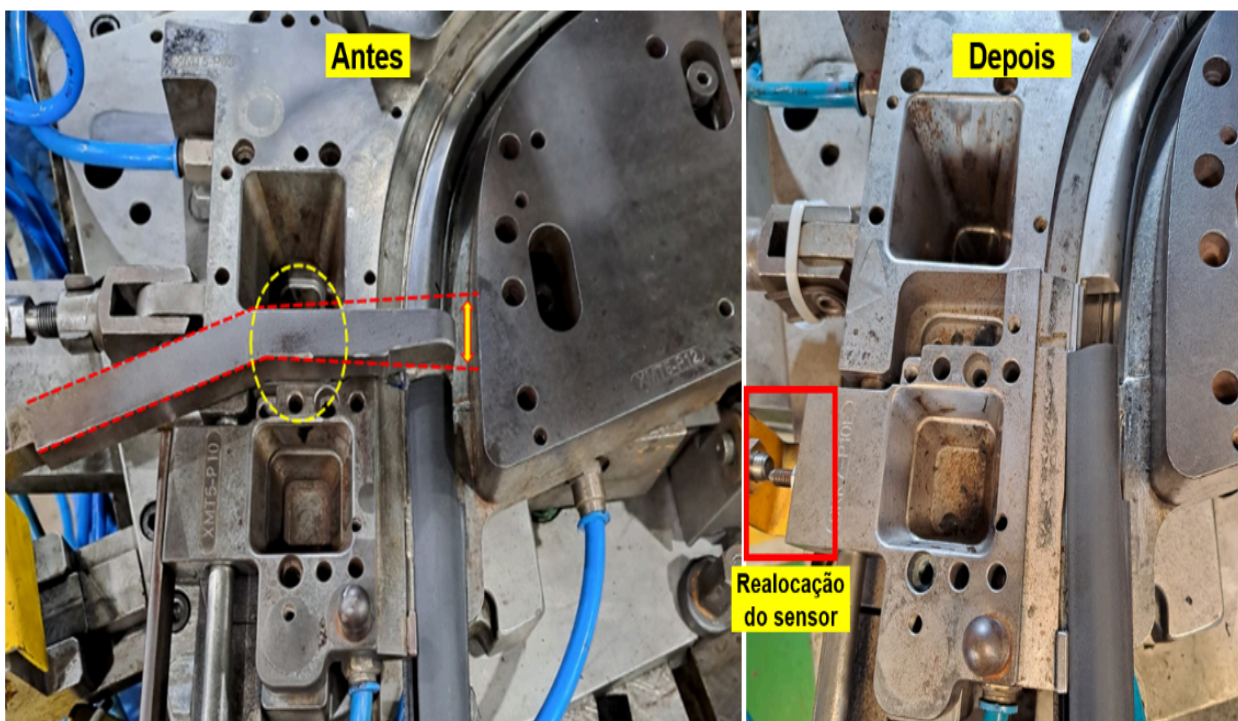
A seguir, na figura 32 apresenta o comparativo entre a versão anterior e a atual do sistema. Inicialmente, o conjunto possuía um braço articulado pneumático com acionamento manual. Na nova versão, o sistema foi otimizado com a aplicação de um stop fixo na parte inferior da placa, eliminando a necessidade de acionamento manual.

A área destacada em vermelho, identificada como “Realocação do Sensor”, indica o sensor que já estava presente na versão anterior do sistema articulado e que continua sendo essencial nesta nova configuração.

Na versão antiga, o sensor atuava para impedir o fechamento da prensa enquanto o braço não retornasse à posição inicial, funcionando como um dispositivo de segurança que evitava danos mecânicos ao equipamento. Na configuração atual, o sensor mantém a função preventiva, porém de forma distinta: ele assegura que a placa do molde esteja corretamente posicionada antes do fechamento da prensa. Isso impede que a cunha desça fora da posição correta, o que poderia causar a quebra do molde.

As cunhas presentes nos moldes têm a função de garantir o alinhamento entre as partes inferior e superior, evitando deslocamentos que possam comprometer o produto final, provocar vazamentos ou até mesmo causar falhas estruturais no equipamento.

Figura 32: Comparativo de antes e depois do ajuste



Fonte: O autor (2025).

## 14 D7 AÇÕES PREVENTIVAS SISTÊMICAS

Nesta etapa D7 conforme figura 33 abaixo, são definidas as ações sistêmicas preventivas implementadas com o objetivo de evitar a reincidência da não conformidade identificada. Essa fase visa garantir que todas as medidas corretivas adotadas sejam eficazes e sustentáveis, assegurando a padronização dos processos e a atualização dos documentos da qualidade. As ações são analisadas de forma a contemplar todo o sistema produtivo, abrangendo instruções operacionais, planos de controle, FMEA, treinamentos e demais registros pertinentes, de modo que as lições aprendidas sejam incorporadas e disseminadas dentro da organização.

Figura 33: Etapa D7 verificação de ações preventivas.

D7 - AÇÕES PREVENTIVAS				
Documento	Responsável	Prazo	Status	
<input checked="" type="checkbox"/> Fluxo de Processo / FTP / FTP CI	Marcos	15/02/2025	100%	
<input type="checkbox"/> Plano de Inspeção / Plano de Controle				
<input type="checkbox"/> Instrução Operador / Instrução Embalagem / Mapa Contaminação				
<input type="checkbox"/> Treinamento Operador / Matriz de Polivalência				
<input checked="" type="checkbox"/> Poka Yoke	Marcos	08/02/2025	100%	
<input type="checkbox"/> Auditoria de Processo ou Produto ou Escalonada				
<input type="checkbox"/> Aspectos e Impactos Ambientais				
<input type="checkbox"/> Abrangência				
<input type="checkbox"/> Outros				

Fonte: O autor (2025).

Apresenta-se a seguir a evidência das ações corretivas implementadas.

### 14.1 FTP – Fluxo de trabalho Padronizado

A primeira ação preventiva sistêmica está relacionada a FTP (Fluxo de Trabalho Padronizado), documento que consolida os dados de tempo de cada operação ao longo do processo produtivo, permitindo estabelecer metas de desempenho para os colaboradores durante o turno de produção. Nesta situação conforme figura 34, a FTP necessitou de atualização em razão da eliminação de uma etapa na operação 3, referente ao acionamento e desacionamento do antigo sistema de stop móvel, que deixou de ser utilizado com a

implementação do novo stop fixo. Essa modificação resultou em uma redução de aproximadamente 4 segundos por peça, o que, conforme os cálculos da planilha de tempo, representa um ganho de produtividade de cerca de duas peças por hora no processo.

Figura 34: FTP atualizada frente ao novo stop implementado.

Antes		N° de Operadores		Peças x Hora		26	
		5					
No.	Descrição	Tempo Manual	Tempo Automatico	Tempo de Espera	Tempo de andar		
Operador 1							
1	Cortar Pestana	46	11	4	1		
2	Cortar Coluna B	7	2	2	1		
3	Cortar Extensão Coluna B + Header	30	2	2	1		
		108					
Operador 2							
1	Moldagem 1: Extensão Coluna B + Coluna B	34	25		2		
2	Moldagem 2: Coluna B + Header	46	22	4	2		
		101					
Operador 3							
1	Moldagem 3: Header + Pestana Direita	42	46	15	2		
2	Moldagem 4: Header + Pestana Esquerda	42	46	15	2		
		136					
Operador 4							
1	Rebarbar + Aplicar Sealer + Inspeccionar	62					
2	Embalar	11			4		
		89					
Operador 5							
1	Rebarbar + Aplicar Sealer + Inspeccionar	62					
2	Embalar	11			4		
		89					
TOTAL:		244	141	36	19		

Depois		N° de Operadores		Peças x Hora		28	
		5					
No.	Descrição	Tempo Manual	Tempo Automatico	Tempo de Espera	Tempo de andar		
Operador 1							
1	Cortar Pestana	46	11	4	1		
2	Cortar Coluna B	7	2	2	1		
3	Cortar Extensão Coluna B + Header	30	2	2	1		
		108					
Operador 2							
1	Moldagem 1: Extensão Coluna B + Coluna B	34	25		2		
2	Moldagem 2: Coluna B + Header	46	22	4	2		
		101					
Operador 3							
1	Moldagem 3: Header + Pestana Direita	38	46	15	2		
2	Moldagem 4: Header + Pestana Esquerda	38	46	15	2		
		127					
Operador 4							
1	Rebarbar + Aplicar Sealer + Inspeccionar	62					
2	Embalar	11			4		
		89					
Operador 5							
1	Rebarbar + Aplicar Sealer + Inspeccionar	62					
2	Embalar	11			4		
		89					
TOTAL:		236	141	36	19		

Fonte: O autor (2025).

Com a otimização do tempo de ciclo, a produção aumentou de 234 para 252 peças por turno, representando um ganho de 18 peças por turno. Vale destacar que esse cálculo não considera os 8 segundos adicionais por peça referentes à inspeção com o dispositivo passa/não passa. Mesmo sem contabilizar esse tempo extra, a evolução evidencia a eficácia da melhoria implementada, refletindo diretamente na elevação da eficiência produtiva e na redução do tempo de processo.

#### 14.1.1 Checklist de Poka yoke

O checklist de Poka Yoke é um formulário individual para cada máquina, elaborado com o objetivo de garantir a funcionalidade dos dispositivos à prova de erro. O documento contém três perguntas diretas, estruturadas de forma simples, objetiva e eficiente, de modo a manter o foco na verificação do correto funcionamento dos sistemas.

O principal propósito do checklist é assegurar que a máquina esteja respeitando os sinais de OK e NOK, fundamentais para a liberação ou bloqueio da operação. O formulário conforme figura 35 é disponibilizado aos colaboradores responsáveis pela operação das máquinas e deve ser preenchido diariamente.

Além disso, no início de cada turno, o operador realiza uma verificação completa dos sensores, confirmando seu pleno funcionamento antes do início da produção. Caso seja identificada qualquer anomalia ou falha de leitura, o supervisor é imediatamente acionado para solicitar correção e liberação rápida do equipamento, garantindo a retomada segura e contínua da produção

Figura 35: Checklist de Poka yoke.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E POKA YOKES															
CÓDIGO(S) POKA YOKE						MÊS		CÓDIGO MÁQUINA		CÉLULA					
INSTRUÇÕES: O preenchimento deve ser feito com caneta azul ou preta. Leia cada questão com atenção e marque 'OK', 'NOK' ou 'N/A' na coluna correspondente ao seu turno. Caso identifique alguma não conformidade ('NOK'), É OBRIGATÓRIO INTERROMPER IMEDIATAMENTE a atividade, comunicar o superior responsável e registrar a ocorrência no diário de bordo, que está no verso da folha.															
CHECKLIST DE POKA YOKE (QUALIDADE)															
LÍDER:		CARIMBO / ASSINATURA:					2.1) OS POKA YOKES ESTÃO FUNCIONANDO E DEVIDAMENTE FIXADOS?			2.2) A MÁQUINA NÃO OPERA QUANDO UM DOS POKA YOKES (SENSORES) ESTÁ DESLIGADO?			2.3) OS POKA YOKES (SENSORES) DETECTARAM FALHA AO REALIZAR O TESTE COM A "PEÇA COELHO" (PEÇA COM ERRO / DEFEITO) ?		
COLABORADOR															
DIA	A		B		C		A	B	C	A	B	C			
	ASSINATURA	REGISTRO	ASSINATURA	REGISTRO	ASSINATURA	REGISTRO									
1															
2															
3															
4															

Fonte: O autor (2025).



## 15 D8 MONITORAMENTO DAS AÇÕES PARA FECHAMENTO DA ANÁLISE

Na etapa D8 conforme a figura 36, é realizado o monitoramento do processo por um período de 30 dias, com o objetivo de verificar a eficácia das ações implementadas e assegurar que não haja recorrência da falha identificada.

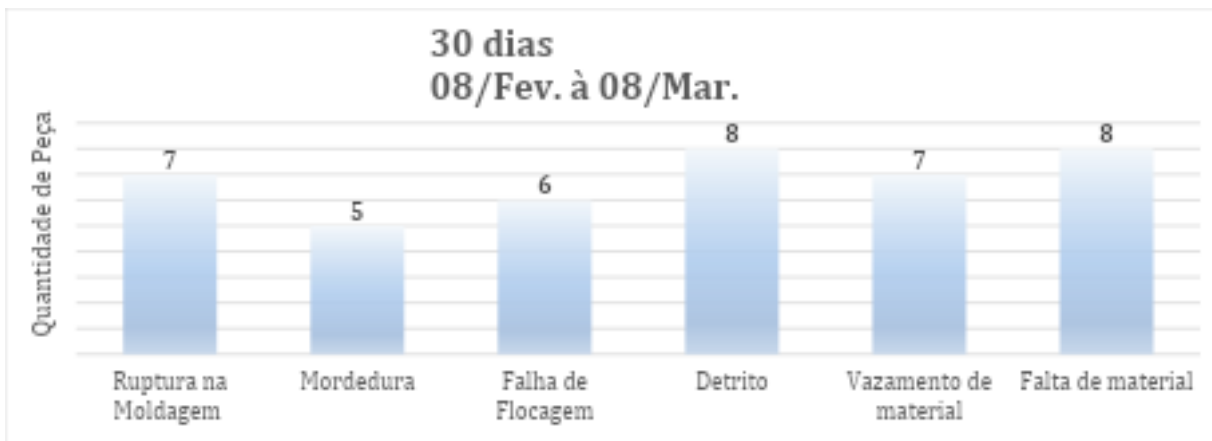
Figura 36: Avaliação de desempenho

D8 - AVALIAÇÃO DE EFICÁCIA DAS AÇÕES CORRETIVAS APLICADAS (RESULTADO GERAL) - Anexar evidência				
Descrição da Ação de Validação de Eficácia	Responsável	Área	Data	Status
Não repetibilidade do modo de falha nos próximos 30 dias	Higor Oliveira	Qualidade	08/03/2025	100%

Fonte: O autor (2025).

Durante esse período, são acompanhados os indicadores de qualidade e os resultados do processo produtivo como mostra o gráfico 1 abaixo, garantindo que as melhorias adotadas permaneçam estáveis e sustentáveis. Caso seja observada qualquer variação, novas análises são conduzidas para identificar possíveis causas e evitar o retorno da não conformidade.

Gráfico 1: Monitoramento durante 30 dias para validação das ações.



Fonte: O autor (2025).

Durante o período de monitoramento estabelecido na etapa D8 do método 8D, não foram identificadas falhas relacionadas ao dimensional da peça, seja no conjunto geral ou especificamente no vão. Foram observadas apenas pequenas não conformidades provenientes de outras etapas do processo, tratadas separadamente. Considerando a eficácia das ações aplicadas e seus resultados positivos, conclui-se que é possível eliminar a inspeção com o dispositivo passa/não passa, mantendo apenas a verificação periódica a cada 30 minutos. Essa

medida visa garantir que, caso ocorra alguma variação futura, ela seja detectada de forma antecipada, permitindo a correção imediata e evitando o descarte de peças.

## 16 D8 RECONHECIMENTO DO TIME ENVOLVIDO NO PROJETO

Como forma de valorizar o engajamento e a dedicação da equipe durante a implementação das melhorias, foi realizado um momento de reconhecimento com um café especial. Alinhado com a etapa D8 na figura 37, a iniciativa tem como objetivo reforçar o sentimento de pertencimento e motivar a continuidade do trabalho colaborativo.

Figura 37: D8 Reconhecimento do time

D8 - RECONHECIMENTO DO TIME				
Ação de Reconhecimento do Time	Responsável	Área	Data	Status
Café especial para o time	Thiago	Qualdiade	10/03/2025	100%


Fonte: O autor (2025).

Além de promover um ambiente mais próximo e integrado, essa ação simbólica evidencia que o sucesso do projeto é fruto do esforço conjunto do time, fortalecendo a cultura de melhoria contínua dentro do processo produtivo.

### 16.1 Fechamento e aprovação da análise 8D

A figura 38 a seguir apresenta a aprovação final do processo 8D, evidenciando que todas as ações corretivas e preventivas planejadas foram implementadas com sucesso e validadas. Com isso, o problema identificado foi completamente resolvido, garantindo a estabilidade dimensional das peças e a confiabilidade do processo de injeção plástica.

Figura 38: Fechamento do 8D

FECHAMENTO DO 8D (assegurar que o fechamento do documento 8D's cotempla a conclusão de todas as Etapas do proceso)			
Responsável de Qualidade da Planta	Assinatura (física ou digital)	Data	Status
Thiago Paulo		11/03/2025	APROVADO
Se Status for "Reavaliar" justifique:			

Fonte: O autor (2025).

## 17 CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas e das metodologias aplicadas, verificou-se que este trabalho atingiu com êxito o objetivo de eliminar a falha aplicando uma solução definitiva. Com o uso de ferramentas adequadas e o apoio de uma equipe capacitada, foi possível identificar a causa raiz, implementar ações corretivas e preventivas eficazes e restabelecer a conformidade do processo.

A aplicação do método 8D demonstrou a eficiência de uma abordagem sistemática na solução de falhas, resultando em maior produtividade, redução da variabilidade dimensional e aumento da confiabilidade do processo. A ação adotada também evitou um impacto financeiro anual estimado em R\$ 16.200,00, assegurando a manutenção da certificação IATF e fortalecendo a confiança do cliente. Além disso, o estudo promoveu o engajamento da equipe e reforçou a cultura de melhoria contínua, consolidando práticas que poderão ser aplicadas em futuras situações como lições aprendidas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: **Iluminação de ambientes de trabalho** – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. Disponível em: [ABNT NBR ISO/CIE 8995-1]. Acesso em: 16 out. 2025.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco (Coord.). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. 2. ed., rev. e ampl. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 430 p. (Série ABEPRO).

COMPOSTOS. **Injeção de termoplásticos**. Disponível em: <https://www.compostos.com.br/blog/injecao-de-termoplasticos>. Acesso em: abr. 2025. Acesso em 26 de abril de 2025.

COOPER STANDARD AUTOMOTIVE. **Total Lokal – Branchenbuch**. Disponível em: <https://www.total-lokal.de/branchenbuch/cooper-standard-automotive.html>. Acesso em: 13 maio 2025.

FERRAMENTAS DA QUALIDADE. **8D – Ferramentas da Qualidade**. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/8d/>. Acesso em: 03 maio 2025.

HARADA, Júlio. **Moldes para injeção de termoplásticos: projetos e princípios básicos**. São Paulo: Artliber, 2004.

LEITE, Alan Miranda. **Análise comparativa entre sistemas de resfriamento de injeção de plástico**. 2011. 99 f. Trabalho de Graduação (Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2011.

LWB-STEINL. **VC-Class**. Disponível em: <https://www.lwb-steinl.com/en/machinery/row-1/injection-moulding/vc-class/>. Acesso em: 7 jun. 2025.

MADEIPLAST. **Injetora de plástico: tipos e como funciona**. Boituva: Madeiplast, 2024. Disponível em: <https://madeiplast.com.br/blog/injecao-plastica/injetora-de-plastico/>. Acesso em: 3 maio 2025.

MANRICH, Sidney. **Processamento de termoplásticos**. In: WYPYCH, Fernando. (Org.). Tecnologia dos polímeros. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2005. cap. 4, p. 63–95.

MANRICH, Silvio. **Processamento de Termoplásticos: Rosca Única, Extrusão e Matrizes, Injeção e Moldes**. São Paulo: Artliber Editora, 2005.

OLIVEIRA, Samuel. **O processo de fabricação por injeção plástica**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Processos Gerenciais) – Faculdade Anhanguera de Anápolis, Anápolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/67060/1/SAMUEL%20OLIVEIRA.pdf>. Acesso em 26 de abril de 2025.

PLEXUS TRAINING SYSTEM. **MASP 8D – Método para tomada de ação corretiva eficaz**. Material de treinamento interno. Interaction Plexus, 2023.

