

# OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO PARA RESOLVER PROBLEMAS DE QUALIDADE: um estudo de caso da montagem do produto AirFryer

André Espedito Ferreira<sup>1</sup>

Roger Antonio Rodrigues<sup>2</sup>

## RESUMO

Este artigo explora o método MASP de análise e solução de problemas, demonstra seu potencial de aplicação no setor de fabricação de eletrodomésticos, especialmente na otimização de processos. Aborda as definições da metodologia, mostrando sua origem, suas etapas, a descrição, e diferenciação fundamental entre MASP e o ciclo PDCA. Durante o estudo foi feita a aplicação destes métodos, para resolver o problema de montagem do aparelho *airfryer* e reduzir os custos de retrabalho devido às falhas dos parâmetros do processo de injeção plástica. Ao finalizar pode-se concluir que o objetivo foi alcançado, ou seja, os parâmetros de injeção plástica foram ajustados e o processo foi restabelecido. Ressalta-se que é a partir desta busca pela resolução de problemas, que as mudanças são desenvolvidas e é possível alcançar os melhores resultados.

Palavras-chave: Gestão de processo. MASP. PDCA. resolução de problemas.

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão de processos desempenha um papel fundamental no contexto organizacional atual, sendo essencial para o sucesso e a competitividade das empresas. Em um cenário empresarial cada vez mais dinâmico e desafiador, a otimização dos processos internos se tornou uma necessidade. Este trabalho se insere nesse contexto, buscando solucionar os desafios encontrados na montagem do aparelho *Airfryer*, fabricado por uma renomada empresa de eletrodomésticos em Varginha – MG.

A montagem de produtos de alta complexidade como o *Airfryer* exige precisão, eficiência e alta qualidade em cada etapa do processo. A identificação de um problema

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS-MG.  
Email: andre.ferreira1@alunos.unis.edu.br

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia de Produção. Professor do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS-MG.  
Email: roger.rodrigues@unis.edu.br

recorrente, onde os operadores da linha de produção enfrentam dificuldades significativas ao encaixar a base do aparelho e ao parafusá-la sobre o suporte do corpo, sublinha a necessidade de uma abordagem estratégica em relação à gestão de processos.

O objetivo principal deste trabalho é identificar e compreender as causas subjacentes do desafio de montagem na *Airfryer*, priorizando aquelas mais relevantes e passíveis de uma intervenção eficaz. Além disso, esta pesquisa visa propor soluções sólidas e efetivas, baseadas em dados confiáveis para resolver o problema.

A gestão de processos, quando bem executada, é um fator-chave para garantir a eficiência operacional, redução de custos, melhoria na qualidade do produto final e, por consequência, a satisfação do cliente. No entanto, para que esses benefícios se concretizem, é fundamental identificar e abordar os obstáculos que prejudicam o fluxo de trabalho, como o problema em questão na montagem da *Airfryer*.

Esta pesquisa é relevante, pois o problema persistente na linha de montagem da *Airfryer* tem implicações significativas para a empresa. Os impactos financeiros decorrentes das dificuldades na montagem do *Airfryer* são evidentes, com custos adicionais associados ao retrabalho, perda de eficiência na produção e, potencialmente, perda de clientes devido à insatisfação com produtos defeituosos. Além de resolver um problema específico, esta pesquisa também tem potencial para ser adaptada e aplicada em outros contextos empresariais, promovendo a melhoria contínua e a competitividade das empresas em diferentes setores.

## **2 GESTÃO DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DE MELHORIAS**

### **2.1 Montagem Manual**

Segundo Swift (2013), a montagem manual envolve peças e componentes previamente manufaturados, essa montagem é realizada por operadores humanos utilizando sua agilidade e capacidade de decisão. O colaborador pode estar em uma única estação de trabalho (bancada) ou fazer parte de uma célula de montagem, onde cada posto faz uma etapa e passa para o próximo operador. No item a seguir será explicado o processo das injetoras de peças plásticas.

## **2.2 Processo De Injeção Plástica**

Swift (2013) define que a moldagem por injeção plástica é feita da seguinte maneira, são colocados grânulos de materiais poliméricos em um dosador, onde esse material é misturado e aquecido, em seguida passa por um canhão, sendo empurrado sob pressão por uma rosca extrusora para dentro da cavidade de uma matriz e sob resfriamento é moldada uma peça ou uma árvore de peças rígidas.

Atualmente usando a injeção plástica em moldes, é possível produzir em grande escala uma variedade de produtos com tamanhos e formatos diferentes. Segundo Martins e Nascimento (2017), o molde é feito em aço ou alumínio, é uma ferramenta que consiste em duas metades, ambas são presas na máquina de injeção, sua parte de trás é móvel, ela abre e fecha para a produção. O molde possui uma ou mais cavidades, que será preenchida pelo material derretido moldando o formato desejado. Para isso é necessário ter as dimensões adequadas para moldar o termoplástico, essas dimensões precisam ser monitoradas, e com esta finalidade entram os sistemas de medição.

## **2.3 Sistema De Medição**

Os sistemas de medição vêm para organizar as medidas e estabelecer normas, portanto existem as unidades de medida, elas surgem como uma maneira de padronizar as grandezas, de facilitar a compreensão. Existe o Sistema Internacional de Unidades (SI), que busca unificar as unidades, conforme informações do Guia do Ensino (2022). Nesse contexto a ferramenta de medida utilizada será o paquímetro, segundo Guimarães (2018) o paquímetro é um instrumento que possibilita detectar erros de medida linear, usando o princípio de “nônio” ou “vernier”, e implica basicamente em duas partes principais, a régua escala principal e o cursor, onde é gravada a escala secundária, é utilizada para efetuar medições externas, internas, profundidades e ressalto.

## **2.4 Ciclo PDCA e Melhorias No Processo**

Conforme problema levantado neste trabalho existem dificuldades na montagem do aparelho *airfryer*, Santos (2017) afirma que para resolver os problemas nos processos

produtivos, é preciso fazer uma análise da relação entre as causas de um problema e suas características, após essa análise é possível planejar as metas e efetuar as ações que possam corrigir esse problema. Isso sugere que o ciclo PDCA, é uma ferramenta bastante eficaz para conduzir essa análise e implementar as ações corretivas necessárias.

O ciclo PDCA, conforme destacado por Neto (2013), representa uma abordagem fundamental na gestão de processos e na busca por melhorias contínuas nas organizações. Inicialmente, o planejamento cuidadoso das ações a serem tomadas é a base para o sucesso, fazendo com que metas e objetivos estejam definidos. Em seguida, a etapa de execução coloca em prática o plano elaborado, transformando conceitos em ações tangíveis. Entretanto, a singularidade do PDCA reside na terceira fase, onde ocorre a análise crítica dos resultados obtidos, comparando-os com as metas anteriormente planejadas.

Conforme citado por Santos (2017), o PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) é amplamente reconhecido como o modelo conceitual mais proeminente na gestão da qualidade, pois sua eficácia é comprovada ao longo do tempo. Além disso, o ciclo PDCA promove uma cultura de aprendizado e aperfeiçoamento contínuo, estimulando os praticantes da gestão da qualidade a buscar maneiras de aperfeiçoar seus processos e produtos de forma constante.

Santos (2017) demonstra que o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check and Action*) é composto por etapas. Cada etapa do Ciclo PDCA tem suas características bem definidas, a primeira etapa é *Plan* (Planejar): Nesse momento é feito um plano de ação, são traçados os caminhos que serão percorridos para chegar ao objetivo. A segunda etapa é *Do* (Fazer): É o momento de colocar o plano em prática. Terceira etapa é *Check* (Verificar): Momento onde será verificado se o que está sendo feito está funcionando, se algo não estiver indo bem, pode-se ajustar o “curso”. Quarta etapa é *Act* (Agir): Se perceber que algo não está funcionando como planejado na etapa "*Check*", você faz modificações para corrigir isso. O ciclo PDCA é chamado de "ciclo" porque pode ser repetido várias vezes. Cada vez que completa o ciclo ocorrem melhorias. É uma ferramenta muito útil para resolver problemas e alcançar metas.

Um princípio fundamental na gestão da qualidade e melhoria de processos, é o planejamento cuidadoso como ponto de partida para efetivas ações corretivas e preventivas, pois assim impulsionam melhorias verdadeiras nos processos organizacionais. Já as ações preventivas são projetadas para evitar problemas antes que ocorram, identificando e mitigando riscos potenciais (SCHENKNECHT, 2008). Portanto, a citação ressalta a importância do planejamento como o alicerce sobre o qual se deve construir melhorias

significativas e sustentáveis nos processos organizacionais, promovendo a excelência operacional e a competitividade a longo prazo.

## **2.5 Etapas do MASP**

O MASP é um método utilizado para resolver problemas. Segundo Neto (2013) é um método adotado para se buscar qualidade nos seus produtos ou serviços. Embora sejam decorrentes do mesmo conceito (PDCA), as etapas e passos do MASP encontrados na literatura podem ter pequenas diferenças. De acordo com Neto (2013) a estrutura de oito etapas apresentada abaixo é a mais conhecida e mais utilizada em grupos de melhoria e em círculos de controle da qualidade - CCQ:

- a) Identificação do problema: Definir o problema e reconhecer sua relevância;
- b) Observação: Investigar as características do problema referente a suas particularidades. a partir de uma visão ampla e sob várias perspectivas;
- c) Análise: Localizar as causas principais;
- d) Plano de ação: Criar um plano para impedir as causas fundamentais;
- e) Ação: Impedir as causas fundamentais;
- f) Verificação: Acompanhar se o impedimento foi efetivo;
- g) Padronização: Antecipar-se contra o retorno do problema;
- h) Conclusão: Sintetizar todo o processo de solução do problema para futuros projetos.

As oito etapas acima são subdivididas em passos, conforme citado por Neto (2013) é a existência desse passo-a-passo para a aplicar o método que caracteriza o MASP e o faz diferente de outros métodos. As etapas e passos são descritos a seguir.

### **2.5.1. Etapa de Identificação do Problema**

A identificação do problema é a etapa inicial do processo de melhoria em que o MASP é usado. De acordo com Neto (2013), se essa etapa for executada de forma clara, facilita o desenvolvimento do trabalho e encurta o tempo para obter resultados. Identificar o problema tem dois propósitos fundamentais: (1) selecionar um item que precise ser resolvido, dentre uma série de alternativas, concentrar o foco para obter a melhor solução possível; e (2)

aplicar critérios para escolher o principal problema que necessita ser resolvido. Segundo Neto (2013) os passos da Etapa 1 são:

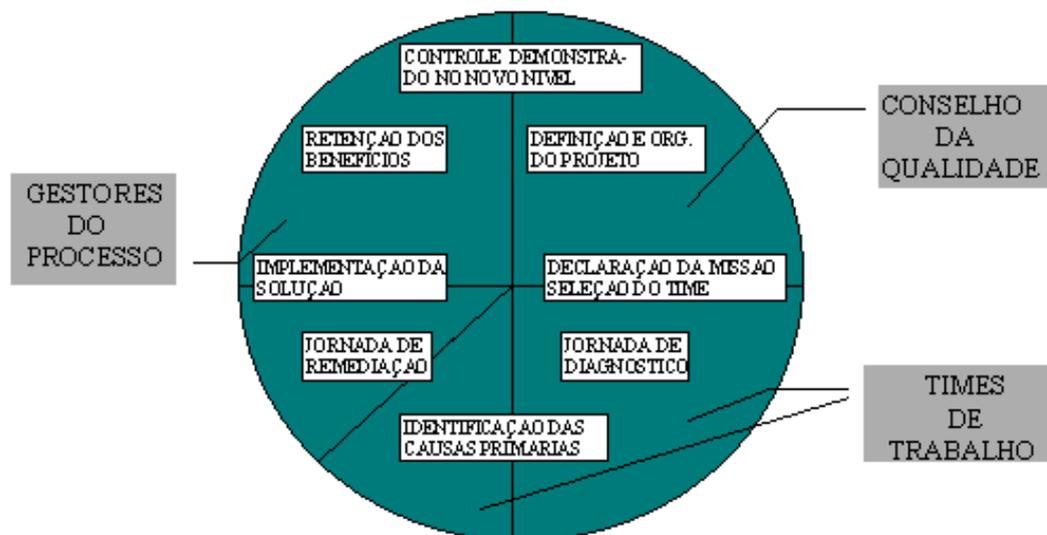
- Apontar o problema;
- Levantamento dos problemas mais habituais;
- Identificação do histórico dos problemas;
- Indicativos de perdas existentes e ganhos possíveis;
- Definir o problema que precisa de solução e a meta;
- Montar a equipe de trabalho e delegar tarefas e responsabilidades.

### 2.5.2. Etapa de Observação

A observação do problema é a segunda etapa do MASP conforme Neto (2013), essa etapa consiste em detectar as condições, características em que o problema ocorre. O ponto fundamental dessa etapa de observação é fazer o levantamento de informações que sejam úteis para encaminhar um processo de análise.

Figura 1 – Ciclo MASP

#### O CICLO DO MASP



Fonte:

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1449248/mod\\_resource/content/1/aplicacao-do-metodo-de-analise-e-solucao-de-problemas-masp-1781991.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1449248/mod_resource/content/1/aplicacao-do-metodo-de-analise-e-solucao-de-problemas-masp-1781991.pdf) (2013)

### **2.5.3. Etapa de Análise**

De acordo com Neto (2013), a etapa de análise é aquela em que serão determinadas as principais causas do problema. Se não identificarmos as causas desse problema de forma criteriosa é possível que sejam perdidos tempo e dinheiro em tentativas ineficazes de solução. Portanto, essa é a etapa mais significativa do processo de solução de problemas. Importante ressaltar que o levantamento e identificação das causas deve ser feito de maneira científica, o que consiste na utilização de ferramentas da qualidade (HOSOTANI, 1992, apud NETO, 2013), informações, fatos e dados que dêem ao processo um caráter objetivo. A seguir os passos da Etapa de Análise:

- Listar as variáveis que podem estar determinando este problema;
- Seleção das possíveis causas dos problemas;
- Coleta de dados;
- Análise das causas mais viáveis;
- Comprovação das hipóteses;
- Foi detectada a causa principal?

### **2.5.4 Etapa do Plano de Ação**

Segundo Ishikawa (1986) apud Neto (2013), se a descoberta de irregularidades no processo, não for seguida de adoção de medidas saneadoras, será inútil. Pois se as causas do problema forem identificadas, devem ser encontradas as formas de eliminá-las (PARKER, 1995 apud NETO, 2013). Muitas vezes é possível que exista não apenas uma solução, mas um conjunto de soluções prováveis. De acordo com Neto (2013) os passos da Etapa do Plano de Ação são:

- Criar uma estratégia de ação;
- Preparação do plano de ação;
- Negociação do plano de ação.

### **2.5.5. Etapa de Verificação**

Esta etapa representa a fase de *check* do ciclo PDCA onde será feito o levantamento de dados, para analisar as variações assertivas ou não, o que vai possibilitar ao final concluir se as ações de melhorias foram eficazes ou não. De acordo com Neto (2013) nesta etapa se verifica se as expectativas foram alcançadas. Hosotani (1992) apud Neto (2013) também afirma que os resultados devem ser mensurados em termos numéricos, depois de mensurados devem ser comparados com os valores definidos e analisados, fazendo uso de ferramentas da qualidade para constatar se as melhorias prescritas foram ou não alcançadas. Os passos da etapa de Verificação segundo Neto (2013) são os seguintes:

- Comparação dos resultados atingidos com a meta pré estabelecida;
- Constatação dos efeitos secundários;
- A ação foi efetiva?

### **2.5.6 Etapa de Padronização**

Visto que as ações de bloqueio do processo que foi encontrado erro tenham sido adotadas e se mostrem efetivas para o alcance dos objetivos, elas podem ser estabelecidas como novos métodos de trabalho. De acordo com Neto (2013) existem dois objetivos para a padronização. Primeiro, o autor afirma que: Se não forem instituídos novos padrões o problema irá retornar, o que levaria à uma reincidência, e em segundo, o problema poderá acontecer novamente quando novas pessoas (empregados, transferidos ou temporários) se envolverem com o trabalho. Portanto, a preocupação é se pode acontecer o mesmo problema pela ação ou pela falta da ação humana. Portanto os padrões devem ser integrados completamente dentro da empresa, para se tornar um pensamento comum e se tornar hábito dos trabalhadores, para isso é fundamental o treinamento de todos os colaboradores envolvidos no processo. Neto (2013) relata os passos da etapa de Padronização:

- Criação ou modificação de documentos;
- Treinamento;
- Registro e comunicação;
- Acompanhamento dos resultados do padrão.

### **2.5.8. Etapa de Conclusão**

De acordo com Neto (2013) a etapa de conclusão fecha o método de análise e solução de problemas. Os objetivos da conclusão são de avaliar todo o processo de solução de problemas e planejar os trabalhos posteriores, considerando a importância de fazer um balanço de todo aprendizado. Os Passos da Etapa de Conclusão são:

- Indicação dos problemas remanescentes;
- Planejamento das ações anti-reincidência;
- Balanço do aprendizado e conhecimento adquirido.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

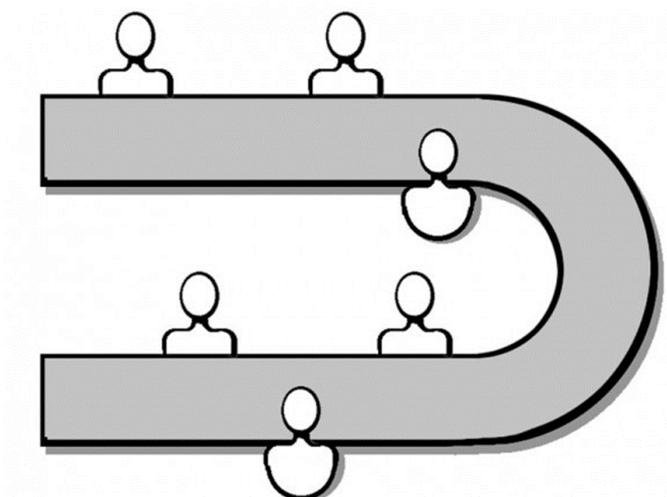
O estudo apresenta uma abordagem de natureza qualitativa, o qual segundo Gil (2002) depende de muitos fatores, como por exemplo: a natureza dos dados coletados, a dimensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que conduziram a investigação.

Sobre a classificação metodológica deste estudo pode-se afirmar que: em relação à natureza trata-se de uma pesquisa aplicada. Para Silva e Menezes (2001) este modelo de pesquisa proporciona conhecimento, e conduz à solução de problemas singulares. De acordo com Vianna (2013) a forma de abordagem do problema de pesquisa, é qualitativa. Perante a ótica dos objetivos, a pesquisa é descritiva, se tratando de um estudo de caso.

Foi realizada uma pesquisa aplicada com estudo de caso em uma empresa que fabrica eletrodomésticos no município de Varginha-MG, o foco da análise recaiu sobre a linha de produção do aparelho Airfryer, que envolve um time composto por 30 operadores.

A configuração da célula de trabalho foi adotada em formato de "U", observe como exemplo a figura 2.

**Figura 2** - Arranjo físico por trabalho em formato de U.



Fonte: FUNDAÇÃO CECIERJ (2011)

Ao iniciar o estudo de caso foi possível conhecer melhor os detalhes da linha de produção e foi constatado que havia alguns postos de trabalho que estavam com dificuldades no processo de montagem, a partir desse levantamento foi feita uma análise.

Este estudo foi baseado na aplicação do MASP, que é um método de análise e solução de problemas. Segundo Sugiura e Yamada (1995), o *QC-Story* teve origem na fábrica da Komatsu no Japão (onde residia Kaoru Ishikawa) como um procedimento para elaboração de relatórios, onde as pessoas relatavam os resultados das melhorias que obtinham no âmbito da qualidade e os chamavam de *the quality control story* (a história da qualidade). Neto (2013) explica que estes relatórios mostravam a história do controle de qualidade obtido e as melhorias alcançadas utilizando o conceito do PDCA, as origens do *QC-Story* são basicamente duas: o PDCA como conceito e a metodologia científica como filosofia.

#### **4 DISCUSSÃO E RESULTADOS**

Após explicar sobre as etapas e estruturas dos métodos, iremos para a aplicação do MASP e ciclo PDCA. Inicialmente foi realizado um *brainstorming* no setor de qualidade, foi feito levantamento de várias sugestões e foi feita a aplicação do Diagrama de Ishikawa/diagrama de causa e efeito. Esta ferramenta foi utilizada para facilitar a análise dos

problemas identificados através das entrevistas realizadas com as pessoas envolvidas no processo produtivo.

Quadro 1: Brainstorming para levantamento de problemas

Item	Brainstorming
1	Dimensão de 263,4 +/- 0,30 mm menor do que o especificado
2	Dimensão de 253,4 +/- 0,30 mm menor do que o especificado
3	Fios de ligação do Cordão com Plugue com pontas excessivas
4	Pan Support com dimensão maior do que o especificado
5	Side Panel com dimensão maior do que o especificado
6	Side Panel mal encaixado nas "garras" do Pan Support
7	Torque de Parafusamento do Side Panel no Pan Support insuficiente
8	Torque de Parafusamento da Base sobre o Cj. Pan Support + Side Panel excessivo
9	Empenamento das Extremidades da Base Excessivo
10	Fios de ligação do Cordão com Plugue muito rígidos, gerando "efeito mola" sobre a Base
11	Colaborador do Posto 10 realiza o parafusamento da Base sem realizar o pré-encaixe da mesma

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023).

Foi feita a identificação dos problemas mais comuns:

- Abertura entre corpo e base Corpo *Pan support*.
- Levantamento do histórico dos problemas: os problemas vêm ocorrendo a 05 dias de forma estável e contínua;
- Evidência das perdas existentes e possíveis ganhos: perda diária de aproximadamente 50 peças , representando 20,8 % do total encontrado no aparelho;
- Escolha do problema: Processo de Injeção;
- Aplicação do método MASP;
- Formar a equipe e definir responsabilidades: a equipe será formada pelo Inspetor de Qualidade (coleta de dados), Engenheiro de Produção (acompanhar a resolução do problema) e Engenharia de Processo (Alterar e regular parâmetro);
- Definir o problema e a meta: peças produzidas com falhas de injeção, deixando a abertura entre corpo e base, causando perdas de 50 peças diárias.

Veja na imagem o problema detectado:

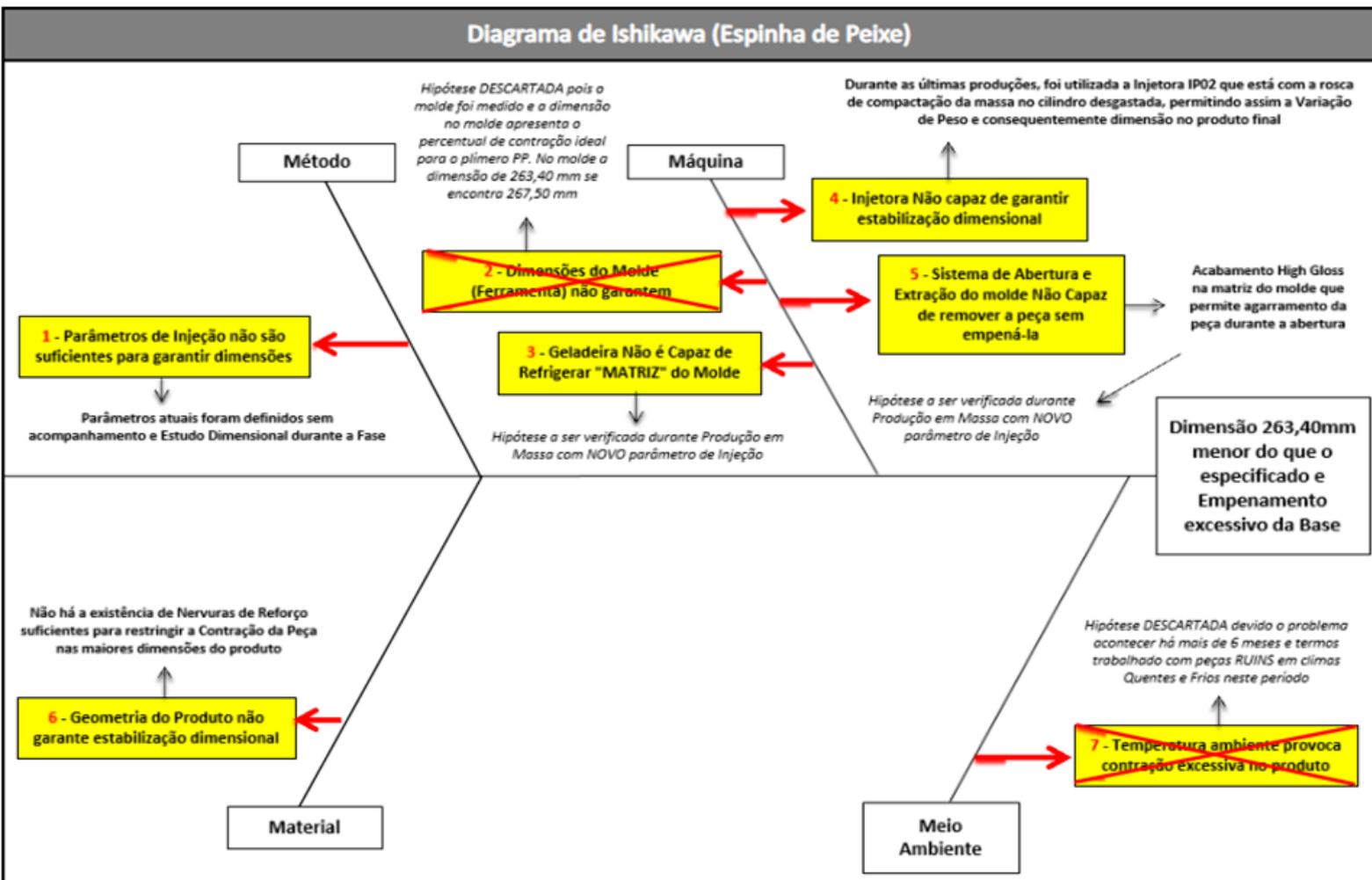
Figura 3 – Conjunto com problema, tem uma abertura entre corpo e base.



Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)

Foram feitos diversos testes na sala de análise da qualidade, após obter os dados necessários o grupo fez o levantamento das hipóteses mais prováveis da causa do problema, como mostra o quadro a seguir:

Figura 4 – Diagrama de Ishikawa

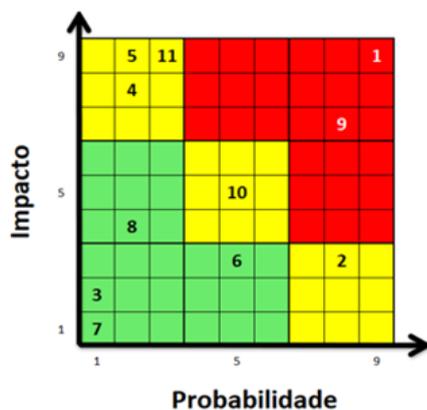


Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)

Com base nos dados coletados foi montada uma Matriz de Risco, abaixo pode-se observar a classificação das Causas Potenciais de acordo com sua Probabilidade de Ocorrência e Impacto ao Cliente caso a mesma venha a acontecer.

Figura 5 – Matriz de Risco

Matriz de RISCO ( Impacto X Probabilidade )



Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)

Em seguida foi criado um quadro com perguntas da rotina do setor e foram feitos questionamentos, para dar continuidade à análise da produtividade e em paralelo toda a equipe realizou reuniões diárias para análise dos dados/resultados. Abaixo é apresentado o quadro:

Figura 6 – Plano de Ação

O QUÊ	QUANDO	QUEM	POR QUE	COMO
Alterar parâmetros de injeção	08/10/2023	Engenharia de Processo	Modificar e aumentar	Molde e Sistema
Criar relatório	08/10/2023	Engenharia de Qualidade	Documentar os dados	Sistema Sap e Excel
Coletar de Amostras	08/10/2023	Inspetor de Qualidade	Realizar as medições	Metrologia Pâquimetro

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)



Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)

Na sequência foi criado um relatório para fazer a Escolha do Parâmetro de Injeção mais adequado, que atendesse as especificações necessárias. Conforme mostra a figura abaixo. Os parâmetros do processo foram alterados visando aumentar o diâmetro da base.

Figura 9 - Quadro comparativo

## Quadro Comparativo de Parâmetros de Injeção

PARÂMETRO DE INJEÇÃO	ANTES ( Ficha 2022 )	DEPOIS ( Teste T8 )	OBJETIVOS / COMENTÁRIOS
- Máquina Injetora	IP 14 - 320 ton.	IP 14 - 320 ton.	- Antes se utilizava também a IP 02 porém com a mesma ficha definida para a IP 14
- Temperatura Câmara Quente ( zonas 3, 4 e 5 )	170 +/- 20 °C	200 +/- 20 °C	- Aumento de 30°C para <u>melhorar fluidez</u> do PP dentro do molde e acelerar o processo de estabilização da peça
- Posição da Rosca do Cilindro	25 +/- 2 mm	23 +/- 2 mm	- Redução de 2 mm na posição para <u>melhorar a compactação</u> do PP dentro do cilindro antes da injeção
- Contra Pressão	12 +/- 5 bar	27 +/- 5 bar	- Aumento de 15 bar para garantir que a quantidade de PP injetada dentro das cavidades retorne para dentro do cilindro, aumentando a compactação da peça
- Resfriamento	15 seg.	18 seg.	- Aumento de 3 seg. para garantir <u>estabilização dimensional</u> dentro da cavidade e diminuir o efeito da contração plástica
- Posição Abertura Molde Estágio 1	80 mm	10 mm	- Redução de 70 mm no Estágio 1 e 100 mm no estágio 2 afim de aproximar a máscara de extração do molde e reduzir as perdas de tempo de extração da peça
- Posição Abertura Molde Estágio 2	150 mm	50 mm	
- Pressão Abertura Estágio 1	60 bar	20 bar	- Reduções na Pressão e Velocidades de Abertura para <b>REDUZIR o EMPENAMENTO DA PEÇA</b> durante o processo de extração, visto que a mesma se encontrará mais " presa " à cavidade do molde
- Velocidade Abertura Molde Estágio 1	25 mm / seg.	5 mm / seg.	
- Velocidade Abertura Molde Estágio 2	55 mm / seg.	30 mm / seg.	
- Atraso Avanço Extrator	1,4 +/- 1 seg.	2,0 +/- 1 seg.	- Atraso de 0,6 seg. para garantir que o extrator não inicie o contato com a peça sem que o molde se encontre completamente aberto
- Temperatura da Água ( Parte Móvel )	10 +/- 1 °C	8 +/- 1 °C	- Redução de 2 °C ( na parte móvel ) e 10 °C ( na parte fixa ) para acelerar o processo de estabilização do molde e evitar mais perdas no parâmetro Resfriamento.
- Temperatura da Água ( Parte Fixa )	45 +/- 5 °C	35 +/- 4 °C	
- Potência Geladeira	4,75 kW ou 7,56 kW	somente 7,56 kW	- Fixado somente a maior potência pois a potência menor ( 4,75 kW ) não consegue garantir a temperatura da água gelada dentro do intervalo de tolerância quando a produção se encontra em larga escala
- Tempo de Ciclo	32 seg.	35 seg.	- Aumento de Ciclo de 3 seg. e perda de Produção Horária de 19 pçs / h atribuindo este impacto principalmente ao Tempo de Resfriamento. Porém justifica-se esta perda se a ESTABILIZAÇÃO DIMENSIONAL ocorrer na produção em Larga Escala
- Produção Horária	225 pçs / h	206 pçs / h	

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)

Explicando o quadro acima:

- Na coluna vermelha encontram-se os parâmetros utilizados para a validação do processo de injeção na fase de projeto de validação dos moldes. Estavam sendo utilizados no dia-a-dia da área de injeção plástica.

- Na coluna verde encontram-se os parâmetros utilizados para a realização do estudo de capacidade do processo de injeção.
- Na coluna cinza - objetivos/comentários encontram-se justificativas e observações a respeito dos porquês das alterações realizadas nos respectivos parâmetros.

Dando continuidade ao estudo, foi estabelecido que seria necessário seguir um padrão nos processos, os funcionários deverão estar atento aos seguintes passos:

- Separar as amostras para análise, observar se o molde de injeção plástica contém mais de duas cavidades, enumerá-las e levá-las para a metrologia;
- Esperar o tempo de contração da peça, para que ela fique estável, e não haja variação na medição. Criar relatório dimensional, com uma quantidade mínima de 25 amostragens.
- Verificar se o desenho e o plano de controle estão homologados, garantido que a medição estará dentro dos conformes, para não gerar nenhuma dúvida.
- Após esse procedimento realizar as medições com o paquímetro, analisando se as medidas estão conforme plano de controle, se não estiver, sugerir alterações para que seja feita correção nos parâmetros da injetora plástica, se não surtir efeito realizar modificações no molde, por exemplo: Se o molde for menor será necessário acrescentar material na parte espelhada para aumentar o tamanho da peça, se for maior será feito ao contrário.
- Depois que o molde for modificado, separar novas amostras, medir e observar se a correção aplicada foi eficaz, se estiver tudo dentro do esperado levar um lote de peças injetadas para a linha de montagem, orientar os operadores que será um lote piloto da melhoria que foi feita no molde.
- Após inserir as peças na linha de montagem, verificar com os operadores se os resultados estão sendo efetivos, e avaliar se a melhoria realmente foi eficaz.
- Depois dessa análise junto com a equipe de montagem, validar e documentar a melhoria e liberar o molde para que a produção injete as peças com as novas modificações. Para finalizar, foi feita a verificação dos seguintes gráficos, levando em consideração os termos numéricos já citados:

Figura 10 - Folha de dados depois das modificações

## FOLHA DE DADOS - LARGURA DA BASE - 263,40 +/- 0,30 mm

Cavidade - A1						Cavidade - A2					
Coleta	Hora	Amostra	Tempo (min.)			Coleta	Hora	Amostra	Tempo (min.)		
			1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana				1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana
1	10:00	1	263,66	263,69	263,66	1	10:00	1	263,61	263,70	263,60
		2	263,62	263,67	263,66			2	263,64	263,66	263,59
		3	263,63	263,64	263,66			3	263,61	263,63	263,62
2	11:00	4	263,61	263,63	263,62	2	11:00	4	263,67	263,64	263,55
		5	263,67	263,69	263,61			5	263,67	263,60	263,58
		6	263,65	263,68	263,68			6	263,61	263,65	263,57
3	15:00	7	263,62	263,67	263,61	3	15:00	7	263,63	263,61	263,69
		8	263,61	263,60	263,62			8	263,62	263,57	263,61
		9	263,66	263,59	263,60			9	263,64	263,59	263,62
4	16:00	10	263,66	263,62	263,61	4	16:00	10	263,65	263,62	263,54
		11	263,66	263,55	263,70			11	263,63	263,61	263,53
		12	263,66	263,58	263,65			12	263,63	263,63	263,60
5	17:00	13	263,62	263,57	263,70	5	17:00	13	263,65	263,67	263,69
		14	263,61	263,69	263,67			14	263,65	263,69	263,64
		15	263,68	263,61	263,70			15	263,67	263,63	263,61
6	18:00	16	263,61	263,62	263,67	6	18:00	16	263,61	263,62	263,59
		17	263,62	263,54	263,68			17	263,68	263,65	263,64
		18	263,60	263,53	263,68			18	263,70	263,68	263,65
7	19:00	19	263,61	263,60	263,68	7	19:00	19	263,67	263,60	263,69
		20	263,70	263,69	263,60			20	263,66	263,64	263,65
		21	263,65	263,64	263,65			21	263,70	263,63	263,60
8	20:00	22	263,70	263,61		8	20:00	22	263,69	263,62	
		23	263,67	263,59				23	263,67	263,67	
		24	263,70	263,66				24	263,69	263,68	
9	21:00	25	263,59	263,67		9	21:00	25	263,67	263,62	
		26	263,60	263,60				26	263,63	263,65	
		27	263,68	263,67				27	263,63	263,64	
10	22:00	28	263,69	263,68		10	22:00	28	263,63	263,63	
		29	263,67	263,66				29	263,62	263,61	
		30	263,68	263,65				30	263,66	263,62	

<b>média</b>	<b>263,64</b>	<b>263,61</b>	<b>263,66</b>				<b>263,65</b>	<b>263,65</b>	<b>263,62</b>
<b>mínimo</b>	263,59	263,53					263,61	263,57	
<b>máximo</b>	263,70	263,69					263,70	263,70	

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)

Portanto, após 3 semanas observando o processo, conclui-se que os resultados encontrados após a alteração dos parâmetros dos moldes de injeção plástica, foram considerados positivos. Devido aos resultados satisfatórios obtidos através da aplicação do MASP e do ciclo PDCA, eles continuaram a ser aplicados na empresa. Para comprovar o resultado, será mostrado a seguir o comparativo do conjunto do corpo da *airfryer* antes e depois da correção dos parâmetros da injeção plástica. Observe a mudança no encaixe da peça nas figuras abaixo:

Figura 11 – Conjunto com problema de encaixe, corpo e base com abertura.



Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)

Figura 12 – Conjunto Corpo e Base após o problema de encaixe ser resolvido



Fonte: Dados produzidos pelo autor (2023)

Após análise junto com a equipe de montagem, foi feita a constatação de que a melhoria foi efetiva, portanto determinou-se que era o momento de validar e documentar a mesma, assim o molde com os novos parâmetros pode ser liberado para que os ajustadores da injetora plástica injetassem as peças com as modificações.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho foi concluído com êxito, através do uso da metodologia foi possível detectar a causa do problema e posteriormente o problema foi resolvido. A utilização da metodologia gerou um crescimento técnico e pessoal no grupo, foi possível notar o engajamento de todos os colaboradores envolvidos e conseqüentemente toda equipe. Os colaboradores foram treinados com o novo método de montagem, mas ainda é fundamental investir em treinamento para os novos funcionários que virão a trabalhar na fábrica, para manter a padronização. Chegamos a conclusão que a utilização do MASP e PDCA proporciona às instituições uma gestão voltada para ações preventivas e corretivas, o que torna a empresa muito mais competitiva no mercado. A partir dos métodos aplicados foi possível encontrar uma solução efetiva para o problema detectado na linha de montagem do aparelho *airfryer*, portanto os métodos MASP e PDCA continuarão sendo utilizados na empresa devido aos resultados positivos.

### ***ABSTRACT***

*This article explores the MASP method of problem analysis and solution, demonstrating its potential application in the household appliances manufacturing sector, particularly in process optimization. It covers the definitions of the methodology, showcasing its origins, stages, description, and fundamental differentiation between MASP and the PDCA cycle. During the study, these methods were applied to resolve the assembly issue of the air fryer appliance and reduce rework costs resulting from flaws in the parameters of the plastic injection process. Conclusively, it can be stated that the objective was achieved, namely, the plastic injection parameters were adjusted, and the process was reinstated. It is emphasized that through this pursuit of problem-solving, changes are developed, enabling the attainment of optimal results.*

**Keywords:** *Process management. MASP. PDCA. Problem solving.*

## REFERÊNCIAS

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 2002. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo\\_C1\\_como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf). Acesso em 16 set. 2023.

GUIMARÃES, Jardel Lima. **O uso do paquímetro como ferramenta de medida no processo de ensino aprendizagem de física**. 2018. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO\\_EV117\\_MD4\\_SA15\\_ID1070\\_09092018151524.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD4_SA15_ID1070_09092018151524.pdf). Acesso em 16 set. 2023.

NASCIMENTO, Leonardo Silva, e MARTINS, Daniel. **Estudo de Matrizes Poliméricas feitas por prototipagem rápida**. 2017. Disponível em: [https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7300/1/CP\\_COEME\\_2017\\_11.pdf](https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7300/1/CP_COEME_2017_11.pdf). Acesso em 16 set. 2023.

NETO, Antonio Francisco Ribeiro. Aplicação do método de análise e solução de problemas - MASP. **Especialize**, Revista Online. MBA em Gestão de Projetos em Engenharias e Arquitetura - IPOG. 2013. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1449248/mod\\_resource/content/1/aplicacao-do-metodo-de-analise-e-solucao-de-problemas-masp-1781991.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1449248/mod_resource/content/1/aplicacao-do-metodo-de-analise-e-solucao-de-problemas-masp-1781991.pdf). Acesso em 02 set. 2023.

ROMEIRO, Fernando. Arranjo físico por produto em forma de U. **Canal CECIERJ**. 2011. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/7034>. Acesso em 28 out. 2023.

SANTOS, Vanessa Mirelly da Silva et al. Aplicação da Metodologia Masp e Plan do Cielo Pdca: Estudo de caso em uma empresa do setor óptico. **Abepro.org**. 2017. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_239\\_385\\_31450.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_239_385_31450.pdf). Acesso em 02 set. 2023.

SCHENKNECHT, Vinicius Schovanz. Aplicação da Metodologia Pdca para redução de custos com produtos químicos em uma estação de tratamento de efluentes industriais alimentícios. **Repositório Institucional UTFPR**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16452>. Acesso em 02 set. 2023.

SWIFT, K. G, BOOKER. P. D. **Seleção de Processos de Manufatura**. Tradução: Multinet Produtos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

**Veja como a unidade de medida está presente no nosso dia-a-dia**. Guia do Ensino. 2022. Disponível em: <https://guiadoensino.com.br/matematica/unidade-de-medida/>. Acesso em 16 set. 2023.

VIANNA, Cleverson Tabajara. **Classificação das Pesquisas Científicas - Notas para os alunos**. Florianópolis, 2013, 2 p. Disponível em: [https://doc-0k-a4-prod-03-apps-viewer.googleusercontent.com/viewer2/prod-03/pdf/sktkqs6uae54hvcq5r6osm67nnqjhr2d/o9gtqfb6f4ahrkp1e10vh7r2ne0mjrj5/1698542925000/3/108794399561711681672/APznzaYbx-wWN7X5Pr0WBDlqqFPLU17DOA0W-YRM8cbJczpnQ3f70JeKXdmdmxldYTCSMDwUJ5G8B0Jbq9ome1zo0oQqW4dBtxdAj7Xy-SkeLIPytJf9xe5THQh8cst4U4UF16CNXxYkfaq7keTiRdOG7fC\\_VT4yhCKGITq821VkeFz45WiRKEpJJrbAmxPZbXDyexyckfiFVKFXPdTjh7SiM91qolnh1tIDXKHj3z9SLSvlGOaT0YWRB8liZTbY-9mb0D5GZ0GkQMdoidr6hdjnIREHvSHxf8wN0DIlj9P2sWhFwO9SB6Cav5\\_ACRIfd0LeNLHdklkn1-oS9BaHDJBE8vlaZGly-2qsnl3Az2UdJnCz48EpFYYnNSWfh5Rzs8dD-XXmgSROESsuAtCIDlBkTFXef7zaAQ==?authuser=0&nonce=pvh4vtaio88qc&user=108794399561711681672&hash=eilccuejktgopbb0tgd78v6k1jjqv5fd](https://doc-0k-a4-prod-03-apps-viewer.googleusercontent.com/viewer2/prod-03/pdf/sktkqs6uae54hvcq5r6osm67nnqjhr2d/o9gtqfb6f4ahrkp1e10vh7r2ne0mjrj5/1698542925000/3/108794399561711681672/APznzaYbx-wWN7X5Pr0WBDlqqFPLU17DOA0W-YRM8cbJczpnQ3f70JeKXdmdmxldYTCSMDwUJ5G8B0Jbq9ome1zo0oQqW4dBtxdAj7Xy-SkeLIPytJf9xe5THQh8cst4U4UF16CNXxYkfaq7keTiRdOG7fC_VT4yhCKGITq821VkeFz45WiRKEpJJrbAmxPZbXDyexyckfiFVKFXPdTjh7SiM91qolnh1tIDXKHj3z9SLSvlGOaT0YWRB8liZTbY-9mb0D5GZ0GkQMdoidr6hdjnIREHvSHxf8wN0DIlj9P2sWhFwO9SB6Cav5_ACRIfd0LeNLHdklkn1-oS9BaHDJBE8vlaZGly-2qsnl3Az2UdJnCz48EpFYYnNSWfh5Rzs8dD-XXmgSROESsuAtCIDlBkTFXef7zaAQ==?authuser=0&nonce=pvh4vtaio88qc&user=108794399561711681672&hash=eilccuejktgopbb0tgd78v6k1jjqv5fd). Acesso em: 28 out. 2023.