

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS**

LETÍCIA KACHALA FIN

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE
PARA REDUÇÃO DE REFUGO EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO PLÁSTICO**

CAXIAS DO SUL

2023

LETÍCIA KACHALA FIN

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE
PARA REDUÇÃO DE REFUGO EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO PLÁSTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Michele Otobelli Bertéli

CAXIAS DO SUL

2023

LETÍCIA KACHALA FIN

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE
PARA REDUÇÃO DE REFUGO EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO PLÁSTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em

Banca Examinadora

Profa. Me. Michele Otobelli Bérteli
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Gabriel Vidor
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Me. Esequiel Berra de Mello
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Aos meus pais, que possibilitaram
tonar meus sonhos possíveis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por proporcionar essa conquista em minha vida.

Aos meus pais, Ivanir Fin e Elizete Kachala Fin, que sempre batalharam para me proporcionar todo o estudo que eles não tiveram a oportunidade de ter.

Ao meu irmão, João Pedro Kachala Fin, pelo companheirismo e curiosidade despertada ao longo do curso.

Ao meu noivo, Alessandro Ramgrab, por toda paciência, compreensão e apoio.

A minha coordenadora e orientadora, Michele Otobelli Bertéli, por sua competência, conhecimento e cooperação neste trabalho.

A todos os professores da universidade, que me acompanharam ao longo do curso, que diariamente se dedicam à arte de ensinar.

Enfim, para todos que de alguma forma me apoiaram e auxiliaram ao longo dessa etapa. Muito obrigada!

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”. (Albert Einstein)

RESUMO

O êxito de uma empresa está diretamente ligada à qualidade dos produtos e serviços oferecidos aos seus clientes. Desenvolver a cultura de melhoria de processos dentro da indústria permite aumentar a produtividade, acrescer a satisfação do cliente final e principalmente, reduzir custos associados a refugo e retrabalho. O presente trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul aborda a proposta de melhoria de processos, e tem como objetivo a utilização das ferramentas da qualidade e a metodologia PDCA, para redução de perdas no setor de injeção plástica. O projeto visa diminuir os percentuais de refugo produzidos pelo setor, utilizando as quatro etapas em que a metodologia PDCA é dividida. Na primeira etapa, de planejamento, identificou-se uma grande quantidade de peças descartadas, avaliou-se quais motivos e itens apresentavam maior frequência, as causas raízes dos problemas encontrados e planos de ações foram criados na tentativa de melhorar os resultados. Na segunda etapa, a de execução, os planos de ação foram implementados, sendo que a terceira etapa, a de verificação, teve acompanhamento paralelo, sempre processando os resultados obtidos. Na última etapa, a de ação, foram documentados e concluídos os resultados alcançados. Tais resultados coletados na etapa de conclusão, demonstraram que as ferramentas da qualidade e o método utilizado, foram efetivos para o alcance do objetivo, totalizando uma redução de R\$282.123,38, ou seja, uma redução de 55% nos custos associados ao refugo comparado com o mesmo período do ano anterior ao trabalho.

Palavras-chave: Refugo. PDCA. Qualidade. Ferramentas da Qualidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Transformação no sistema produtivo.....	18
Figura 2 - Método PDCA	19
Figura 3 - Símbolos do fluxograma	21
Figura 4 - Modelo diagrama de Ishikawa.....	22
Figura 5 - Modelo folha de verificação	22
Figura 6 - Modelo gráfico de Pareto.....	23
Figura 7 - Modelo Histograma	24
Figura 8 - Exemplo de diagrama de dispersão	25
Figura 9 - Exemplo de carta de controle	25
Figura 10 - Ciclo de injeção	28
Figura 11 - Vista superior empresa Dompel.....	31
Figura 12 - Organograma organizacional.....	32
Figura 13 - Identificação de peça padrão.....	33
Figura 14 - Identificação de peça não conforme	33
Figura 15 - Ciclo PDCA	34
Figura 16 - Fluxograma da fase de identificação do problema	35
Figura 17 - Indicador de refugo mensal 2023.....	38
Figura 18 - Dados estratificados 2022	40
Figura 19 - Dados estratificados primeiro trimestre 2023	41
Figura 20 – Quantidade de itens refugados	41
Figura 21 - Custo de itens refugados	42
Figura 22 - Modelo folha de verificação	43
Figura 23 – Gráfico de Pareto do item EP.....	45
Figura 24 - Diagrama de Ishikawa do item EP.....	45
Figura 25 - Controle de paradas de máquina (julho/23).....	47
Figura 26 - Palete de matéria-prima	48
Figura 27 - Armazenagem incorreta.....	48
Figura 28 - Contêiner para armazenagem.....	49
Figura 29 - Matéria-prima contaminada.....	50
Figura 30 - Modelo de proteção	50
Figura 31 - Indicador de refugo mensal.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos Problemas	26
Quadro 2 - Exemplo de matriz GUT	27
Quadro 3 - Exemplo da ferramenta 5W2H.....	27
Quadro 4 - Integrantes do projeto.....	39
Quadro 5 - Aplicação da matriz GUT	42
Quadro 6 - 5W2H do item EP	46
Quadro 7 - Avaliação mensal do item CC.....	52
Quadro 8 - Avaliação mensal do item AP	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABS	Acrilonitrina-butadieno-estireno
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
LIC	Limite Inferior de Controle
LSC	Limite Superior de Controle
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
MES	<i>Manufacturing Execution Systems</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OP	Ordem de Produção
PCP	Planejamento e Controle de Produção
PDCA	<i>Plan, Do, Check e Action</i>
PET	Politereftalato de etileno
PP	Polipropileno
PVC	Policloreto de vinila
RS	Rio Grande do Sul
TCC	Trabalho de conclusão de curso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo geral.....	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	DEFINIÇÃO DE QUALIDADE.....	17
2.1.1	Falta de Qualidade.....	18
2.2	MÉTODO PDCA	18
2.3	FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	20
2.3.1	Fluxograma	20
2.3.2	Diagrama de Ishikawa.....	21
2.3.3	Folha de Verificação	22
2.3.4	Diagrama de Pareto.....	23
2.3.5	Histograma	24
2.3.6	Diagrama de Dispersão	24
2.3.7	Cartas de Controle.....	25
2.3.8	Matriz de Prioridades (Matriz GUT)	26
2.3.9	5W2H	27
2.4	PROCESSO DE INJEÇÃO PLÁSTICA	27
2.5	ESTUDOS RELACIONADOS AO TEMA	29
3	PROPOSTA DE TRABALHO	31
3.1	CENÁRIO ATUAL	31
3.2	PROPOSTA DE TRABALHO.....	34
3.2.1	Fase de Planejamento (<i>Plan</i>)	35
3.2.1.1	Identificação do problema	35
3.2.1.2	Reconhecimento das características do problema	36
3.2.1.3	Descoberta das causas principais.....	36
3.2.1.4	Contramedidas às causas principais.....	36

3.2.2	Fase de Execução (<i>Do</i>)	36
3.2.3	Fase de Verificação (<i>Check</i>)	37
3.2.4	Fase de Ação (<i>Action</i>)	37
3.2.4.1	Padronização.....	37
3.2.4.2	Conclusão	37
4	RESULTADOS	38
4.1	RESULTADO DA FASE DE PLANEJAMENTO	38
4.1.1	Identificação do problema	38
4.1.2	Reconhecimento das características do problema	39
4.1.3	Descoberta das causas principais	43
4.1.4	Contramedida às causas principais	44
4.2	RESULTADO DA FASE DE EXECUÇÃO	44
4.2.1	Problemas nos itens EP e EM	44
4.2.2	Problema no item CP	47
4.2.3	Problema no item CC	49
4.2.4	Problema no item AP	51
4.3	RESULTADO DA FASE DE VERIFICAÇÃO.....	51
4.4	RESULTADO DA FASE DE AÇÃO	53
4.4.1	Padronização das melhorias propostas	53
4.4.1.1	Treinamento aos envolvidos	53
4.4.1.2	Alteração de documentação	53
4.4.2	Conclusão das implementações efetuadas	54
5	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE A – ITEM EM	60
	APÊNDICE B – ITEM CP	61
	APÊNDICE C – ITEM CC	62
	APÊNDICE D – ITEM AP	63

ANEXO A – MODELO FICHA DE PROCESSO.....	64
ANEXO B – MODELO DE FICHA DE TREINAMENTO	65

1 INTRODUÇÃO

As indústrias atualmente estão inseridas em um cenário altamente competitivo, e com consumidores cada vez mais exigentes sobre a qualidade dos produtos adquiridos. Dessa forma, a busca pela melhoria contínua dos processos e a redução de custos e desperdícios, se torna vital para sobrevivência das organizações. Torna-se fundamental que as empresas avaliem e corrijam seus procedimentos, fazendo o uso de métodos e ferramentas adequadas, de forma a alcançar os resultados conforme o planejado, priorizando sempre pela qualidade.

Conforme Shingo (2007), o Sistema Toyota de Produção identifica 7 tipos de perdas na produção: superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, desperdício nos movimentos e o desperdício na elaboração de produtos defeituosos. Nessa última, acaba gerando perdas diretas na área financeira da organização, pois são produtos que foram fabricados e não podem ser vendidos, uma vez que não atendem as especificações, e precisam ser retrabalhados ou sucateados.

Os custos gerados pelo refugo ou retrabalho de itens produzidos com defeito é uma realidade de muitas empresas, não importa a dimensão ou tipo de produção, sempre acaba prejudicando a fábrica de diferentes maneiras, já que o resultado é a redução na produtividade e prejuízo financeiro. No caso do retrabalho, o produto com defeito necessitará de recursos extras para ser entregue conforme as especificações, e o refugo, trata do material em que não existe a possibilidade de retrabalho, não sendo possível o reaproveitamento dos insumos utilizados para produção, como maquinário, energia, mão de obra, matéria-prima, entre outros (CUSTODIO, 2015; SILVA, PANSONATO, 2020).

O desafio atrelado ao refugo geralmente é o de identificar a origem do problema, para poder solucioná-lo. Independente da causa, sabe-se que o refugo no processo produtivo representa desperdícios de recursos, como matéria-prima, tempo e dinheiro, além de impactos negativos nos indicadores de produtividade. Apesar de ser difícil eliminar totalmente o retrabalho e a produção de sucata no processo produtivo, através da melhoria no controle dos processos é possível reduzir os desperdícios e custos gerados. Assim, faz-se necessário o uso das ferramentas de qualidade para identificar e resolver os problemas fabris.

Ishikawa verificou que 95% dos problemas poderiam ser resolvidos fazendo o uso das 7 ferramentas da qualidade, que são elas: diagrama de causa-efeito, diagrama de Pareto, diagrama de dispersão, histograma, fluxograma, folhas de verificação e cartas de controle. São utilizadas como apoio no processo de tomada de decisão e na solução dos problemas no sistema produtivo (PEZZATTO, 2018). O uso do ciclo PDCA, que é um método que se destaca e foi

um pilar fundamental no modelo japonês de qualidade, também é utilizado para analisar e resolver problemas, atuando junto com as ferramentas de qualidade.

Em suma, na execução do trabalho, e com o auxílio do ciclo PDCA e das ferramentas de qualidade, são identificadas as falhas e oportunidades de melhoria do processo, com o objetivo final de reduzir o nível percentual de refugo e aumentar a produtividade de um setor específico em uma indústria do segmento plástico.

Para apresentar o desenvolvimento das etapas de melhoria, o trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo aborda a introdução, justificativa, objetivos, abordagem e delimitação do tema. No segundo capítulo, é apresentada a fundamentação teórica, onde o trabalho é embasado conforme estudiosos sobre o assunto em estudo. Através da revisão da literatura, foi possível escrever o terceiro capítulo, que trata da proposta de trabalho, detalhando o problema em estudo e as propostas de melhoria. No quarto capítulo, é apresentada a execução e resultados das etapas planejadas anteriormente, e por fim, no quinto capítulo, a conclusão.

1.1 JUSTIFICATIVA

Um dos maiores obstáculos das indústrias é a concorrência, que apresenta um mercado cada vez mais competitivo. A sobrevivência das organizações no mercado atual, estão fortemente ligadas com as atualizações constantes, tanto na maneira de vender, quanto na de produzir, estudando formas de otimização de processos, melhoria da eficiência e redução de custos dentro dos processos produtivos.

No setor industrial, a qualidade e a redução de custos estão diretamente relacionadas. A melhoria da qualidade pode levar à redução de custos, pois menos recursos serão utilizados para corrigir os defeitos ocasionados na produção. A redução do percentual de refugo é um fator determinante para empresas que buscam qualidade e produtividade, e fazer o uso de ferramentas que otimizem o processo e reduzam as perdas na cadeia produtiva são fundamentais.

Ao longo do curso de Engenharia de Produção, metodologias e ferramentas de como desenvolver o trabalho foram apresentadas e discutidas em diversas disciplinas. Conforme a ABEPRO, o presente trabalho tem como área de estudo a Engenharia de Qualidade, e subárea o planejamento e controle de qualidade, tendo como objetivo melhorar a qualidade do produto ou processo, e reduzir os custos associados à produção.

As perdas no processo produtivo prejudicam a empresa de diferentes maneiras, uma delas é a fabricação de produtos não conformes, onde itens fora da especificação de qualidade são processados. Nesse tipo de perda, a avaliação dos processos é necessária para prevenir o

retrabalho e o refugo. Na empresa em estudo, o custo anual em 2022, proveniente do refugo gerado no setor de injeção plástica ultrapassou R\$ 750.000,00. Diante dessa situação, este trabalho busca responder a seguinte questão: Quais condições influenciam e podem ser controladas para redução significativa do percentual de refugo, das peças produzidas no setor de injeção plástica?

1.2 OBJETIVOS

Nesse tópico são abordados os propósitos do estudo realizado.

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo a redução do percentual de refugo gerado no setor de injeção plástica de uma indústria no ramo de móveis e acessórios para salão de beleza. Pretende-se reduzir o percentual de refugo e como consequência aumentar a produtividade do setor.

1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral, salienta-se os específicos como sendo:

- a) monitorar itens produzidos com maiores incidências de refugo;
- b) monitorar indicadores de produtividade;
- c) planejar ações de melhoria para redução de refugo;
- d) implantar ações de melhoria;
- e) acompanhar resultados.

1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A classificação do trabalho desenvolvido é de natureza aplicada, dirigida a solução de um problema específico.

Quanto à forma, a presente pesquisa classifica-se como Quali-quantitativa, onde envolve a coleta de dados integrando os dois tipos, gerando uma compreensão que vai além das informações fornecidas pelos dados quantitativos e qualitativos de forma isolada (CRESWELL; CRESWELL, 2021).

Em relação ao objetivo de estudo, considera-se a pesquisa como sendo do tipo pesquisa explicativa, onde visa investigar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de eventos e fenômenos. E quanto aos procedimentos técnicos, se enquadra em uma pesquisa-ação, onde os participantes da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo, e serve para resolução de problemas ou é associada a uma ação (GIL, 2019; MATIAS-PEREIRA, 2019).

O trabalho foi realizado na empresa Dompel, localizada na cidade de Caxias do Sul – RS, que atualmente é a maior fabricante de móveis e acessórios para salão de beleza da América Latina. A empresa atua desde a confecção dos moldes até a entrega do produto ao cliente final, mas o estudo tem como foco a redução de refugo e aumento da produtividade do setor de injeção plástica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo traz uma revisão do que já foi escrito e discutido por estudiosos e pesquisadores sobre o tema abordado neste trabalho.

2.1 DEFINIÇÃO DE QUALIDADE

Ao longo dos anos vários autores têm definido o que significa qualidade. Ao analisar as definições existentes pode-se destacar três principais, dos autores Juran, Deming e Crosby.

Para Juran, qualidade é a adequação ao uso, ou seja, a qualidade passa a ser uma propriedade que atende satisfatoriamente às necessidades do usuário (NETO; CANUTO, 2010). Toledo *et al.* (2017) citam o exemplo de copos plásticos, podem existir copos plásticos de boa ou má qualidade, dependendo do uso que se pretende fazer deles. Para um vendedor de refrigerante um copo plástico pode ter qualidade adequada, em função do uso e preço, mas caso o mesmo copo, seja destinado a servir bebidas quentes, como café ou chá, a qualidade assegurada por aquele item talvez não seja adequada nesse caso, o que causaria um incômodo ao usuário final.

Deming definiu que qualidade é o que agrega ao produto, deve apresentar pequena variabilidade e algum grau de padronização, ter baixo custo e ser adequado à demanda do mercado. Ele criou um padrão para poder medi-la, considerando três aspectos: o produto, o cliente e o atendimento aos clientes (BRITTO, 2016; LÉLIS, 2012).

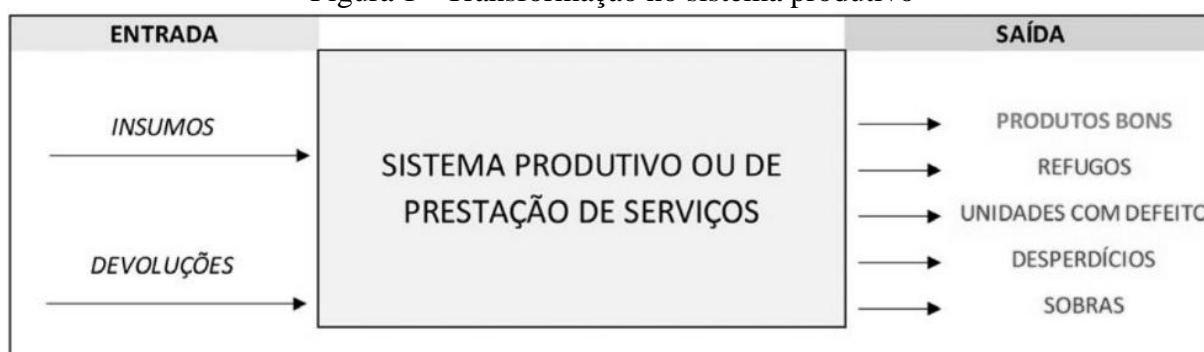
Crosby parte da definição que qualidade é o que se entrega ao cliente conforme compromissos assumidos, assim, a qualidade seria avaliada pelo grau de conformidade do produto com suas especificações técnicas. Para ele, todos custos envolvidos na prevenção de falhas, por mais altos que sejam, serão inferiores aos custos de correção e determinação posteriores, então, deve-se fazer o certo na primeira vez, visando ao zero defeito na produção (BALLESTERO-ALVAREZ, 2019).

Atualmente, entende-se que o conceito de qualidade envolve todo ciclo de produção, desde a concepção do projeto até a transformação das matérias-primas em produto acabado e seu uso, e se torna cada vez mais uma premissa para a obtenção de resultados e mercados, sendo fundamental para a sobrevivência das organizações (PALADINI, 2019; LANDIVA, 2021).

2.1.1 Falta de Qualidade

Landiva (2021) afirma que os processos de transformação e fabricação tem como entrada recursos físicos, humanos e monetários, mas nem sempre todos os *inputs* se transformam em produtos e serviços. Existem processos que geram saídas não planejadas, como não conformidades, desperdícios e sobras. A Figura 1 ilustra a transformação do sistema produtivo, onde recursos denominados entradas passam pelo sistema a fim de gerar produtos finais.

Figura 1 - Transformação no sistema produtivo



Fonte: Adaptado de Landiva (2021)

A dificuldade em lidar com não conformidades, consiste em definir o que e quais são os refugos ou perdas inerentes a fabricação, e dessa forma conseguir monitorar e controlar para que os indicadores sejam reduzidos (LANDIVA, 2021).

De acordo com Toledo *et al.* (2017 apud GRYNA, 1998), refugo é quando um produto com defeito não pode ser reparado devido aos custos não compensarem. Já retrabalho é quando corrigir o defeito é viável.

Todos os defeitos são importantes, mas alguns deles requerem mais recursos e atenção, e devem ser tomadas ações imediatas ou mais abrangentes para minimizar os impactos. Podem ser tratados com ações corretivas ou preventivas, sendo que as ações corretivas buscam eliminar a causa de forma que não volte a ocorrer, e as ações preventivas buscam eliminar a causa de uma potencial não conformidade (PALADINI, 2004; TOLEDO *et al.*, 2017).

2.2 MÉTODO PDCA

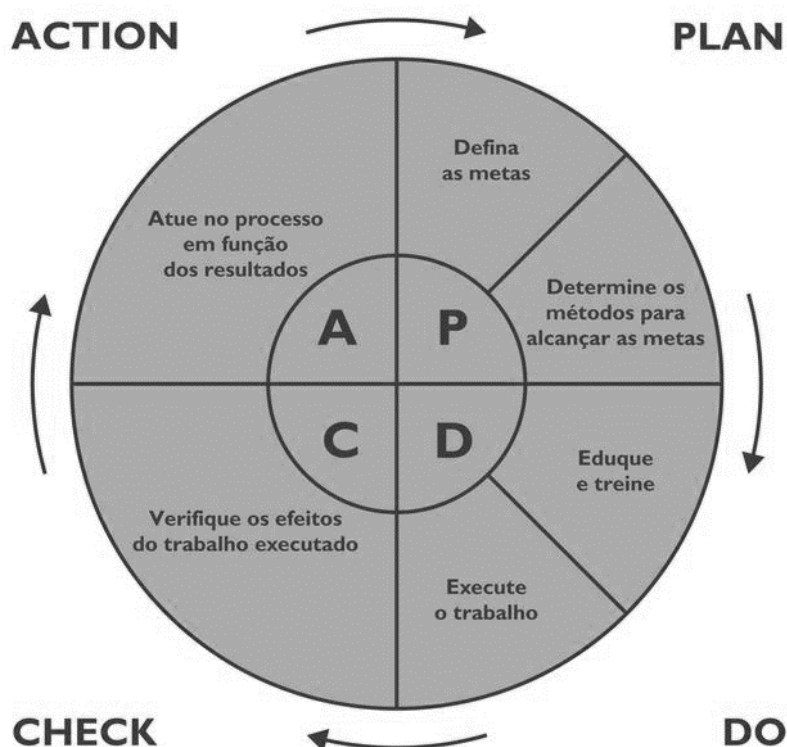
Segundo Werkema (2021), o ciclo PDCA é um método de gestão, que representa o caminho que deve ser seguido para que as metas sejam atingidas. Na utilização do método,

pode ser necessário o uso de diferentes técnicas analíticas para a coleta e processamento dos dados. Algumas dessas técnicas são:

- a) sete Ferramentas da Qualidade;
- b) amostragem;
- c) análise de Variância;
- d) análise de Regressão;
- e) planejamento de Experimentos;
- f) otimização de Processos;
- g) análise Multivariada;
- h) confiabilidade.

Conforme Campos (2004) o ciclo PDCA, ilustrado na Figura 2, é composto por quatro fases: *PLAN* (planejar), *DO* (executar), *CHECK* (verificar) e *ACTION* (atuar corretivamente).

Figura 2 - Método PDCA



Fonte: Werkema (2022)

- a) planejamento (P) consiste em: Definir as metas sobre os itens de controle e estabelecer a maneira para atingir as metas propostas;
- b) execução (D): São executadas as tarefas definidas na etapa anterior e a coleta de dados, também como treinamentos aos envolvidos;

- c) verificação (C): A partir dos resultados coletados na etapa anterior, compara-se com a meta inicial;
- d) atuação corretiva (A): Nessa etapa se verificam os desvios e atua-se no sentido a fazer correções definitivas, de tal modo que o problema não volte a ocorrer.

Ao longo dos passos da metodologia PDCA como sistema de gestão para melhoria, torna-se necessário a aplicação de diferentes ferramentas da qualidade, mas o uso delas não garante a resolução do problema, contudo propicia fácil entendimento e aplicação permitindo a participação de todos para a possível solução (JUNIOR *et al.*, 2006).

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são utilizadas como apoio no processo de tomada de decisão e na solução dos problemas, contribuindo com ações de controle e melhoria contínua dos processos (PEZZATTO *et al.*, 2018).

Existem diversas ferramentas da qualidade, mas com o passar dos anos, algumas acabaram se destacando por sua eficiência na identificação e resolução de problemas. Conhecidas como as 7 ferramentas da qualidade, são elas: Fluxograma, Cartas de Controle, Diagrama de Ishikawa, Folha de Verificação, Histograma, Diagrama de Dispersão e Diagrama de Pareto.

Nesse trabalho também destacam-se as ferramentas 5W2H e Matriz GUT, importantes para o planejamento e priorização.

2.3.1 Fluxograma

Para Barros e Bonafini (2014) o fluxograma é uma ferramenta que descreve a sequência e a interação entre os processos. Os símbolos usados no fluxograma são padronizados, para que qualquer pessoa que conheça a simbologia, torne-se capaz de compreender o funcionamento do processo.

Os símbolos mais comuns utilizados na ferramenta são apresentados na Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Símbolos do fluxograma

Símbolo	Significado
	Armazenagem
	Sentido de fluxo
	Conexão
	Limites (início, pare, fim)
	Operação
	Movimento/transporte
	Ponto de decisão
	Inspeção
	Documento impresso
	Espera

Fonte: Barros e Bonafini (2014)

A ferramenta é utilizada sempre que necessário identificar o fluxo atual ou o fluxo ideal de produtos ou serviços, com o objetivo de identificar desvios (BRASSARD, 2004).

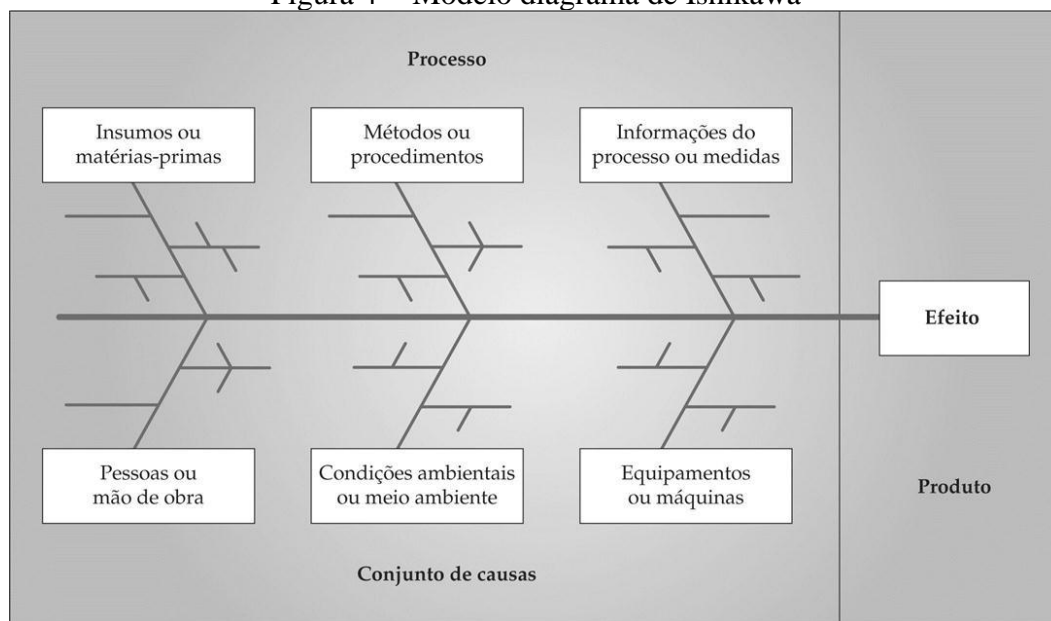
2.3.2 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe, é baseado na relação de causa e efeito, e busca investigar a causa de alguma variável que interfira no processo (GAYER, 2020).

De acordo com Souza (2018) o diagrama recebeu esse nome devido a Kaoru Ishikawa, que foi o engenheiro japonês que introduziu e popularizou a ferramenta, voltada para a análise de problemas, em 1943, na Universidade de Tóquio.

O diagrama é baseado nos 6Ms: mão de obra, máquina, material, medição, meio ambiente e método. Na Figura 4 é apresentado um modelo da ferramenta, onde o efeito ou problema em análise é listado a direita do gráfico e as várias causas que afetam o processo ao lado esquerdo.

Figura 4 - Modelo diagrama de Ishikawa



Fonte: Werkema (2022)

2.3.3 Folha de Verificação

De acordo com Ramos, Almeida e Araújo (2013) a folha de verificação é um formulário que pode ser impresso ou em formato eletrônico, e seu principal objetivo é o de facilitar a coleta e organização de dados. A folha de verificação deve ser customizada conforme o objetivo a ser alcançado.

O modelo apresentado na Figura 5, trata de um exemplo de folha de verificação para item defeituoso, sendo seu objetivo controlar o processo de inspeção final, e dessa forma, ao final do dia, verificar de forma rápida a quantidade e os tipos de defeitos ocorridos no processo.

Figura 5 - Modelo folha de verificação

LISTA DE VERIFICAÇÃO		
Estágio de fabricação: inspeção final	Data: 06/04/2006	
Produto: plástico moldado	Seção: expedição	
Total inspecionado: 1.525	Inspetor: João	
Lote: 2006A001	Turno: A	
Defeito	Verificação	Subtotal
Marcas nas superfícies	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	17
Trincas	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	11
Peça incompleta	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	26
Deformação	<input type="checkbox"/>	3
Outros	<input checked="" type="checkbox"/>	5
TOTAL		62
Total rejeitado	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	42

Fonte: Lobo, Limeira e Marques (2015)

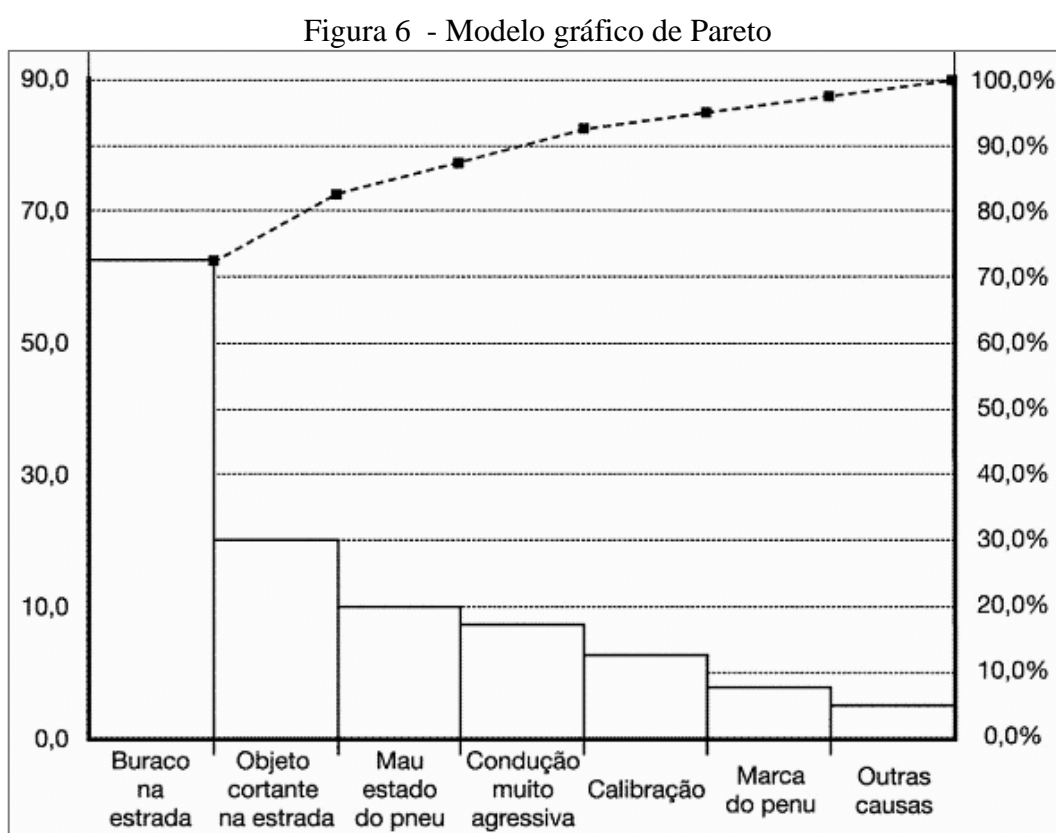
2.3.4 Diagrama de Pareto

Brassard (2004) afirma que o diagrama de Pareto é um gráfico de barras que nos possibilita identificar quais problemas resolver e qual a prioridade.

Também chamado de gráfico de Pareto, ele é elaborado através da coleta de dados, geralmente com auxílio de uma folha de verificação, e pode ser usado quando se deseja priorizar problemas relativos a um determinado assunto (JUNIOR *et al.*, 2006).

Conforme Junior *et al.* (2006) o princípio de Pareto, foi desenvolvido por Vilfredo Pareto, no século XIX, onde através de um estudo sobre desigualdade na distribuição de riquezas, foi concluído que 20% da população detinham 80% da riqueza, enquanto o restante detinha apenas 20%. Essa relação ficou conhecida como regra 80/20, onde 20% das causas principais são responsáveis por 80% dos problemas.

A Figura 6 representa o diagrama de Pareto, onde são classificas os dados de um problema por ordem de importância, de modo a estabelecer prioridades de ação corretiva LANDIVA (2021).

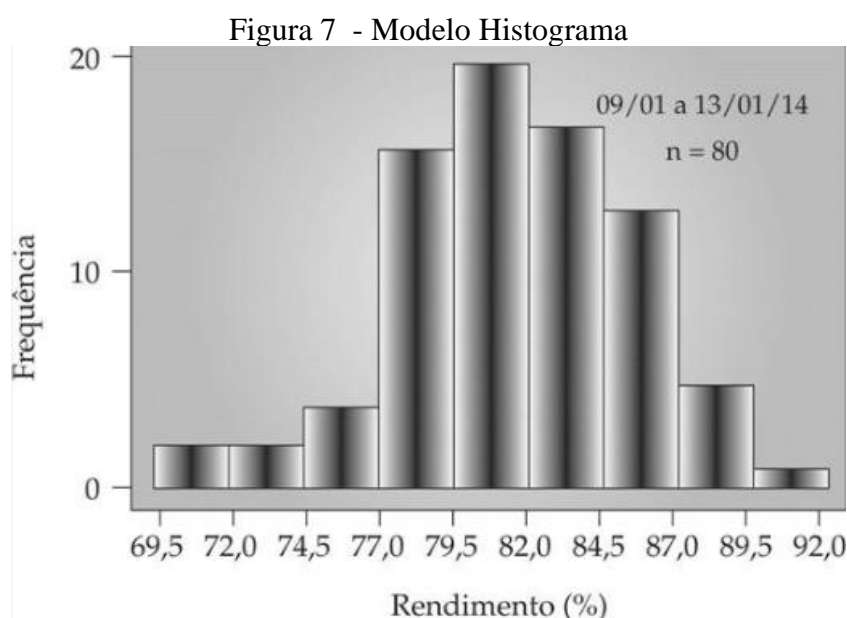


Fonte: Adaptado de Toledo *et al.* (2017)

2.3.5 Histograma

Para Miguel (2001) o histograma é uma ferramenta estatística em formato de gráfico de barras, que permite visualizar a frequência com que certos eventos ocorrem. A largura da barra representa o intervalo de classe da variável, e a altura representa a frequência da ocorrência.

A Figura 7 representa a ferramenta, onde os dados coletados (n) somaram 80, e é aconselhável que seja maior que 50, para que se possa obter um padrão representativo de distribuição. O número de intervalos ou classes são as barras indicadoras, e estão representados pelo eixo x, e a frequência é a representação da variação dos conjuntos de dados, apresentados no eixo y (WERKEMA, 2022).



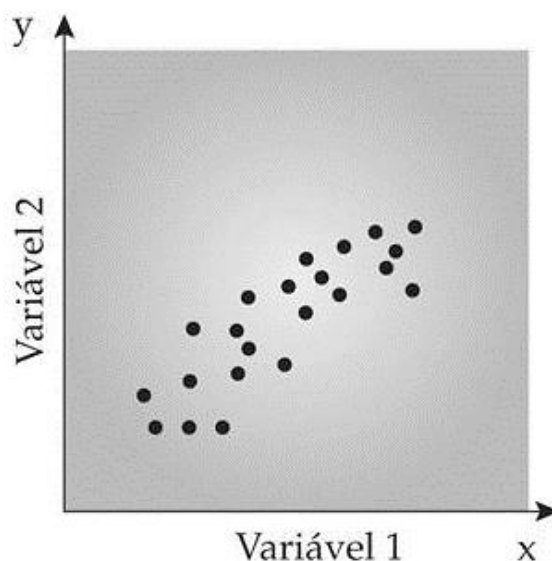
Fonte: Werkema (2022)

2.3.6 Diagrama de Dispersão

Lobo, Limeira e Marques (2015) afirmam que a ferramenta gráfica ajuda a identificar a relação entre duas variáveis, o que facilita a identificação e interpretação dos dados.

O diagrama de dispersão, apresentado na Figura 8, é utilizado para verificar se existe uma relação de causa e efeito, ou seja, verificar o que ocorre com uma variável quando a outra for alterada. O diagrama não prova que uma variável afeta a outra, mas permite analisar a relação que existe entre elas e em que intensidade ocorre (BRASSARD, 2004).

Figura 8 - Exemplo de diagrama de dispersão

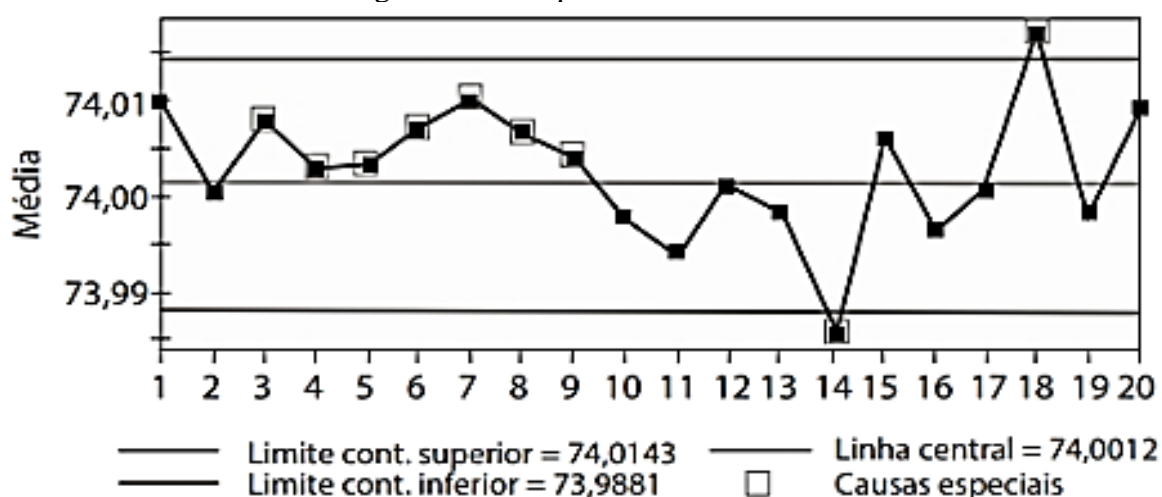


Fonte: Werkema (2022)

2.3.7 Cartas de Controle

Souza (2018) afirma que o gráfico de controle ou carta de controle (Figura 9) foi criado pelo Dr. Walter Shewhart, em 1920. Ele foi o primeiro a formalizar a distinção entre variação controlada e não controlada, diferenciando o que se denomina de causas comuns e causas especiais.

Figura 9 - Exemplo de carta de controle



Fonte: Souza (2018)

A carta de controle é um gráfico de acompanhamento com uma linha superior (LSC – Limite superior de controle) e uma linha inferior (LIC – limite inferior de controle) em cada lado da linha média do processo. As amostras são coletadas, e os pontos médios plotados na

linha central, dessa forma é possível verificar se os pontos estão fora ou sob controle (BRASSARD, 2004).

Conforme Pezzatto *et al.* (2018), a ferramenta faz uso da estatística para observar as mudanças que ocorrem dentro de um processo, com o objetivo de conhecer, monitorar e controlar as variabilidades. Dessa forma, pode-se evidenciar se o processo está seguindo conforme o esperado ou apresenta sinais de desvios, fazendo que as providências e correções necessárias para melhoria sejam agilizadas.

2.3.8 Matriz de Prioridades (Matriz GUT)

Conforme Junior *et al.* (2006) a matriz GUT é uma ferramenta que auxilia na priorização dos problemas e na análise dos riscos, quantificando as prioridades e orientando para a tomada de decisões mais complexas.

Os problemas são classificados conforme exemplo do Quadro 1, e analisados conforme a gravidade (G), urgência (U) e tendência (T). Comumente atribui-se um número de 1 a 5 conforme a intensidade das dimensões (G, U e T) e ao final multiplica-se a fim de obter um valor para cada problema ou risco. As que obtiverem maior valor deverão ser tratadas prioritariamente (JUNIOR *et al.*, 2006).

Quadro 1 - Classificação dos Problemas

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	Muito urgente	Irá piorar no curto prazo
3	Grave	Urgente, merece atenção no curto prazo	Irá piorar no médio prazo
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar no longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: Adaptado de Camargo (2018)

No Quadro 2, podemos verificar um exemplo prático já classificado com valores para gravidade, urgência e tendência. O problema que obtiver a pontuação mais alta na matriz GUT terá a prioridade na resolução.

Quadro 2 - Exemplo de matriz GUT

Problema	G	U	T	G x U x T
Orçamento anual não aprovado	1	3	5	15
Planilha orçamentária ineficiente	5	5	4	100
Falta de controle de fluxo de caixa	4	4	4	64

Fonte: Adaptado de Camargo (2018)

2.3.9 5W2H

A ferramenta 5W2H é um *checklist* de atividades, prazos e responsabilidades, utilizado para compor planos de ações de maneira fácil e eficiente. Conforme Souza (2018) o documento planeja e monitora as diversas ações que devem ser implementadas na resolução de um problema, respondendo algumas perguntas. As questões estão identificadas conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Exemplo da ferramenta 5W2H

Pergunta	Pergunta traduzida	Conceito
What?	O quê?	É definido o que será feito.
Who?	Quem?	Quem irá realizar a tarefa.
Why?	Por quê?	Porque deverá ser executada a tarefa.
When?	Quando?	O tempo que cada tarefa deverá ser executada.
Where?	Onde?	Local onde cada tarefa será executada.
How?	Como?	Método de como será executada a tarefa.
How much?	Quanto custa?	O valor que irá custar.

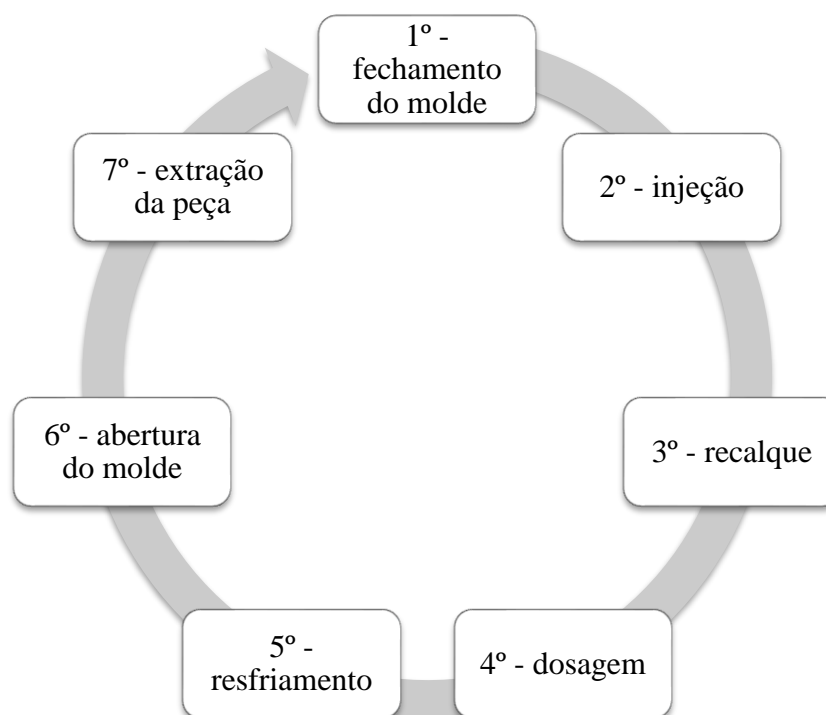
Fonte: Adaptado de Souza (2018)

2.4 PROCESSO DE INJEÇÃO PLÁSTICA

Após a extrusão, o segundo método mais utilizado para transformação de plásticos é a injeção. O processo permite detalhes específicos aos produtos, como roscas, furos, acabamento superficial, encaixe perfeito, entre outros (SOUZA; ALMEIDA, 2015).

Para que seja possível ocorrer a injeção de uma peça, a máquina injetora executa uma série de passos que é denominado ciclo de injeção. Para facilitar o entendimento, a Figura 10, demonstra todas as fases em que constituem o processo.

Figura 10 - Ciclo de injeção



Fonte: Adaptado de Souza e Almeida (2015)

Conforme Souza e Almeida (2015) a 1ª etapa que ocorre é o fechamento do molde. A 2ª etapa é a injeção do plástico, onde o material que está no estado fundido é transferido do interior do cilindro de injeção para o interior da cavidade do molde. A 3ª etapa é aplicada a pressão de recalque, que serve para manter o plástico compactado. Na dosagem (4ª etapa), o material sólido é introduzido no cilindro de injeção através do funil, e pela ação do atrito, pressão e temperatura, o material assume o estado fundido, preparando a máquina para o próximo ciclo. Na 5ª etapa, que ocorre desde o final da injeção até a extração da peça, o produto injetado é resfriado dentro do molde, para que adquira o aspecto rígido a fim de não sofrer deformações. Após ocorre a abertura do molde (6ª etapa) e pôr fim a extração da peça (7ª etapa), que pode ser feita tanto da forma automática quanto manual.

As peças fabricadas via moldagem por injeção, possuem geometria mais complexa se comparado com outros tipos de processamento de materiais plásticos, assim, os produtos podem ser fabricados de diversos tamanhos e complexidades, demandam poucas operações de acabamento e podem ser totalmente automatizados, resultando em maior produção e custos relativamente baixos (LIRA, 2017).

2.5 ESTUDOS RELACIONADOS AO TEMA

Para os autores Costa *et al.* (2020) que escreveram o artigo sobre o índice de refugo em uma máquina injetora, no ramo de artefatos plásticos, ficou evidente como as ferramentas da qualidade auxiliam e facilitam a esquematização dos dados para propor melhorias no processo. Os autores coletaram dados verificando que o equipamento com maior índice de refugo, se tratava da máquina injetora nº 7, dessa forma, utilizaram da ferramenta de qualidade Diagrama de Causa e Efeito, podendo assim avaliar todas possíveis causas, onde sete motivos foram identificados: polímero reciclado, falhas na máquina injetora Nº 7, retrabalho, umidade na armazenagem do polímero, peças fora do dimensional, sobrecarga de trabalho e falta de manutenção nos moldes. Após aplicaram a matriz GUT, para avaliar quais causas deviam ser priorizadas. O resultado da matriz foi a priorização de: Falta de manutenção dos moldes, falha na máquina injetora nº 7 e umidade na armazenagem do polímero. Assim, foram abertos planos de ações para minimizar essas causas, utilizando a ferramenta 5W2H. Como conclusão, foi perceptível a redução de refugo e o aumento da eficiência operacional para 1,68%, que ficou acima da meta estipulada pela empresa que era de 1,5%.

Vieira (2014), realizou um estudo sobre redução de refugo em uma empresa especialista em processos de transformação do plástico, utilizando máquinas de sopro. Através da ferramenta de qualidade, conhecida como gráfico de Pareto, foram levantados os principais problemas de não conformidades em 14 máquinas sopradoras, constatando que o principal motivo é Impureza no processo. Ele utilizou como metodologia o MASP, fazendo o uso das ferramentas: *brainstorming*, diagrama de causa e efeito, 5W2H, padronização, etc. No início do estudo, a empresa trabalhava com um percentual de refugo igual a 4,8%, produzindo uma média de 650.000 peças por mês no conjunto de máquinas analisadas. Após o estudo, o percentual de refugo foi reduzido para 2,12% e a produção subiu para uma média de 870.000 peças por mês.

Santos (2022) realizou um estudo com o auxílio da metodologia 8D, fazendo o uso das ferramentas de qualidade, com o objetivo de reduzir o descarte de material causado pelo refile em uma indústria multinacional no ramo de embalagens. As principais ferramentas de qualidade utilizadas foram o diagrama de Ishikawa, 5W1H e 5 porquês. Primeiramente foram levantadas todas as possíveis causas que poderiam estar impactando no aumento de refugo por refile, as principais foram priorizadas e tratadas. Como conclusão foram reduzidas as perdas pelo motivo de refile em cerca de 95%, o que correspondeu a redução de aproximadamente R\$120.000,00 por ano de custos de matéria-prima, e o cliente interno se mostrou otimista devido à redução

das não conformidades e a melhor condição que o material está sendo produzido, incentivando a continuidade do projeto.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Este capítulo consiste em apresentar e detalhar o cenário atual da empresa em que o trabalho foi aplicado, bem como as etapas de desenvolvimento que foram seguidas para solucionar o problema identificado.

3.1 CENÁRIO ATUAL

O desenvolvimento do estudo está sendo realizado na empresa Dompel (Figura 11), localizada em Caxias do Sul, na serra gaúcha. Em 1979 a indústria começou suas atividades, inicialmente no segmento de metalurgia, em 1985 ingressou no segmento plástico, fabricando bigodins e bobs para cabelo, e três anos após, passou a se dedicar a produção de acessórios para salão de beleza. Em 2001 iniciou a produção de móveis, no mesmo ramo. Atualmente é a maior fabricante de móveis e acessórios para salão de beleza da América Latina (DOMPEL, 2023).

Figura 11 - Vista superior empresa Dompel



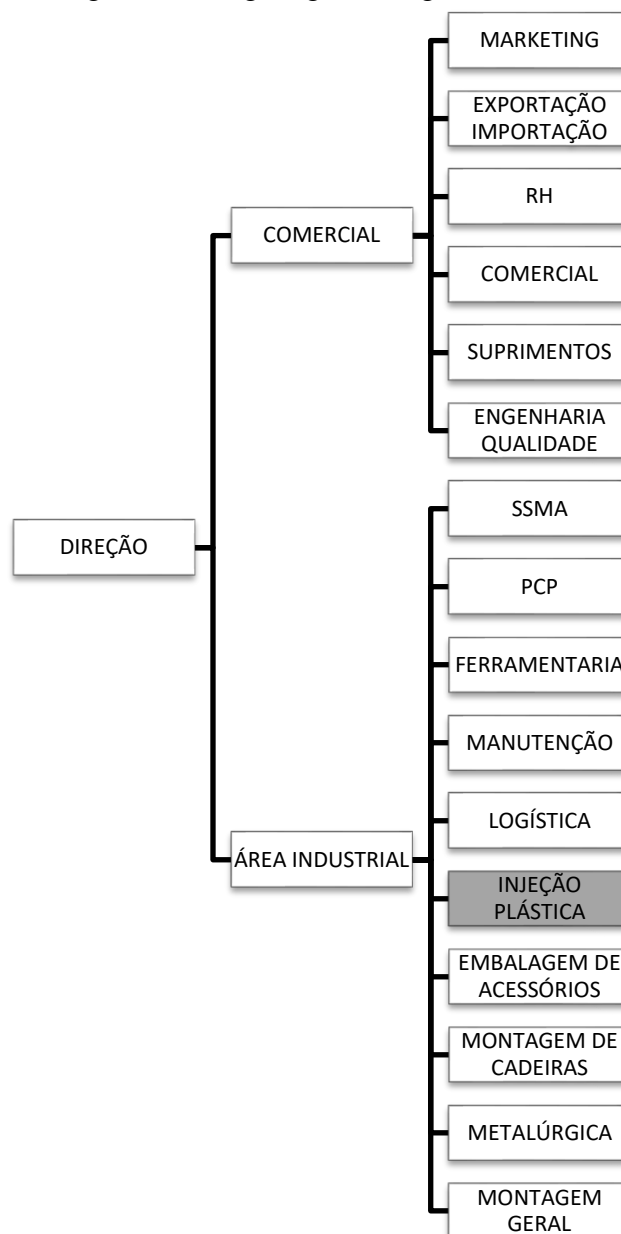
Fonte: Dompel (2023)

A empresa Dompel atua no mercado nacional e internacional, exportando para mais de 20 países, com um portfólio de mais de 500 itens, comercializa soluções em produtos para barbearias, salões de beleza, estéticas, profissionais manicure, pedicure e tatuadores.

A área industrial, principal responsável pela transformação de matérias-primas em produtos acabados ou semiacabados, é dividida em dez setores, conforme organograma

apresentado na Figura 12, com destaque para o setor de injeção plástica onde foi desenvolvido o trabalho.

Figura 12 - Organograma organizacional



Fonte: Autor (2023)

O setor de injeção é considerado a principal operação do sistema produtivo da empresa, e os demais setores dependem da qualidade fornecida para dar sequência na produção. O setor atualmente possui 18 máquinas injetoras, das marcas Haitian, Romi e UVA, com tonelagens que variam de 120T à 1000T. Assim, é possível fabricar peças pequenas, como por exemplo, um pino de piranha para cabelo, até uma base de lavatório para salão de beleza.

Considerando a grande gama de produtos, a inspeção de qualidade é realizada de forma visual, feita pelo operador de máquina em 100% das peças fabricadas, utilizando como referência uma peça padrão, sendo ela a primeira peça injetada, aprovada pelo inspetor de qualidade, líder ou supervisor do setor, identificada conforme etiqueta apresentada na Figura 13. Sendo detectado qualquer defeito, a peça é descartada em caixa plástica ou palete, com destino ao moinho, identificada conforme Figura 14.

Figura 13 - Identificação de peça padrão

100 mm

DOMPEL **PEÇA PADRÃO**

Item _____

70 mm Descrição _____

Supervisor _____

Data de aprovação _____

Fonte: Autor (2023)

Figura 14 - Identificação de peça não conforme

100 mm

DOMPEL

PRODUTO NÃO CONFORME

Não utilizar sem a devida autorização

70 mm

Fonte: Autor (2023)

As peças descartadas, são apontadas como refugo na Ordem de Produção (OP), indicando o motivo e a quantidade. Assim como a produção, que é contabilizada e anotada manualmente, para que o almoxarifado insira as informações no *software* TDS.

Atuando no setor verificou-se o grande número de peças, que diariamente, eram descartadas, despertando a curiosidade em dados mais detalhados sobre o assunto. Assim, desenvolveu-se um indicador de controle de refugo mensal, onde inicialmente foram coletadas informações referentes ao ano de 2022, de dados fornecidos pelo *software* TDS, que é o sistema

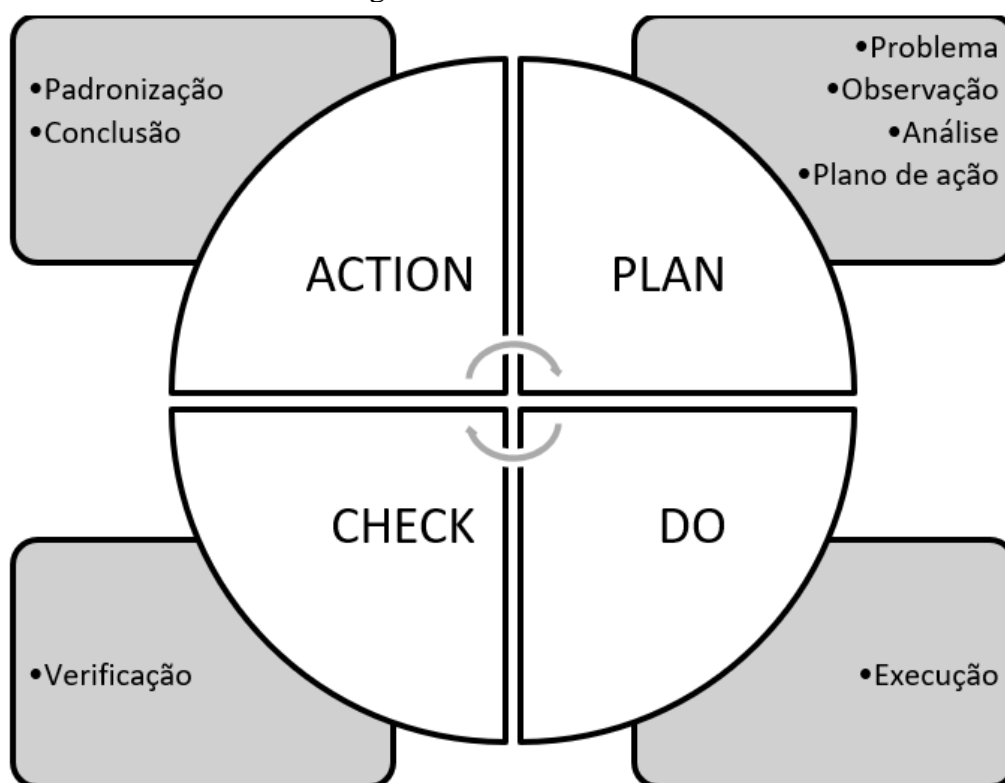
ERP que garante suporte às operações da empresa, e estratificados para o Excel. Com base nos relatórios gerados pelo setor de Engenharia/Qualidade da empresa, contatou-se um alto custo proveniente do refugo no setor de injeção, o que impacta diretamente na eficiência de toda empresa.

No ano de 2022 o indicador de produtividade no setor de injeção plástica alcançou apenas 51,73%, já o custo de refugo atingiu aproximadamente R\$ 750.000,00. Acompanhando o primeiro trimestre de 2023, pode-se verificar um custo gerado pelo refugo de R\$ 157.719,00, sendo que 2,74% da produção total do setor acabou sendo destinada para descarte. Considerando as perdas mencionadas, definiu-se uma meta para redução de refugo, em 2% do total reportado.

3.2 PROPOSTA DE TRABALHO

A proposta de trabalho é embasada no método do Ciclo PDCA de melhorias, conforme modelo de Campos (1996, apud AGUIAR, 2002), que é muito utilizado para resolução de problemas e aprimoramento dos processos. A estrutura do desenvolvimento do trabalho foi dividida em quatro fases: *Plan*, *Do*, *Check* e *Action*, conforme demonstrado na Figura 15.

Figura 15 - Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de AGUIAR (2002)

3.2.1 Fase de Planejamento (*Plan*)

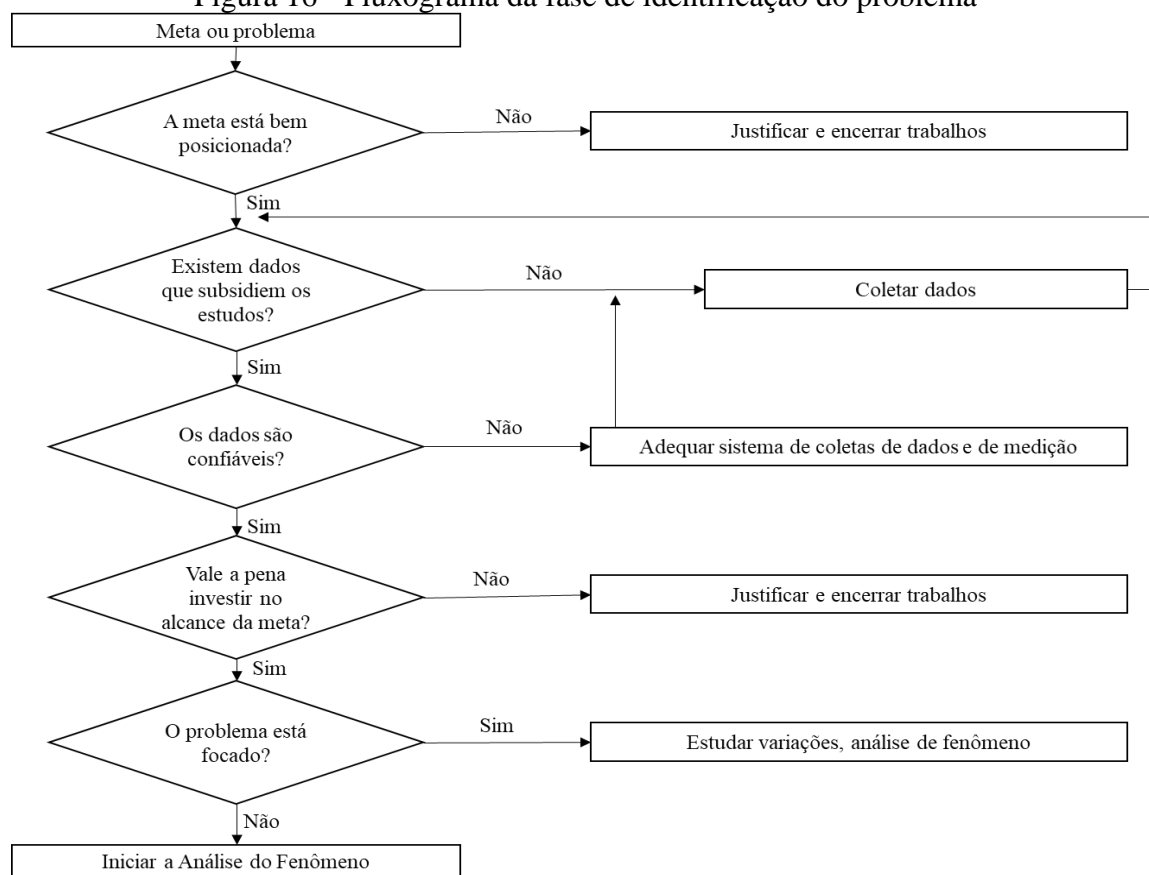
A etapa de planejamento do ciclo PDCA é a fase que se constituem as metas e se determinam as formas para alcançá-las.

3.2.1.1 Identificação do problema

Nessa fase deve-se definir claramente o problema, reconhecendo a importância e conveniência da sua solução. Conforme Figura 16, é demonstrado o fluxograma percorrido para essa etapa do trabalho.

Inicialmente é verificado se a meta estipulada para o problema está bem definida. Na sequência é realizada a coleta de dados, que são exportados do *software* TDS, tendo como base o ano de 2022, e mensalmente coletados no ano de 2023. Com a coleta de dados sendo feita de forma correta, pode-se entender se realmente o trabalho terá um resultado importante, e que represente impacto financeiro para a empresa. Por fim, é analisado se o trabalho está focado, que não pode ser decomposto em problemas mais simples de resolver.

Figura 16 - Fluxograma da fase de identificação do problema



Fonte: Adaptado de Aguiar (2002)

3.2.1.2 Reconhecimento das características do problema

Na fase de observação o objetivo é desdobrar o problema inicial em problemas mais simples. Neste caso, procura-se avaliar os motivos de refugo utilizados com maior frequência nos apontamentos da OP e os itens que apresentam elevado percentual de refugo. O diagrama de Pareto é muito útil para essa etapa.

Possuindo os motivos e itens mais críticos, pode-se pontuar através da ferramenta matriz GUT, identificando as prioridades para tomada de decisão.

3.2.1.3 Descoberta das causas principais

Com as informações dos itens que apresentam maior índice de refugo, e os motivos principais de rejeito dessas peças, pode-se iniciar uma avaliação focando na causa raiz do problema. Deve-se verificar as possíveis relações desses itens defeituosos com diferentes máquinas, turnos de produção, matéria-prima, clima, etc. Assim, procura-se a causa geradora do problema diretamente no processo, realizando reuniões com pessoas que tenham o conhecimento do processo de injeção plástica. Pode-se utilizar para essa etapa as ferramentas de diagrama de causa e efeito, folha de verificação e fluxograma.

3.2.1.4 Contramedidas às causas principais

Após avaliar as causas que tem maior impacto na produção de itens com não conformidades, devem ser propostas medidas para solucionar os problemas identificados. Nessa etapa é utilizado o 5W2H como principal ferramenta para criação de planos de ação. É realizado o levantamento das possíveis causas e sugestões de melhoria do processo, por meio de reuniões com os principais envolvidos no processo de injeção plástica.

3.2.2 Fase de Execução (*Do*)

Na etapa de execução do PDCA são implantados os planos de ação, onde efetivamente se colocará em prática as medidas que foram criadas na etapa anterior, e também são coletadas informações dos resultados evidenciados com a alteração dos processos, sendo eles bons ou ruins. As medidas priorizadas no plano de ação devem ser testadas, e caso tenham resultado negativo, devem ser eliminadas.

Para que os planos sejam corretamente desenvolvidos, é necessário realizar reuniões quinzenais para avaliar o desenvolvimento das ações listadas, promover treinamento sobre as medidas propostas caso seja necessário, e acompanhar a execução das ações sanando quaisquer dúvidas que por ventura possam ocorrer.

3.2.3 Fase de Verificação (*Check*)

A etapa de verificação é responsável por confirmar a efetividade da ação, assim, é conferido se o que foi planejado anteriormente realmente foi implantado, e deve-se comparar os dados coletados inicialmente com os dados coletados na fase de execução. Verificando o alcance da meta, como definido anteriormente em no máximo 2% de refugo do total produzido, passa-se a etapa seguinte, fase de ação. Caso contrário, deve-se reiniciar o giro do PDCA, retornando a fase de planejamento, com objetivo de obter maior conhecimento sobre o problema e descobrir outras causas que estão impactando no resultado final.

3.2.4 Fase de Ação (*Action*)

Na fase de ação, são revisadas as atividades executadas e estabelecidos meios de manutenção das melhorias implementadas.

3.2.4.1 Padronização

As ações que apresentaram resultados positivos podem ser padronizadas, evitando que os erros voltem a ocorrer. Dessa forma, se as medidas implementadas envolverem parâmetros de máquina, a ficha de processo e a instrução de trabalho devem ser atualizadas. Em qualquer alteração de *layout* ou operações internas, deve-se fornecer treinamento aos envolvidos, e caso seja necessário, criar uma instrução de trabalho dedicada à mudança efetuada. No caso de envolver alteração em matéria-prima, outros setores, como PCP, Suprimentos e Engenharia, devem ser informados.

3.2.4.2 Conclusão

No final de todas as ações implementadas deve ser realizada uma reflexão com todos envolvidos no processo de melhoria, revisando as atividades executadas, apresentando os resultados e documentando, para que seja possível realizar trabalhos futuros.

4 RESULTADOS

O estudo aplicado nesse capítulo tem por objetivo a melhoria do processo de injeção plástica dentro da indústria, com ênfase na redução do percentual de refugo do setor. Como metodologia abordada, segundo mencionado anteriormente, utiliza-se do Ciclo PDCA, que trata de um ciclo fechado, dividido em quatro etapas: Planejar, Executar, Verificar e Agir.

4.1 RESULTADO DA FASE DE PLANEJAMENTO

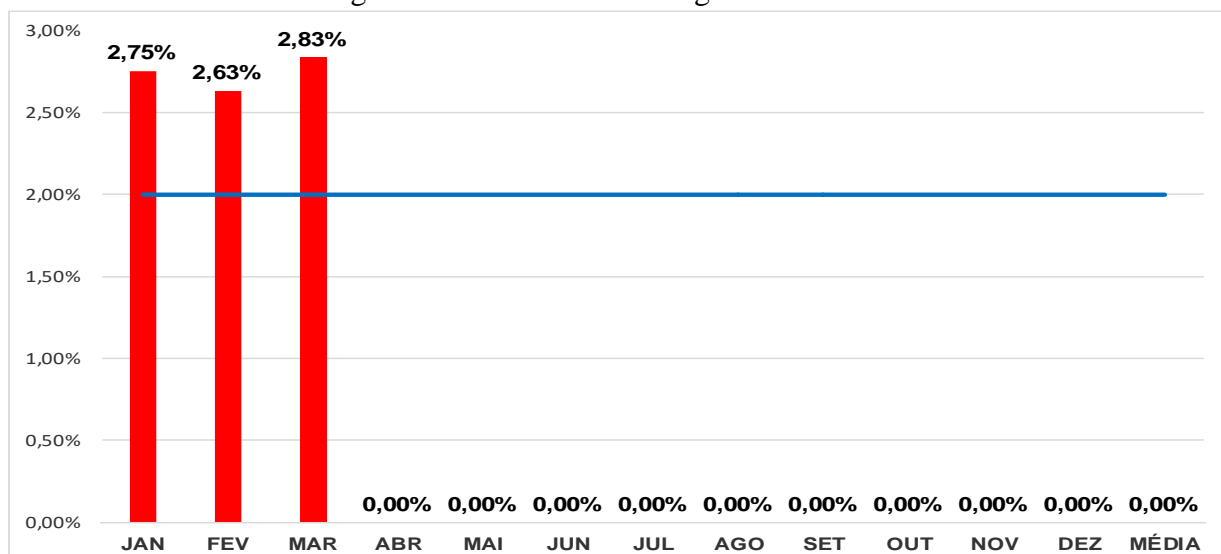
Nessa etapa planejou-se as atividades a serem executadas, definiu-se os métodos e as metas a serem alcançadas.

4.1.1 Identificação do problema

O problema identificado no setor de injeção plástica da indústria em estudo é a alta geração de refugo produzido entre os turnos 1 e 2 em que a empresa opera. Inicialmente tendo como base os dados coletados em 2022, identificou-se um custo de refugo com média de R\$61.207 mensais, que no ano, totalizaram R\$734.487,00 de despesa para a empresa.

No acompanhamento mensal realizado no ano de 2023, o primeiro trimestre contabilizou um custo de refugo no valor de R\$158.120,22, e totalizou a média de 2,74% da produção reportada pelo setor, conforme indicador ilustrado na Figura 17.

Figura 17 - Indicador de refugo mensal 2023



Fonte: Autor (2023)

Verificando a possibilidade de melhoria dos indicadores, definiu-se uma meta para redução do refugo em no máximo 2% da quantidade total reportada.

Para o desenvolvimento do projeto foi formada uma equipe multidisciplinar, com o propósito de descobrir as causas raízes dos problemas encontrados e elaborar planos de ações para solucioná-los. Dessa forma, se fez necessário que a gestão, liderança e qualidade, se comprometessem em participar. O Quadro 4 apresenta os integrantes do projeto.

Quadro 4 - Integrantes do projeto

Função	Nome
Gerente Industrial	O.F.
Coordenador de injeção plástica	R.R.
Líder de injeção 1º turno	R.K.
Líder de injeção 2º turno	C.B.
Supervisor de Matrizaria	M.A.
Supervisor de Engenharia/Qualidade	G.M.J.
Inspetor de Qualidade	L.K.F.

Fonte: Autor (2023)

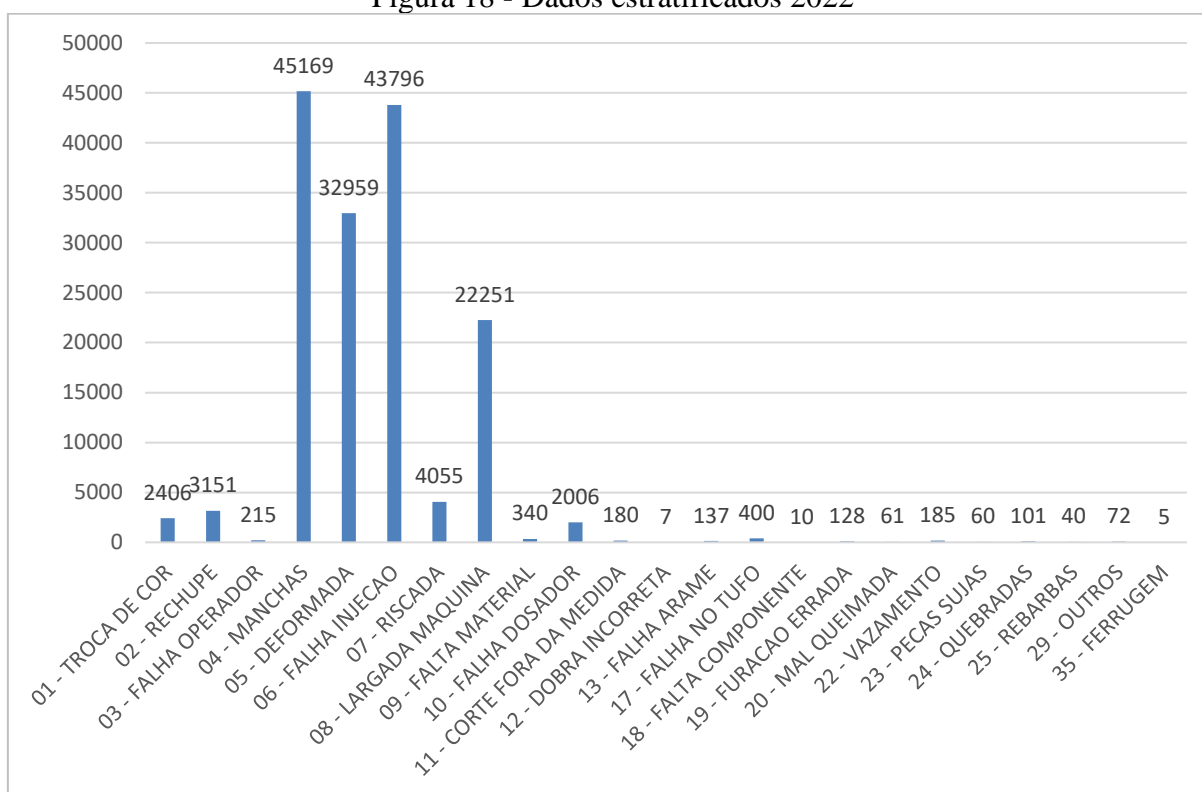
4.1.2 Reconhecimento das características do problema

Avaliando os resultados coletados do *software* TDS, no ano de 2022, entende-se através da Figura 18, que três motivos tiveram maior impacto na geração de refugo, sendo responsável por 77,30% do descarte das peças. Observa-se os motivos:

- a) manchas (28,64%);
- b) deformada (20,90%);
- c) falha de injeção (27,77%).

Também foram verificados registros de refugo com motivos que não se enquadram no setor de injeção plástica, como por exemplo: ferrugem, corte fora da medida, dobra incorreta, etc. Assim, inicialmente, ocorreu um treinamento com as operadoras de injetora, explicando a importância que a quantidade e motivo correto fossem preenchidos na OP, para que se pudesse atuar corretivamente nos registros.

Figura 18 - Dados estratificados 2022



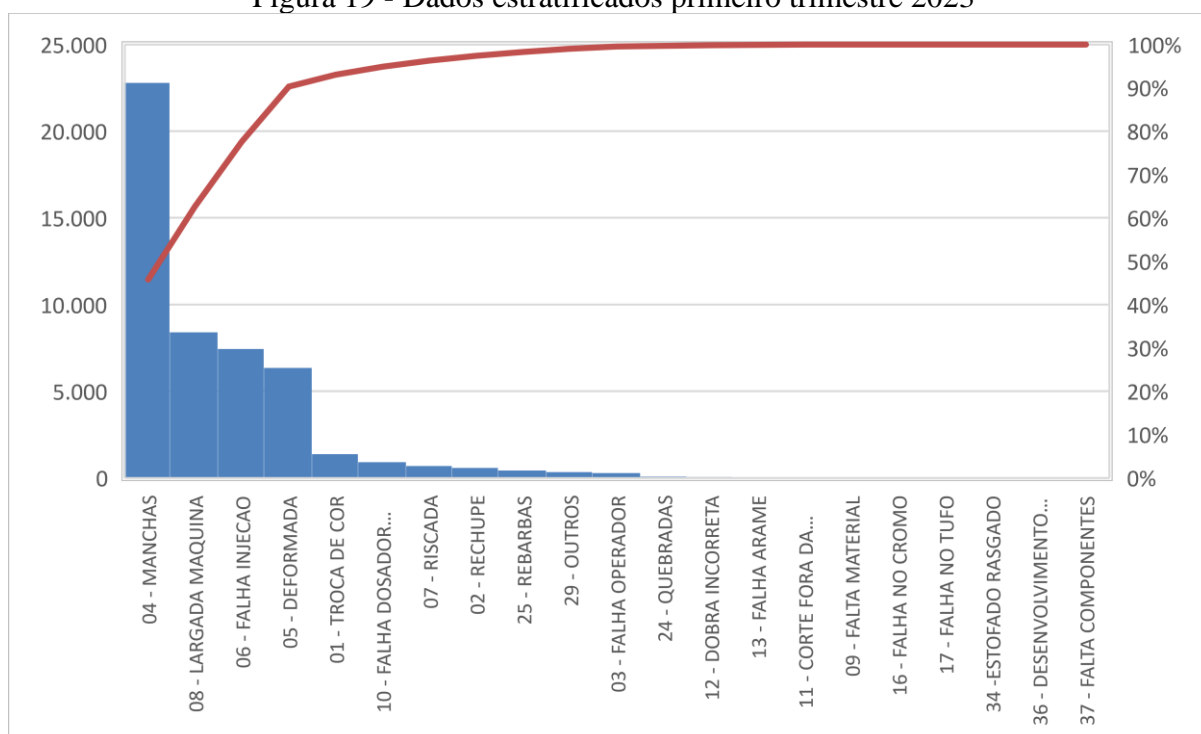
Fonte: Autor (2023)

Após o treinamento com os operadores, os dados foram analisados mensalmente no período de 3 meses, de janeiro à março de 2023, e através da coleta de dados foram verificados os principais defeitos:

- a) manchas (22.799 un);
- b) largada de máquina (8.408 un);
- c) falha de injeção (7.435 un)
- d) deformada (6.344 un).

A coleta de dados é referente às 18 máquinas injetoras do setor de injeção plástica, e avaliando os resultados fica evidente que com 45,74% o principal motivo que influencia no descarte das peças são as manchas, na sequência o motivo de largada de máquina, com 16,87%, sendo que é um problema inerente ao processo, sempre quando ocorre troca de ferramenta ou um período de máquina parada, então nesse contexto não será analisado. Por fim, o motivo falha de injeção, com 14,92% e deformada, com 12,73%, totalizando assim 90,25% dos principais motivos de rejeito no setor, conforme a Figura 19 inserida abaixo.

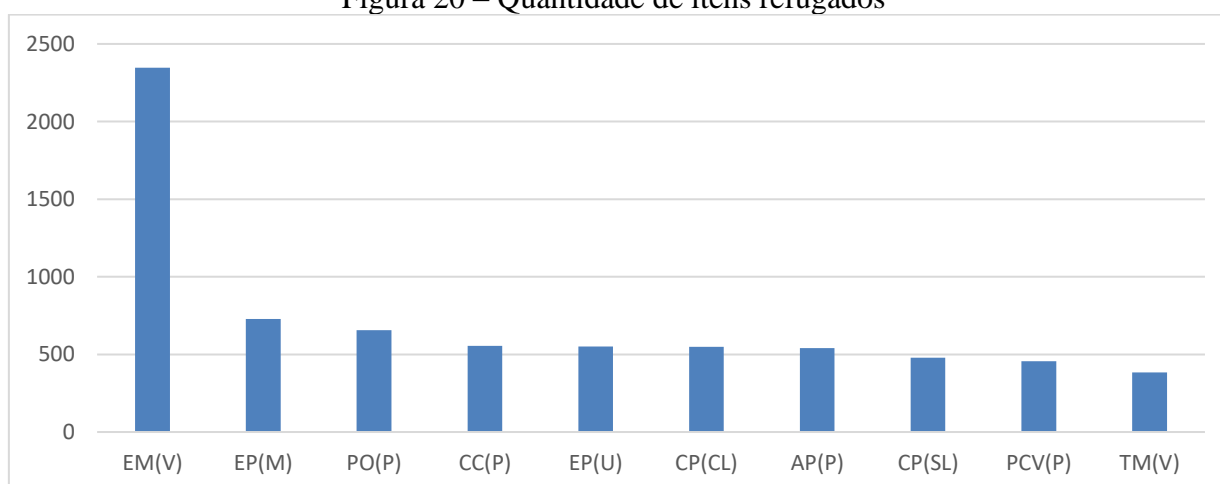
Figura 19 - Dados estratificados primeiro trimestre 2023



Fonte: Autor (2023)

Como o motivo com maior incidência no primeiro trimestre de 2023 novamente foi manchas, optou-se por aprofundar os estudos avaliando os itens mais críticos que apresentaram esse defeito. Conforme Figura 20, os dez itens que apresentaram maior quantidade sucateada estão destacados, e somam 7.241 peças nesse período.

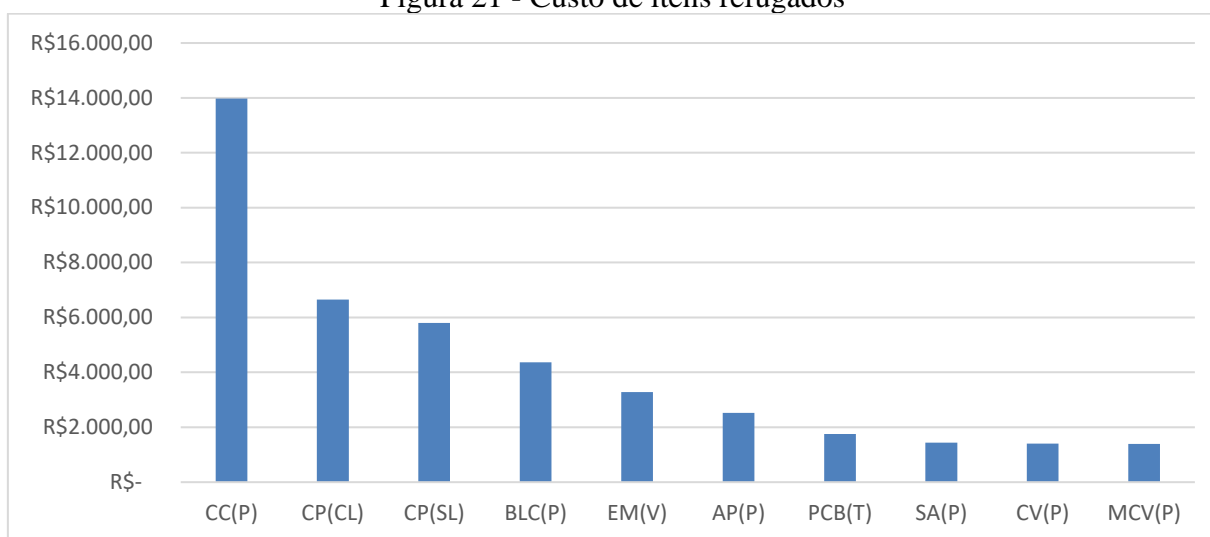
Figura 20 – Quantidade de itens refugados



Fonte: Autor (2023)

Outro fator relevante para o estudo, é o custo dos itens descartados, que estão representados na Figura 21. Os dez itens com maior impacto financeiro, somaram um valor de R\$42.587,95 no primeiro trimestre.

Figura 21 - Custo de itens refugados



Fonte: Autor (2023)

Para a análise do trabalho foram avaliados os dois fatores, a maior quantidade refugada e o maior impacto financeiro que esse refugo representa para a empresa. Assim, com o auxílio da ferramenta matriz GUT, avaliando os dois fatores, foram priorizados os itens mais críticos para aplicação do estudo, conforme o Quadro 5 apresenta os resultados.

Quadro 5 - Aplicação da matriz GUT

Problema	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)	GxUxT
Defeito no item EM	4	5	3	60
Defeito no item EP	4	5	5	100
Defeito no item PO	3	2	2	12
Defeito no item CC	5	3	3	45
Defeito no item CP	4	4	4	64
Defeito no item AP	3	3	4	36
Defeito no item PCV	2	2	1	4
Defeito no item TM	2	1	1	2
Defeito no item BLC	3	3	1	9
Defeito no item PCB	3	2	3	18
Defeito no item SA	2	2	1	4
Defeito no item CV	3	1	2	6
Defeito no item MCV	3	2	1	6

Fonte: Autor (2023)

Como o período de tempo para o desenvolvimento do trabalho é curto, definiu-se que os problemas que merecem maior atenção em um primeiro momento são os que resultaram em um valor GUT maior que 30. Então a sequência de melhorias propostas deve ser:

- a) itens EP;
- b) itens CP;

- c) itens EM;
- d) itens CC;
- e) itens AP.

4.1.3 Descoberta das causas principais

Tendo em vista que o motivo que mais gerou impacto na quantidade de peças refugadas, tanto nos dados analisados referentes à 2022, quanto mensalmente no ano de 2023, tratam do motivo manchas, a análise começou a ser feita no *gemba* verificando criteriosamente os tipos de manchas, em quais locais da peça eram mais frequentes, e quais fatores influenciavam na qualidade final do produto.

Para a coleta de dados foi utilizada a ferramenta folha de verificação, conforme Figura 22, onde além do motivo inicial que é cadastrado no *software* TDS, foram analisadas as causas prováveis daquela mancha ter ocorrido, e fotografadas algumas peças para inspecionar a frequência da localização da mancha em determinadas regiões.

Figura 22 - Modelo folha de verificação

FOLHA DE VERIFICAÇÃO			
Estágio de fabricação: inspeção final		Período: 15/05/23 à 19/05/23	
Produto: Item EP		Setor: Injeção	
Total inspecionado: 256		Turno: 1º T	
Injetora nº: 04		Inspetor: Letícia	
Defeito registrado na OP	Verificação	Total	%
TROCA DE COR	TROCA DE COR (MANCHA POR TROCA DE PIGMENTO)	38	15%
LARGADA DE MÁQUINA	LARGADA DE MÁQUINA (MANCHAS/FALHAS DE INJEÇÃO)	40	16%
MANCHA	MANCHA (PEÇA SUJA)	5	2%
MANCHA	MANCHA (ÚMIDADE DA MP)	10	4%
MANCHA	MANCHA (CONTAMINAÇÃO DE OUTRAS MP)	8	3%
MANCHA	MANCHA (FLUXO DE ACUMULO DE GÁS)	28	11%
MANCHA	MANCHA (FLUXO DE MP)	89	35%
MANCHA	MANCHA (QUEIMA DE GÁS)	31	12%
MANCHA	MANCHA (QUEIMA COM SOPRADOR TÉRMICO)	7	3%
TOTAL		256	100%

Fonte: Autor (2023)

O uso da ferramenta é essencial para servir de referência na identificação das causas raízes dos problemas encontrados, e para a aplicação posterior nas ferramentas Diagrama de Ishikawa e 5W2H.

4.1.4 Contramedida às causas principais

Nessa fase foram avaliados os itens críticos, tais como as listas de verificação aplicadas no tópico anterior, e através de *Brainstorming* com a equipe envolvida, utilizou-se a ferramenta de qualidade diagrama de Ishikawa para que a causa raiz do problema fosse identificada. Dessa forma, foi possível a identificação de vários problemas decorrentes de cada item, possibilitando a criação dos planos de ação.

A metodologia seguida nesse tópico foi igual para todos os itens críticos avaliados anteriormente:

- a) diagrama de Pareto;
- b) *brainstorming*;
- c) diagrama de Ishikawa;
- d) 5W2H.

Após essas etapas as melhorias propostas nos planos de ação eram testadas a fim de verificar a eficácia das suposições tratadas em reuniões.

4.2 RESULTADO DA FASE DE EXECUÇÃO

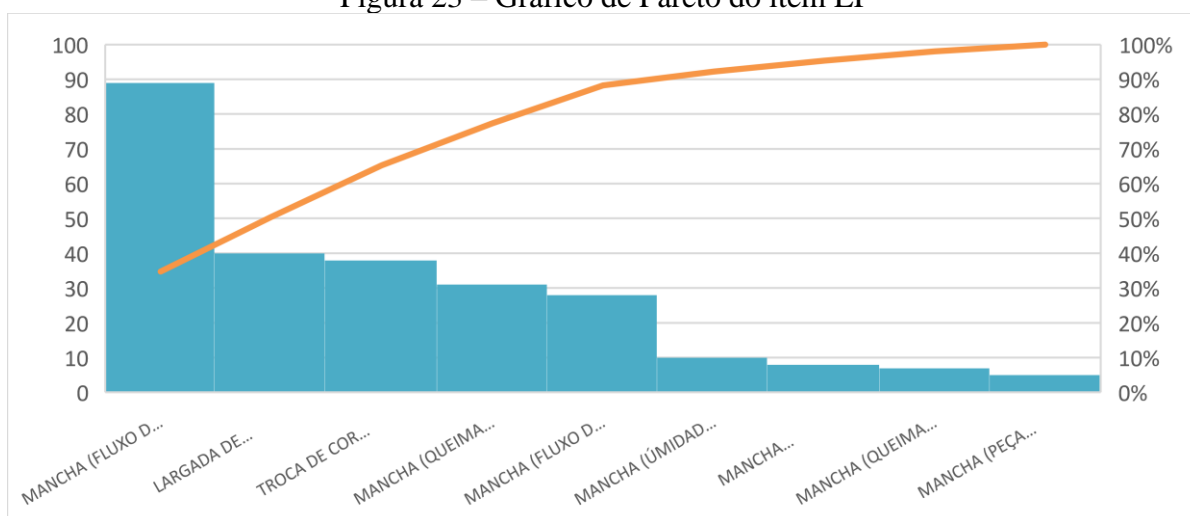
As tratativas da etapa de execução foram divididas por item crítico.

4.2.1 Problemas nos itens EP e EM

Os itens EP e EM são cadastrados com códigos diferentes no ERP da empresa, mas tratam de um produto semelhante, com pequenas diferenças entre cores e essências, assim, por apresentarem o mesmo defeito, foram tratados de forma similar.

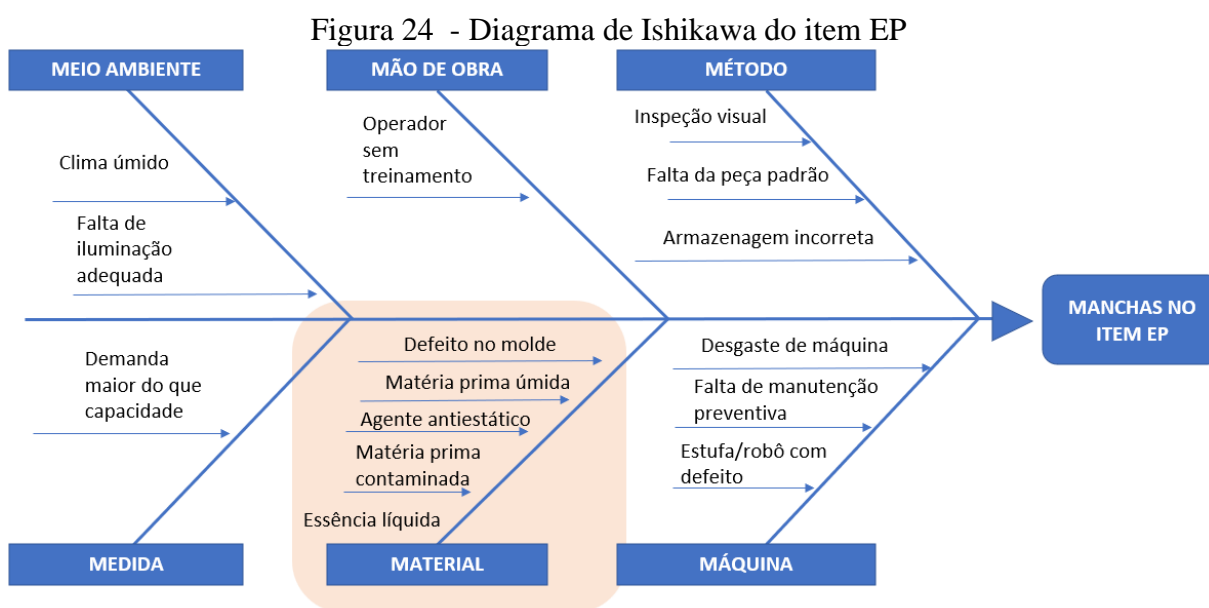
Através dos resultados coletados *in loco* com o suporte da ferramenta folha de verificação, avaliou-se através do diagrama de Pareto, apresentado na Figura 23, as possíveis causas do motivo inicial do refugo apontado na OP. Pode-se perceber que nesse período foram registrados somente três motivos: largada de máquina, manchas e troca de cor, mas principalmente no motivo manchas, observa-se muitas possíveis causas para o defeito inicial, como manchas ocasionadas devido ao fluxo de injeção da matéria-prima, manchas ocasionadas pela queima de gás, manchas devido a umidade da matéria-prima, manchas devido ao uso incorreto do soprador térmico, etc.

Figura 23 – Gráfico de Pareto do item EP



Fonte: Autor (2023)

Após os resultados estratificados através do gráfico, pode-se avançar para as análises utilizando o diagrama de Ishikawa, que foi desenvolvido em *brainstorming* realizado com toda equipe envolvida. Conforme Figura 24, avaliou-se os 6Ms para definir as principais causas que poderiam estar influenciando nas manchas apresentadas nessa peça. O espaço destacado em laranja representa o tópico que apresentou a maior possibilidade de ser a causa raiz do problema, por esse motivo, o tópico material foi a área aplicada nos planos de ação de melhoria para este item.



Fonte: Autor (2023)

Os planos de ação foram desenvolvidos utilizando a ferramenta 5W2H, como ilustra o Quadro 6. Em um primeiro momento questionou-se a qualidade das matérias-primas utilizadas

no processo, então foram testados diversos polímeros, pigmentos e essências. Também foram testados diferentes parâmetros de injeção. E por fim, entendeu-se que a EP possuía um defeito devido ao desenvolvimento da matriz. O cabo muito espesso do produto, prejudicava no resfriamento da peça e na homogeneização da matéria-prima. A má localização dos canais de injeção da matriz demandava do operador o retrabalho da peça, o que também geralmente danificava o produto final. Foi desenvolvida uma nova matriz, com diversas melhorias.

Quadro 6 - 5W2H do item EP

O quê?	Porquê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Injetar peças sem antiestático	Verificar se há melhoria do processo	Injeção	R.K.	mai/23	Não colocar antiestático na mistura da matéria-prima	-
Adquirir amostras de diferentes polímeros	Realizar testes no setor de injeção	Suprimentos	K.S.	mai/23	Adquirir amostras de matérias-primas de outros fornecedores	-
Adquirir polímero com essência já diluída	Realizar testes no setor de injeção	Suprimentos	K.S.	mai/23	Adquirir amostras de matérias-primas com essência já diluída	-
Testar diferentes essências	Verificar incidência de manchas nos produtos	Injeção	R.K.	mai/23	Testar diferentes fornecedores e verificar qualidade	-
Preparar material com diferentes percentuais de essência	Teste de matéria-prima para verificar qualidade do produto final	Injeção	D.F	mai/23	Testar diferentes percentuais de essência líquida em material sólido para ver impacto na qualidade	-
Testar parâmetros de programação de injeção	Verificar incidência de manchas nos produtos	Injeção	R.K.	mai/23	Testar parâmetros de injeção	-
Desenvolver matriz nova	Melhorar processo de injeção e qualidade final da peça injetada	Matrizaria	M.A.	ago/23	Desenvolver um molde com câmara quente e com menor massa na região do cabo	-
Tryout de molde	Verificar melhoria do processo	Injeção	Equipe	ago/23	Testar qualidade das peças injetadas	-
Cadastrar estrutura do item	Cadastro no sistema TDS	Engenharia	R.G.	ago/23	Cadastrar no TDS	-
Atualizar ficha de processos	Atualizar informações contida na ficha de processo	Engenharia	L.K.F	set/23	Atualizar parâmetros de injeção documentados	-

Fonte: Autor (2023)

Para o item EM observa-se que o principal problema relacionado as manchas das peças, eram mais frequentes em itens injetados com os pigmentos de tons mais escuros (preto, rosa escuro e lilás). Conforme as etapas incluídas no Apêndice A, também foi desenvolvido um molde novo, com apenas 2 cavidades, para suprir inicialmente a demanda desses itens em tons mais escuros. Os canais de injeção foram alterados para melhorar a qualidade final do produto.

4.2.2 Problema no item CP

Utilizando as ferramentas Diagrama de Ishikawa, *Brainstorming* e 5W2H foram definidos vários passos para a melhoria da qualidade e redução de refugo desse item específico, conforme vinculado no Apêndice B. Em análise elaborada no decorrer do trabalho, a principal causa do motivo de manchas é a umidade contida na matéria-prima.

Essa informação se justifica também devido ao tempo de máquina parada coletada pelo sistema *mes* que a empresa iniciou a implantação. Conforme a Figura 25, pode-se verificar que no mês de julho, a justificativa de parada de máquina por material úmido, contabilizou 19:46h, sendo o principal motivo de parada naquele mês, apesar de que o item avaliado somente permaneceu em máquina no período de 10/07/23 à 14/07/23.

Figura 25 - Controle de paradas de máquina (julho/23)



Fonte: Autor (2023)

Assim, verificou-se que além da quantidade de refugo gerada, havia um impacto bem maior em horas de máquina parada, que impactava diretamente os indicadores de OEE. Então foram avaliadas diversas maneiras de conter o problema de umidade na matéria-prima.

Inicialmente foi contatado o fornecedor, para avaliar a melhor forma de proceder com o problema, onde nove toneladas foram substituídas, mas não houve melhora significativa. Iniciou-se então a análise do processo interno de fabricação. Com a ajuda de paletes foi isolado o contato da matéria-prima com o chão, conforme Figura 26, em todas as 18 máquinas injetoras do setor.

Figura 26 - Paleta de matéria-prima



Fonte: Autor (2023)

No estoque das matérias-primas, também se verificou que muitas vezes o polímero recebido era armazenado de forma incorreta, de baixo de lonas plásticas conforme Figura 27, devido à falta de espaço no depósito fechado. Assim, priorizou-se a armazenagem em local fechado, contando com o auxílio de locação de contêineres para depósito de materiais, conforme Figura 28.

Figura 27 - Armazenagem incorreta



Fonte: Autor (2023)

Figura 28 - Contêiner para armazenagem



Fonte: Autor (2023)

O cuidado na armazenagem da matéria-prima foi útil, mas não solucionou o problema. Realizamos testes com amostras de quatro marcas de polipropileno (PP) diferentes, sendo três nacionais e um importado (PP1, PP2, PP3 e PP4). E também foram testados alguns materiais para agilizar o processo de secagem da matéria-prima (MB1 e MB2)

Como resultado, o material PP3 foi aprovado com êxito, e em dias em que a matéria-prima apresenta problemas de umidade, utilizamos 1% do MB2 junto ao dosador de pigmento.

4.2.3 Problema no item CC

Segundo o Apêndice C, utilizando a ferramenta Diagrama de Ishikawa foram avaliados todos os possíveis efeitos que poderiam causar o defeito, sendo que na avaliação realizada através da coleta de dados pela folha de verificação, as manchas apresentadas neste item eram decorrentes de queima de gás e contaminação de polímero e pigmento. Em um primeiro momento, e devido a problemas de manutenção na máquina 16, onde geralmente é injetada essa peça, a matriz foi testada nas máquinas 17 e 18, que possuem tonelagem acessível para a dimensão do molde, ou seja, possuem uma força máxima de fixação, para garantir um fechamento seguro do molde enquanto o plástico é injetado. Os resultados não foram satisfatórios, e após vários testes de parâmetros realizados a peça não foi aprovada.

Iniciou-se então os testes focados na matéria-prima, onde inicialmente percebeu-se a contaminação no polímero, devido à falta de cuidado do operador na hora de realizar a limpeza da máquina, e no abastecimento da mesma, conforme Figura 29.

Figura 29 - Matéria-prima contaminada



Fonte: Autor (2023)

Como forma a controlar a contaminação da matéria-prima já identificada através de avaliação realizada na fábrica, foi proposto uma proteção provisória, até que algo mais elaborado fosse definido. Conforme a Figura 30, a matéria-prima contida no tambor que abastece a máquina injetora deve ser devidamente isolada assim que abastecida pelo preparador de matéria-prima.

Figura 30 - Modelo de proteção



Fonte: Autor (2023)

No mês de agosto, a máquina injetora nº 16 permaneceu em manutenção corretiva por 166 horas. O item CC foi submetido a diversos testes de parâmetros de injeção, obtendo resultados um pouco mais confiáveis do que os antigos. Assim, a ficha de processos, apresentada no Anexo A, onde os parâmetros de injeção são preenchidos, foi atualizada com as novas informações.

4.2.4 Problema no item AP

O defeito verificado nesse item corresponde a contaminação de matéria-prima e umidade de matéria-prima. Conforme ajustado nos itens anteriores, a ação foi proposta da mesma forma. Os documentos e ferramentas utilizadas estão inseridos no Apêndice D.

4.3 RESULTADO DA FASE DE VERIFICAÇÃO

Para os itens priorizados no estudo, os percentuais de sucata se mostram otimistas após o primeiro trimestre de 2023, período em que iniciou a fase de execução dos planos de melhoria.

Os itens do grupo EM somaram no primeiro trimestre 4.978 unidades sucateadas, sendo que o total reportado foi de 79.053 unidades, ou seja, um percentual médio de 6% de refugo. Avaliando o desempenho desses itens de abril à outubro, o percentual médio de refugo foi de 1,57%.

Para os itens do grupo EP o percentual de refugo do primeiro trimestre contabilizou 1,9%. Com o desenvolvimento da nova matriz, que iniciou o *tryout* no mês de setembro, foram submetidos a testes 3 itens do grupo, que possuem cores de pigmento e essências diferentes, sendo que o resultado final, que contemplou uma produção de 6.985 unidades, contabilizou apenas 0,40% do total produzido de refugo, ou seja, apenas 28 unidades foram descartadas pelo motivo de manchas, sendo que essas foram geradas devido as trocas de cores do pigmento.

O item CP, que no mês de julho obteve um percentual de sucata de 14,81%, através da alteração da matéria-prima e quando necessário, também a inserção de um material dessecante, conseguiu a redução deste percentual, para a média nos meses de agosto, setembro e outubro de 6,77%.

O item CC, após as melhorias propostas, conforme apresentado no Quadro 5, obteve uma redução satisfatória no percentual de refugo gerado com o passar dos meses, principalmente após o mês de maio.

Quadro 7 - Avaliação mensal do item CC

Meses	Qtd. Reportada	Qtd. Refugada	% Refugo
Janeiro	1482	228	15,38%
Fevereiro	3430	491	14,31%
Março	1555	231	14,86%
Abril	1851	275	14,86%
Mai	2305	314	13,62%
Junho	2339	226	9,66%
Julho	2330	213	9,14%
Agosto	2261	247	10,92%
Setembro	2100	121	5,76%
Outubro	1832	98	5,35%

Fonte: Autor (2023)

O item AP, também obteve uma melhora significativa devido a substituição da matéria-prima úmida e a correta separação dos materiais destinados a moagem. O Quadro 6 ilustra que no primeiro trimestre de 2023 o percentual médio de refugo era de 9,43%, e com exceção do mês de junho, onde não foi produzida nenhuma unidade do item, demais meses contabilizaram uma média de 3,71%.

Quadro 8 - Avaliação mensal do item AP

Meses	Qtd. Reportada	Qtd. Refugada	% Refugo
Janeiro	1801	284	15,77%
Fevereiro	3785	202	5,34%
Março	4613	331	7,18%
Abril	2373	175	7,37%
Mai	4437	77	1,74%
Junho	0	0	-
Julho	3903	89	2,28%
Agosto	1620	75	4,63%
Setembro	471	20	4,25%
Outubro	2543	50	1,97%

Fonte: Autor (2023)

4.4 RESULTADO DA FASE DE AÇÃO

Nessa última etapa do ciclo PDCA foram avaliados os resultados da etapa anterior, e os que obtiveram resultados positivos foram registrados para que a metodologia volte a ser aplicada futuramente.

4.4.1 Padronização das melhorias propostas

Conforme planejado no capítulo anterior, todas as melhorias aplicadas foram padronizadas para que trabalhos futuros possam ser elaborados.

4.4.1.1 Treinamento aos envolvidos

Todos os treinamentos realizados no ambiente fabril, são registrados e monitorados conforme o Anexo B. Inicialmente foi realizado o treinamento com os operadores de injeção, explicando aos envolvidos como preencher corretamente os refugos na OP, indicando a quantidade e o motivo pelo qual a peça seria descartada.

Ao operador de moinho e aos operadores de injeção, foi reforçada a importância de não misturar materiais da 2ª geração de polímeros (PP, PVC, PET, ABS, etc) no momento da moagem, para que não contamine a matéria-prima que posteriormente será reutilizada após processo de extrusão.

Aos responsáveis pelo setor de recebimento, para que inspecionem, identifiquem e armazenem de forma correta os materiais recebidos, sempre que possível em local fechado e sem o contato com a umidade do ambiente externo.

4.4.1.2 Alteração de documentação

Após as melhorias propostas, a ficha de parâmetros, conforme modelo descrito no Anexo A foi atualizada para os 5 itens priorizados no estudo.

Os setores de PCP, Suprimentos e Engenharia foram impactados devido as alterações de matéria-prima, sendo que os itens CP sofreram alterações em suas estruturas no sistema.

4.4.2 Conclusão das implementações efetuadas

Conforme a etapa de execução do PDCA, as reuniões programadas quinzenalmente que tratavam sobre os indicadores de refugo e produção, estão sendo realizadas semanalmente, onde o debate principal são as propostas de melhorias, tais como as avaliações nos indicadores de qualidade, desempenho e disponibilidade, que representam o OEE, com foco na atuação sobre os rejeitos e paradas de máquina. As reuniões ocorrem com todos envolvidos inicialmente no projeto, e atualmente contam com o auxílio do sistema *mes*.

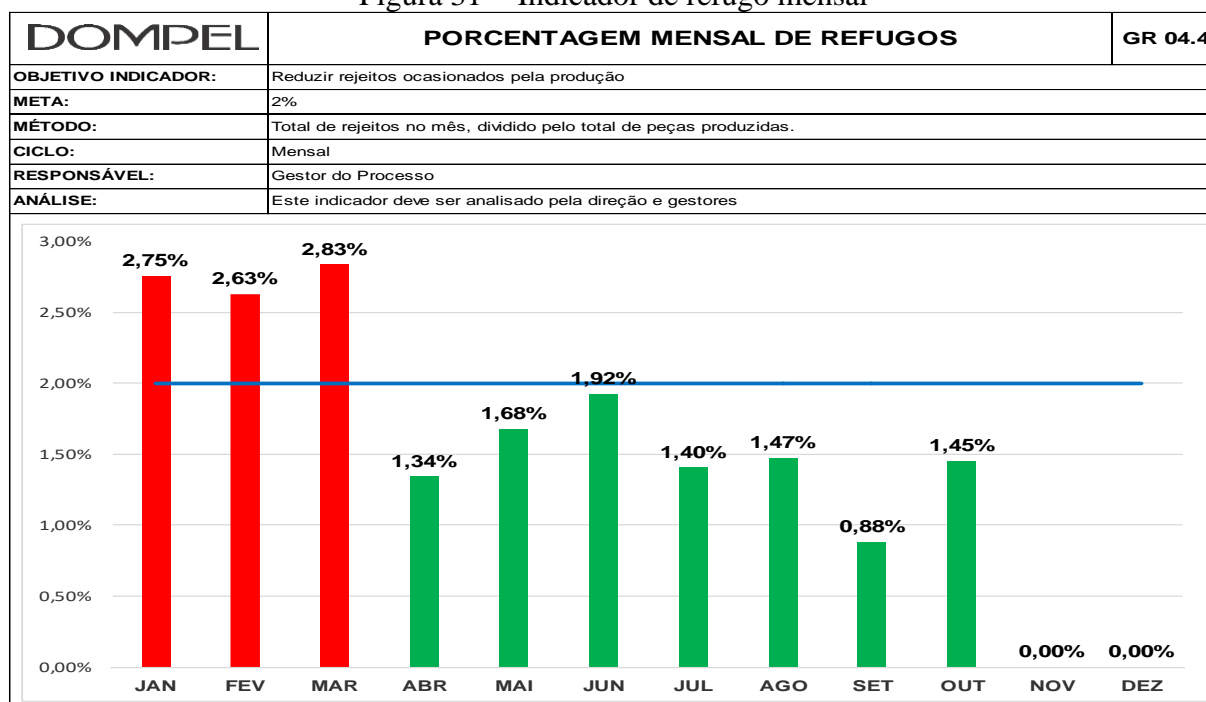
5 CONCLUSÃO

O presente estudo propôs através da aplicação do método PDCA, reconhecer possíveis falhas no processo produtivo, que causavam uma grande quantidade de refugo dentro do setor de injeção plástica. Aliado com as ferramentas de qualidade, pode-se identificar as causas raízes dessas falhas, elaborando planos de ações para a melhoria dos dados iniciais coletados.

Para atender ao objetivo geral do estudo, foram utilizados cinco objetivos específicos, iniciando pelo monitoramento dos itens produzidos com maiores incidências de refugo, onde descobriu-se que as manchas causavam maior impacto entre os motivos de refugo e cinco itens produzidos eram os mais críticos. Os indicadores de produtividade foram monitorados mensalmente, e através da melhora da qualidade do produto final, também apresentaram uma evolução satisfatória. Ocorreu o planejamento das ações de melhoria para redução do refugo, onde planos de ação foram desenvolvidos por uma equipe com vasta experiência no setor de plásticos. As ações foram testadas e implementadas, e no decorrer do semestre os resultados foram se mostrando aceitáveis.

O resultado final do estudo demonstrou através do indicador controlado pela empresa, Figura 31, que pode-se verificar uma baixa no percentual de refugo a partir do mês de março, mês em que se iniciou as ações de melhorias relacionadas ao TCC, sendo que a meta de 2% está sendo atingida mensalmente desde então.

Figura 31 - Indicador de refugo mensal



Fonte: Autor (2023)

Outro ponto importante, que auxiliou no alcance da meta, foi a introdução de um sistema de controle e monitoramento de linha de produção no setor de injeção plástica, que possibilitou a coleta de dados de forma automatizada e em tempo real, facilitando a atuação em um curto período de tempo no ajuste de peças defeituosas e em paradas de máquina.

O custo calculado no ano de 2022, referente ao refugo do setor, que totalizou R\$734.487,00, e para o período de janeiro a outubro era de R\$624.029,00, atualmente para o mesmo período apresenta valores de R\$341.905,62, assim pode-se concluir que a redução no custo do percentual de refugo foi de aproximadamente 55%.

Conclui-se então, que os objetivos iniciais foram alcançados com sucesso, e mesmo que os resultados não fossem satisfatórios, a iniciativa de aplicar as ferramentas de qualidade tão estudadas no decorrer do curso de Engenharia de Produção foram desenvolvidas com êxito. A empresa não tinha o hábito de utilizar as ferramentas de qualidade, e se mostrava um pouco resistente as mudanças implantadas, mas o auxílio da equipe do setor industrial, que sempre se mostrou interessada em melhorar os indicadores, foi essencial para atingir tais resultados.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Silvio. **Integração da ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. **Gestão de Qualidade, Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2019.
- BARROS, Elsimar; BONAFINI, Fernanda. **Ferramentas da qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.
- BRASSARD, Michael. **Qualidade**: ferramentas para uma melhoria contínua. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004. Tradução de: PROQUAL CONSULTORIA.
- BRITTO, Eduardo. **Qualidade Total**. São Paulo: Cengage, 2016.
- CAMARGO, R. F. **Como fazer a Matriz GUT para a resolução de problemas?** Conheça a Matriz de Prioridades. 2018. Disponível em: <https://www.treasy.com.br/blog/matriz-gut/>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- COSTA, Alefer Rafael Maia *et al.* Avaliação do alto índice de refugo da máquina injetora plástica nº: estudo de caso em uma organização do ramo de artefatos plásticos. **Inova+**: Cadernos da Graduação da Faculdade da Indústria, São José dos Pinhais, v. 2, n. 1, p. 470-493, ago. 2020. Semanal. Disponível em: <http://app.fiepr.org.br/revistacientifica/index.php/inovamais/issue/view/43/showToc>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021. Tradução de: Sandra Maria Mallmann da Rosa.
- CUSTODIO, Marcos Franqui. **Gestão da Qualidade e Produtividade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- DOMPEL. Site Institucional. Disponível em: <https://www.dompel.com/> . Acesso em: 16 mai. 2023.
- GAYER, Jéssika Alvares Coppi Arruda. **Gestão da qualidade total e melhoria contínua dos processos**. Curitiba: Contentus, 2020.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2019.
- JUNIOR, Isnard Marshall *et al.* **Gestão da Qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- LANDIVA, Talita Helena. **Gestão da qualidade total**. São Paulo: Platos Soluções Educacionais, 2021.

LÉLIS, Eliacy Cavalcanti. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

LIRA, Valdemir Martins. Princípios dos processos de fabricação utilizando metais e polímeros. São Paulo: Blucher, 2017.

LOBO, Renato Nogueiro; LIMEIRA, Erika Thalita Navas Pires; MARQUES, Rosiane do Nascimento. **Controle da Qualidade**: princípios, inspeção e ferramentas de apoio na produção de vestuário. São Paulo: Érica, 2015.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade**: enfoques e ferramentas. São Paulo: Artliber Editora, 2001.

NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa; CANUTO, Simone Aparecida. **Administração com Qualidade**: conhecimentos necessários para gestão moderna. São Paulo: Blucher, 2010.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão e avaliação da qualidade**: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2019.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade**: Teoria e Prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PEZZATTO, Alan Thomas *et al.* **Sistema de controle da qualidade**. Porto Alegre: Sagah, 2018.

RAMOS, Edson Marcos Leal Soares; ALMEIDA, Silvia dos Santos de; ARAÚJO, Adrilayne dos Reis. **Controle Estatístico da Qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SANTOS, Nicollas Matheus dos. **Aplicação da ferramenta de qualidade 8Ds para redução de perda em uma extrusora de uma empresa do ramo de embalagens**. 2022. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Utfpr), Londrina, 2022. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29301>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 2007.

SILVA, Rosinda Angela da; PANSONATO, Roberto Candido. **Custos, riscos e indicadores da qualidade**. Curitiba: Contentus, 2020.

SOUZA, Stefania Márcia de Oliveira. **Gestão da qualidade e produtividade**. Porto Alegre: Sagah, 2018.

SOUZA, Wander Burielo de; ALMEIDA, Gustavo Spina Gaudencio de. **Processamento de Polímeros por Extrusão e Injeção**: conceitos, equipamentos e aplicações. São Paulo: Érica, 2015.

TOLEDO, José Carlos de *et al.* **Qualidade**: Gestão e Métodos. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VIEIRA, Murillo Ceschini. **Redução do refugo em uma empresa especialista em processos de transformação do plástico: sopro embalagem**. 2014. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília, 2014. Disponível em: <https://aberto.univem.edu.br/handle/11077/1119>. Acesso em: 25 mar. 2023.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e Demaic e Suas Ferramentas Analíticas**. Rio de Janeiro: GEN, 2021.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: GEN, 2022.

APÊNDICE A – ITEM EM

GRÁFICO DE PARETO POR MOTIVO DE REFUGO

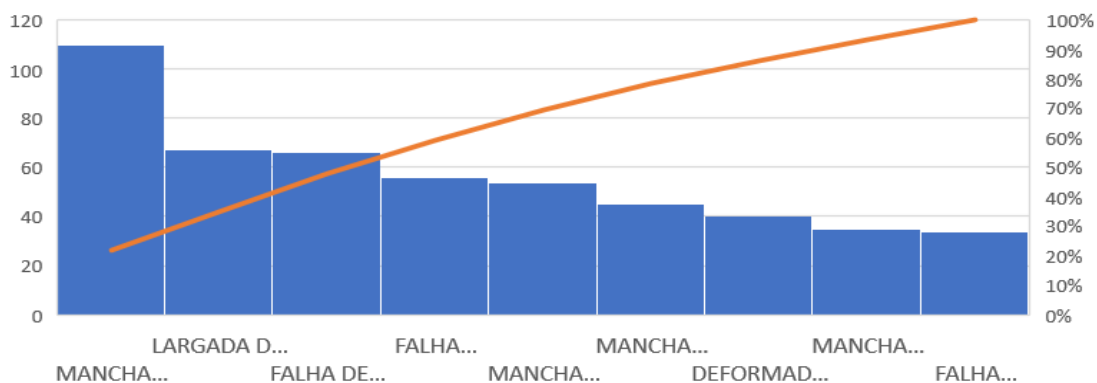
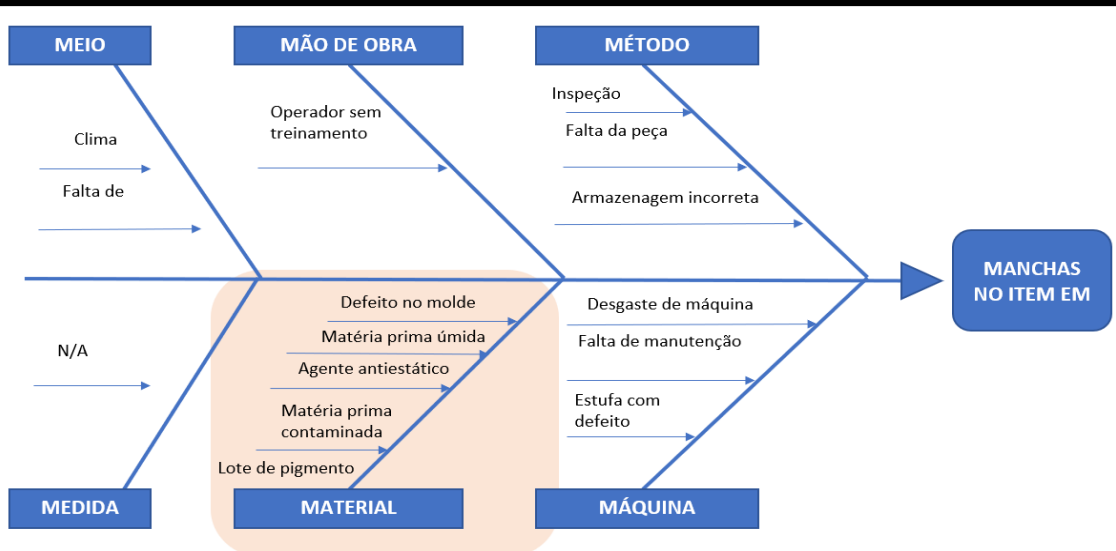


DIAGRAMA DE ISHIKAWA



5W2H

O quê?	Porquê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Injetar peças sem antiestático	Verificar se há melhoria do processo	Injeção	R.K.	mai/23	Não colocar antiestático na mistura da matéria-prima	-
Adquirir amostras de diferentes polímeros	Realizar testes no setor de injeção	Suprimentos	K.S.	mai/23	Adquirir amostras de matérias-primas de outros fornecedores	-
Testar parâmetros de programação de injeção	Verificar incidência de manchas nos produtos	Injeção	R.K.	mai/23	Testar parâmetros de injeção	-
Treinar operador de injetora	Verificar se há melhoria do processo	Injeção	I.D.	mai/23	Treinar operador no uso das ferramentas (estilete/alicate/soprador térmico)	-
Desenvolver matriz nova	Melhorar processo de injeção e qualidade final da peça injetada	Matrizaria	M.A.	ago/23	Desenvolver um molde com dimensão menor ao atual, apenas 2 cavidades, alterando os canais de injeção.	-
Tryout de molde	Verificar melhoria do processo	Injeção	Injeção/Matrizaria/Qualidade/Engenharia	ago/23	Testar qualidade das peças injetadas	-
Atualizar estrutura do item	Atualizar cadastro no sistema TDS	Engenharia	Engenharia	ago/23	Cadastrar no TDS	-
Atualizar ficha de processos	Atualizar informações contida na ficha de processo	Engenharia	L.K.F	set/23	Atualizar parâmetros de injeção documentados	-

APÊNDICE B – ITEM CP

GRÁFICO DE PARETO POR MOTIVO DE REFUGO

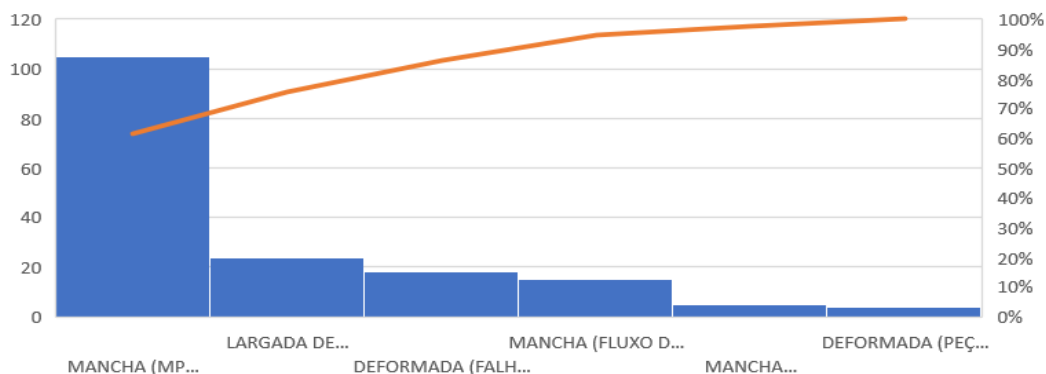
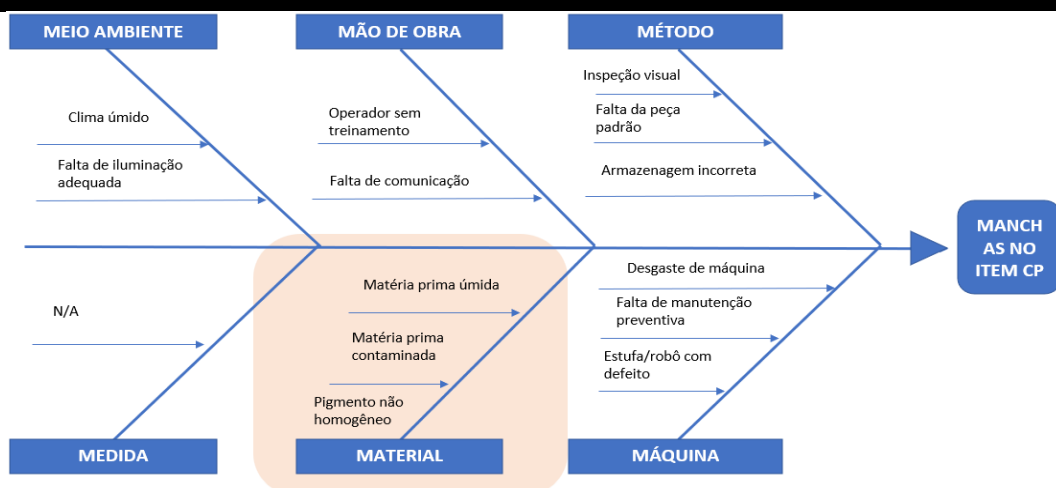


DIAGRAMA DE ISHIKAWA



5W2H

O quê?	Porquê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Avaliar qualidade do polímero fornecida para a produção	Verificar a incidência de umidade na matéria-prima	Injeção	R.R	jun/23	Testar matéria-prima com diferentes temperaturas em estufa	-
Contatar fornecedor para avaliar umidade contida no polímero	Verificar a probabilidade da matéria-prima já possuir umidade desde o setor primário	Suprimentos/ Injeção	K.S./ R.R	jun/23	Exigir qualidade na matéria-prima fornecida.	-
Devolver ao fornecedor polímero em estoque	Substituir polímero por novo lote	Injeção	R.R	jun/23	Devolver lotes antigos ao fornecedor, e testar novos lotes recebidos	-
Evitar que a matéria-prima fique em contato com o chão	Evitar que a matéria-prima retenha umidade	Injeção	D.F	ago/23	Provisoriamente, isolar a matéria-prima utilizando paletes de madeira, para que não tenham contato com o chão.	-
Evitar que a matéria-prima recebida fique em local aberto	Evitar que a matéria-prima retenha umidade	Recebimento	L.G.	ago/23	Armazenar somente em pavilhão fechado os polímeros recebidos	-
Locar contêiner	Armazenar materiais	Suprimentos/R ecebimento	K.S. / L.G.	ago/23	Armazenar matéria-prima em contêineres, caso falte espaço no pavilhão fechado	-
Adquirir amostras de polímeros polipropileno (PP)	Realizar testes no setor de injeção	Suprimentos	K.S.	set/23	Adquirir amostras de outros fornecedores	-
Adquirir amostras de agentes dessecantes	Realizar testes no setor de injeção	Suprimentos	K.S.	set/23	Adquirir amostras de agente	-
Testar polímeros/dessecantes adquiridos	Verificar melhoria da qualidade final do produto	Injeção	R.K.	set/23	Testar diferentes matérias-primas e verificar qualidade do produto	-
Atualizar cadastro do item	Atualizar informações sobre matéria-prima	Engenharia	R.G.	set/23	Atualizar percentuais e nomenclatura de novos polímeros/dessecante no TDS	-

APÊNDICE C – ITEM CC

GRÁFICO DE PARETO POR MOTIVO DE REFUGO

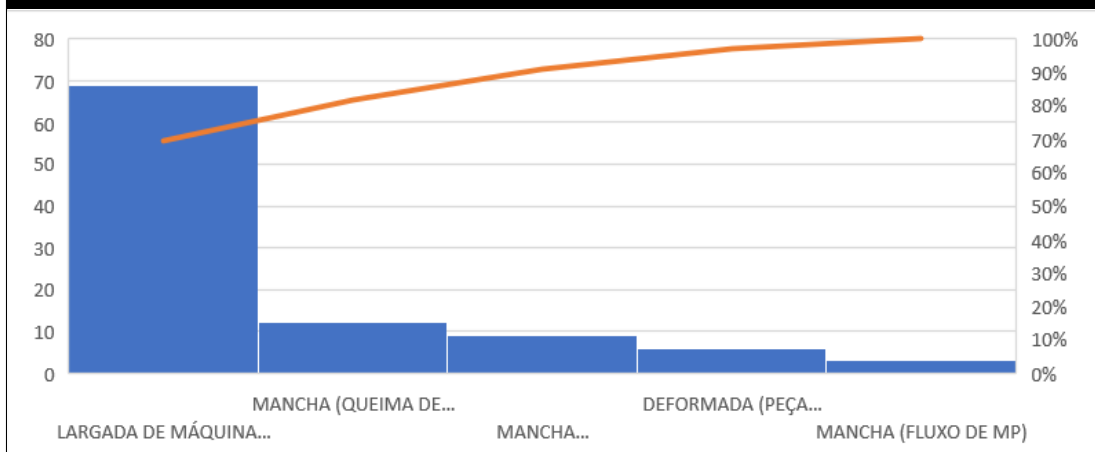
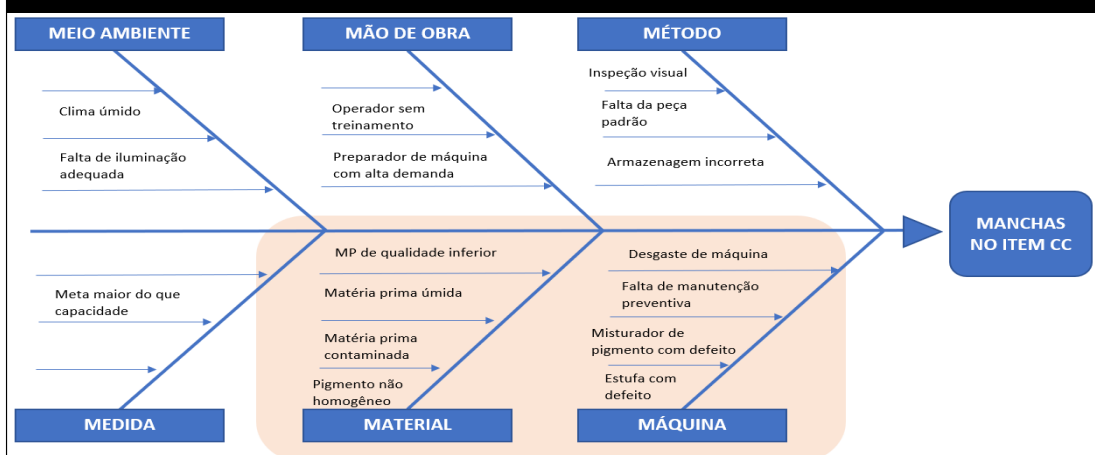


DIAGRAMA DE ISHIKAWA



5W2H

O quê?	Porquê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Testar molde em outra máquina injetora	Verificar melhoria na qualidade final do produto	Injeção	R.K.	ago/23	Testar molde na máquina injetora nº 17 e nº 18	-
Testar diversos parâmetros de programação de injeção	Verificar melhoria na qualidade final do produto	Injeção	R.K.	ago/23	Testar parâmetros de injeção nas máquinas nº 17 e nº 18	-
Avaliar matéria-prima utilizada no processo	Verificar incidência de algum problema	Injeção	R.R.	ago/23	Avaliar possíveis contaminações na matéria-prima	-
Acondicionar de melhor forma o polímero utilizado	Evitar que o polímero se contamine com impurezas	Injeção	D.F.	ago/23	Provisoriamente, vedar a matéria-prima utilizando tampas de papelão nos tambores.	-
Treinar abastecedores de matéria-prima	Treinar abastecedores para evitar contaminação na matéria-prima	Injeção	R.R.	ago/23	Orientar abastecedores para o preparo correto da matéria-prima, e sua vedação após preparo	-
Realizar manutenção corretiva na máquina nº 16	Ajustar válvula de acionamento do pigmentador	Manutenção	E.T.	ago/23	Trocar válvula com defeito	-
Testar parâmetros de programação de injeção na máquina nº 16	Verificar melhoria na qualidade final do produto	Injeção	R.K.	set/23	Testar parâmetros de injeção na máquina nº 16	-
Atualizar ficha de processos	Atualizar informações contida na ficha de processo	Engenharia	L.K.F.	set/23	Atualizar parâmetros de injeção documentados	-

APÊNDICE D – ITEM AP

GRÁFICO DE PARETO POR MOTIVO DE REFUGO

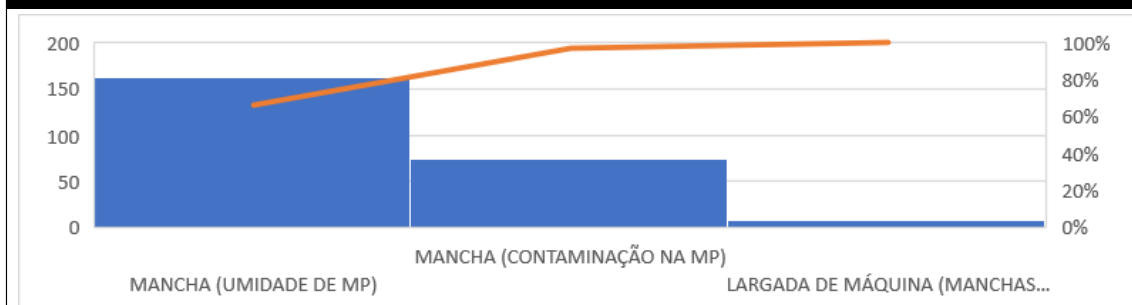
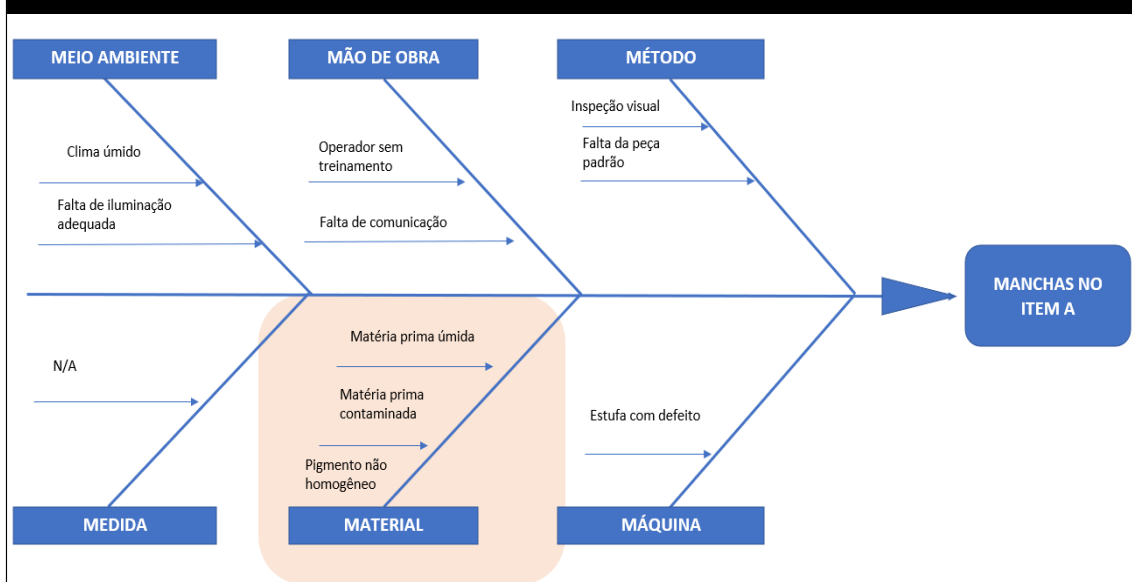


DIAGRAMA DE ISHIKAWA



5W2H

O quê?	Porquê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Acondicionar de melhor forma o polímero utilizado	Evitar que o polímero se contamine com impurezas	Injeção	D.F.	ago/23	Provisoriamente, vedar a matéria-prima utilizando tampas de papelão nos tambores.	-
Treinar abastecedores de matéria-prima	Treinar abastecedores para evitar contaminação na matéria-prima	Injeção	R.R	ago/23	Orientar abastecedores para o preparo correto da matéria-prima, e sua vedação após preparo	-
Adquirir amostras de polímeros polipropileno (PP)	Realizar testes no setor de injeção	Suprimentos	K.S.	set/23	Adquirir amostras de outros fornecedores	-
Adquirir amostras de agentes dessecantes	Realizar testes no setor de injeção	Suprimentos	K.S.	set/23	Adquirir amostras de agente	-
Testar polímeros/dessecantes adquiridos	Verificar melhoria da qualidade final do produto	Injeção	R.K.	set/23	Testar diferentes matérias-primas e verificar qualidade do produto	-
Adquirir tinta spray preto fosco	Quando necessário, realizar o retrabalho das peças	Injeção	Operador de injeção	set/23	Pintar com spray preto as manchas.	-
Atualizar ficha de processos	Atualizar informações contida na ficha de processo	Engenharia	L.K.F	set/23	Atualizar parâmetros de injeção documentados	-

ANEXO A – MODELO FICHA DE PROCESSO

DOMPEL		FICHA DE PROCESSO						Nº		FP 04.XXX	
								Revisão		00	
								Data		28/07/2022	
								Tipo		FICHA DE PROCESSO	
Descrição:								Código:		Nº Molde:	
								Nº:			
								Nº:			
Máquina:								Nº:			
Temperatura (°C)							Extração Pneumática				
Canhão bico (%)							Curso (mm)				
Canhão z1							Tempo ret. (seg.)				
Canhão z2							Tempo atuação (seg.)				
Canhão z3							Perfil Fechamento				
Canhão z4							Curso (mm)				
Canhão z5							Pressão (bar)				
Canhão z6							Velocidade (mm/s)				
Refrigeração do Molde							Perfil Abertura				
Lado fixo							Curso (mm)				
Lado móvel							Pressão (bar)				
							Velocidade (mm/s)				
Aquecimento do Molde							Tempo de Ciclo				
Lado fixo							Resfriamento (seg.)				
Lado móvel							Reciclo (seg.)				
Temperatura Câmara Quente (°C) %							Ciclo (seg.)				
Câmara quente z1							Extração Machos				
Câmara quente z2							Entrada macho 1				
Câmara quente z3							Pressão (bar)				
Câmara quente z4							Velocidade (mm/s)				
Câmara quente z5							Posição (mm/s)				
Câmara quente z6							Tempo				
Dosagem							Saída macho 1				
Pressão (bar)							Pressão (bar)				
Velocidade (bar)							Velocidade (mm/s)				
Contra-pressão (bar)							Posição (mm/s)				
Posição (mm/s)							Tempo				
Descompressão (bar)							Entrada macho 2				
Pressão							Pressão (bar)				
Velocidade							Velocidade (mm/s)				
Posição							Posição (mm/s)				
Tempo de Injeção (seg.)							Tempo				
Pressão (bar.)							Saída macho 2				
Velocidade (mm/s)							Pressão (bar)				
Curso (mm)							Velocidade (mm/s)				
Perfil Regulagem Recalque							Posição (mm/s)				
Recalque							Tempo				
Pressão (bar)											
Velocidade (mm/s)											
Tempo											
Extração Hidráulica - A							Observações				
Avanço 1 (mm)											
Avanço 2 (mm)											
Pressão (bar)											
Velocidade (mm/s)											
Tempo (seg)											
Extração Hidráulica - R											
Recuo 1 (mm)											
Recuo 2 (mm)											
Pressão (bar)											
Velocidade (mm/s)											
Tempo (seg)											
Programa Dosador de Pigmentação											
Máquina XX		Cor									
		Velocidade									
Os parâmetros foram definidos para startup de máquina, podendo ser alterados conforme a necessidade em função das variações ambientais e dos equipamentos. O critério determinante para os ajustes dos parâmetros é o plano de controle da peça.											
PÁGINA		DESENVOLVIDO POR				APROVADO POR					
1 de 1		E. N., Letícia Kachala Fin				R. R					
Histórico Revisões: 00 de 22/07//2022 - Emissão.											

ANEXO B – MODELO DE FICHA DE TREINAMENTO

DOMPEL	EFICÁCIA DOS TREINAMENTOS	Nº	RQ 05.03
		Revisão	01
		Data	09/12/2021
		Tipo	REGISTRO
Treinamento/Evento: Motivos de parada de máquina e motivo de refugo de injeção			
Participante: Setor de injeção plástica			
Data para Avaliação: 18/05/2023		Responsável Avaliação: Leticia Kachala Fin	
NOME DO FUNCIONÁRIO		ASSINATURA	
Campos destinados ao Avaliador do Treinamento/Evento			
O(s) Participante(s) demonstra ter absorvido conhecimento no Treinamento/Evento? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> (Justifique em ambas as respostas)			
O Treinamento/Evento pode ser considerado eficaz? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> (Justifique em ambas as respostas)			
É necessário abrir plano de ação? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Nº Plano de Ação:			
Assinatura Avaliador: Leticia Kachala Fin		Assinatura Rh:	
Data: 23/05/2023			