



Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Tecnologia

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção - PPGE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARINA BARROS LOBO

APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UM PROCESSO DE
AUTOCONTROLE DE INJEÇÃO PLÁSTICA

MANAUS

2023



Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção - PPGE



MARINA BARROS LOBO

APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UM PROCESSO DE
AUTOCONTROLE DE INJEÇÃO PLÁSTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Área de Concentração: Gestão da Produção e Operações;

Linha de Pesquisa: Engenharia Organizacional;

Orientador: Dércio Luiz Reis, DSc.

MANAUS

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L799a Lobo, Marina Barros
Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em um processo de autocontrole de injeção plástica / Marina Barros Lobo . 2023
92 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Dércio Luiz Reis
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Mapeamento do fluxo de valor. 2. Qualidade. 3. Processo. 4. Autocontrole. I. Reis, Dércio Luiz. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

AGRADECIMENTOS

A caminhada ao longo da trajetória do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção foi desafiadora. Entretanto os benefícios proporcionados por esse estudo me permitiram ampliar minha visão aos diversos campos da engenharia e obter um crescimento profissional e pessoal.

Em primeiro lugar agradeço a Deus por estar presente e abençoar a minha caminhada nos momentos mais desafiadores.

Pelo apoio e incentivo em toda minha trajetória acadêmica, sou grata aos meus pais Sérgio Lobo e Dirce Lobo que nunca mediram esforços para realizar todos os meus sonhos.

Ao meu companheiro de vida, meu noivo Vinícius Silva, agradeço por todo companheirismo, presença e suporte para que eu conseguisse executar esse objetivo de concluir o mestrado.

Agradeço ao meu orientador Professor Dr. Dércio Reis que compartilhou o seu conhecimento acadêmico e sua experiência, agregando e colaborando em todo o estudo. E um agradecimento à Universidade Federal do Amazonas por proporcionar um corpo docente de excelência e o incentivo a pesquisa e extensão.

RESUMO

O presente trabalho aplicou o Mapeamento de Fluxo de Valor para analisar o autocontrole no processo de injeção plástica na empresa escolhida, buscando comprovar a eficiência da decisão de aplicar o autocontrole comparando com o período sem a utilização do mesmo no processo. Foi realizada uma pesquisa qualitativa baseada em um estudo de caso em uma empresa de bens de consumo com porte médio, tendo em parte de sua produção, o processo de injeção plástica. Para alcançar o objetivo final, foram avaliados os dados anteriores a implementação do autocontrole no processo de injeção plástica, os indicadores de qualidade, produtividade e sucata referentes a seis meses de produção para se ter uma base sólida de informação, e conseqüentemente utilizando o mapeamento de fluxo de valor para análise do antes e depois. Foi atingido o objetivo proposto e o resultado foi positivo comprovando que a atividade do autocontrole reduziu os índices de sucata e de não conformidade do produto, e ainda aumentou a produtividade. Além disso foi possível verificar uma redução na ociosidade do operador, levando a empresa a diminuir desperdícios que não agregam valor ao produto.

Palavras-chave: Mapeamento do fluxo de valor, Qualidade, Processo, Autocontrole.

ABSTRACT

This research applied Value Stream Mapping to analyze self-control in the plastic injection process in the chosen company, seeking to prove the efficiency of the decision to apply self-control compared to the period without using it in the process. Qualitative research was carried out based on a case study in a consumer goods company with medium size, having in part of its production, the plastic injection process. To reach the final objective, the data prior to the implementation of self-control in the plastic injection process, the quality, productivity and scrap indicators referring to six months of production were evaluated in order to have a solid base of information, and consequently using the mapping of value stream for before and after analysis. With this research, it was demonstrated that the implemented self-control method was a correct decision by the engineering sector, implying the improvement of the process and early retention of problems with non-conforming parts that could generate a bad experience for the customer. The proposed objective was achieved and the result was positive, proving that the self-control activity reduced the scrap and non-conformity rates, and also increased productivity. Furthermore, it was possible to verify a reduction in operator idleness, leading the company to reduce waste that does not add value to the product.

Keywords: Value Stream Mapping, Quality, Process, Self-Control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produtividade com taxa de valor agregado	17
Figura 2 – Fatores básicos para o ciclo de manutenção do controle de qualidade..	20
Figura 3 – Os 7 Desperdícios	25
Figura 4 – Fluxo da produção.....	36
Figura 5 – Gerente do fluxo de valor	37
Figura 6 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor	38
Figura 7 – Caixas de processo	40
Figura 8 – Exemplo de fluxograma horizontal	44
Figura 9 – Exemplo de mapofluxograma	45
Figura 10 – Exemplo de SIPOC	46
Figura 11 – Exemplo de diagrama de atividades uml.....	47
Figura 12 – Exemplo de BPM.....	48
Figura 13 – Injetora	52
Figura 14 – Processo de injeção plástica por moldagem	53
Figura 15 – Rastreabilidade da peça plástica.....	55
Figura 16 – Ciclo de injeção	58
Figura 17 – Fluxograma simplificado do processo	65
Figura 18 – Documentação	67
Figura 19 – Observação	68
Figura 20 – Registros em arquivo.....	69
Figura 21 – Fluxograma do Processo antes da implantação do autocontrole	71
Figura 22 – Mapa do fluxo de valor antes da implantação do autocontrole.....	74
Figura 23 – Fluxograma do Processo com a implantação do autocontrole	76
Figura 24 – Mapa do fluxo de valor com a implantação do autocontrole.....	78
Figura 25 – Fluxograma do autocontrole	81
Figura 26 – Comparação entre o processo sem e com autocontrole	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Levantamento de artigos.....	49
Tabela 2 – Quantidade de artigos em cada método	49
Tabela 3 – Indicadores de produtividade, qualidade e sucata antes do autocontrole	72
Tabela 4 – Indicadores de produtividade, qualidade e sucata após autocontrole	82

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos da pesquisa	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Estrutura do trabalho.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Controle de Qualidade	15
2.2 Lean Manufacturing.....	22
2.3 Manutenção Produtiva Total	28
2.3.1 Eficiência global do equipamento	31
2.4 Mapeamento do Fluxo de Valor	33
2.4.1 Fluxo de valor	33
2.4.2 A ferramenta VSM	34
2.4.3 Mapeamento de processos.....	43
2.4.3.1 Fluxograma horizontal	43
2.4.3.2 Mapofluxograma.....	44
2.4.3.3 SIPOC	45
2.4.3.4 Unified Modeling Language (UML)	46
2.4.3.5 Business Process Model and Notation (BPM).....	47
2.4.3.6 Levantamento bibliográfico de artigos	48
2.5 Injeção Plástica	50
2.5.1 Processo de Injeção por Moldagem	51
2.5.2 Ciclo de Injeção	56
2.5.3 Problemas de qualidade em peças injetadas	59
3. METODOLOGIA	63
3.1 Classificação da Pesquisa	63
3.2 Descrição das etapas da pesquisa	63
3.3 Delimitação do Estudo	64
3.4 Coleta de dados	66
3.4.1 Documentação.....	66
3.4.2 Observação	67
3.4.3 Registro em arquivos.....	69

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	70
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
6. CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	85
6.1 Contribuições Acadêmicos.....	85
6.2 Contribuições Econômicas.....	85
6.3 Contribuições Sociais.....	85
REFERÊNCIAS.....	87

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do produto e do processo em uma empresa no cenário competitivo atual do mercado é algo essencial para marcas de bens de consumo que trabalham diretamente com o bem-estar do consumidor. Hoje, a exigência do consumidor se tornou elevada devido à concorrência que vem se estabelecendo no mundo capitalista. De acordo com Desai & Prajapati (2017), os negócios são realizados com base na demanda e nos requisitos do cliente. Ou seja, os clientes são os verdadeiros reis dos negócios.

Com isso as indústrias ao longo do tempo estão em busca da melhoria contínua do seu processo, e conseqüentemente da qualidade do seu produto. Tendo a finalidade de reavaliar constantemente seus métodos e ferramentas de controle, para assim manter a fidelidade dos clientes.

Existem as ferramentas da qualidade que auxiliam no produto e no processo. Alguns exemplos são os fluxogramas, mapeamento do fluxo de valor, gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa, entre outros. Além disso, há um viés na literatura sobre metodologias aplicadas à qualidade e ferramentas de melhoria contínua, como o *Lean Manufacturing* e o autocontrole.

A empresa que foi alvo da pesquisa, atua no ramo de bens de consumo de produtos descartáveis, tendo em parte de sua produção o processo de injeção plástica, e possuindo um porte médio. A média de produção mensal depende da família do produto, podendo ser 5 milhões de descartáveis até 30 milhões mensais. Como são peças com complexidade média de montagem e grande parte automatizada, a produção é bem alta.

No processo de injeção de peças plásticas pequenas, onde a taxa de produção por hora é muito alta, o autocontrole serve como um filtro e um controle do produto para avaliar de forma periódica que tudo está conforme e que a variação natural do processo está dentro do aceitável. O autocontrole também está relacionado à autonomia nos processos que o operador realiza.

Para que o autocontrole ocorra é importante que o colaborador operacional tenha bem definido seu fluxo, ou seja, tenha o conhecimento das suas ações para saber como agir em cada situação, como por exemplo na detecção de não conformidade no produto. Desenhar esse fluxo através de um mapeamento do fluxo de valor, permite uma melhor visão e

entendimento do processo, fazendo assim ser possível verificar gargalos, pontos de melhoria e correções necessárias.

O estudo foi realizado no setor de injeção plástica da empresa escolhida e para prosseguir é necessário contextualizar o funcionamento do processo e como é configurado os setores envolvidos.

O controle de qualidade é composto por vinte colaboradores, distribuídos em duas ramificações, sendo uma delas as operacionais, composta pelos inspetores que fazem o trabalho de inspecionar os produtos no chão de fábrica, e a outra ramificação dos encarregados, que gerenciam os inspetores.

O funcionamento da fábrica é de sete dias por semana em dois turnos de doze horas diárias e cada operador é responsável por quatro máquinas injetoras no processo. Em cada turno dois inspetores são designados para realizarem inspeções no processo de injeção plástica na frequência de duas vezes por turno em cada máquina.

1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.1.1 Objetivo Geral

Aplicar o Mapeamento de Fluxo de Valor para analisar os resultados obtidos a partir da implementação do autocontrole no processo de injeção plástica na empresa escolhida, e assim verificar a eficiência da aplicação da ferramenta de controle ao comparar com o período sem a utilização da mesma no processo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Avaliar os dados anteriores à implementação do autocontrole no processo de injeção plástica;
- b) Avaliar os dados de não conformidade, produtividade e sucata referentes a 6 meses de produção para ter uma base sólida de informação;
- c) Aplicar o mapeamento de fluxo de valor no processo de injeção plástica para analisar o antes e depois;

- d) Analisar os resultados dos dados compilados com a finalidade de verificar a eficiência na aplicação do método de autocontrole e observar se os ganhos foram expressivos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o avanço da competitividade no mercado, as empresas enxergam a oportunidade de promover a redução de custos e aumentar a qualidade do produto para se manterem competitivas no mercado.

De acordo com Goshime (2018), as empresas estão em busca da redução de desperdícios, seja eles de tempo, de materiais ou outros em geral. Com isso, toda atividade no processo que não agregue valor ao produto e ao cliente, devem ser retiradas ou reformuladas para que tenham uma finalidade positiva e agregadora.

Com o aumento do custo de insumos, a empresa estudada visualiza a oportunidade de redução de gastos desnecessários na sua cadeia de processo e diminuição de sucatas. Pois, quando os custos estão elevados, eles refletem diretamente na margem de lucro dos produtos.

Com a implantação do autocontrole, foi inserida mais uma atividade ao operador de máquina, porém essa pesquisa visa verificar a eficiência da aplicação da ferramenta de controle comparando com o período sem a utilização do mesmo no processo. Para assim, tornar-se claro em dados, a importância do novo fluxo no processo e a diminuição de sucatas desnecessárias, auxiliando a empresa na redução de custos.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa presente foi desmembrada em cinco capítulos. No primeiro capítulo está contida a introdução aqui apresentada, o objetivo geral, os objetivos específicos e também a justificativa do tema escolhido.

No capítulo de número dois, foi dissertado os conceitos e teorias que mais contribuíram para entendimento da pesquisa: Controle de Qualidade, *Lean Manufacturing*, Manutenção produtiva total, Mapeamento do Fluxo de valor, métodos de aplicação do mapeamento e entendimentos básicos sobre injeção plástica nos processos produtivos.

No terceiro capítulo, a metodologia escolhida foi apresentada. Além dos detalhes a respeito das ações resultantes para atingimento dos objetivos específicos e consequentemente do objetivo geral.

O quarto capítulo incluiu a parte da análise dos dados coletados e dos mapeamentos de fluxo de valor realizados. Foram demonstradas as evoluções quando comparado o processo anterior a implantação do autocontrole. Também, a descrição da coleta e filtro dos dados, suas validações, realização dos mapeamentos do fluxo de valor e seus fluxogramas de processo.

No capítulo cinco foram apresentadas as considerações finais a respeito do tema escolhido para estudo. E no capítulo seis as contribuições acadêmicas, econômicas e sociais do trabalho.

Por fim, as referências bibliográficas utilizadas para êxito da pesquisa foram listadas no final da dissertação. As mesmas foram norteadoras para delimitar e agregar no estudo do objeto escolhido.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Controle de Qualidade

As definições de qualidade são destacadas por diversos autores consagrados ao longo dos anos. Para Deming (1982), a qualidade é atender continuamente às necessidades e expectativas dos clientes a um preço no qual eles estão dispostos a pagar. Enquanto para Juran (1979), a qualidade significa aquelas características dos produtos que atendem às necessidades do cliente e, assim, proporcionam sua satisfação. Ou seja, é conhecer o que seu mercado espera e produzir conforme essa exigência.

Joseph Juran é conhecido como um dos gurus da qualidade e para ele os funcionários da empresa, independente da hierarquia ou setor, precisam estar envolvidos nos processos de qualidade, pois através delas é possível atingir um elevado desempenho no processo e no serviço ao cliente. Ele defende que todos devem entender o compromisso com a qualidade.

Para Feigenbaum (1986), a qualidade é a correção dos problemas e das suas respectivas causas ao longo de toda cadeia que possuem relação com a engenharia, produção, manutenção, marketing e projetos, e que assim afetam a satisfação do cliente final.

Campos (2004) vai além ao definir a qualidade. Para ele, um produto ou serviço que tenha qualidade é aquele que cumpra perfeitamente de forma confiável, acessível, no tempo certo e de forma segura as necessidades do cliente. Em outras palavras é ter um projeto perfeito sem defeitos, com baixo custo, com entrega no prazo certo e seguro para o cliente.

Com a definição de qualidade citada por quatro autores distintos, pode ser percebido que todos tem em comum o cliente como centro da qualidade. É o cliente o portador das necessidades e exigências, norteador da qualidade e sua relevância no mercado inserido. A preferência do consumidor na marca irá demonstrar quão boa está a qualidade do produto da empresa, se esse for o posicionamento estratégico no mercado que atue.

Juran (1979), fundamenta a qualidade em três pilares, conhecido como a trilogia de Juran. Sendo eles: o controle da qualidade, o aprimoramento da qualidade e o planejamento da qualidade.

De acordo com Kumar (2018), a globalização nivelou a competitividade, principalmente com o aprimoramento de desenvolvimento de tecnologia, qualidade e custo. A melhoria contínua na qualidade pode ser uma saída para a competição global que se intensifica diariamente.

A qualidade pode ser vista de diversas vertentes, e para Deming (1982), ela só pode ser definida em termos de quem a avalia, como por exemplo, se o operário que produz puder se orgulhar do que produziu, pois, a baixa qualidade impactará diretamente nos negócios e conseqüentemente no seu emprego.

Quando se fala de qualidade, muitas vezes ela é relacionada com a diminuição na produtividade. Entretanto, Campos (2004) afirma que a produtividade nada mais é que produzir mais e/ou melhor com cada vez menos.

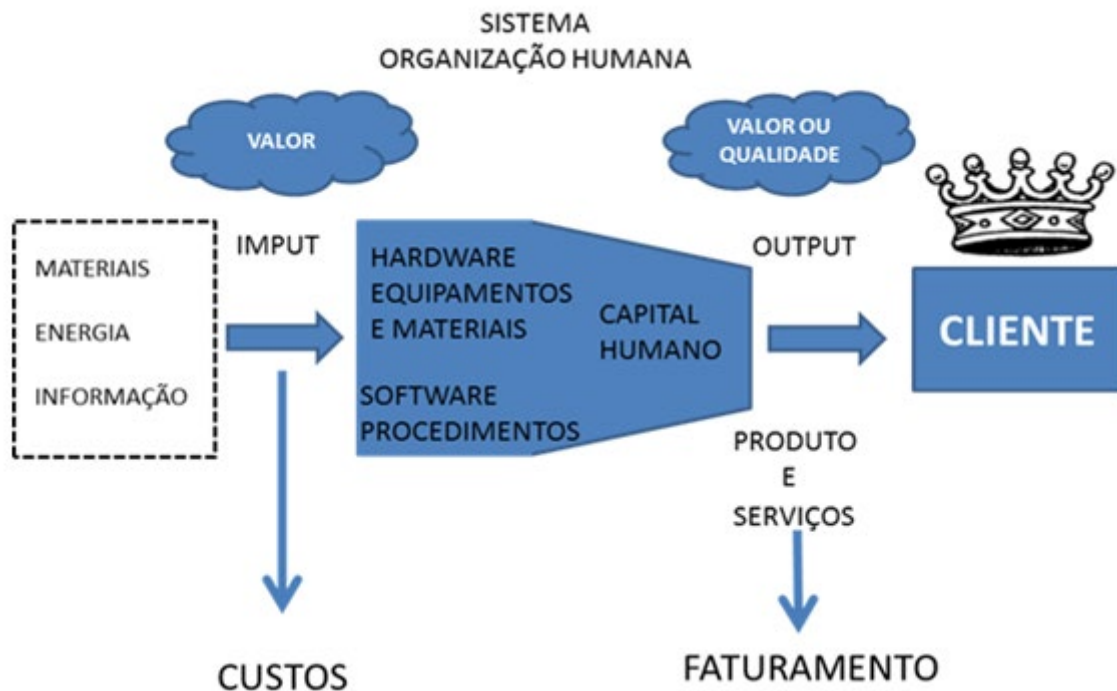
Para Deming (1982), a produtividade é aumentada pela melhoria na qualidade. Logo, com a diminuição de defeitos, retrabalhos, descartes de produtos não conformes, ajustes constantes no processo, entre outros fatores internos que ocorrem com uma má qualidade, os custos de produção também diminuem e é possível ser mais produtivo ao longo dos processos.

Fatores externos também são relevantes para uma qualidade elevada, como por exemplo, quando há uma ausência de erros que poderiam resultar em falhas em campo, reclamações de clientes, insatisfação de consumidores, entre outros problemas. Também, direcionando seu significado para os custos, uma qualidade superior, com mínimo de erros, geralmente irá custar menos para a empresa.

Alguns termos que são muito usados ao falar de produtividade são o *input* e *output*. O primeiro está relacionado com o que a empresa consome, e o segundo ao que ela produz. A produtividade pode ser representada como um quociente entre output e input, ou seja, a produtividade é igual ao quociente do que a empresa produz e o que ela consome no processo.

Para aumentar a produtividade, Campos (2004) divide as organizações humanas em três elementos básicos. O primeiro é chamado de "*hardware*", que são os equipamentos e materiais. O segundo é o "*software*" que são os procedimentos. E por último é o "*humanware*" que é o ser humano envolvido. Na Figura 1 é possível observar o fluxo de um sistema baseado nessa definição.

FIGURA 1 – PRODUTIVIDADE COM TAXA DE VALOR AGREGADO



Fonte: CAMPOS (2004, p.5).

Para um aumento de produtividade os três elementos básicos (*hardware*, *software* e *humanware*) devem ser melhorados de acordo:

- a) *Hardware*: um capital disponível para compra de equipamentos e matérias primas que irão auxiliar no aumento da produtividade.
- b) *Software*: depende diretamente do desenvolvimento do capital humano. Os procedimentos e métodos estão relacionados com as pessoas envolvidas e como elas irão cumpri-los e absorvê-los.
- c) *Humanware*: investimento em conhecimento. Podendo ser técnico, através de treinamentos, cursos formais e consultorias de outras empresas, mas também de valores que são importantes para a organização.

Com o entendimento da relação entre qualidade e produtividade é possível fazer um estudo alinhando os dois fatores que estão diretamente envolvidos. O controle da qualidade total auxilia no atingimento do objetivo de aumentar a produtividade e a própria qualidade.

Ele é exercido por todos da empresa, assim como a qualidade total, que busca a satisfação das necessidades de todos envolvidos.

Segundo Feigenbaum (1986), que formulou os princípios do controle de qualidade total, o objetivo principal é de criar um controle preventivo, desde o começo do projeto até o final na entrega ao cliente, aliado a uma perspectiva multifuncional. Para ele a qualidade elevada é difícil de ser atingida se os setores trabalharem de forma isolada.

A definição do controle de qualidade total para Feigenbaum é de que a qualidade total significa ser guiado pela excelência e não ser guiado pelos defeitos. E ele defende que o cliente é quem tem a palavra final.

Outros princípios básicos do controle da qualidade total, de acordo com Campos (2004), são:

- a) Atender concretamente às necessidades do cliente através da produção e fornecimento de seus produtos e/ou serviços;
- b) Através do lucro contínuo adquirido pelo domínio da qualidade, garantir a sobrevivência da empresa. Quanto maior a qualidade, maior será a produtividade;
- c) Identificar e solucionar os problemas mais críticos, elencando por meio das prioridades definidas;
- d) Tomar decisões, raciocinar e discursar baseado em fatos e em dados concretos. Não utilizar experiência, intuição, coragem ou bom senso para justificar uma tomada de decisão;
- e) Fazer o gerenciamento da empresa ao longo do processo e não somente nos resultados. Realizar o gerenciamento preventivo;
- f) Reduzir metodicamente as dispersões nas variáveis do processo que são as causas dos problemas na produção;
- g) Não autorizar a venda de produtos com defeitos;
- h) Buscar prevenir a origem dos problemas;
- i) Jamais permitir que o mesmo problema seja repetido pela mesma causa raiz que não foi tratada efetivamente;
- j) Respeitar os colaboradores como seres independentes;
- k) Estabelecer e garantir o cumprimento da visão e estratégia da alta direção.

Com essas definições dos princípios básicos da qualidade total, é possível observar que o cliente está presente no foco de toda a organização. E que também, agir preventivamente é a melhor maneira de ter o controle do processo, da qualidade, das instabilidades que podem ocorrer e evitar custos que não agregam valor.

Além disso, não permitir que erros que já aconteceram sejam repetidos quando for a mesma causa aparente é uma forma de incentivar que análises e soluções sejam bem preparadas e executadas, para assim não perder tempo e recurso com um problema que já poderia ter sido resolvido anteriormente.

Os custos de qualidade, para Juran (1979) são aqueles custos que não deveriam existir se o produto tivesse conforme as especificações de qualidade na primeira vez que foi produzido. Como por exemplos os gastos relacionados a retrabalho na produção, a sucatear material com defeito, a produzir novamente o produto, entre outros. E segundo ele, esses custos são divididos em quatro categorias, os custos de prevenção, os de avaliação, os de falhas internas, e os de falhas externas.

Já de acordo com Feigenbaum (1986), os custos de qualidade estão relacionados com a criação e o controle de qualidade, envolvendo a garantia de segurança, falhas nos requisitos de produção e também aos custos depois que o produto chega aos clientes. Para ele os custos de qualidade estão relacionados a satisfação do cliente.

O controle de qualidade, de acordo com Campos (2004), é abordado com três objetivos:

- a) Planejamento da qualidade esperada pelos clientes. Saber o que eles desejam, suas necessidades em métricas mensuráveis para que seja possível gerenciá-las e atingi-las;
- b) Manter a qualidade esperada pelos clientes. Após um planejamento e execução bem realizados, é importante manter os resultados, cumprir os padrões e agir caso ocorra desvios. Na Figura 2 é exemplificado como manter esse processo;
- c) Melhorar a qualidade esperada pelos clientes. É essencial que a melhoria contínua ocorra nos processos envolvidos, sendo necessário encontrar os problemas e realizar algum método de solução de problemas que seja escolhido pela organização.

Para atingir esses objetivos, o Ciclo PDCA (*plan, do, check, act*), que foi criado por Deming e é uma ferramenta utilizada em todo tipo de empresa, auxilia em todas as etapas do processo. Desde o planejamento e definição de metas, problemas, melhorias, passando pela execução do planejado, depois verificando se está sendo realizado de forma correta, e por fim atuando corretivamente no que for constatado que necessita ser ajustado.

FIGURA 2 – FATORES BÁSICOS PARA O CICLO DE MANUTENÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE

PDCA	ETAPAS	ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO NO CONTROLE DA QUALIDADE	OBSERVAÇÕES
P	①	Estabelecimento do Padrão de qualidade	Estudar e determinar as necessidades de seus clientes
	②	Estabelecimento dos Procedimentos-Padrão	Estabelecer o Processo de acordo com as necessidades do cliente
D	③	Trabalho de Acordo com Padrões	As pessoas devem estarem treinadas em cumprir e manter os valores dos padrões
C	④	Medidas	Estabelecer métricas
	⑤	Padrões de Verificações	Definir padrões de verificações (inspeção)
	⑥	Verificação	Verificar se não há inconformidades em relação aos padrões de verificações
A	⑦	Eliminação das Não-Conformidades	Eliminar as causas das Não-conformidades

Fonte: CAMPOS (2004, p.46).

A primeira etapa de um processo é estabelecer o padrão de qualidade. Ao conhecer o padrão que deseja atingir é possível traçar o caminho que será percorrido para alcançar o objetivo definido. É importante que a equipe responsável saiba o que o cliente interno e/ou externo necessita ao definir o padrão de qualidade.

Em seguida, ainda na etapa de planejamento, é necessário estabelecer os procedimentos padrões. Definir o processo que será trilhado para atingir o padrão de qualidade é importante para guiar o time, encontrar possíveis melhorias, aumentar a produtividade, entre outros benefícios. Não saber o caminho que se deve tomar é tão prejudicial quanto não saber o objetivo que deseja atingir.

Na etapa seguinte, a da execução, os funcionários da empresa devem estar treinados e comprometidos a exercer suas atividades de acordo com o padrão de qualidade definido. E além disso, manter a qualidade em todas as suas tarefas não deixando que esse padrão definido seja desmerecido.

Entrando na etapa de verificação, três caminhos devem ser observados e cumpridos. O primeiro deles é estabelecer métricas para verificar se a atividade está sendo bem realizada. Sem uma métrica bem definida é difícil medir efetivamente as tarefas realizadas. Com isso não há como decidir se necessita de correção ou não.

Após essa definição, é importante estabelecer os padrões de verificações que serão utilizados, ou seja, quais inspeções serão realizadas para garantir a qualidade daquele processo e produto. Por fim, nessa etapa do ciclo, é constatar se há não conformidades baseadas no padrão definido nas etapas anteriores.

Por conseguinte, ao finalizar as verificações, o ciclo é finalizado na etapa de atuação corretivamente das não conformidades encontradas anteriormente. Nessa etapa são eliminados todos os problemas constatados e armazenadas as informações para que não haja repetição.

Para Deming (1982), a realização do gerenciamento deve-se ser retirado qualquer barreira que não permita o funcionário de fazer um bom trabalho, entendendo a diferenciação entre o discurso e a prática.

Importante ressaltar que as definições de qualidade de um determinado produto, ou processo, ou serviço são flutuantes. Isso significa que ao decorrer do tempo elas se modificam devido a mudança do comportamento do cliente interessado, seja ele interno ou externo.

Para lidar com essas constantes mudanças, que são inseridas num mercado extremamente competitivo, é importante que a empresa não estagne num objetivo que já deu muito certo um dia. É primordial que as metas sejam revisadas e reanalisadas para que não se tornem obsoletas.

Algumas soluções são a criação de produtos ou serviços mais baratos, ou com qualidade superior, mais seguros, ou com maior eficiência nas entregas. Tudo depende do estudo de mercado realizado para descobrir quais as necessidades que os clientes estão demonstrando com suas ações de compra.

Também, a manutenção de uma qualidade elevada em uma empresa deve ser tratada com comprometimento por todos os funcionários, desde a alta direção até o chão de fábrica. Sendo disseminada para entendimento de todos, utilizando linguagens acessíveis para cada público alvo que se deseja atingir.

Segundo Feigenbaum (1986), antigamente a qualidade era realizada apenas pelo controle de qualidade. Apenas ela realizava inspeções e selecionava os produtos que estavam em conformidades para comercializar para os clientes.

Para Deming (1982), o operário deve fazer parte do aperfeiçoamento da qualidade, e também o considera o ativo mais valioso da empresa e que garante a sobrevivência da mesma. Ele também aprecia que os fornecedores trabalhem em conjunto numa relação de longo prazo e de confiança. Ou seja, o gerenciamento do relacionamento entre todos os envolvidos para produção do produto final é muito importante para um resultado satisfatório.

Atualmente, o envolvimento dos operadores e dos outros setores da fábrica acontecem de forma a agregar valor e balancear as atividades de modo que a qualidade seja elevada.

2.2 Lean Manufacturing

O conceito do sistema Toyota de produção teve início no Japão por Taichii Ohno e Eiji Toyoda, na fábrica da própria Toyota, em meados da década de cinquenta. Após a Primeira Guerra Mundial, a família Toyoda, fundadora da marca, decidiu adentrar no ramo de produção em larga escala de carros e caminhões. Entretanto, segundo Womack et. al (1990), eles esbarram em algumas dificuldades.

A primeira era que o mercado doméstico no Japão era limitado e demandava uma grande gama de veículos diferentes. Também, a mão de obra japonesa não estava mais disposta a ter o tratamento de peças intercambiáveis, isto é, os sindicatos ganharam forças exigindo remunerações mais justas aos trabalhadores.

Além disso, uma grave crise econômica ocorria, oriunda da guerra mundial que destruiu o país e dificultava a compra de novas tecnologias ocidentais. E por fim, fora do

Japão existia uma variável gama de produtores automobilísticos consagrados que estavam dispostos a combater qualquer tentativa de exportação japonesa.

Na década de cinquenta, Taichii Ohno e Eiji Toyoda decidiram visitar a fábrica da Ford em Detroit nos Estados Unidos, e passaram três meses, de acordo com Womack et. al (1990), observando como era o processo de fabricação deles, conhecido como fordismo. Eiji estudou minuciosamente cada processo da fábrica da Ford e acreditou que aquele sistema de produção poderia ser melhorado.

Eles perceberam que o modelo da época, o fordismo, tinha alguns pontos negativos como o acúmulo de produtos parados em estoque, os esforços repetitivos do operário, desperdício de material, desgaste de máquinas, entre outros. E para conseguirem ser competitivos nesse grande mercado, eles voltaram para o Japão com ideias de corrigir esses pontos negativos através de aumentar a produtividade, reduzindo os desperdícios observados. E assim foi criado o Sistema Toyota de Produção.

Existem dois métodos de manufatura muito conhecidos, o de empurrar e o de puxar. De acordo com Ohno (1988), o método de empurrar, bastante utilizado nas indústrias, o produto é produzido em sequência desde o posto um. O planejamento da produção no Sistema de empurrar é definido pelas previsões de demanda e pelos estoques prontos.

Já no sistema puxado de produção, o processo final recolhe as quantidades necessárias do processo anterior fazendo o mesmo por todos os processos anteriores, de forma inversa. O sistema Toyota utiliza o método puxado em suas produções.

O sistema Toyota de produção tem como base a absoluta eliminação de desperdícios e atividades sem valor agregado no processo, produção ou serviço. E logicamente, implementando uma melhoria para que agregue o valor almejado. É um processo contínuo que tem como dois pilares o *just in time* e a automação com um toque humano (Ohno, 1988).

O *just in time* tem por objetivo que os produtos ou peças estejam no local destinado a produção somente no momento que serão utilizadas e apenas na quantidade realmente necessária. Quando uma companhia consegue seguir esse fluxo de forma integral, é possível alcançar um estoque zerado.

Para atingir esse modelo ideal de *just in time*, alguns métodos de gestão foram criados, como por exemplo o *Kanban*. Ele é uma forma de facilitar a comunicação e a

identificação entre os processos. Desse modo, indica as necessidades do que precisa ser produzido e auxilia no controle para evitar produções desnecessárias.

O outro pilar, a automação com toque humano, é uma base essencial para esse sistema. Na Toyota uma máquina automatizada com um toque humano é aquela que possui um dispositivo de parada automática (Ohno, 1988). Assim, a inteligência humana é colocada na máquina para que em eventuais erros, ela possa parar e não produzir produtos danificados. E além disso, evitar que a máquina seja danificada.

Também chamada de autonomia, ela é benéfica pelo fato que não necessita do operador enquanto a máquina tiver em normalidade de funcionamento. Somente quando o equipamento parar de funcionar devido algum problema é que o operador deve intervir.

Além disso, em termos de gestão, a parada de máquina força com que não só o operador, mas também todos os envolvidos, supervisão, manutenção, engenharia, tenham ciência dos ocorridos e compreendam que existe algum problema, para assim melhorias acontecerem. Os dois pilares, *just in time* e autonomia, se unem para trazer o trabalho em equipe e o talento individual respectivamente.

Outro ponto relevante ao falar sobre a filosofia Toyota, é que a redução de custo é tida como um objetivo para qualquer indústria. Ohno (1988) cita que não existe fórmula mágica, mas sim um sistema de gestão que desenvolva as habilidades humanas com a finalidade de extrair criatividade e operosidade, e assim ser possível utilizar os recursos da melhor maneira eliminando os desperdícios.

Conforme De Oliveira et.al (2019), o sistema Toyota de produção também pode ser conhecido como *lean manufacturing*. Ele tem como objetivo maximizar a produção utilizando o mínimo de recurso possível, reduzindo tempo, movimentação, uso de equipamentos para aumentar o valor agregado no produto final.

Com a difusão do sistema Toyota pelo mundo, o *Lean* passou a ser conhecido e utilizado por outras empresas. O Lean, de acordo com Psomas & Antony (2017), é uma filosofia que tem como princípios:

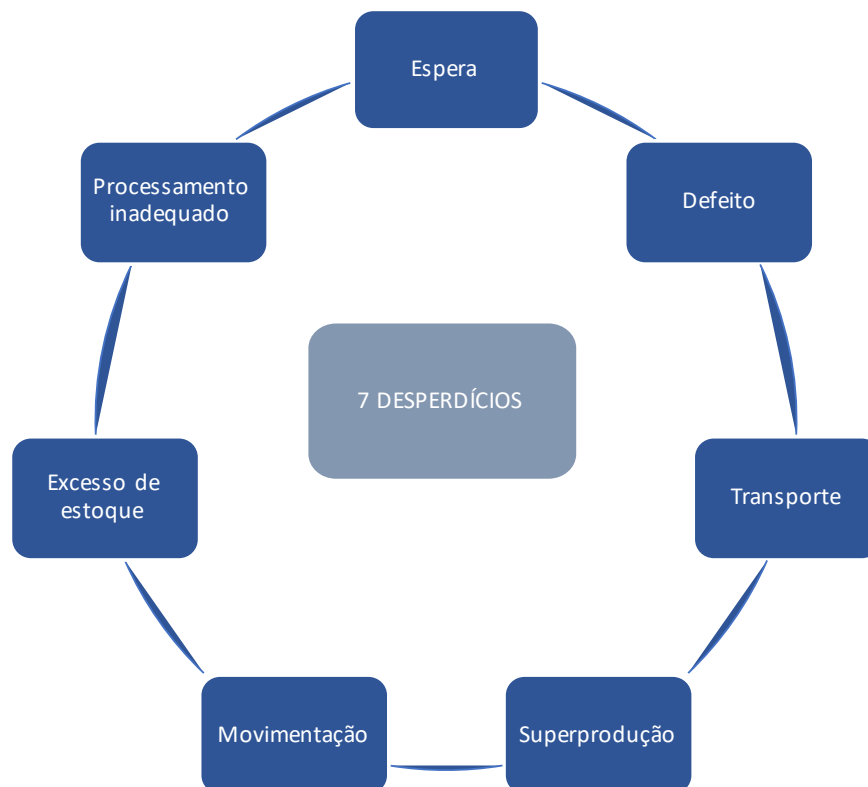
- a) Definir valor do cliente;
- b) Identificar o fluxo desse valor eliminando desperdícios;
- c) Criar um fluxo contínuo;

- d) Projetar e fornecer o que o cliente deseja *just in time*;
- e) Ir em busca da perfeição.

Também chamada de manufatura enxuta, segundo Goshime et. al (2017), o objetivo principal é a melhoria operacional eficiente através da redução de custos pela diminuição ou eliminação de atividades sem valor e desperdícios.

Na bibliografia, sete são os desperdícios conhecidos que podem ser observados na Figura 3.

FIGURA 3 – Os 7 DESPERDÍCIOS



Fonte: Próprio autor (2023)

Ohno (1988) definiu cada um dos 7 desperdícios que não agregam valor ao processo:

- a) Espera: quando o processo fica em estado de espera, dependendo de matéria prima, mão de obra, ferramentas, equipamentos, etc. A produção dos lotes fica parada por pausas que não agregam valor;
- b) Defeito: com o excesso de produção, produtos com defeitos são mais difíceis de detectar devido aos grandes lotes. São produtos que não estão de acordo com as especificações e que terão de ser retrabalhados ou sucateados;
- c) Transporte: a movimentação de peças, instrumentos e matéria prima de uma forma ineficiente. Os deslocamentos entre processos aumentam o tempo de total de fabricação, além de poder causar danos ao produto;
- d) Superprodução: produzir uma quantidade maior que a demanda do cliente ou no momento errado causando um acúmulo no estoque. É considerado um dos mais comuns desperdícios encontrados;
- e) Movimentação: movimentos desnecessários no posto de trabalho, como por exemplo os deslocamentos dispensáveis dos operadores devido ao posicionamento errôneo de equipamentos;
- f) Excesso de estoque: com a superprodução um dos efeitos é o acúmulo de estoques desnecessários de produtos acabados que não serão utilizados de imediato ocupando espaço no armazenamento e material parado;
- g) Processamento inadequado: utilização errônea de equipamentos, ferramentas, processos, entre outros. Atividades que não agregam valor, que não são necessárias para a fabricação ou qualidade do produto.

Segundo Ohno (1988), quando falado de eliminação total de desperdícios, dois pontos devem ser levados em consideração:

- a) O aumento da eficiência só fará sentido se tiver atrelado a redução de custos. Para conseguir, deve ser produzido apenas o necessário com a menor quantidade de mão de obra possível;
- b) Observar a eficiência de cada operador e de cada linha. A eficiência deve aumentar em cada processo e ao mesmo tempo na fábrica toda.

Para De Oliveira et.al (2019), o Lean faz uma abordagem multiprática, garantindo a eficiência interagindo diversos sistemas para que o cliente tenha o que precise no momento que ele queira, sem desperdícios. Diferentemente de como era realizada no passado a produção em grande escala, sem a preocupação com a análise dos desperdícios que entendiam ser parte do processo.

Conforme Pereira et. al (2019), com a aplicação do *Lean* é possível aumentar a eficiência diminuindo seus custos de produção, aumentando a qualidade do produto e reduzindo os prazos de entrega. Porém um dos maiores desafios é a constância, manter a filosofia em funcionamento dentro da empresa, fazendo com que ela se sustente pelo período mais longo de tempo.

Além disso, a melhoria contínua nem sempre significa um investimento de alto valor. A filosofia da continuidade é utilizada justamente para que pequenas melhorias possam ser realizadas diariamente por diferentes níveis hierárquicos dentro da organização, e com diferentes custos, buscando uma solução a curto espaço de tempo ou a baixo custo.

Com um objetivo direcionado, de acordo com Garza-Reyes et.al (2017), na redução agressiva de atividades sem valor agregado, como resíduos, e várias ferramentas são utilizadas para fazer com que se chegue ao objetivo do *Lean*, entre elas 5S, *just in time*, kaizen, autocontrole, mapeamento de fluxo de valor, kanban, entre outras. Nesse trabalho foi aprofundando o mapeamento de fluxo de valor.

No estudo de caso em uma empresa especializada em moldagem por injeção plástica, realizado por Cheung (2017), foi utilizado o kanban para reduzir desperdícios. O resultado obtido foi uma redução de 90% no tempo total de operações relacionadas a pedidos de clientes e fornecedores de uma fábrica de injeção plástica.

No mesmo trabalho, também foi aplicado o 5S e a manutenção produtiva total aplicada na redução de energia elétrica. Ocorreu uma diminuição de 41% nos consumos no processo de produção. Com isso, é possível observar as diferentes nuances que as ferramentas da qualidade podem exercer para alcançar os objetivos pretendidos.

2.3 Manutenção produtiva total

A manutenção produtiva total é uma metodologia também conhecida em inglês por *Total Productive Maintenance*, sendo sua sigla amplamente utilizada, que é TPM. Com origem no Japão em meados do 1950, ela foi criada pela falta de uma estratégia de gerenciamento de equipamentos para dar suporte a qualidade total.

Para Nakajima (1988), a definição da manutenção produtiva total é um sistema de manutenção que engloba todos os funcionários, do chão de fábrica até a alta direção, para melhoria dos equipamentos usados.

Os objetivos principais do TPM são citados por Teles et.al (2023) como:

- a) Melhorar a eficiência do equipamento;
- b) Melhorar a eficácia e eficiência da manutenção;
- c) Administrar o gerenciamento dos equipamentos e das manutenções preventivas;
- d) Treinar os funcionários envolvidos para aperfeiçoar suas habilidades;
- e) Envolver o operador na rotina da manutenção.

Para Aguiar et.al (2019), o objetivo principal dessa filosofia é construir uma estrutura que seja possível maximizar a eficiência e prevenir todo tipo de perda, focando nos três pilares de zero falhas, zero acidentes e zero defeitos, sempre envolvendo todos os setores da empresa que executam as atividades relacionadas.

Com isso, é concluído que essa metodologia se preocupa em envolver todos os operadores para assim obterem o foco de redução de quebra de equipamento, de retrabalhos, reclamações de clientes, acidentes, entre outros.

Os pilares do TPM são divididos em oito e segundo Lampkowski et al. (2006) citado por Teles et.al (2023) podem ser definidos como:

- a) Educação e formação: Aprimoramento das habilidades dos colaboradores para assim ter um conhecimento maior dos equipamentos operados;

- b) Manutenção autônoma: Dividir os operadores em grupos autônomos para aprenderem a preservar melhor as máquinas, identificar perdas e realizar melhorias quando forem necessárias;
- c) Melhoria do equipamento: Identificar maiores perdas causadas pelo equipamento ou processo para assim buscar formas de zerar as perdas encontradas;
- d) Manutenção planejada: Prevenir a manutenção e assim deixar o setor de manutenção mais eficiente;
- e) Controle inicial: Fazer um levantamento de equipamentos melhores para aquisições;
- f) Manutenção da qualidade: Focar em atingir a meta zero de defeitos para assim entregar aos clientes produtos com qualidade elevada;
- g) Segurança, higiene e meio ambiente: Melhorias na prevenção de acidentes e assim eliminar atos e condições inseguras. Além disso evitar danos ao meio ambiente reduzindo impactos ambientais;
- h) Departamentos administrativos: Focado na melhoria, aumento da eficiência e em eliminar desperdícios e perdas no processo.

Com os pilares bem definidos, os resultados que serão gerados percorrem um caminho mais satisfatório sendo realizados por etapas e atingindo os objetivos de maneira mais sólida.

Além dos pilares, outro conceito é importante ao falar da manutenção produtiva total, que é as grandes perdas. As seis grandes perdas no processo produtivo que influenciam na queda da eficácia do equipamento segundo Nakajima (1988) são:

- a) Paradas por falha no equipamento: As falhas ou quebras na máquina causam um não atendimento ao processo devido suas paradas, além de no caso de quebra um custo de reparo para a correção;
- b) Setup e ajustes: As trocas entre a produção de um item para outro diferente causam uma parada e uma redução na velocidade até o atingimento da nova produção e parâmetros;

- c) Paradas de curta duração: Ao parar por tempo não maior que 10 a 15 minutos, quando a máquina possui paradas constantes ou não funciona por causa de problemas temporários;
- d) Redução de velocidade: Aquelas perdas oriundas da diferença de velocidade na qual a máquina foi projetada e a que ela está funcionando. E que conseqüentemente podem causar problemas mecânicos, elétricos e de qualidade;
- e) Produtos defeituosos e retrabalhos: Provenientes de problemas de qualidades causando produtos com defeito que causam sucata e atrasos na produção;
- f) Início de produção: As perdas decorrentes aos ajustes realizados para estabilizar a produção ao iniciar que podem utilizar um tempo maior devido a falta de conhecimento e habilidade do operador, instabilidade na máquina, entre outros.

Outras perdas podem ser citadas como por exemplo:

- a) Troca de ferramentas: Relacionadas a paralisação da produção para troca de por exemplo facas, filtros, entre outros;
- b) Desligamento do equipamento: As perdas relacionadas a parada do processo devido ao final de produção, manutenções periódicas, entre outras;
- c) Falhas administrativas: Esperas de materiais como embalagem, matéria-prima devido uma falha interna de movimentação;
- d) Falhas operacionais: A falta de conhecimento do operador pode causar falhas como troca de material, ajustes errados de parâmetros, entre outras situações;
- e) Falta de mão de obra: A indisponibilidade de mão de obra que pode ocorrer por causa de atrasos de operadores, intervalos, atrasos de transportes;
- f) Qualidade do material: Aquelas oriundas da necessidade de trocar o lote do material devido a má qualidade que afeta a produção;
- g) Utilidades: Falta de energia elétrica, ar comprimido baixo, falta de água, entre outros;

- h) Rendimento: Queda no rendimento devido inventários, retrabalhos;
- i) Gastos de reposição de peças: Perdas oriundas do custo de reposição de peças.

Com a identificação das perdas no processo, é possível encontrar o motivo real do rendimento abaixo dos equipamentos, e conseqüentemente trazer melhorias e redução de desperdícios.

2.3.1 Eficiência global do equipamento

A eficiência global do equipamento é um indicador que pode ser conhecido como *Overall equipment effectiveness* (OEE). O mesmo teve origem por causa da metodologia da manutenção produtiva total, sendo assim ser possível medir o índice do desempenho dos equipamentos.

De acordo com Santos et.al (2019), o OEE é uma medida fundamental para realizar a avaliação da eficiência dos equipamentos, para assim poder encontrar os aspectos que necessitam de melhoria. Com o acompanhamento desse indicador é possível aumentar a produtividade, a produção e reduzir os custos.

O indicador é calculado através de três pilares centrais que são a disponibilidade, o desempenho e a qualidade. A disponibilidade está relacionada ao equipamento estar disponível para produção, e os fatores determinantes para avaliar são falha ou quebra de máquina, preparação de máquina para iniciar o processo e os ajustes necessários, entre outros.

Existem dois tipos de paradas de máquina, as planejadas e as não planejadas. Segundo Bernardelli e Regattieri (2022) as paradas planejadas são aquelas que não interferem na disponibilidade, pois já são paradas conhecidas como o almoço, pausas programadas, feriados, entre outros. Já as paradas não planejadas envolvem quebra de equipamento por exemplo.

Para calcular a disponibilidade do equipamento é utilizada a seguinte equação:

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{tempo total programado} - \text{paradas não planejadas}}{\text{tempo total programado}} \times 100$$

Ou seja, para encontrar o resultado da disponibilidade é necessário ter o tempo total programado e diminuir as paradas não planejadas de produção, para assim dividir pelo tempo total programado e multiplicar por cem para encontrar a porcentagem.

O pilar do desempenho envolve o tempo e o ciclo de produção de um processo. Os fatores determinantes nesse pilar são a ociosidade, paradas pequenas, velocidades abaixo do programado, entre outros. Para calcular o desempenho de produção é utilizada a equação abaixo.

$$\text{Desempenho (\%)} = \frac{\text{total de peças produzidas}}{\text{total de peças planejadas}} \times 100$$

Logo, o resultado do desempenho é calculado através do tempo de ciclo do equipamento multiplicado pelo total de paradas, e com esse valor dividido pelo tempo total programada diminuindo suas respectivas paradas não planejadas.

A qualidade é um pilar que está relacionada ao número de produtos com defeitos que ocorrem no processo. Seus fatores determinantes para o indicador são os refugos, o retrabalho, entre outros. O cálculo desse pilar pode ser observado na equação abaixo.

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{total de peças produzidas} - (\text{total de refugos} + \text{retrabalho})}{\text{total de peças produzidas}} \times 100$$

Com isso a qualidade é calculada através do total de suas peças produzidas diminuindo o total de refugos e retrabalhos, e depois dividindo pelo total de peças realizadas, encontrando assim o índice desse pilar.

Após encontrar os três índices, disponibilidade, desempenho e qualidade, é possível encontrar o valor do OEE através do cálculo abaixo.

$$\text{OEE (\%)} = \text{disponibilidade (\%)} \times \text{desempenho (\%)} \times \text{qualidade (\%)}$$

Ao multiplicar os três pilares é encontrado o valor da eficiência global do equipamento. Para Hansen (2006) citado por Bernardelli e Regattieri (2022), os resultados de eficiência global do equipamento podem ser descritos das seguintes formas:

- a) < 65% = Inaceitável;
- b) 65% - 75% = Aceitável desde que a cada trimestre ocorra melhorias;
- c) 75% - 85% = Muito bom;
- d) > 85% = Meta ideal para processos em lotes;
- e) > 90% = Meta ideal para processos discretos e contínuos.

Segundo Nakajima (1988), considerado o pai do OEE, o resultado de 85% é considerado ótimo e deve ser a meta para os equipamentos, desde que as informações obtidas para os cálculos dos indicadores sejam confiáveis. Para ele os valores ideais de cada pilar devem ser de 90% para a disponibilidade, 95% para o desempenho e 99% para a qualidade.

Após ser conhecido o valor do OEE através dos cálculos, é importante que as empresas utilizem outras ferramentas para auxiliar na visualização dos problemas, no plano de ação para melhorias e correções, identificação de causas e efeitos, para assim ajudar na tomada de decisão orientada pelo resultado.

2.4 Mapeamento do Fluxo de Valor

Um dos métodos mais conhecidos atualmente para identificar desperdícios e melhoria contínua é o Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value stream mapping - VSM*), que foi criado por Mike Rother e John Shook em 1999. Segundo eles, sempre que há um produto para um cliente, há um fluxo de valor, o maior desafio é enxergá-lo.

2.4.1 Fluxo de Valor

Definido por Rother & Shook (1999), o fluxo de valor é toda ação, seja ela agregando valor ou não, que será necessária para produzir um produto. Como por exemplo, o fluxo da produção, que começa desde a matéria-prima até a chegada do produto ao cliente final.

Segundo Rother & Harris (2001), o fluxo contínuo do processo é aquele que permite fluir em continuidade do início ao fim da cadeia, da matéria-prima até o produto acabado.

O fluxo de valor é relacionado como base da eliminação de desperdícios segundo Womack e Jones citado por Paiva et.al (2022). Para eles cinco são as premissas para o combate ao desperdício operacional:

- a) Especificar o que é valor: Identificar os critérios do produto que irão agregar valor ao produto final, através do olhar do cliente, e atingindo as necessidades do mercado alvo;
- b) Identificar o fluxo de valor: A definição do fluxo de valor também pode ser o conjunto de atividades necessárias para a produção do produto, levando em consideração desde a chegada da matéria-prima até a entrega final ao cliente. Essa premissa tem o objetivo de identificar as ações que não agregam valor a esse fluxo e conseqüentemente eliminá-las;
- c) Agregar por meio do fluxo de valor: Agregar valor fazendo com que as atividades fluam de forma contínua no processo;
- d) Buscar a perfeição: Buscar a melhoria contínua do processo visando o pensamento enxuto na produção;
- e) Puxar a produção: Atender a produção através da quantidade solicitada de produtos, evitando estoques desnecessários.

Para Paiva et.al (2022), o fluxo de valor leva em consideração um aspecto mais amplo da produção, e não apenas processos individualizados. Algumas abordagens, para conhecer melhor esse fluxo, podem ser utilizadas como focar no produto do início ao fim do processo, desconsiderar fronteiras de departamentos tendo uma visão do todo, e ter uma visão aberta e crítica sobre mudanças e ferramentas, para assim eliminar desperdícios, ociosidades, tempo de espera, entre outros.

2.4.2 A ferramenta VSM

Atualmente, o mapeamento do fluxo de valor (VSM) é considerada uma ferramenta importante para as empresas, e Rother & Shook (1999) apontam os seguintes fatores:

- a) Auxilia a enxergar mais do que somente processos individuais, com ele é possível enxergar o fluxo;
- b) Propicia uma linguagem comum para simbolizar os processos de manufatura envolvidos;
- c) Ajuda a visualizar mais do que somente os desperdícios. Ao mapear é possível encontrar a fonte dos desperdícios;
- d) Possibilita que as decisões sobre os fluxos sejam visíveis, fazendo que seja possível discuti-las;
- e) Agrega conceitos e técnicas enxutas, que auxiliam a evitar a utilização de técnicas isoladas;
- f) Forma a base de um plano de execução. Os mapas produzidos dos processos servem como referência para a execução enxuta do projeto;
- g) Proporciona a relação entre o fluxo de material e o fluxo de informação, sendo a primeira ferramenta a possibilitar isso;
- h) É mais útil que ferramentas quantitativas que entregam caminhos que não agregam valor. Ao contrário do mapeamento de fluxo de valor, que é ideal para descrever o que realmente será feito para alcançar os números desejados.

É possível observar que a ferramenta proporciona inúmeras utilidades e facilidades, que faz com que seja possível visualizar o chão de fábrica de uma maneira que serve de apoio a manufatura enxuta.

Outros autores como Kumar (2018), corroboram que os objetivos do *Value stream mapping* são:

- a) Projetar visualmente o processo;
- b) Tornar mais fácil a identificação de problemas e melhorias;
- c) Ser uma referência para avaliar os impactos das ações de melhoria;
- d) Ser uma base de trabalho para a melhoria contínua do processo.

Com o mapeamento do fluxo de valor, é possível a representação visual do processo, fazendo com que a análise seja mais direta e objetiva. Além disso, é uma ferramenta que

tem muito poder para apoiar uma tomada de decisão e auxiliar a melhoria contínua devido suas informações que são documentadas.

Garza-Reyes et.al (2017) também defendem o uso da ferramenta, e a define como sendo visual e simples. Com ela é possível visualizar, documentar e compreender fluxos do processo com a finalidade de identificar desperdícios, e com isso progredir nas mudanças propostas.

Muñoz-Villamiza et al. (2019), enfatiza que o *Value stream mapping* é uma ferramenta com a finalidade de mapear um processo produtivo, e que se deve mapear não somente os fluxos de materiais, como também os fluxos de informações que fazem parte da produção. O fluxo de informação é tão importante quanto o fluxo de material, e deve ter o mesmo grau de tratamento. Na Figura 4 é possível observar esse fluxo.

FIGURA 4 – FLUXO DA PRODUÇÃO



Fonte: ROTHER & SHOOK (1999, p.5).

Com o fluxo de informação é ditado para o processo seguinte o que se deve produzir ou fazer em sequência. É importante ter o entendimento que a movimentação de material e a de informação são complementares, e que ambas têm sua importância no processo.

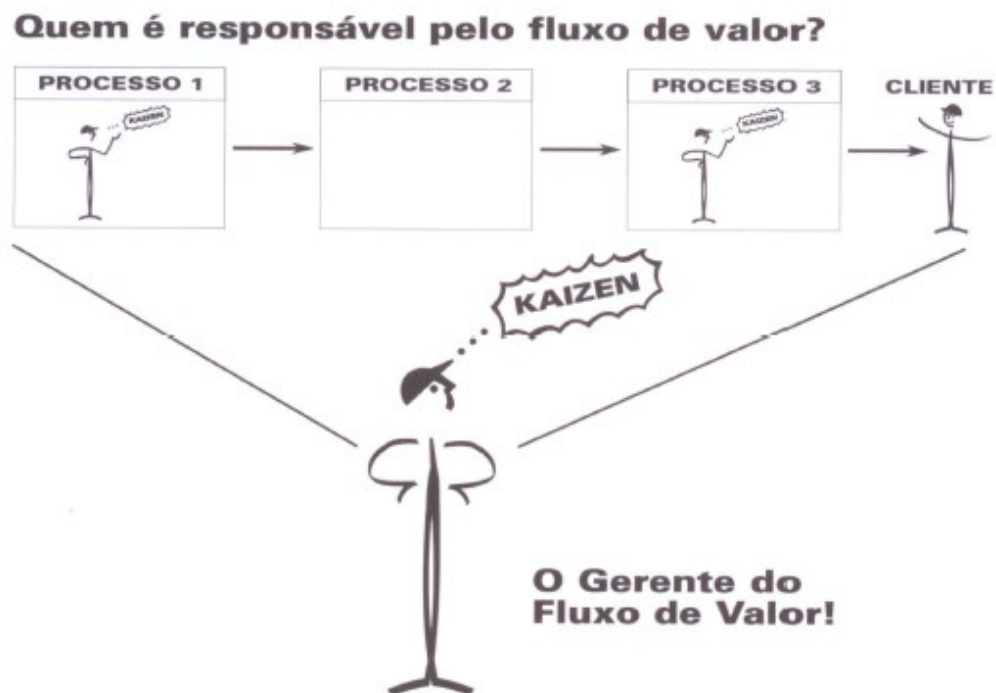
Um exemplo trazido por Rother & Shook (1999) é a Toyota, que pode até usar os mesmos processos básicos que seus fornecedores, como solda ou estamparia, entretanto as plantas da marca regulam sua produção de uma maneira bem diferente. O centro da questão do fluxo de informação é formular um modo que um processo só será acionado quando o processo posterior pedir.

O *Value stream mapping* vem sendo muito utilizado para redução de desperdícios. De acordo com Stadnickay & Litwin (2019), os modelos de mapeamento podem ser utilizados tanto em sistemas de manufatura simples quanto complexos.

Conforme Cheung et. al (2017), com o mapeamento de fluxo de valor é possível visualizar o tempo para processos de produção e encurta-lo nas operações entre os processos. Um dos benefícios do *Value stream mapping*, de acordo com Rother & Shook (2003), é tornar as decisões sobre o fluxo de valor visível, para assim discuti-las, além de ser uma ferramenta qualitativa que demonstra em detalhes como o fluxo deveria ser operado.

É importante definir uma pessoa para mapear o processo, que de acordo com Rother & Shook (1999), será o gerente do fluxo de valor. Ele será responsável por liderar o mapeamento, monitorar a implementação, manter atualizado, entre outras atribuições. Se não houver centralização dessas atividades, ficará mais difícil alcançar o êxito. Na Figura 5 é representado a função do gerente do fluxo de valor.

FIGURA 5 – GERENTE DO FLUXO DE VALOR



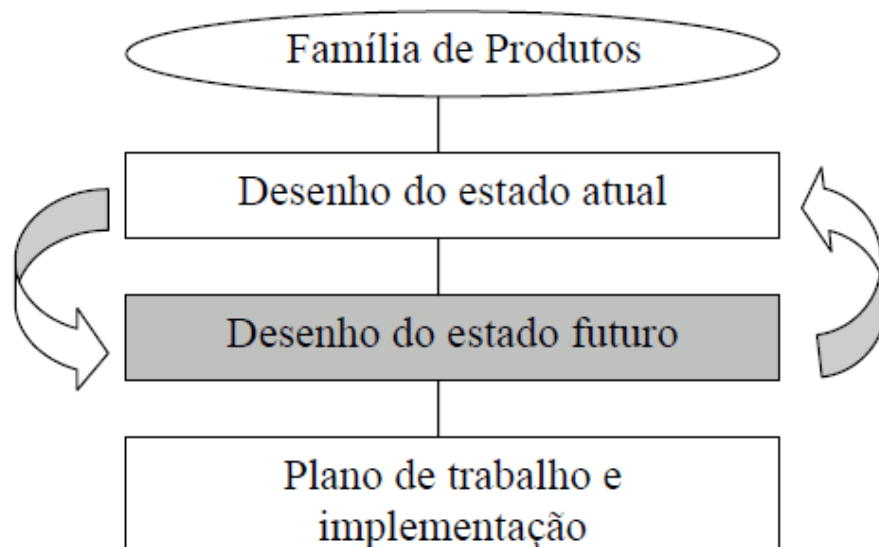
Fonte: ROTHER & SHOOK (1999, p.7).

Algumas das tarefas que são de responsabilidade do gerente do fluxo de valor, de acordo com Rother & Shook (1999):

- a) Informar os progressos da implementação enxuta para a pessoa com maior autoridade na unidade produtiva;
- b) Liderar a criação dos mapas dos fluxos, assim como do plano de implementação definido;
- c) Monitorar as etapas de implementação;
- d) Acompanhar e verificar o fluxo de valor rotineiramente, sendo diariamente ou semanalmente;
- e) Tornar prioridade máxima as implementações definidas;
- f) Manter atualizado o plano de implementação;
- g) Ser um líder proativo e que é conduzido por resultados.

Para realizar o mapeamento, deve-se seguir as etapas de desenho do estado atual, depois desenho do estado futuro e por fim o plano de trabalho e implementação (Figura 6 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor). Conforme for sendo mapeado o estado atual, é possível ter novas ideias e executar ao mesmo tempo o desenho do estado futuro. Do mesmo modo que o inverso, ao desenhar o estado futuro será possível enxergar deficiências do estado atual.

FIGURA 6 – ETAPAS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR



Fonte: ROTHER & SHOOK (1999, p.9).

A primeira etapa para desenhar o estado atual do processo escolhido é coletar os dados primordiais no chão de fábrica. Com essa coleta é possível adquirir informação para serem usadas no estado futuro. Rother & Shook (1999) citam alguns direcionamentos para facilitar o mapeamento:

- a) Colete as informações do estado presente simultaneamente ao caminhar junto com os fluxos reais de material e informação;
- b) Inicie com uma volta rápida por todo o fluxo de valor e conseqüentemente alcançar um entendimento do fluxo e da seqüência dos processos envolvidos. Após realizar essa ação, importante reunir todas as informações adquiridas;
- c) Inicie pelo final e siga retornando pelos processos anteriores. Por exemplo não comece pela área de recebimento de materiais e siga pelos fluxos em frente, pois assim não irá iniciar pelos processos que estão mais ligados ao consumidor e que dita o ritmo para os anteriores;
- d) Tenha em mãos o próprio cronômetro e tire suas próprias medições de tempos padrões. Obtenha pessoalmente as informações, pois os dados dos arquivos armazenados podem estar revelando um tempo que não reflete mais o processo atualmente. Algumas exceções para essas medições são: dados sobre disponibilidade de máquinas, ou retrabalho, ou tempos de troca, ou taxas de refugo;
- e) Faça o mapeamento completo do fluxo de valor inteiro mesmo que outros colaboradores estejam envolvidos. É importante compreender o fluxo por inteiro e se diferentes pessoas mapearem distintos processos, ficará difícil de todos entenderem por completo.

Para desenhar o mapa, ao representar o processo é utilizada uma caixa de processo, que indica uma área de fluxo de material. Além disso diversos símbolos podem ser utilizados para realizar o mapeamento e na Figura 7 é visualizado como elas são.

FIGURA 7 – SÍMBOLOS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR



Fonte: ROTHER & SHOOK (1999, p.47).

Além das caixas de processos, são utilizadas setas para indicar a movimentação do fluxo, podendo ser de material ou de informação. Também inclui uma caixa de dados onde informações referentes a tempo de produção, número de funcionários, disponibilidade de máquina, entre outros, podem ser incluídos. Outros exemplos são os símbolos de kanban, de estoque e de caminhão de entrega.

Na etapa seguinte, ao iniciar o mapeamento do estado futuro, é importante levar em consideração as fontes de desperdícios encontradas ao analisar o estado atual. Não focar somente no desperdício em si, mas sim na origem que ocorre para poder tratá-lo na causa raiz.

O chão de fábrica é onde o processo acontece então segundo Rother & Harris (2001), criar e executar um fluxo contínuo deve ser feito nele, analisando e com disposição para mudar as coisas que sempre foram feitas da mesma maneira. De acordo com os autores, ao olhar as próprias células ou linhas é importante aprimorar a visão para verificar três fluxos que são:

a) A informação está fluindo?

- Os trabalhadores envolvidos conhecem a meta de produção por hora trabalhada?
- Com que velocidade é percebido os problemas e não conformidades do processo pelos envolvidos?
- Qual é o passo que está sendo tomado quando ocorre alguma anormalidade?

b) O material está fluindo?

- O material envolvido no processo está fluindo de uma etapa que agrega valor a outra etapa que também agrega valor?

c) Os operadores estão fluindo?

- Eles realizam um trabalho consistente em cada ciclo?
- O operador está indo de maneira eficiente de uma etapa para outra, onde ambas agregam valor?

É importante ter uma visão direcionada para esses pontos levantados ao chegar na análise inicial. Quando um processo está desarticulado, isto é, gerando pequenos desperdícios diariamente e que podem passar despercebidos, é importante ter uma atenção mais direcionada.

Em algumas situações, uma linha desarticulada dificulta a visualização quando ocorre um problema, pois as outras linhas seguem em pleno funcionamento ocultando o que não está agregando valor. O resultado só é percebido ao final da produção quando as metas estabelecidas não são alcançadas e o volume fica abaixo.

A administração tem um papel importante na melhoria do fluxo de valor. Os colaboradores no chão de fábrica têm a responsabilidade de não cometer desperdícios, porém suas atividades se restringem ao operacional. Apenas a administração tem a competência de visualizar o fluxo total, pelo fato dele percorrer por diferentes setores e funções.

Algumas constatações são definidas por Rother & Shook (1999) relacionadas ao sucesso na melhoria do fluxo de valor:

- a) Eliminar o excesso de produção através de um trabalho constante entre os envolvidos. Existe uma relação direta entre eliminar o excesso de produção e ter um excelente fluxo de produção;
- b) Adaptar os princípios da produção enxuta para o ambiente que se deseja trabalhar. Aliado com a disposição de tentar, falhar e aprender com o erro que irá ocorrer.

A comunicação entre as equipes e em todos os níveis hierárquicos auxilia para que seja disseminado o conceito. A prioridade nas ações e reuniões diárias podem ser um instrumento positivo dentro da organização e das equipes.

Além disso, com todos os setores alinhados, o processo pode fluir melhor. Se a produção está realizando suas tarefas dentro do tempo estabelecido, é importante que a manutenção atenda dentro do tempo esperado, que a qualidade atue com a rapidez esperada, o almoxarifado entregue a matéria prima no prazo, e todos os outros setores envolvidos no fluxo também.

Os autores Rother & Shook (1999) em seu trabalho realizado como base do mapeamento do fluxo de valor, instruem que os fluxos enxutos devem ser feitos respeitando as pessoas envolvidas.

Então, com uma abordagem respeitosa a empresa poderá ser beneficiada em diversos fatores, como na melhoria do ambiente de trabalho, na confiança do colaborador em realizar suas tarefas, maior confiança entre a parte da administração e o chão de fábrica, e também um senso de realização no trabalho.

Na aplicação prática, existem *cases* de sucesso quando utilizado o mapeamento do fluxo de valor para redução de desperdícios. Como por exemplo, no estudo de caso relatado por Pereira et. al (2019), foi possível mapear os gargalos e aplicar melhorias que puderam aumentar em 20% o OEE da fábrica de injeção através do mapeamento do fluxo de valor.

Em outro estudo, no artigo de Muñoz-Villamizar et. al (2019), foi realizado um estudo de caso em uma empresa automotiva na Espanha. O mapeamento do fluxo de valor fez com que fosse encontrada uma falta de integração prática entre o desempenho produtivo e o ambiental. Com isso, resultados interessantes foram oferecidos para os gestores tomarem

decisões e também aprimorarem seus processos para resultar numa influência positiva no desempenho financeiro.

Logo, pode-se perceber que o *Value stream mapping* é uma técnica agregadora que auxilia a enxergar melhor o processo, e conseqüentemente ações que poderão ser feitas e atitudes que podem ser tomadas para melhorar a produção e reduzir desperdícios, seja de tempo, de resíduos, ociosidade, questões ambientais, entre outros.

Em resumo, o foco de todo o mapeamento é o cliente final. É o que o cliente necessita e como será entregue a ele da melhor maneira possível. Portanto, a qualidade, produção, mapeamento de valor estão todos interligados por um objetivo comum, que é a entrega de valor ao cliente.

2.4.3 Mapeamento de processos

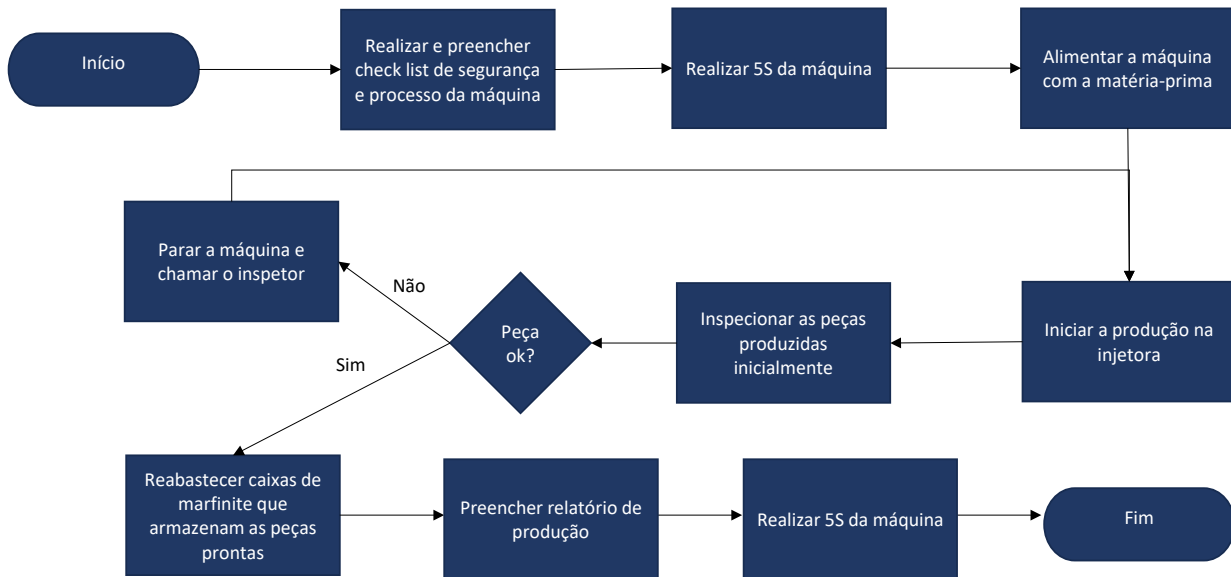
Para realizar um mapa de processos, algumas técnicas existentes podem auxiliar na execução desse mapeamento. Alguns exemplos são o fluxograma horizontal, o mapofluxograma, o SIPOC, o *Unified Modeling Language* (UML) e o *Business Process Model and Notation* (BPM).

2.4.3.1 Fluxograma Horizontal

O fluxograma é uma forma de visualizar o processo através de símbolos padronizados desenhando um fluxo de processo. Ele tem como objetivo desenhar e descrever o fluxo das atividades de um determinado processo. Existem vários tipos mais específicos de fluxograma como o horizontal, o vertical, o de colunas, entre outros.

O fluxograma horizontal permite visualizar de forma ampla o processo mapeado. Com ele é possível identificar com a distribuição e integração das atividades. Um exemplo desse fluxograma pode ser visto na Figura 8.

FIGURA 8 – EXEMPLO DE FLUXOGRAMA HORIZONTAL



Fonte: Elaborada pela própria autora (2023)

Com o fluxograma é possível demonstrar o processo tornando sua visualização ampla de forma mais simples, fazendo com que os funcionários da empresa consigam enxergar independente do seu conhecimento específico de cargo.

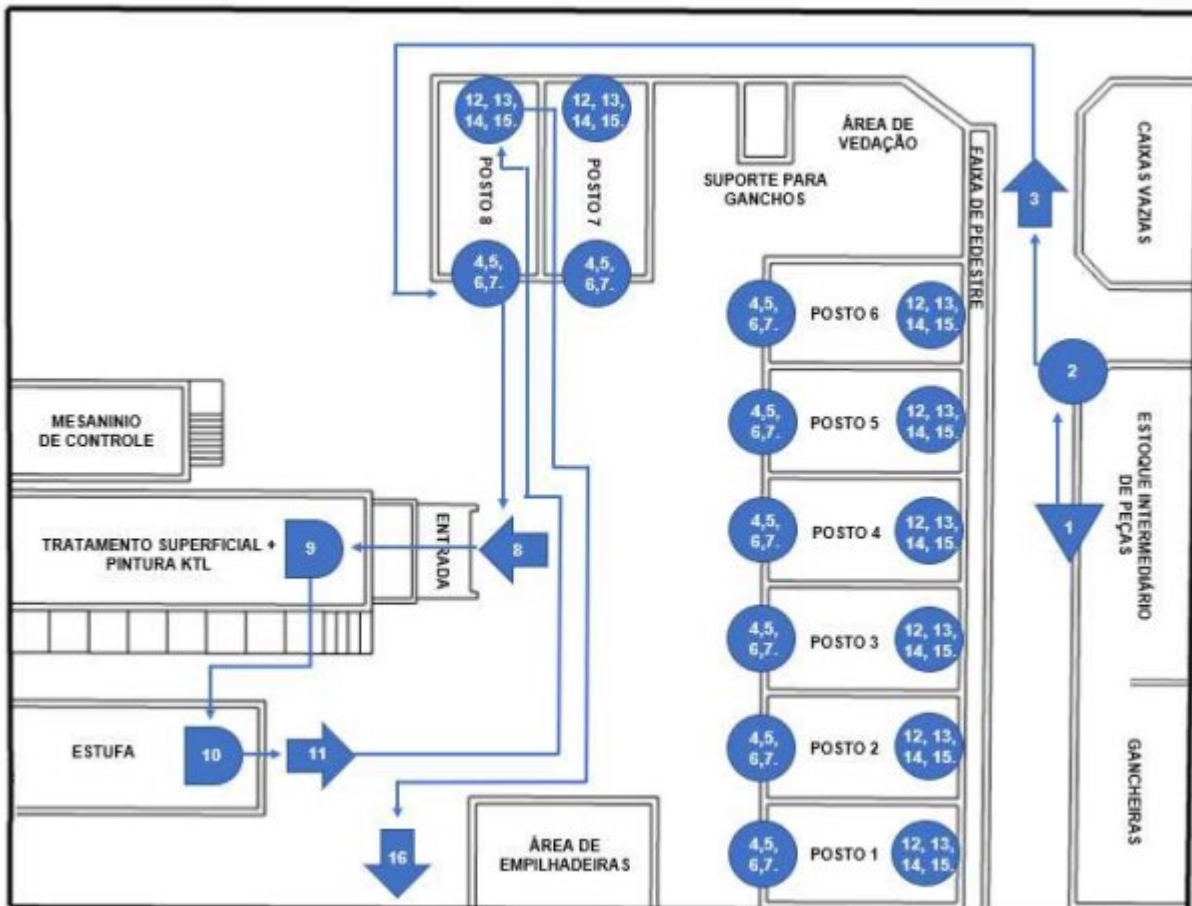
2.4.3.2 Mapofluxograma

O mapofluxograma é um método de mapeamento utilizado para demonstrar o fluxo do processo na planta do local que será realizado. Ele serve para sobrepor no mapa o fluxograma já existente, fazendo assim com que seja possível visualizar a planta como um todo.

Um dos benefícios desse método é tornar mais fácil a visualização de acidentes, de áreas de risco, a movimentação de material, identificando-os e assim podendo atuar com uma melhoria ou prevenção.

Um exemplo dessa modelagem pode ser visto na Figura 9.

FIGURA 9 – EXEMPLO DE MAPOFLUXOGRAMA



Fonte: AMARAL E ROSARIO (2021, p.15)

2.4.3.3 SIPOC

O SIPOC é uma modelagem usada para mapear um processo através de um diagrama contendo elementos chaves. Esses elementos dão o nome da sua sigla sendo eles fornecedores (*suppliers*), entradas (*inputs*), processos (*process*), saídas (*outputs*) e consumidores (*costumers*).

Com essa ferramenta de mapeamento de alto nível é possível obter uma visão mais universal do processo, fazendo assim ser possível compreendê-lo de forma mais límpida e percebendo suas falhas e o que não agrega valor no processo.

Segundo Oliveira e Nascimento (2019), o SIPOC é um resumo tabular das informações envolvidas no processo. Ele disponibiliza uma preparação útil para detalhar todas as atividades de uma maneira detalhista e assim auxiliando no que se deseja melhorar

na produção. Sua utilização pode ser para definição de escopo e os limites de determinado projeto.

O método SIPOC também é uma modelagem eficaz na comunicação entre os funcionários da empresa, facilitando a visualização do processo para aqueles que não o conhecem e necessitam de um olhar mais amplo antes do aprofundamento dos detalhes da produção. Na Figura 10 é possível observar um exemplo do modelo.

FIGURA 10 – EXEMPLO DE SIPOC

S	I	P	O	C
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
Empresa	-Combustível -Internet -Celular	1. Setor de Vendas	-Pedido -Orçamento	Consumidor
Empresa	-Internet -Computador -Linha telefônica -Lista de materiais -Dinheiro	2. Setor de Compras	-Insumos para fabricação do equipamento e ou produto.	Setor de Fabricação
Setor de compras	-Barras -Perfis -Chapas -Consumíveis -Energia -EPI	3. Setor de Fabricação	-Estruturas metálicas -Carros industriais	Consumidor
-Setor de fabricação -Setor de compras	-Estruturas metálicas -Carros industriais -Galões de tintas, rolos e trinchas	4. Setor de Pintura	-Estruturas metálicas devidamente pintadas -Carros industriais devidamente pintados	Setor de Vendas
Fabricação e Pintura	Produtos ou equipamentos devidamente acabados e pintados	5. Setor de Vendas	-Notas fiscal -Dinheiro -Recibos -Entrega de produto final	Consumidor

Fonte: OLIVEIRA E NASCIMENTO (2019, p.523)

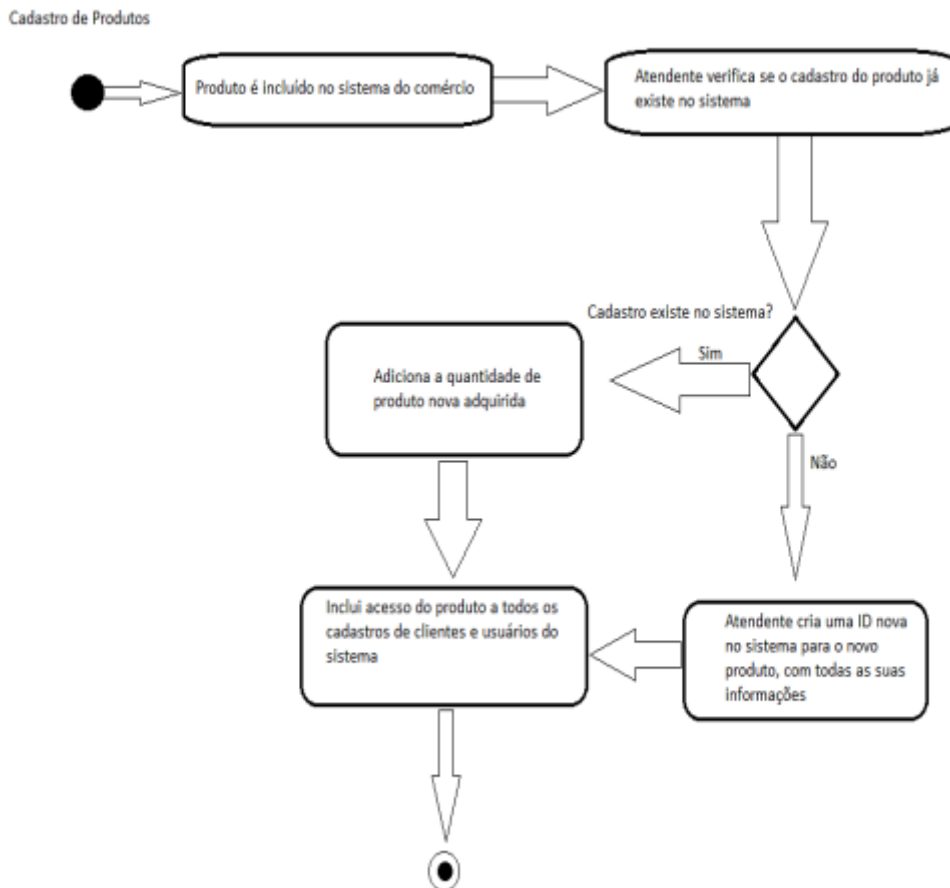
2.4.3.4 Unified Modeling Language (UML)

A UML é uma técnica de mapeamento de processo que possui a finalidade de analisar, especificar, construir e documentar o fluxo de processo. Segundo Entringer et.al (2019), a principal dificuldade no início desse método foi a criação de uma linguagem padronizada que representasse fluxos de diferentes níveis de complexidade.

Para Moreno e Buchino (2021), o diagrama das atividades do UML representa um processo orientado por processo. Ele demonstra um fluxo de uma atividade para outra

envolvendo modelagens sequenciais no cálculo. Um exemplo desse diagrama pode ser observado na Figura 11.

FIGURA 11 – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE ATIVIDADES UML



Fonte: MORENO E BUCHINO (2021, p.9)

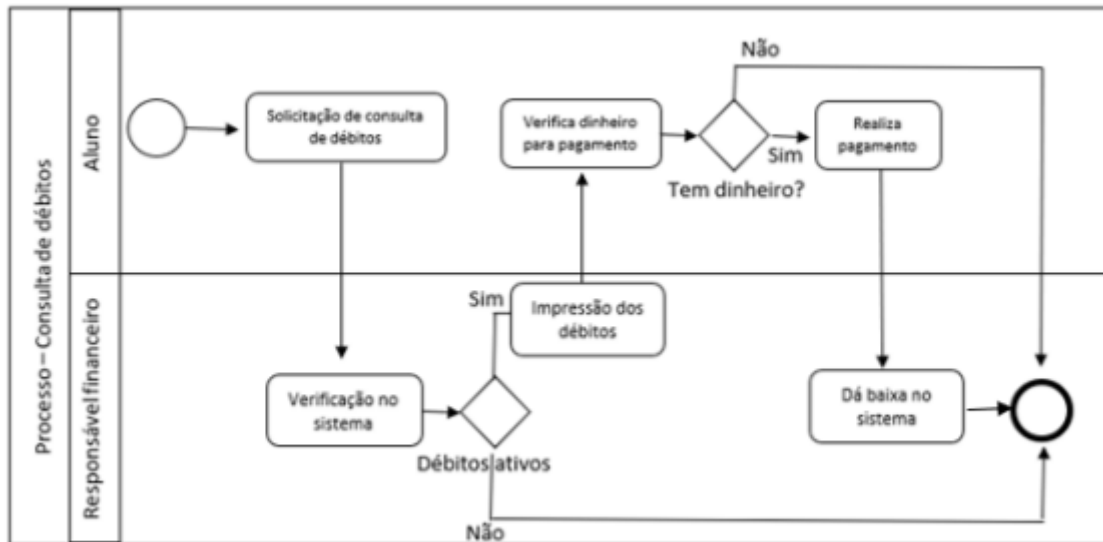
2.4.3.5 Business Process Model and Notation (BPM)

O BPM é uma modelagem utilizada normalmente por *softwares* específicos que auxiliam na criação de novos processos. De acordo com Crivelarro e Vitoriano (2021), o diagrama do BPM é de fácil compreensão, com os símbolos seguindo um padrão de utilização fazendo com que seja possível o entendimento de todos os níveis hierárquicos da empresa.

Os elementos primordiais nessa modelagem são os eventos, as atividades, os fluxos, as decisões e as raias. E em cada situação são utilizadas as formas ideais para

representação do fluxo do processo. Na figura 12 é possível observar um exemplo dessa modelagem.

FIGURA 12 – EXEMPLO DE BPM



Fonte: CRIVELARRO E VITORIANO (2021, p.17)

Nesse tipo de modelagem é possível realizar um diagrama de processo com todas as atividades que são realizadas em sequência, e inserindo os funcionários que irão realizar as ações estabelecendo suas respectivas responsabilidades. Também, agregando informações dos resultados esperados no processo.

2.4.3.6 Levantamento bibliográfico de artigos

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica profunda a respeito dos métodos de mapeamentos de processo mais utilizados nos artigos publicados no período de 2021 até 2023 na base de dados do *Web of Science*.

A quantidade de artigos levantados foi de vinte trabalhos de áreas distintas que utilizaram o mapeamento do fluxo de valor em suas aplicações. Na tabela 1 é possível observar o levantamento dos artigos.

TABELA 1 – LEVANTAMENTO DE ARTIGOS

Autores	Método aplicado	Área	Ano
Camacaro-peña et.al	Fluxograma Horizontal	Indústria agrícola	2021
Mendes et.al	SIPOC	Hospitalar	2021
Carvalho et.al	Fluxograma Horizontal	Indústria suína	2021
Silva et.al	Fluxograma Horizontal	Saúde	2022
Ramos et.al	BPM	Hospitalar	2022
Kruger et.al	BPM	Produção alimentícia	2022
Paiva et.al	BPM	Serviços	2022
Benini et.al	BPM	Petróleo	2022
Morais et.al	Fluxograma Horizontal	Hospitalar	2022
Pradip et.al	Fluxograma Horizontal	Fundição	2022
Qin et.al	Fluxograma Horizontal	Varejo	2022
Rieg et.al	Fluxograma Horizontal	Indústria plástica	2023
Moutinho et.al	Fluxograma Horizontal	Educação	2023
Pinto et.al	Fluxograma Horizontal	Indústria farmacêutica	2023
Luciano et.al	SIPOC	Setor cafeeiro	2023
Moraes et.al	BPM	Hospitalar	2023
Silva et.al	BPM	Sustentabilidade	2023
Kääriä et.al	Fluxograma Horizontal	Tecnologia	2023
Porto et.al	SIPOC	Sustentabilidade	2023
Lima et.al	Fluxograma Horizontal	Indústria eletrônica	2023

Fonte: Própria autora (2023)

É possível observar que os artigos relacionados a Indústrias em geral aplicam o método do fluxograma horizontal em seus estudos. O BPM é bastante aplicado nos setores da saúde e hospitalares. E o SIPOC aparece em três artigos, sendo dois em 2023, em distintas áreas como hospitalar, sustentabilidade e cafeeiro.

Na tabela 2 é visualizada a quantidade de artigos em cada método ao longo dos anos de 2021 a 2023.

TABELA 2 – QUANTIDADE DE ARTIGOS EM CADA MÉTODO

ANO	QUANTIDADE				
	Fluxograma Horizontal	Mapofluxograma	SIPOC	UML	BPM
2021	2	0	1	0	0
2022	4	0	0	0	4
2023	5	0	2	0	2

Fonte: Própria autora (2023)

Com essa tabela 2 é visualizado que os métodos de mapofluxograma e UML não foram encontrados no levantamento bibliográfico dessa pesquisa. Pode-se analisar que nos artigos do ano de 2022 o fluxograma horizontal e o BPM foram igualmente bem utilizados, demonstrando uma variedade de aplicação para o estudo do mapeamento do fluxo de valor. No ano de 2021 e no de 2023, o fluxograma horizontal se destacou como o de maior utilização, seguido pela SIPOC em 2021 e 2023, sendo o mesmo dividindo o espaço com o BPM no ano de 2023.

Para realização desse estudo de caso foi decidido utilizar o fluxograma horizontal devido o conhecimento mais profundo nesse método, e também por entender que a visualização do processo ficaria mais adequada.

2.5 Injeção Plástica

Os polímeros são conhecidos assim devido serem macromoléculas que estão ligadas em uma cadeia linear. Alguns exemplos de materiais poliméricos são termoplásticos, termofixos, entre outros. Os mais utilizados e conhecidos são os termoplásticos que normalmente são moldados por injeção.

Os termoplásticos possuem um processamento com baixa complexidade e com elevada velocidade, fazendo com que seja possível produzir uma alta quantidade em pouco tempo. Além disso, normalmente são recicláveis, possuem uma elevada resistência, baixa densidade e boa rigidez.

A injeção plástica através de moldagem, segundo Fernandes et.al (2018) é um dos processamentos de polímeros mais importantes e modernos. Um dos principais objetivos é fazer peças com qualidade a menor custo.

Em resumo, no processo de injeção plástica por moldagem, a matéria-prima é colocada em estado sólido na injetora sendo aquecida e pressionada até adentrar nas cavidades do molde.

De acordo com Xundao et. al (2017), para se produzir com a qualidade desejada, são relacionados a conformidade dimensional das peças, o desempenho mecânico e o visual.

Dois tópicos são importantes para entender melhor sobre a injeção. A parte da injetora e a parte do molde.

Além da máquina injetora e o molde, existem equipamentos periféricos que não fazem parte da máquina, porém são primordiais para funcionamento do processo. Esteves (2010) descreve alguns deles:

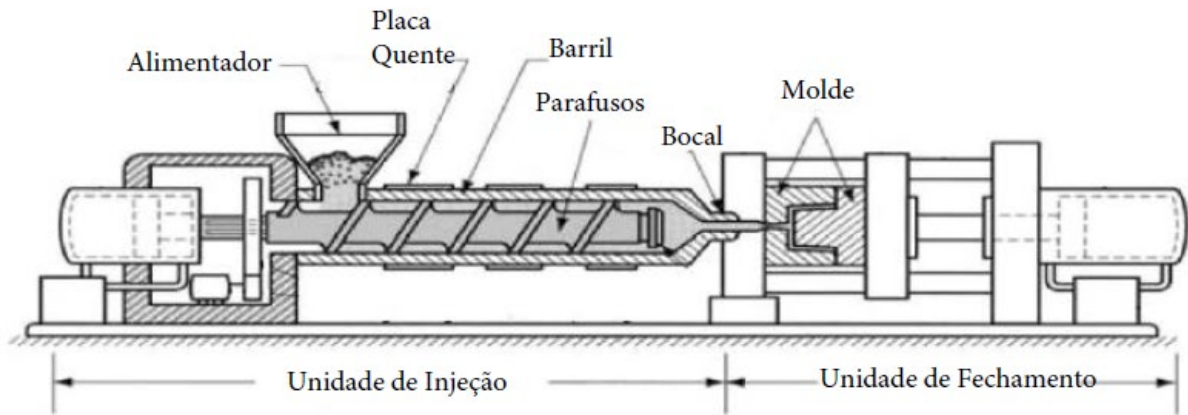
- a) *Chillers*: responsáveis por retirar o calor de um líquido via ciclo de refrigeração ou absorção de calor;
- b) Moinhos: equipamentos ligados normalmente ao molde com o objetivo de triturar a rebarba que sai do molde;
- c) Túneis de calor: têm o objetivo de retirar as tensões superficiais dos materiais após o processo de injeção;
- d) Tapetes transportadores: são utilizados para encaminhar as peças plásticas desde a saída da máquina até o operador responsável.

Também para um funcionamento da máquina injetora é necessário a utilização de ar comprimido e eletricidade. Além de alimentações de águas de refrigerações para poder esfriar os moldes e óleos hidráulicos. Portanto, percebe-se que existem inúmeras variáveis que tem o poder de desbalancear o processo e provocar problemas na produção se não estiverem de acordo com a margem estabelecida.

2.5.1 Processo de Injeção por Moldagem

A injetora é a máquina que homogeneíza e injeta o polímero fundido. Ela é dividida em duas partes, a unidade de injeção e a unidade de fechamento. Na Figura 13 observa-se o exemplo de injetora e a divisão de suas unidades.

FIGURA 13 – INJETORA



Fonte: FERNANDES et. al (2018, p.430)

A unidade de injeção, na etapa de plastificação, de acordo com Khosravani & Nasiri (2018), é composta por um silo, que já faz o papel de secar o material, que direciona o material plástico até uma rosca de injeção onde é acionada por sistemas mecânicos, elétricos, pneumáticos ou hidráulicos, tudo depende do sistema da injetora que se for adquirida.

Possui um cilindro de injeção, mais conhecido como canhão, que nele está contida a rosca. Também possui as resistências que irão aquecer o canhão e transmitir o calor ao polímero. Além disso, tem-se o bico de injeção que é responsável pela passagem do material fundido até o interior do molde.

Já a unidade de fechamento é responsável pelo molde e movimento da máquina. É composta pela placa móvel e a placa fixa, ambas responsáveis por prender a parte móvel e fixa respectivamente do molde, e mantê-lo fechado e travado no momento da injeção. Esse movimento da placa móvel é guiado através de colunas. Nessa unidade ocorre a extração da peça através do sistema de ejeção.

O molde, que é responsável pela forma final do polímero no processo de injeção, é uma das partes mais complexas de ser projetada, por ter particularidades únicas. Por ser específico para cada tipo de produto que se deseja produzir, um molde tem o custo bem elevado assim como sua manutenção.

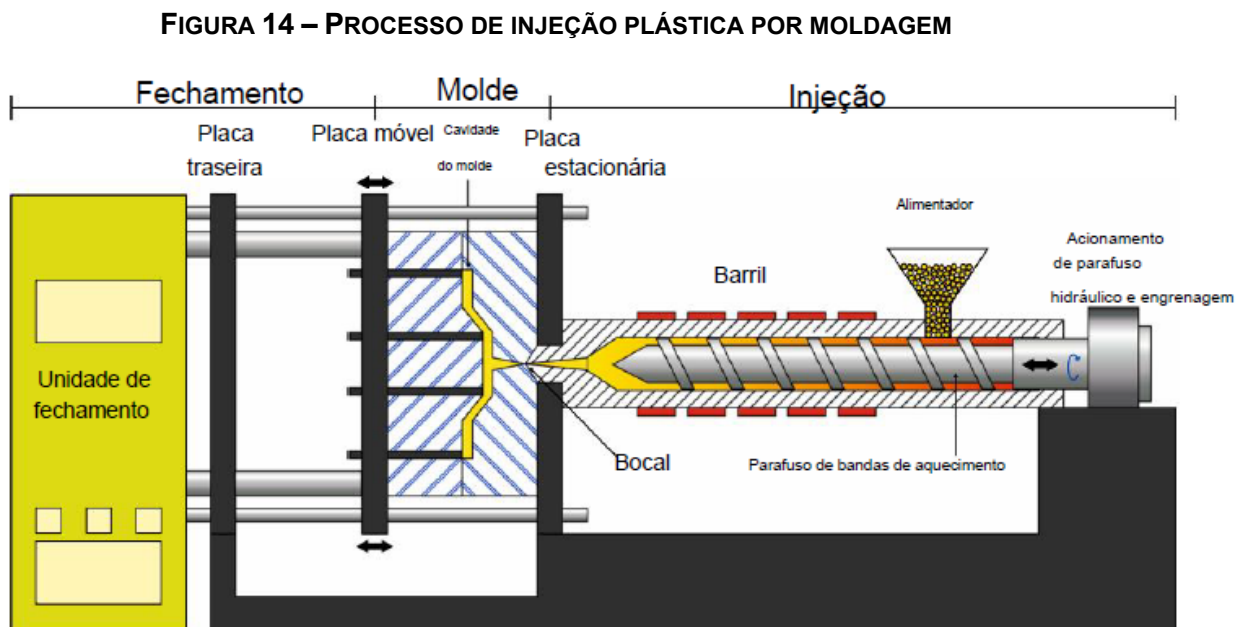
Ele pode variar em grau de complexidade, de tamanho, de estrutura. Em geral, os moldes mais simples são compostos por duas partes metálicas que se ajustam e assim definem as cavidades.

As cavidades, segundo Khosravani & Nasiri (2018), são onde os polímeros são comprimidos para gerar o produto. Sendo assim se o molde tiver por exemplo dez cavidades, ele irá gerar dez produtos a cada ciclo de injeção. A estrutura do molde é composta pelo conjunto de placas e calços, cuja numeração irá depender do projeto do molde.

O molde de injeção pode ser entendido, de acordo com Carvalho (2009), como um conjunto de sistemas funcionais que asseguram o espaço que a peça plástica será materializada dentro das cavidades, preenchido com o material plástico fundido.

As placas desse molde, são geralmente percorridas por canais onde ocorre a circulação de um líquido de arrefecimento, que pela norma é a água. Após a produção da peça, ocorre a abertura do molde e as peças são extraídas através de um sistema de extratores.

É possível observar toda estrutura do processo de injeção por moldagem abaixo na Figura 14.



Fonte: KHOSRAVANI E NASIRI (2018, p.850)

O processo de moldagem por injeção plástica percorre as seguintes etapas:

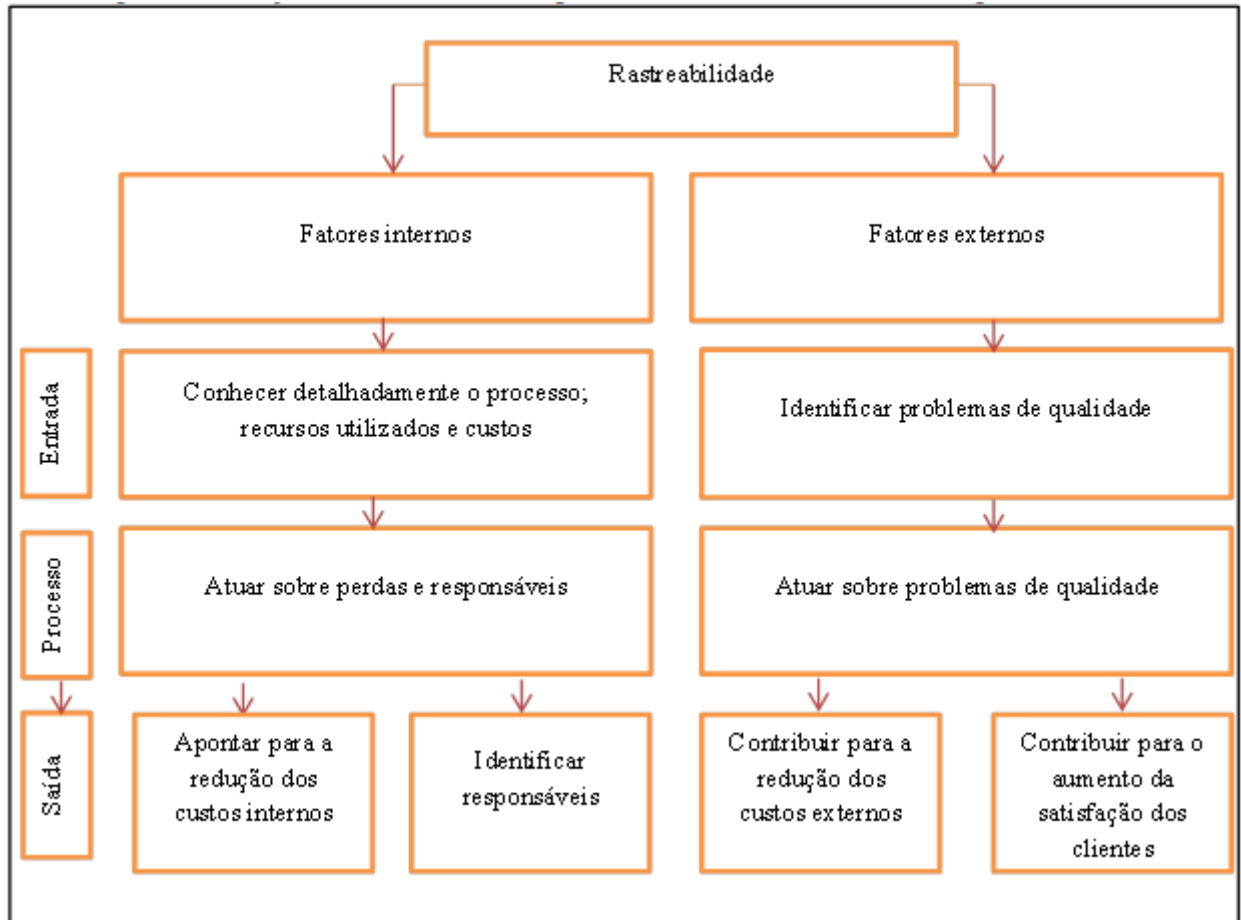
- a) A matéria-prima, que pode estar em formato sólido ou granulada, é conduzida ao alimentador da máquina injetora e percorre ao interior do parafuso de aquecimento onde é aquecido para ser amolecido e homogeneizado;
- b) O aquecimento do material é garantido através das placas de calor, que estão ao redor do parafuso, gerando um efeito de dissipação de calor com a rotação da rosca de aquecimento;
- c) Após estar homogeneizado, o material percorre até o interior do molde enchendo as cavidades e sofrendo arrefecimento devido as trocas de calor com a superfície de contato;
- d) Depois do processo de arrefecimento, ocorre a extração das peças moldadas, concluindo o ciclo da injeção plástica.

Outro fator importante é a segurança das máquinas injetoras. Elas possuem inúmeros tipos de segurança, podendo ser ativos ou passivos, e utilizando métodos como de sensores, de barreira, entre outros. O objetivo principal é proteger a integridade do operador, já que as injetoras trabalham em temperaturas muito elevadas, com altas pressões, correndo riscos de esmagamento, de queimaduras, de lesões, e em casos extremos, óbito.

Um importante aliado para o processo e a qualidade é a rastreabilidade da peça plástica produzida. A rastreabilidade é a responsável pela identificação do produto, assim como a indicação de procedência e destino daquela peça, podendo estar incluída data de produção, molde utilizado, máquina produzida, entre outros.

Com uma rastreabilidade bem efetuada, existem ganhos internos e externos para a empresa, e resultados esperados ao realiza-la. Na Figura 15 abaixo é possível observar esse fluxo:

FIGURA 15 – RASTREABILIDADE DA PEÇA PLÁSTICA



Fonte: Sonda (2018, p.27)

Os aspectos internos de rastreabilidade permitem que o processo saiba detalhadamente o caminho percorrido por aquela peça plástica. Além de rastrear qual matéria-prima utilizada, molde, máquina, horário de produção quando aplicável e com isso qual operador estava responsável por aquela produção.

Nos aspectos externos, a rastreabilidade se torna importante como detector de problemas de qualidade, possibilitando rastrear a quantidade de lote que possa também estar contaminada e assim agir em cima do problema, antecipando possíveis transtornos com os clientes.

Os benefícios da rastreabilidade são muitos, como por exemplo se existir um problema relacionado a matéria-prima, ela permite com que seja rastreado com precisão qual o lote de material utilizado e assim responsabilizar os fornecedores envolvidos que causaram a não conformidade.

Outro benefício é a rapidez na tomada de ações, pois é possível rastrear com excelência através dos arquivos armazenados, e assim bloquear novos lotes de problema caso seja necessário.

Para isso é importante que o operador esteja executando a rastreabilidade de forma correta, e que o responsável pela verificação esteja ciente se está tudo sendo feito da maneira certa.

Quando ocorre um problema, seja de qualidade ou processo, com a adesão da rastreabilidade e da estatística da não conformidade, é possível concentrar esforços e realizar decisões e correções mais assertivas, obtendo oportunidades de melhorias mais relevantes.

2.5.2 Ciclo de Injeção

A injeção plástica por moldagem é um ciclo, isto é, um conjunto de operações que ocorrem na injetora entre o processo de duas peças consecutivas. As melhorias nesse ciclo são muito importantes para a otimização do processo produtivo, pois quanto menor o tempo do ciclo, maior a produção de peças. O objetivo da companhia é sempre fazer o máximo de peças com qualidade no menor tempo possível.

Conforme Fernandes et.al (2018), o processo de injeção é cíclico e possui três principais etapas:

- a) Enchimento do molde, onde o material fundido é injetado sob pressão em um molde refrigerado fechado;
- b) Recalque, onde a pressão é mantida alta para que o polímero fundido permaneça no interior do molde; e
- c) Resfriamento, que é quando a peça esfria dentro do molde até que seja possível que ela saia.

Ou seja, o ciclo de injeção também pode ser definido como a sequência de eventos para produzir a peça plástica injetada. Esse ciclo ocorre na unidade de injeção e na unidade de fechamento.

O tempo gasto nesse ciclo é denominado tempo de ciclo de injeção. Ele é responsável pelo cálculo de produção, e conseqüentemente de quantas peças serão produzidas num determinado período de tempo. Por exemplo, se o molde possui dez cavidades e o tempo de ciclo de injeção é de dez segundos, isso significa que a cada sessenta segundos (um minuto), sessenta peças plásticas serão produzidas.

Alguns parâmetros são levados em consideração para otimização do tempo de ciclo e que devem ser ajustados conforme as propriedades da matéria-prima e a especificação da peça final, e são divididas da seguinte forma:

a) Variáveis relacionadas a máquina:

- Velocidade de injeção: atua através da relação entre a matéria-prima fundida e o tempo que leva para encher as cavidades do molde. Quanto menor a velocidade maior o tempo de enchimento;
- Pressão de injeção: responsável por encher todas as cavidades inseridas no molde;
- Temperaturas do canhão de injeção e do molde: relacionadas ao controle do tempo de ciclo. Por exemplo, se a temperatura do molde estiver mais baixa, o tempo de resfriamento da peça será menor, e conseqüentemente o tempo de ciclo será mais baixo;
- Contra-pressão: atua como oposição ao retorno do parafuso com a função de consolidar a matéria-prima fundida e retirar o ar;
- Tempo de resfriamento: relacionado as temperaturas do molde, e irá variar de acordo com essa relação;
- Tempo de pressão: relacionado a pressão de injeção, com uma variação dependente da intensidade esperada para o tipo de peça.

b) Variáveis relacionadas a matéria-prima:

- Viscosidade: relacionada ao quantitativo de fluidez que a peça irá ter no processo;
- Índice de fluidez: tem uma relação diretamente com a viscosidade da matéria-prima.
- Contração da peça: informação que determina margens de temperaturas para ser trabalhada.

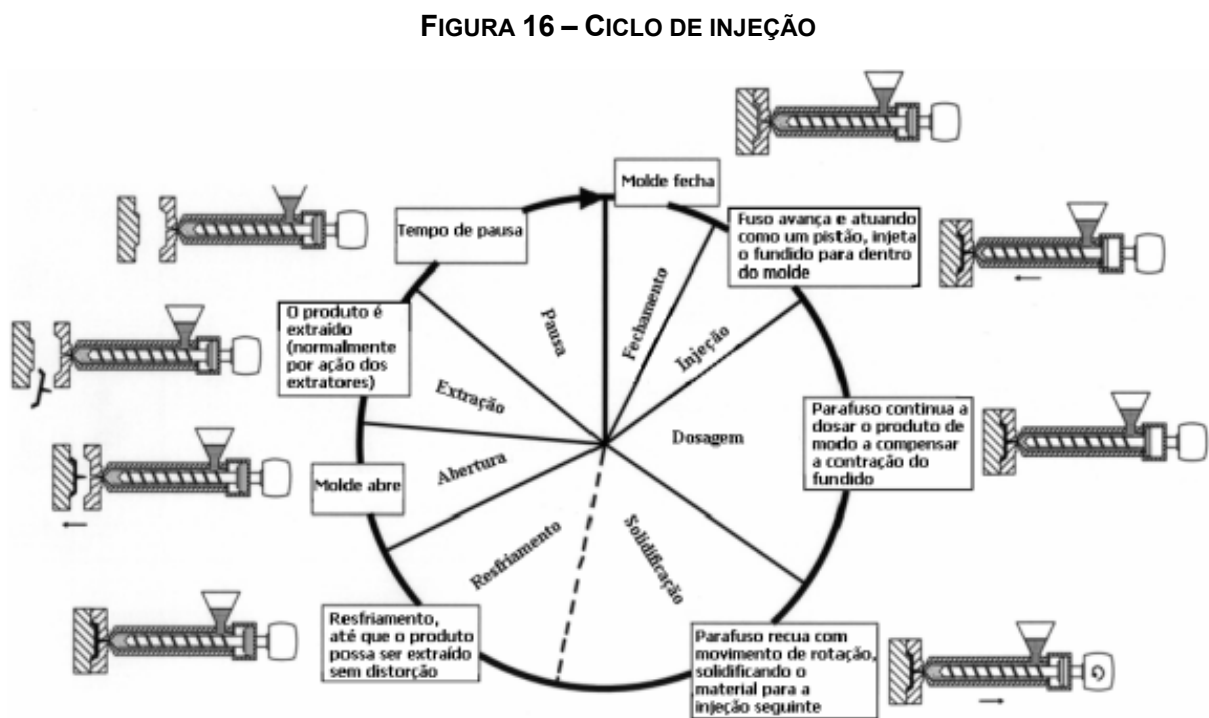
c) Variável relacionada à peça:

- Geometria da peça: determinada no projeto inicial do molde através de especificações desejadas pelos projetistas;

Os parâmetros relacionados ao material devem ser estabelecidos baseados na função da peça e sua respectiva matéria-prima da qual o cliente exige respondendo através do estudo de mercado. Já os parâmetros relacionados ao processo são estabelecidos baseados nas características do equipamento, que nesse caso é a injetora.

Também é possível classificar como parâmetros operatórios, aqueles que podem ser alterados pelos operadores da máquina. O operador da injetora é responsável por alterar esses parâmetros ao longo do processo para se precaver de possíveis defeitos de qualidade nas peças plásticas.

É possível compreender melhor as etapas do ciclo de injeção através da Figura 16 abaixo:



Fonte: Cunha (2003, p.22)

O ciclo de injeção segue as etapas:

- a) Fechamento do molde: etapa deve ser realizada o mais rápido possível para otimizar o ciclo, e também ter o cuidado de o fechamento das duas placas do molde não danificar as superfícies;
- b) Injeção: onde ocorre o avanço do fuso e injeta o material homogeneizado dentro do molde;
- c) Dosagem: o parafuso dosa o material para que seja realizado o enchimento de todas as cavidades;
- d) Solidificação: ocorre o recuo do parafuso para solidificação do material para a próxima injeção;
- e) Resfriamento: onde a peça é resfriada para ser realizada a extração sem danificá-la;
- f) Abertura do molde: etapa que acontece a abertura do molde para as peças serem extraídas;
- g) Extração: as peças plásticas já resfriadas são extraídas através da ação de extratores;
- h) Pausa: o tempo de parada entre o fim de um ciclo e o início do ciclo de injeção seguinte.

2.5.3 Problemas de qualidade em peças injetadas

De acordo com Fernandes et.al (2018), os fatores principais que afetam a qualidade das peças plásticas são o projeto do molde e as variáveis do processo. E é no processo que se concentra as maiores interferências para que se possa ter um produto com a qualidade comprometida. Algumas variáveis são o tempo de secagem do material, a velocidade de injeção, a pressão, entre outros.

No fator do projeto do molde, segundo Pedrosa (2018), é fundamental ter atenção as técnicas do formato do molde que serão responsáveis por fornecer o aspecto e formato da peça plástica. E conseqüentemente o comportamento do material que irá ser utilizado, deverá ser amplamente estudado.

A matéria-prima é uma parte extremamente importante e que impacta diretamente na qualidade do produto final. Existem atualmente uma enorme variedade de materiais plásticos que podem ser utilizados para produção. Eles possuem características diversas como por exemplo, alguns tem propriedades térmicas melhores, outros propriedades de dureza, estabilização no calor, entre diversas outras.

Ao escolher a matéria-prima é necessário conhecer suas características, pois o tempo de secagem por exemplo varia em cada uma. Carvalho (2009) define três aspectos para ter atenção:

- a) Manuseamento da matéria-prima: deve ser feito com ferramentas adequadas e não com as próprias mãos, pois pode ocorrer contaminação;
- b) Secagem: Alguns materiais necessitam de secagem e outros não. Os que necessitam possuem uma característica de absorver a umidade do ar, e por conta disso devem ir para uma estufa para poder serem secados. Importante observar a propriedade do material para saber qual temperatura e tempo devem ser utilizados. Um material úmido causa problemas de qualidade e produção, não tendo a mesma performance dele seco;
- c) Forma de embalagem: Por norma ela é realizada em sacos de 25kg ou se forem uma quantidade elevada em sacos de 1 tonelada.

No molde não se tem tantas variáveis e podem ser controladas através de monitoramento. E no material, a escolha da melhor matéria prima e conhecer suas faixas pré estabelecidas de variação ajudam para controlar a qualidade.

Existem diversas definições para a qualidade do produto em um processo de injeção plástica, segundo Xundao et. al (2017), três classificações podem ser feitas:

- a) Dimensional: Peso, comprimento, espessura;
- b) Visual: Bolhas, queimaduras, tonalidades de cor diferente;
- c) Mecânica: Resistência a impacto, dureza.

Os exemplos mais comuns de problemas de qualidade são as rebarbas e a falha de injeção, sendo a primeira, quando o material fundido é forçado para fora das cavidades pela linha de abertura do molde, podendo ter relação com a velocidade de injeção, pressão de injeção ou recalque, entre outros parâmetros.

Enquanto isso, na falha de injeção, é quando a peça plástica não teve preenchimento completo na cavidade do molde durante o ciclo de injeção, fazendo com que falte uma parte da peça plástica.

Os defeitos visuais são os de mais rápida detecção, pois conseguem ser percebidos através do olho nu, sem a necessidade de equipamentos de medição específicos. É necessário que todos envolvidos no processo sejam treinados pelos especialistas da qualidade para que tenham habilidade de detectar os problemas.

Além dos defeitos de mais facilidade de detecção, também ocorre a necessidade de realização de testes de funcionalidade do produto, que podem ser realizados tanto no setor da qualidade, quanto na produção pelo operador.

Alguns dos equipamentos que podem ser utilizados para auxiliar são calibres que detectam se o produto passa ou não passa, resistência a queda, medições através de paquímetros, utilização de estufas de calor para observar o comportamento da peça em situações de extrema pressão, umidade ou calor, entre outros.

Os problemas encontrados no processo de injeção plástica não são sempre de fácil detecção. Por ser um processo que depende de muitos parâmetros, a variação em uma produção acontece constantemente, e com isso quando ocorre uma não conformidade, não é sempre que será intermitente.

Por isso, um dos fatores mais decisivos na análise de qualidade das peças são os erros de inspeção. Pedrosa (2018) divide esses erros em três categorias:

- a) Erros técnicos: são aqueles que faltam aptidão e conhecimento para a posição do trabalho ocupada;
- b) Erros por inadvertência: são aqueles que são causados pela distração ou descuido do operador e/ou inspetor;
- c) Erros conscientes: são aqueles que são acometidos por fraude ou má intenção do operador.

O operador e o inspetor são peças chave no sistema de inspeção, entretanto para mitigar os erros, que podem acontecer devido à natureza humana, é necessário a utilização de ferramentas que auxiliem no critério de conformidade ou não conformidade de uma peça plástica.

3. METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa

Os objetivos listados no capítulo 1 guiaram a definição de qual abordagem utilizar na pesquisa escolhida. O presente trabalho teve uma abordagem qualitativa, que segundo Denny & Weckesser (2019), tem o objetivo de fornecer uma visão e compreensão da experiência e do significado que está ligado a ela. A pesquisa qualitativa pode ser definida, de acordo com Moser & Korstjens (2017), como investigação de fenômenos por meio de ricas narrativas coletadas através de dados.

Nesse mesmo contexto, o tipo de pesquisa escolhida foi exploratório, que parte do levantamento de informações sobre determinado fenômeno ou problema. De acordo com Héroux (2018), essa pesquisa permite que os principais resultados sejam identificados e os tamanhos dos efeitos sejam estimados, representando um uso eficiente de dados e recursos. Muito utilizada em situações para entender o contexto inicial e explorar estudos específicos.

O método escolhido foi o de estudo de caso, que segundo Rashid et. al (2019), é uma metodologia qualitativa que permite conduzir uma exploração aprofundada de fenômenos que situam dentro de algum contexto específico. A pesquisa de estudo de caso incide em uma busca detalhada, muitas vezes com material coletado dentro de um período de tempo, que parte de um problema bem definido fornecendo uma análise do contexto e dos processos nele envolvidos.

3.2 Descrição das etapas da pesquisa

De acordo com Rashid et. al (2019), o estudo de caso permite identificar fatores, processos e relacionamentos essenciais. Para esse estudo de caso, as diretrizes e os objetivos estabelecidos foram propostos e definidos pela autora.

Na etapa 1 da pesquisa foi realizado uma revisão da literatura sobre os tópicos de qualidade, *lean manufacturing*, manutenção produtiva total, mapeamento do fluxo de valor, métodos de aplicação de mapeamento e processo de injeção plástica. A base de dados utilizada para referencial teórico e entendimento mais aprofundado do tema foi a *Web of*

Science. Os gurus da qualidade como Juran, Feigenbaum, Deming, e os pioneiros dos métodos do Lean e VSM, Ohno, Rother e Shook, foram referenciados como base de entendimento dos assuntos. O levantamento dos artigos a respeito dos métodos de aplicação do mapeamento foi realizado através da pesquisa do tema do VSM no período de 2021 a 2023.

Na etapa 2 foi realizado o desenvolvimento do protocolo de estudo de caso. A coleta de dados foi utilizada para levantar dados sobre a detecção de não conformidades e indicadores de qualidade, produtividade e sucata na injeção.

Também, foi utilizado o mapeamento do fluxo de valor do processo de injeção plástica antes e depois da implantação do autocontrole, que foi uma ferramenta usada para desenhar o processo e identificar gargalos, desperdícios, ociosidades e assim verificar o ganho ou perda de valor no processo definido. Para realizar o mapeamento do fluxo de valor em formato de modelagem, foi utilizado o *software* Edrawmax, e com ele foi possível demonstrar de forma visual o estudo realizado do processo de injeção plástica.

O período do levantamento de dados ocorreu entre novembro de 2022 a maio de 2023. Os dados levantados foram:

- a) Tempo médio das atividades do processo do operador;
- b) Tempo médio para realização do autocontrole;
- c) Comparação dos indicadores relacionados aos problemas de qualidade antes e depois do autocontrole.

A etapa 3 do estudo foi a compilação dos resultados coletados através da criação de tabelas comparativas dos resultados sem o autocontrole e com o autocontrole. Analisando os indicadores de produtividade (OEE), os de qualidade (PNC), os de sucata e o tempo de ociosidade do operador nesse período.

3.3 Delimitação do Estudo

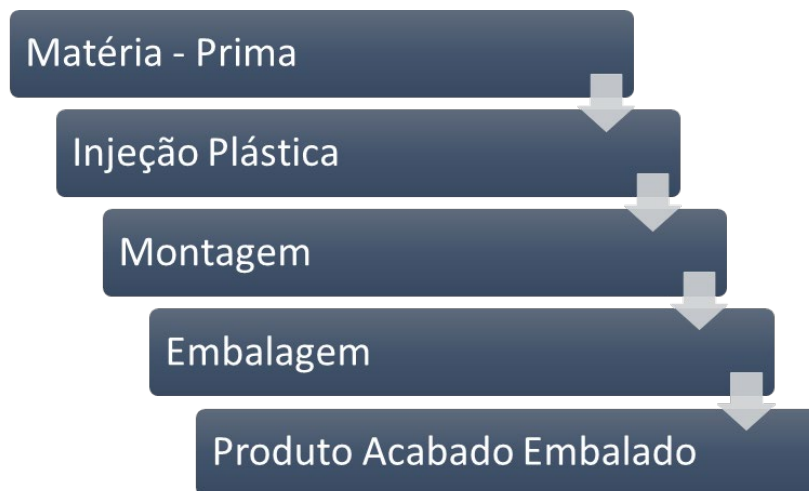
O local escolhido para realizar a pesquisa foi uma empresa de bens de consumo do Polo Industrial de Manaus. A empresa possui um departamento de controle de qualidade

bem estruturado e sólido, visto que tem uma reputação, baseada na sua marca, de ter produtos com qualidade elevada.

O processo de fabricação do produto, que é um produto descartável, é dividido em cinco etapas, sendo primeiro a chegada de matéria-prima sendo responsabilidade do almoxarifado em conjunto com a inspeção de recebimento da qualidade, seguido pela injeção plástica, depois passando pela montagem, a embalagem e por fim o produto acabado embalado. Na Figura 17 é possível observar o fluxograma simplificado desse processo.

Em cada processo são feitas inspeções de qualidade do produto com a finalidade de assegurar a conformidade das peças. Logo, caso aja algum produto não conforme, o ideal é ser encontrado no início do problema, pois assim a quantidade de material reprovado será menor.

FIGURA 17 – FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Foi escolhido levantar dados no processo de injeção plástica, visto que é o primeiro processo do fluxo do produto e o que mais tem problemas de qualidade. A razão para isso acontecer é que o volume de produção na moldagem por injeção é muito elevado. Logo, os problemas de qualidade que podem ocorrer, como falha de injeção, podem chegar a uma quantidade de um milhão de peças e até mais.

Com uma quantidade alta de produtos com defeitos, conseqüentemente a sucata desse material será elevada também, caso o destino final seja sucatear. Além disso, por ser

o primeiro processo do fluxo, se ocorre algum atraso de produção, falta de peças injetadas e problemas de qualidade, isso irá afetar todo o resto da cadeia subsequente, causando redução na produtividade, máquinas paradas, operadores ociosos, não atingimento na entrega do produto final, entre diversos outros problemas.

E assim, o estudo realizado foi no processo de injeção plástica em uma empresa do polo industrial de Manaus, no período de novembro de 2022 até maio de 2023 com o objetivo de aplicar o mapeamento de fluxo de valor para analisar os resultados obtidos a partir da implementação do autocontrole para assim verificar a eficiência da aplicação da ferramenta de controle ao comparar com o período sem a utilização da mesma no processo.

3.4 Coleta de dados

Na coleta de dados, algumas abordagens podem ser utilizadas para melhor atingimento do objetivo do estudo. Algumas delas podem ser documentação, entrevistas, observações, artefatos físicos, registro em arquivo, entre outros. As abordagens escolhidas para a realização da coleta dos dados definidas nesse estudo de caso foram:

3.4.1 Documentação

A documentação é uma fonte de evidência que pode ser utilizada na coleta de dados de uma pesquisa científica. Ela pode ser encontrada em muitas formas como por exemplo em memorandos, relatórios escritos, minutas de reuniões, documentos administrativos, entre outras. De acordo com YIN R. (2010), o uso da documentação é utilizado para colaborar e valorizar as evidências provenientes de outras fontes. Seus pontos fortes e fracos para um estudo de caso são vistos na Figura 18.

FIGURA 18 – DOCUMENTAÇÃO

FONTE DE EVIDÊNCIAS	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Documentação	<ul style="list-style-type: none"> •estável – pode ser revisada inúmeras vezes •discreta – não foi criada como resultado do estudo de caso •exata – contém nomes, referências e detalhes exatos de um evento •ampla cobertura – longo espaço de tempo, muitos eventos e muitos ambientes distintos 	<ul style="list-style-type: none"> •capacidade de recuperação – pode ser baixa •seletividade tendenciosa, se a coleta não estiver completa •relato de visões tendenciosas – reflete as idéias preconcebidas (desconhecidas) do autor •acesso – pode ser deliberadamente negado

Fonte: YIN R. (2010, p.88)

Para a realização do estudo, foi revisitado documentações que são mantidas arquivadas na empresa sobre qualidade, processo e produção. Como os pontos fortes citados, elas são exatas por conter detalhes dos acontecimentos listados nos mesmos, têm uma ampla cobertura pois são acompanhamentos de vários anos e também são discretas por não terem sido criadas como resultado desse estudo de caso.

As documentações analisadas foram:

- a) Relatórios de Não-Conformidades do processo de injeção plástica arquivados no setor da qualidade;
- b) Relatórios de índice de sucatas do processo de injeção plástica arquivados no setor de processo;
- c) Relatórios de produtividade do processo de injeção plástica arquivados no setor de produção.

Foram utilizados relatórios e índices de desempenho de três setores diferentes e seus dados específicos armazenados em cada documentação. Com isso foi possível analisar as informações em diferentes vertentes.

3.4.2 Observação

A observação é uma outra fonte de evidência que pode ser coletada para um estudo de caso. De acordo com YIN R. (2010), a observação direta é aquela onde é possível analisar

comportamentos ou condições ambientais relevantes para a pesquisa. Ela pode ser feita através de observações de reuniões, de condições físicas, de trabalho na fábrica, entre outras. Na Figura 19 está contida os pontos fortes e fracos desse tipo de evidência.

FIGURA 19 – OBSERVAÇÃO

FONTE DE EVIDÊNCIAS	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Observações diretas	<ul style="list-style-type: none"> • realidade – tratam de acontecimentos em tempo real • contextuais – tratam do contexto do evento 	<ul style="list-style-type: none"> • consomem muito tempo • seletividade – salvo ampla cobertura • reflexibilidade – o acontecimento pode ocorrer de forma diferenciada porque está sendo observado • custo – horas necessárias pelos observadores humanos

Fonte: YIN R. (2010, p.88)

Um dos pontos fracos citados por YIN R. (2010), é ser uma fonte que consome muito tempo, porém o ponto forte de ser um acontecimento observado em tempo real, fez valer o investimento do tempo destinado. A observação direta foi utilizada na pesquisa através de uma escala de horários de 3 semanas para que fosse possível analisar tempos diferentes durante o turno. A cada semana era destinado 3 horas de observação, sendo a primeira semana realizada de 07:00 às 10:00, a segunda semana de 10:00 às 14:00, sendo dentro desse horário retirado 1 hora de almoço, e a terceira semana de 14:00 às 17:00.

O local da observação foi o processo de injeção plástica, focada nas máquinas e no operador responsável pelas mesmas. Para atenuar um dos pontos fracos que é a reflexibilidade, que significa ter ações de formas diferentes por estar sendo observado, o operador não foi informado que haveria essa observação, e o observador foi o mais discreto possível para não afetar na análise. Foi levada em consideração a observação de três pontos principais:

- a) Como e em quanto tempo ele realizava o autocontrole das peças;
- b) Como era realizado o fluxo do processo do trabalho;
- c) O trabalho conjunto de operador e inspetor quando ocorrido um problema.

Essas análises foram importantes e úteis para obter informações complementares sobre o objetivo estudado. A observação dos dias comuns de produção enriquece o estudo e a análise tendo dados mais pertos da realidade de diferentes situações que podem ocorrer todos os dias.

3.4.3 Registros em arquivos

Uma outra forma de obter dados é através de registros de arquivos. Segundo YIN R. (2010), essa fonte de evidência pode ser encontrada em registros organizacionais como tabelas e orçamentos da organização em um período de tempo, também em registros de serviços, em listas de nomes, mapas das características geográficas de um lugar, entre outros. Na Figura 20 é possível observar os pontos fortes e fracos dessa fonte de evidências na pesquisa.

FIGURA 20 – REGISTROS EM ARQUIVO

FONTE DE EVIDÊNCIAS	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Registros em arquivos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>[Os mesmos mencionados para documentação]</i> • precisos e quantitativos 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>[Os mesmos mencionados para documentação]</i> • acessibilidade aos locais graças a razões particulares

Fonte: YIN R. (2010, p.88)

Por serem precisos e quantitativos, os registros utilizados na pesquisa foram de extrema importância para quantificar em números os dados relacionados a custos de sucata, de produtos não conformes e dados de produtividade. Foram utilizados os seguintes registros:

- a) Tabela de custos de sucata através do setor de produção;
- b) Planilhas de não conformidades através do setor da qualidade.

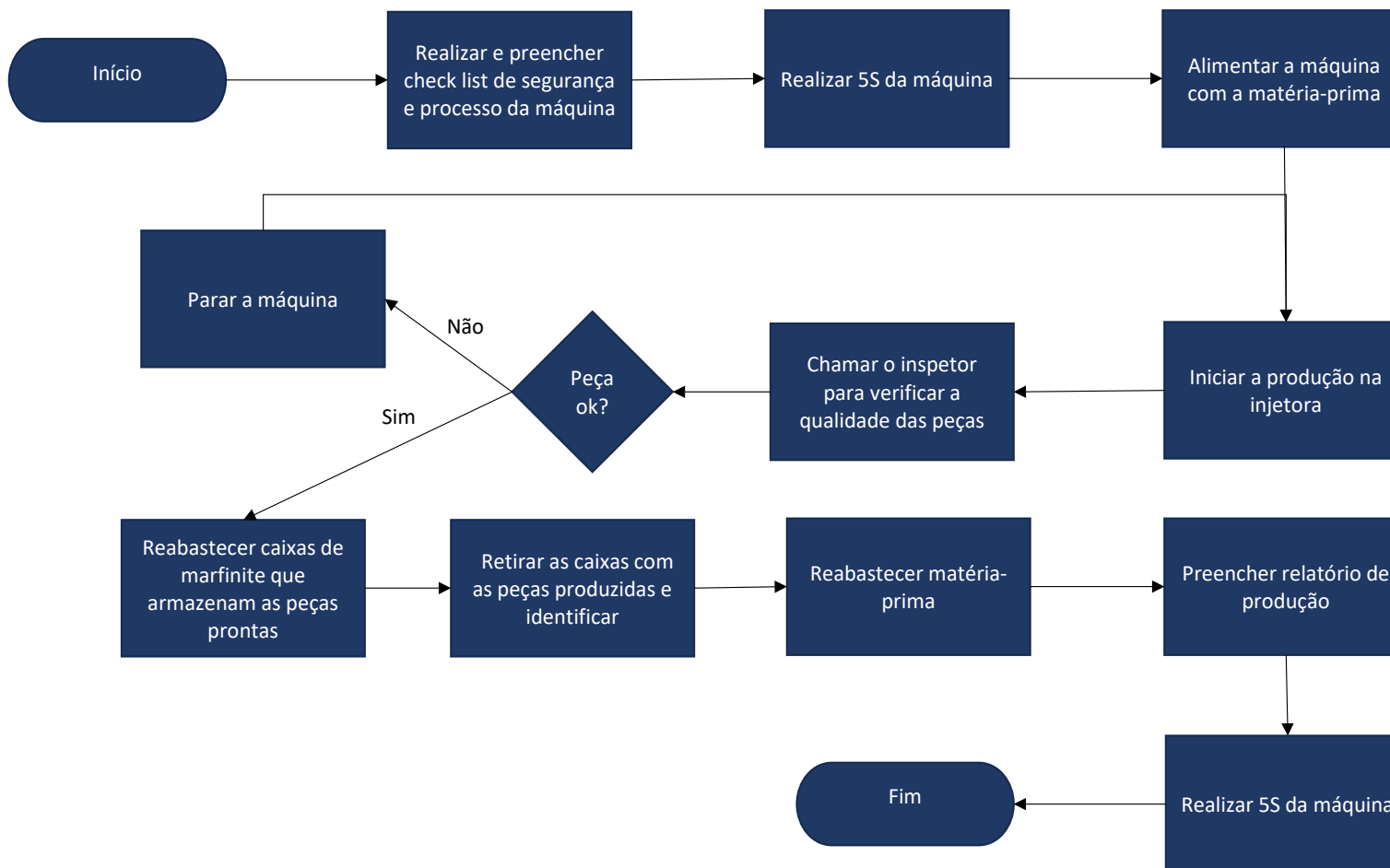
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As inspeções nas peças produzidas são necessárias para garantir a qualidade do produto e do processo que está sendo realizado. Para garantir uma maior frequência e volume nas inspeções, foi direcionado para os operadores também realizarem as suas inspeções do produto, sendo assim aplicado o autocontrole pelo responsável do processo.

O autocontrole foi implementado com a finalidade de obter um controle maior da qualidade do produto, além de dividir as responsabilidades com o operador do processo. O método em si, tem o objetivo de capacitar o operador para ter autonomia no seu processo de verificar a qualidade de suas peças. Atualmente o autocontrole dos operadores é realizado três vezes por turno, sendo que o mesmo tem a liberdade de fazer no tempo que lhe for mais adequado, não existindo assim horários fixos para execução.

Entretanto, nem sempre foi assim. Anteriormente as inspeções eram responsabilidade apenas do setor de qualidade. O fluxo do processo do operador era diferente e ele possuía uma outra rotina de trabalho. A pesquisa realizada visou comparar o antes e depois do autocontrole e seus ganhos ou perdas no valor do processo. O fluxograma do processo anterior a implantação do autocontrole para o operador é observado na Figura 21.

FIGURA 21 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO AUTOCONTROLE



Fonte: Próprio autor (2023)

O operador iniciava o turno de trabalho realizando o *check list* de segurança e de processo da máquina, e preenchendo respectivamente ambos. Após isso, era realizado o 5S da injetora e do espaço de trabalho onde o operador iria produzir.

Em seguida, ele abastecia a máquina com as matérias-primas que iriam ser utilizadas, e iniciava a produção. Com a injeção das primeiras peças plásticas, ele deveria chamar o inspetor da qualidade que iria verificar visualmente se estava saindo peças em conformidade, e se estivesse tudo certo, prosseguir com a produção. Caso encontrasse algo errado, o operador deveria parar de produzir.

Prosseguindo a produção, ele deveria reabastecer as caixas de marfinito que armazenam as peças plásticas prontas que saem da injetora, e também retirar as caixas e identificá-las. Caso fosse necessário, reabastecer as matérias-primas da máquina. E por fim, preencher o relatório de produção e realizar o 5S final da máquina.

Para compreender melhor o comportamento do processo, através de indicadores, antes da inclusão do autocontrole para o operador, foi analisado os relatórios de produtividade do processo de injeção plástica, de qualidade e de sucata do período de 6 meses e foram visualizadas as informações contidas na Tabela 3.

Tabela 3 – Indicadores de produtividade, qualidade e sucata antes do autocontrole

Mês	Produtividade (OEE)	Produto não conforme (PNC)	Índice de Sucata
1	80%	1,5%	3%
2	77,8%	2%	5,1%
3	72,5%	1,4%	2,8%
4	75%	1,5%	3,2%
5	79,2%	1,3%	2,4%
6	77%	1,4%	2,9%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

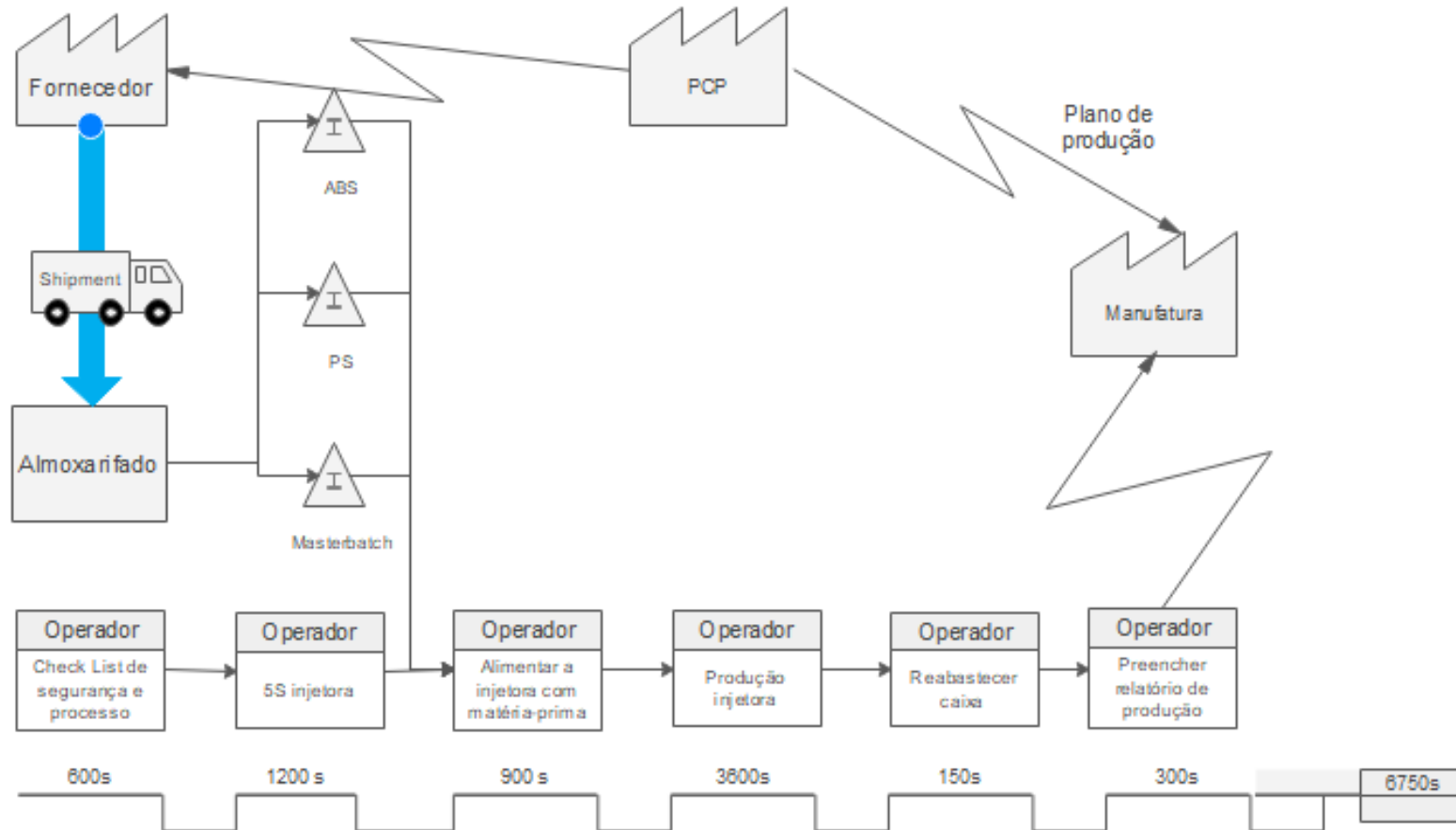
As metas dos indicadores são:

- a) OEE \geq 80%;
- b) PNC \leq 1,2%;
- c) Sucata \leq 2%.

Com os documentos analisados, foi possível observar que no período citado os indicadores relacionados a qualidade e sucata não conseguiram estar dentro da meta, fazendo com que os índices não fossem alcançados. A produtividade também não teve um comportamento tão bom, atingindo a meta somente um mês.

Foi realizado o mapeamento do fluxo de valor para auxiliar na tomada de decisão e para conseguir visualizar o processo. Na Figura 22 é possível observar esse mapa.

Figura 22 – Mapa do fluxo de valor antes da implantação do autocontrole



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Anteriormente nada relacionado a qualidade era responsabilidade do operador, mas sim do inspetor. No mapeamento de valor foi verificado que o operador levava 6750 segundos para realizar as atividades do seu ciclo de produção, levando em torno de aproximadamente duas horas em uma máquina.

Como ele era responsável por quatro máquinas, ele utilizava aproximadamente 7,5 horas do seu turno para realizar suas atividades de processo. O seu turno era composto de doze horas, entretanto com as paradas de refeição e descanso, o valor ativo era de 10,2 horas por turno.

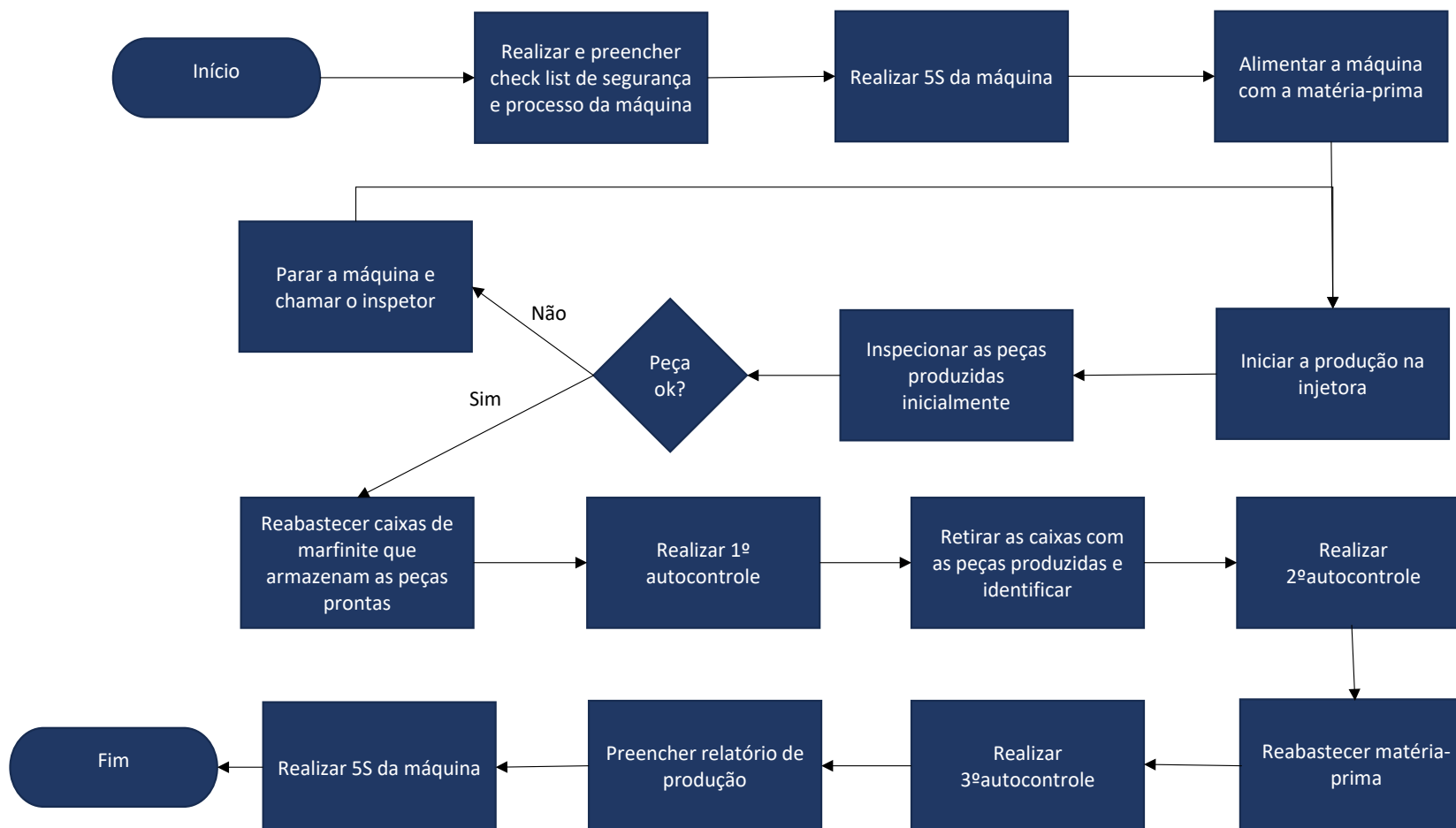
Aprofundando na análise das informações, foi constatado através de observações no processo e a realização do mapeamento do fluxo de valor, que os operadores estavam tendo um tempo de ociosidade elevado, que somando ao longo do turno estava em torno de 2,7 horas (162 minutos), e isso causava uma distração nas suas atividades e estava sobrecarregando o inspetor da qualidade que tinha que ser responsável por todas as peças que saíam de todas as máquinas.

Além disso, os índices de qualidade não estavam sendo atingidos, gerando muito problema nas peças plásticas e em grande volume, pois como se produz muitas peças na injeção em um curto espaço de tempo, quando o inspetor encontrava um problema, já tinha sido gerado uma quantidade muito alta.

E como os problemas de qualidade e as sucatas estão diretamente relacionados, os índices de peças que estavam sendo sucateadas estavam elevados, gerando um custo alto e um retrabalho para a empresa.

E com isso foi proposta uma mudança que o operador iria ser responsável em conjunto com o inspetor. O fluxograma que foi proposto de alteração no processo e nas atividades do operador está na Figura 23.

Figura 23 – Fluxograma do Processo com a implantação do autocontrole



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O operador continuava iniciando o turno de trabalho realizando o *check list* de segurança e de processo da máquina, e preenchendo os formulários. Após isso, era realizado o 5S da injetora e do espaço de trabalho onde o operador iria produzir. Em seguida, ele abastecia a máquina com as matérias-primas que iriam ser utilizadas, e iniciava a produção.

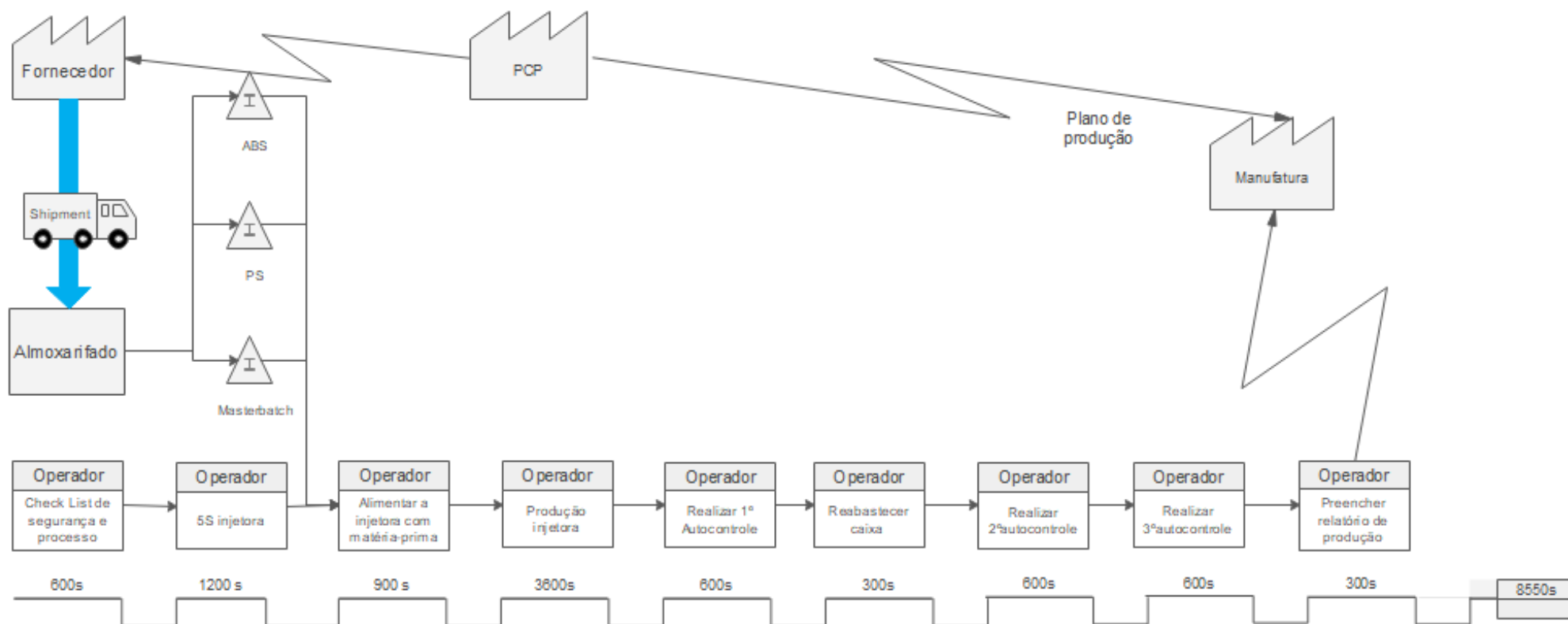
A parte inicial de processo não foi alterada. Ele prosseguia com a injeção das primeiras peças plásticas, e nesse momento ele mesmo que deveria verificar visualmente se estava saindo peças em conformidade, e se estivesse tudo certo, prosseguir com a produção. Se encontrasse algo não conforme, deveria chamar o inspetor da qualidade e parar a máquina.

Em seguida deveria continuar a produção, e reabastecer as caixas de marfinite como já realizava anteriormente. E então realizaria seu primeiro autocontrole do turno. Continuava a produção retirando as caixas e identificando-as. Depois realizaria o segundo autocontrole do turno. Ao longo do processo, reabasteceria as matérias-primas caso necessário, e em seguida faria o terceiro e último autocontrole do turno. Para finalizar, preencheria o relatório de produção e realizaria o 5S final da máquina.

O processo em sua maioria é todo automatizado, porém o operador possui algumas atividades que devem ser realizados para o funcionamento. Ele deve abastecer a máquina com material, acompanhar o desempenho da mesma, intervir em alguns parâmetros permitidos no programa caso haja necessidade, realizar *check list* de segurança, de 5S e de processo. Além disso, o operador também tem a responsabilidade de analisar o produto, para verificar se há alguma não conformidade e assim tomar as devidas ações.

O mapeamento do fluxo de valor foi realizado para verificar o tempo gasto nas atividades e visualizar melhor o processo. Na Figura 24 é possível verificar como ficou o novo fluxo de processo.

Figura 24 – Mapa do fluxo de valor com a implantação do autocontrole



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No mapeamento de valor inserindo as novas atividades do operador, foi constatado que o tempo médio para ele realizar seu ciclo de operações é de 8550 segundos, que equivale a aproximadamente 2,4 horas em cada máquina.

Com a sua responsabilidade de quatro máquinas, o tempo total de atividades ao longo do turno de 10,2 horas, seria de 9,6 horas, diminuindo consideravelmente seu tempo ocioso e deixando uma margem de 0,6 hora para agir caso ocorra algum problema.

Compreendendo melhor a atividade de autocontrole realizada, como visto no referencial teórico, no processo de injeção plástica, cada máquina tem um molde do produto que será injetado. Dentro de cada molde é dividido por cavidades, sendo que para cada tipo de peça plástica são quantidades de cavidades diferentes. A peça A possui dezesseis cavidades, a peça B e C possuem trinta e duas cavidades e a peça D possui quarenta e oito cavidades.

O operador, ao realizar o autocontrole, necessita pegar três batidas, que significa cada ciclo de injeção, sendo que não devem ser consecutivas, mas sim em horários espalhados ao longo do turno para uma análise completa. Por exemplo, ao pegar a primeira batida de uma máquina que possui um molde com dezesseis cavidades, ele irá pegar as dezesseis peças plásticas e realizar a análise se as peças estão conformes de acordo com os critérios da qualidade.

A importância de realizar dessa maneira é a possibilidade de analisar todas as cavidades do molde. Se fosse feito de forma aleatória cavidades repetidas poderiam ser analisadas e alguma cavidade nunca ser olhada. E muitas das vezes o problema ocorre em uma cavidade específica, logo só será possível ter certeza que todas as cavidades estão sendo analisadas, se for recolhida uma batida.

Definido a forma de recolher as peças e a periodicidade, os operadores precisam saber o que irão analisar. E isso depende do tipo de produto que, pode ser necessário apenas uma inspeção a olho nu para verificar a existência de rebarbas, falhas de injeção, cor fora do padrão e outras não conformidades. Porém, existem peças que necessitam de uma análise que exige a utilização de uma binocular, e essas levam mais tempo para serem feitas.

Para manter uma qualidade nas análises, os inspetores treinam os operadores de o quê observar e como realizar a inspeção das peças. Além disso, existe um livro de defeitos

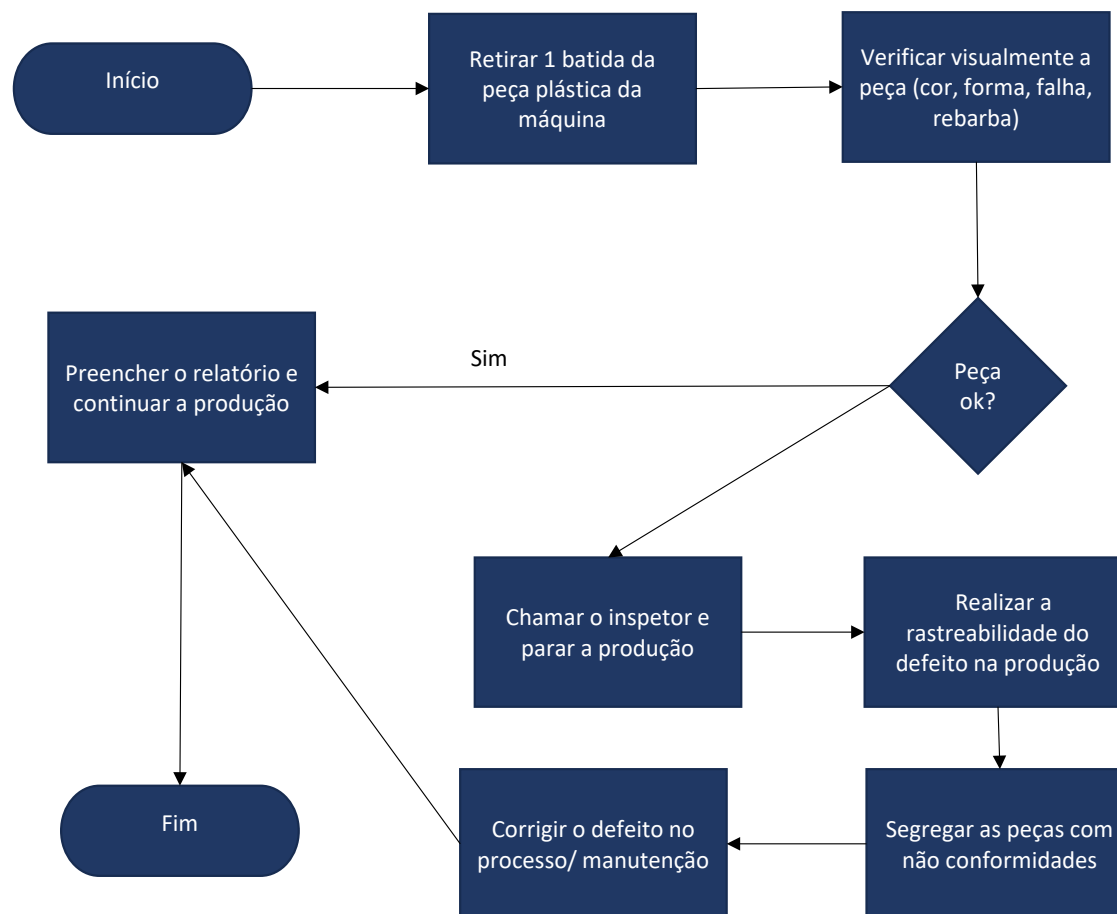
onde contém todas as não conformidades das determinadas peças plásticas. Esse livro nada mais é que um arquivo impresso com todas as não conformidades, suas respectivas fotos, grau e aceitabilidade. E fica disponível na bancada do operador para recorrer quando tiver alguma dúvida.

Além de saber como realizar, o operador deve saber qual fluxo seguir caso encontre uma não conformidade nas peças. E necessita agir rapidamente para que não se espalhe mais defeitos. Após encontrar um problema de qualidade, ele deve chamar o inspetor responsável pelo processo e mostrar o que foi encontrado. Com isso o inspetor dependendo do grau do problema, irá solicitar a parada de máquina e pedir para ser feito um ajuste no processo.

Em seguida, o inspetor e o operador irão fazer a rastreabilidade do defeito, para verificar a quantidade de peças que serão bloqueadas. Quando as peças são bloqueadas, dependendo do grau de não conformidade, elas podem ser reaproveitadas sob desvio, sucateadas, regranuladas ou selecionadas. Isso é decidido de comum acordo com os setores da qualidade, manufatura e manutenção.

Segue abaixo o fluxograma desse processo na Figura 25:

Figura 25 – Fluxograma do autocontrole



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com a realização da implantação do autocontrole, os indicadores de produtividade, qualidade e sucata foram analisados novamente, e são vistos na Tabela 4.

Tabela 4 – Indicadores de produtividade, qualidade e sucata após autocontrole

Mês	Produtividade (OEE)	Produto não conforme (PNC)	Índice de Sucata
1	82%	0,8%	1,4%
2	81,4%	1%	1,5%
3	82,7%	0,7%	0,8%
4	82,3%	0,9%	1,2%
5	80,2%	1%	1,6%
6	83,1%	0,8%	0,9%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A produtividade do processo aumentou consideravelmente, atingindo em todos os meses a meta do indicador. Assim como os índices de produto não conforme e de sucata. Com o envolvimento do operador e sua responsabilidade em relação a qualidade do produto, isso fez com que os resultados positivos aparecessem diretamente tanto na eficiência de produção, tanto quanto na redução de peças com problema que conseqüentemente seriam sucateadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo realizado, foi possível obter dados e informações a respeito do fluxo do processo do operador na injeção plástica. Com a implementação do autocontrole nas atividades do operador, os indicadores da fábrica progrediram consideravelmente. É possível observar na Figura 26 essa comparação.

Figura 26 – Comparação entre o processo sem e com autocontrole

Sem autocontrole		Com autocontrole
77%	Média produtividade	82%
1,5%	Média pnc	0,9%
3%	Média sucata	1,2%
2,7 horas	Tempo ocioso do operador	0,6 hora

Fonte: Próprio autor (2023)

A produtividade, que tem a meta de maior ou igual 80%, antes do autocontrole teve uma média de 77%, e com o autocontrole subiu 5% atingindo a média de 82%. O indicador de produto não conforme, que tem como meta menor ou igual a 1,2%, saiu de 1,5% para 0,9%. Uma redução de 0,6% diminuindo consideravelmente os problemas de qualidade do processo.

Conseqüentemente, o índice de sucata da fábrica reduziu de 3% para 1,2%, já que menos peças plásticas foram reprovadas e, portanto, diminuição de quantidade de sucata. E por fim o tempo ocioso do operador que estava em 2,7 horas no turno de produção, reduziu para 0,6 hora com suas novas atividades que foram implementadas com o autocontrole no processo.

Os dados apresentados demonstraram que com a implementação do autocontrole os operadores puderam ter um controle maior do seu processo, pois com a responsabilidade de manter a qualidade em suas peças, foi possível antecipar potenciais problemas, e também conter não conformidades em um curto período de tempo, reduzindo a quantidade de peças no lote rejeitado.

O objetivo geral do estudo foi atingido e a metodologia escolhida se mostrou coerente com o processo da pesquisa. O mapeamento do fluxo de valor demonstrou ser eficaz para a abordagem difundida no tema e foi possível verificar que a aplicação da ferramenta de autocontrole é eficiente ao ser comparada com o período sem utilização da mesma.

Foi exequível gerar uma pesquisa com um nível de detalhamento que permitiu com que os gestores tomassem decisões baseadas em fatos e dados sobre a evolução do processo que foi realizada na fábrica.

Além disso, foi possível demonstrar que a aplicação do método implantado de autocontrole gerou valor e ganhos expressivos para a empresa, implicando na melhoria do processo e retenção precoce de problemas de peças com não conformidades que poderiam gerar ao cliente uma experiência ruim.

É importante ressaltar que nem sempre a adição de uma atividade extra na rotina do funcionário significa uma sobrecarga ou um aumento de investimento. Com o estudo realizado foi possível verificar os pontos ociosos ao longo da jornada de trabalho, e conseqüentemente eliminá-los, visto que a ociosidade também é negativa e não agrega valor ao produto.

Portanto, o estudo conseguiu demonstrar na prática a importância do balanceamento dos processos e atividades, unindo os setores de produção e qualidade que possuem o mesmo objetivo final que é entregar um produto de excelência para o cliente.

6. CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

6.1 Contribuições Acadêmicas

Com o objetivo de aplicar o Mapeamento de Fluxo de Valor para analisar os resultados obtidos a partir da implementação do autocontrole no processo de injeção plástica, a pesquisa contribui para o ambiente acadêmico ao abordar um tema relevante que é a eficiência da aplicação da ferramenta de controle. Podendo assim, a metodologia aplicada no estudo, auxiliar no projeto de outras áreas, não apenas no processo de injeção plástica, mas também em qualquer ambiente industrial. Com a exigência de alta qualidade nos produtos e processos crescendo, as informações referentes a fluxos de atividades e aprimoramento de tarefas podem ser úteis para outras organizações e tomadas de decisões de gestores. Além disso, com o levantamento dos artigos que utilizaram métodos de aplicação do mapeamento do fluxo de valor, auxilia a posteriores pesquisas acadêmicas para verificarem qual os métodos mais utilizados em cada área de estudo nos últimos dois anos.

6.2 Contribuições Econômicas

Na aplicação do estudo de caso foi possível verificar a redução do tempo ocioso dos operadores e com isso diminuir desperdícios que não agregam valor ao produto, e conseqüentemente não trazem lucro para empresa. Além disso, ao reduzir as sucatas geradas no processo, a empresa elevou seus ganhos, aumentou sua produtividade e qualidade no produto.

6.3 Contribuições Sociais

A presente dissertação trará impactos para a sociedade em vários aspectos. O primeiro deles é para a sustentabilidade ambiental. Com a sua redução de peças plásticas que seriam sucateadas, é possível levar uma consciência ambiental do descarte exacerbado de plásticos que podem ser evitados. Também, colabora com a diminuição de lixos derivados do plástico, que são um problema para a sociedade global.

Outro aspecto é o do consumidor final que com a qualidade elevada atingida no produto, o mercado receberá uma quantidade menor de produtos com defeito e conseqüentemente o cliente da marca irá sentir o efeito dessa melhoria implementada na fábrica.

Também, ao inserir uma nova atividade no processo, foi necessário aperfeiçoar e profissionalizar os operadores que começaram a fazer inspeções na peça, trazendo uma benfeitoria tanto para o colaborador quanto para a sociedade que recebe um produto de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M., JUGEND, D., SOUZA, F., MARIANO, E. Interações entre manutenção produtiva total e gestão da qualidade total: Estudo de caso em uma empresa do setor alimentício. **GEPROS: Gestão Da Produção, Operações E Sistemas**, v. 14(3), p.122, 2019.

AMARAL, L., ROSÁRIO, V. Análise de riscos de acidentes de trabalho no processo de pintura de peças em uma indústria metalmecânica, com vistas à sua redução. **Unisosiesc**, 2021.

BENINI, L., CANELLAS, L., ACHTSCHIN, P., MORAES JÚNIOR, J. Mapeamento do fluxo de valor do processo de montagem de uma Árvore de Natal Molhada Horizontal em uma empresa do segmento offshore. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 8, n. 3, p. 14342, 2022.

BERNARDELLI, H., REGATTIERI, C. R. Aplicação do indicador overall equipment effectiveness (OEE): um estudo de caso em uma empresa do setor alimentício. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 1, p. 489–500, 2022.

CAMACARO-PEÑA, M., PAREDES-RODRÍGUEZ, A., AULESTIA-POTES, C., HENAO-GUERRERO, M. Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña. **Entramado**, v. 17, n. 2, p. 226-242, 2021.

CAMPOS, V. F. “TQC: controle da qualidade total no estilo japonês.” **Nova Lima: INDG**. 8. ed.,2004.

CARVALHO, F., CHRIST, J. Proposta de melhoria do processo de corte em abatedouro de aves: um estudo de caso em uma indústria capixaba. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 7(5), p. 230-251, 2021.

CHEUNG, W., M., LEONG, J., VICHARE, P. “Incorporating lean thinking and life cycle assessment to reduce environmental impacts of plastic injection moulded products”, **Journal of Cleaner Production**, v. 167, p. 759-775, 2017.

CRIVELLARO, F., VITORIANO, M. Mapeamento de processos como ferramenta para gestão de documentos. **Em Questão**, Porto Alegre, 2021.

CUNHA, A. - Manual do projetista para moldes de injeção de plásticos: moldação por injeção e materiais plásticos. **Marina Grande: Centimfe**, 2003.

DE OLIVEIRA, R. I., SOUSA, S. O., DE CAMPOS, F. C. "Lean manufacturing implementation: bibliometric analysis 2007–2018." **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 101, n. 1, p. 979-988, 2019.

DEMING, W.E., "Quality, Productivity and Competitive Position", **Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Engineering Study**, 1982.

DENNY, E. & WECKESSER, A. "Qualitative research." **BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology**, 126 (3), 369, 2019.

DESAI, D. & PRAJAPATI, B. "Competitive advantage through Six Sigma at plastic injection molded parts manufacturing unit: A case study". **International Journal of Lean Six Sigma**, 8, 2017.

ESTEVES, P.J.M., "Máquinas de Injeção de Plástico: Instalação, Proteções e Controle de Qualidade". **Universidade da Beira Interior**, 2010.

ENTRINGER, T., FERREIRA, A., NASCIMENTO, D. Comparative analysis of the main business process modeling methods: a bibliometric study. **Gestão & Produção**, v. 28(2), ed. 5211, 2021.

FEIGENBAUM, A. V. Total Quality Control. **New York: McGraw-Hill**, 1986.

FERNANDES, C., PONTES, A. J., VIANA, J. C., GASPAR-CUNHA, A. "Modeling and Optimization of the Injection-Molding Process: A Review." **Advances in Polymer Technology**, 37.2, 429-49, 2018.

GARZA-REYES, J.A., ROMERO, J. T., GOVINDAN, K., CHERRAFI, A., RAMANATHAN, U. "A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM)" **Journal of Cleaner Production**, Volume 180, Pages 335-348, 2018.

GOSHIME, Y., KITAW, D., JILCHA, K. "Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction: A literature review on metals and engineering industries." **International Journal of Lean Six Sigma**, 2018.

HÉROUX, E. M. "Valuing and adequately reporting exploratory research." *Journal of neurophysiology* 120.2, 880-881, 2018.

JURAN, J.M. Quality control handbook. **New York: McGraw-Hill**, 3.ed, 1979.

KÄÄRIÄ, E., SHAMSUZZOHA, A., Improvement of an order-to-cash business process by deploying lean six sigma tools: a case study. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2023.

KHOSRAVANI, M. & NASIRI, N. "Injection Molding Manufacturing Process: Review of Case-based Reasoning Applications." **Journal of Intelligent Manufacturing**, 31.4, 847-64, 2019.

KRUGER, S., HERZOG, L., CARMO, C., FORCELLINI, F. Proposta de melhorias no processo de produção de uma panificadora a partir de ferramentas do lean manufacturing. **Exacta**, v. 20(1), p. 43-66, 2022.

KUMAR, R. "Kaizen a tool for continuous quality improvement in Indian manufacturing organization" **International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences**, v. 4, n. 2, p. 452-459, 2019.

LIMA, L., ALBUQUERQUE, M., VERONEZE, G., NOGUEIRA, R., SOUSA, S. Aplicação de MFV (Mapeamento de Fluxo de Valor) num processo de unidade interna de ar condicionado: Estudo de caso. **Peer Review**, v. 5, n. 17, p. 193–204, 2023.

LUCIANO, E., RIBEIRO, R., KABUCHI, T., MARTINES, M., CHAVES, W. Mapeamento do fluxo de valor para caracterização do takt time como indicador de performance aplicado ao setor cafeeiro. **Revista Univap**, v. 29, 2023.

MENDES, L., RIBEIRO, D., DRESCH, C., SILVA, J., FRAZZON, E. Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor e Lean Healthcare na emergência de um hospital de referência regional. **Exacta**, 2021.

MORAES, C., BONATO, S., JUNGES, V., MOURA, G., WACHS, P. Value stream mapping: an application lean in the process of accountability in a philanthropic hospital. **Brazilian Journal of Management–ReA UFSM**, v. 16, n. 2, e1, 2023.

MORAIS, L., BACHEGA, S., CALIFE, N., TAVARES, D. Standardization of surgical material kits for spine treatments using the lean healthcare approach. **Exacta**, v. 20(4), p. 900-927, 2022.

MORENO, M., BUCHINO, A. Sistema para controle de entrada e saída de produtos e serviços de uma lan house. **Congresso de Tecnologia-Fatec Mococa**, v. 4, n. 1, 2021.

MOSER, A. & KORSTJENS, I. "Series: Practical guidance to qualitative research. Part 1: Introduction." **European Journal of General Practice** 23.1, 271-273, 2017.

MOUTINHO, K., NOGUEIRA, R., KANDA, J. Mapeamento do fluxo de valor: um estudo de caso aplicado em uma instituição federal de ensino. **Revista Foco**, v. 16, n. 6, p. 2122, 2023.

MUÑOZ-VILLAMIZAR, A., SANTOS, J., GARCIA-SABATER, J.J., LLEO, A., GRAU, P. "Green value stream mapping approach to improving productivity and environmental performance", **International Journal of Productivity and Performance Management**, Vol. 68 No. 3, pp. 608-625, 2019.

NAKAJIMA, S. Introduction to TPM. Productivity Press, Inc., 1988.

OHNO, T., "O Sistema Toyota de Produção", **Bookman**, São Paulo, 1988.

OLIVEIRA, E., NASCIMENTO, D. Mapeamento de Processos em uma Empresa do Ramo Metalomecânico: Um Estudo de Caso. **Revista Vértices**, v. 21, n. 3, p. 514–529, 2019.

PAIVA, L., JUNIOR, P., DINIZ, L., MARTINS, V. Mapeamento do fluxo de valor: aplicação prática em um processo interno de uma empresa de serviços. **Revista Foco**, v. 15(4), ed.507, 2022.

PEDROSO, M. M., "Análise dos parâmetros do processo de injeção para melhoria da qualidade de peças injetadas", **Universidade do Minho**, 2018.

PEREIRA, A., SILVA, M., DOMINGUES, M., SÁ, J. "Lean Six Sigma Approach to Improve the Production Process in the Mould Industry: a Case Study". **Quality Innovation Prosperity**, 23, 103-121, 2019.

PINTO, A., NOGUEIRA, R., DE OLIVEIRA, M. Gestão de compra e estoque sob a ótica do mapeamento do fluxo de valor - mfv: um estudo de caso no ramo farmacêutico. **Revista Foco**, v. 16, n. 3, p. 1274, 2023.

PORTO, R., YAMANE, L., BALDAM, R., SIMAN, R. Practical Solutions to Enhance the Productivity of Waste Picker Organizations Through the Application of Lean Tools. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 3287, 2023.

PRADIP, S., DEVARAJ, S. Process optimization by Value Stream Mapping, **Materials Today: Proceedings**, v.54, p. 251-254, 2022.

PSOMAS, E., ANTONY, J. "Research gaps in Lean manufacturing: a systematic literature review." **International Journal of Quality & Reliability Management**, 2019.

- QIN, Y., LIU, H. Application of Value Stream Mapping in E-Commerce: A Case Study on an Amazon Retailer. **Sustainability**, v.14, p. 713, 2022.
- RAMOS, G., COELHO, M., Value stream mapping in healthcare and sustainable development: a systematic review. **Revista Produção Online**, v. 21, p. 1116-1142, 2022.
- RASHID, Y., RASHID A., WARRAICH, M.A., SABIR S.S., WASEEM, A. "Case Study Method: A Step-by-Step Guide for Business" **Researchers. International Journal of Qualitative Methods**, 2019.
- RIEG, D., PERMIGIANI, A., PRADO, J., SCRAMIM, F. Aplicação do mapeamento de fluxo de valor no processo produtivo de uma empresa produtora de polietileno expandido de baixa densidade. **Revista Foco**, v. 16, n. 1, p.796, 2023.
- ROTHER, M. & HARRIS, R. "Creating Continuous Flow An Action Guide for Managers, Engineers and Production Associates." **The Lean Enterprise Institute**, 2001.
- ROTHER, M. & SHOOK, J. "Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate." **Lean Enterprise Institute**, 1999.
- SANTOS, A., RIBEIRO, I., SALVE, A., JI, C., FERREIRA, L., HORA, H. Indicador OEE e ferramentas da qualidade: uma aplicação integrada no processo de destilação de uma indústria de biotecnologia. **Exacta**, v. 17(2), p.165–184, 2019.
- SILVA, G., BOUZON, M., SILVA, J. Value stream analysis of a waste picker cooperative: an approach based on sustainability and lean philosophy, **Brazilian Journal of Operations and Production Management**, v. 20, n. 3, 2023.
- SILVA, J., NUNES, F., NUNES, P. Utilização De Mapeamento do Fluxo de Valor em uma Clínica Odontológica: Um Estudo de Caso. **Journal of Lean Systems**, v. 7, n. 3, p. 01-25, 2022.
- SONDA, M. B., "A rastreabilidade como ferramenta de apoio à gestão em uma indústria de plásticos", **Universidade de Caxias do Sul**, 2018.
- STADNICKA, D. & LITWIN, P. "Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modelling and analysis" **International Journal of Production Economics**, Volume 208, Pages 400-411, 2019.

TELES, F., PEREIRA, V., PEREIRA, G., TELES, H., ALMEIDA, M., ALBUQUERQUE, H., CASELLI, F. Obstáculos e benefícios da implantação da Manutenção Produtiva Total (MPT): Uma revisão de literatura. **GeSec : Revista De Gestão E Secretariado**, v. 14(4), p. 6386-6399, 2023.

XUNDAO, Z., ZHANG, Y., MAO, T., ZHOU, H. "Monitoring and dynamic control of quality stability for injection molding process." **Journal of Materials Processing Technology**, Volume 249, Pages 358-366, 2017.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., & ROOS, D., "The Machine That Changed The World", **Ramson Associaties -Macmilkin Publishing Company**, Nova Iorque, 1990.

YIN, R. K. "Estudo de caso: Planejamento e método." **Porto Alegre: Bookman**, 4 ed., 2010.