

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

Marina Barros Lobo<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-0345-051X>

Dércio Luiz Reis<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-8175-3212>

### RESUMO

A qualidade do produto e a satisfação do cliente estão diretamente relacionadas, e para um bom funcionamento do negócio o cliente deve estar satisfeito. Existem atualmente diversos métodos para controlar a qualidade do produto, sendo um deles o autocontrole. O presente estudo 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 consequentemente utilizando o mapeamento de fluxo de valor para análise do antes e depois. Com esse projeto foi demonstrado que o método implantado de autocontrole foi uma decisão correta do setor de engenharia, implicando na melhoria do processo e retenção precoce de problemas de peças com não conformidades que poderiam gerar ao cliente uma experiência ruim.

### Palavras-chave

Mapeamento do Fluxo de Valor; Qualidade; Processo; Autocontrole.

1 Mestranda do Curso de Engenharia de Produção. Bacharel em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Amazonas, Amazonas. E-mail: marinalobo@outlook.com

2 Professor Orientador. Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor da Universidade Federal do Amazonas. E-mail: dercioreis@ufam.edu.br



# APPLICATION OF VALUE STREAM MAPPING IN THE SELF-CONTROL ACTIVITY IN THE PLASTIC INJECTION PROCESS

## **ABSTRACT**

Product quality and customer satisfaction are directly related. For the business to function properly, the customer must be satisfied. There are currently several methods for controlling product quality, one of which is self-control. 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. A 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.

## **Keywords**

Value Stream Mapping; Quality; Process; Self-Control.

---

Submetido em: 03/10/2023 – Aprovado em: 13/10/2023 – Publicado em: 17/10/2023

---

## 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 cliente. 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. Com 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, como por exemplo fluxogramas, mapeamento do fluxo de valor, gráfico de Pareto, diagrama de *Ishikawa*, entre outros. Além disso, existe 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 de tamanho. 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 a autonomia nos processos que o operador realiza.

Para que o autocontrole ocorra é necessário que o colaborador operacional tenha bem definido seu fluxo, ou seja, tenha o controle 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. Conhecendo bem o fluxo do processo, é possível ser mais eficiente, eliminando tarefas redundantes, entre outras perdas.

Com isso, o estudo em questão tem como objetivo principal 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 comparando com o período sem a utilização do mesmo no processo.

A temática inserida se mostra presente e relevante na empresa escolhida. De acordo com Goshime (2018), as empresas estão em busca da redução de desperdícios, seja eles de tempo, de materiais, entre outros. 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.

O estudo foi realizado no setor de injeção plástica de uma empresa de bens de consumo descartáveis. Para prosseguir com o estudo, é necessário contextualizar como funciona o 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 os encarregados, que gerenciam os inspetores.

O funcionamento da fábrica é de sete dias por semana em dois turnos de doze horas diárias. 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.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 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 & Godfrey (1998), 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.

Campos (2004) vai mais 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 três autores diferentes, pode ser percebido que todos tem em comum o cliente como centro da qualidade. É o cliente o portador das necessidades e exigências, norteador a qualidade e sua relevância no mercado inserido. A preferência do consumidor na marca irá demonstrar quão boa está a qualidade do produto da empresa.

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

Importante ressaltar que as definições de qualidade de um determinado produto, 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 essencial 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, com qualidade superior, mais seguros, com maior eficiência nas entregas. Tudo depende do estudo de mercado realizado para descobrir quais as necessidades que os clientes estão ditando 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.

E por fim, é necessário que a alta direção esteja empenhada e que aja através de exemplo para que através de sua hierarquia, os trabalhadores que estão abaixo possam enxergar que a qualidade elevada é um dos pilares da empresa.

## 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. O sistema 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. Sendo um processo contínuo que tem como dois pilares o *just in time* e a automação com um toque humano (Ohno,1988).

Na filosofia Toyota, a redução de custo é tida como um objetivo para qualquer indústria que queira sobreviver no mercado. 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. De acordo com Psomas & Antony (2017), ele 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 redução ou eliminação de atividades sem valor e desperdícios.

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 estudo 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, e com isso 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 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 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 desafio é enxergá-lo.

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.

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, o que torna possível visualizar, documentar e compreender fluxos do processo com a finalidade de identificar desperdícios, e com isso progredir nas mudanças propostas.

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. 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.

A administração tem um papel essencial 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.

Além disso, todos os setores devem estar alinhados. Se a produção está realizando suas tarefas dentro do tempo estabelecido, é importante que a manutenção também atue atendendo dentro do tempo esperado, e que a qualidade esteja agindo com a rapidez esperada, o almoxarifado esteja entregando 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. Isto é, ao identificar fontes de desperdícios, os trabalhadores que estão naquele processo estão sendo expostos e terão que mudar hábitos que estão fazendo no processo.

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 outra aplicação, o 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 extremamente 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.

#### 2.4 Injeção Plástica

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 e menor custo. No processo de injeção plástica por moldagem, a matéria-prima é colocada em estado sólido na injetora sendo aquecido e pressionado até entrar 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.

A injetora é a máquina que homogeneiza e injeta o polímero fundido. Ela é dividida em duas partes, a unidade de injeção e a unidade de fechamento. O molde é responsável pela forma final do polímero no processo de injeção, e é uma das partes mais particulares de ser projetada, por ter complexidade única. Por ser específico para cada tipo de produto, 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 mais simples são compostos por duas partes metálicas que se ajustam e assim definem as cavidades. As cavidades, que segundo Khosravani & Nasiri (2019), é onde o polímero é comprimido para gerar o produto. Sendo assim se o molde tiver por exemplo dez cavidades, ele irá gerar dez produtos a cada 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.

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 justamente 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.

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 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.

Logo, um processo bem definido e bem mapeado é essencial para um controle melhor dos problemas. O operador deve saber suas prioridades, seu gargalo, ter o conhecimento pleno das suas atividades, e assim buscar melhorias no seu processo como um todo.

### 3 METODOLOGIA

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.

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 e representa um uso eficiente de dados e recursos.

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 coleta de dados foi utilizada para levantar dados sobre a detecção de não conformidades e indicadores de qualidade, produtividade e sucata na injeção.

Também, o mapeamento do fluxo de valor do processo de injeção plástica antes e depois da implantação do autocontrole, que foi uma ferramenta utilizada para desenhar o processo e identificar gargalos, desperdícios, ociosidades e assim verificar o ganho ou perda de valor no processo definido. 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 de problemas de qualidade antes e depois do autocontrole.

O local escolhido para realizar a pesquisa foi uma empresa de bens de consumo do Polo Industrial de Manaus. 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.

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.

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. As abordagens escolhidas para a realização da coleta dos dados definidas nesse estudo de caso foram a documentação, a observação e o registro em arquivos.

As documentações analisadas foram os relatórios de Não-Conformidades do processo de injeção plástica arquivados no setor da qualidade, os relatórios de índice de sucatas do processo de injeção plástica arquivados no setor de processo e os 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 é possível analisar as informações em diferentes vertentes.

Já a observação foi utilizada de forma direta no estudo 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 flexibilidade, 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.

E também, 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

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.

## 4 RESULTADOS

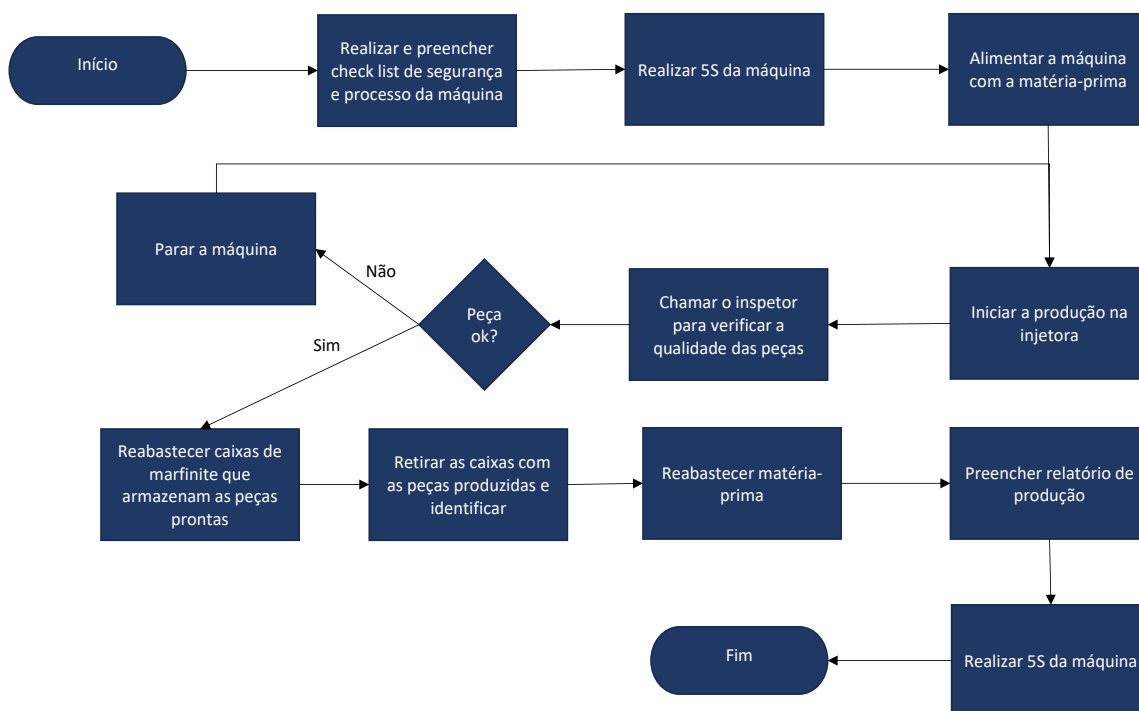
O autocontrole foi implementado com a finalidade de obter um controle maior da qualidade do produto, além de dividir as responsabilidades com o operador do processo. O método em si, tem o objetivo de capacitar o operador para ter autonomia no seu processo de verificar a qualidade de suas peças. Atualmente 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 pode ser visualizado na Figura 1.

**Figura 1.** Fluxograma do Processo Antes da Implantação do Autocontrole



*Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (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 a produção.

Proseguindo 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 foi visualizado as informações na Tabela 1.

**Tabela 1** - 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 pela autora a partir de dados da pesquisa (2023)*

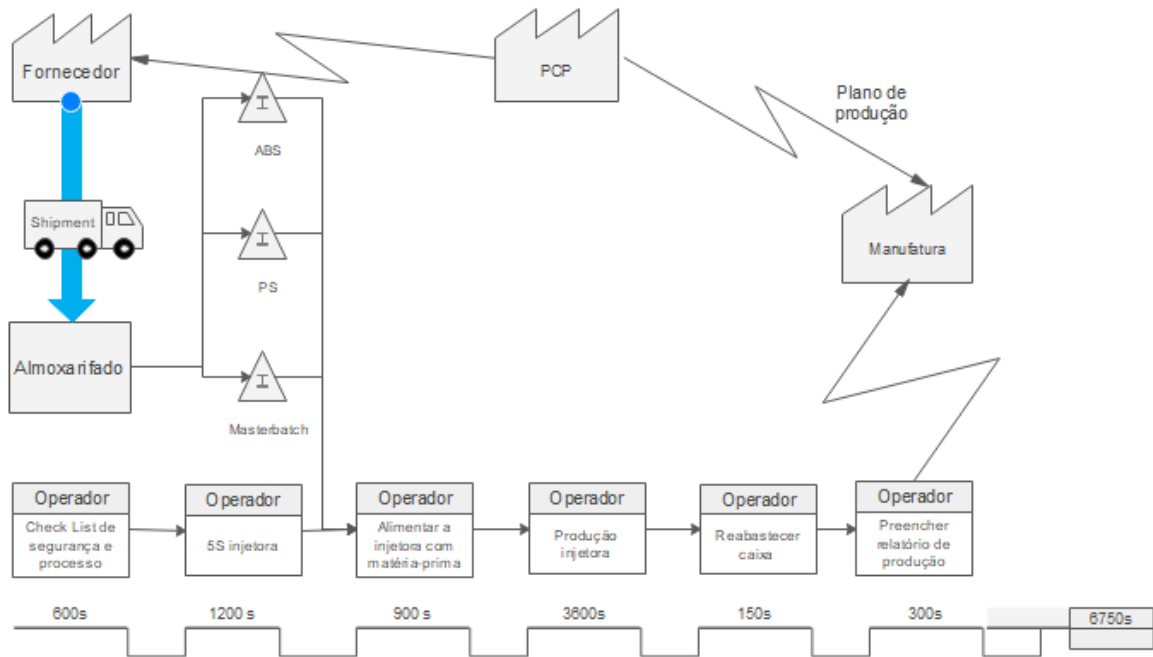
As metas dos indicadores são:

- a) OEE = 80%
- b) PNC = 1,2%
- c) Sucata = 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. O resultado é observado na Figura 2.

**Figura 2.** Mapa do Fluxo de Valor antes da Implantação do Autocontrole



*Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (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.

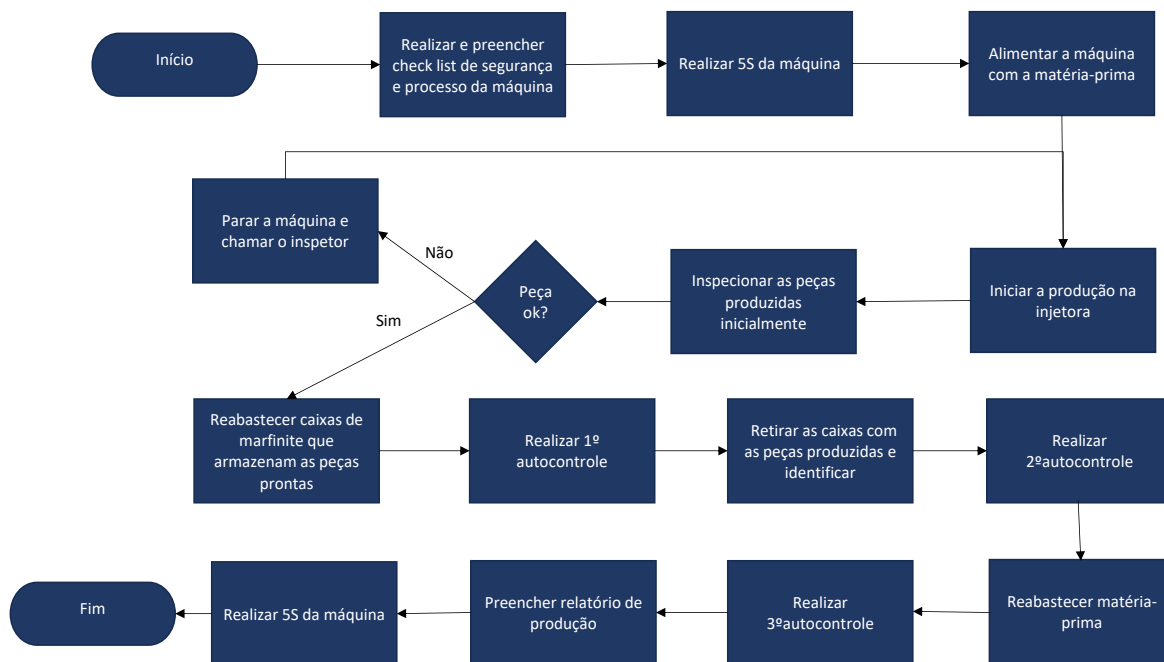
Indo mais a fundo na análise das informações, foi constatado através de observações no processo e a realização do mapeamento do fluxo de valor, que os operadores estavam tendo um tempo de ociosidade elevado, que somando ao longo do turno estava em torno de 2,7 horas (162 minutos), e isso causava uma 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 é observado na Figura 3.

**Figura 3.** Fluxograma do Processo com a Implantação do Autocontrole



*Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (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.

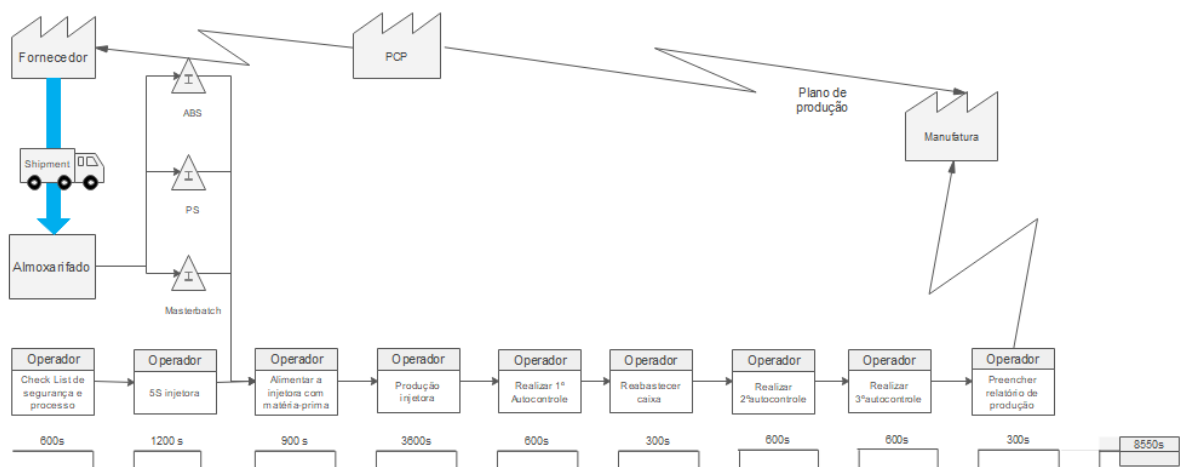
A parte inicial de processo não foi alterada. Ele prosseguia com a injeção das primeiras peças plásticas, e nesse momento ele mesmo que deveria verificar visualmente se estava saindo peças em conformidade, e se estivesse tudo certo, prosseguir com a produção. Se encontrasse algo não conforme, deveria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

Em seguida deveria continuar a produção, e reabastecer as caixas de marfinitite 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 necessária, 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 realizadas 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. A Figura 4 demonstra o mapeamento.

**Figura 4.** Mapa do Fluxo de Valor com a Implantação do Autocontrole



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (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.

Com a realização da implantação do autocontrole, os indicadores de produtividade, qualidade e sucata foram analisados novamente, e são vistos na Tabela 2.



**Tabela 2** - Indicadores de produtividade, qualidade e sucata após autocontrole

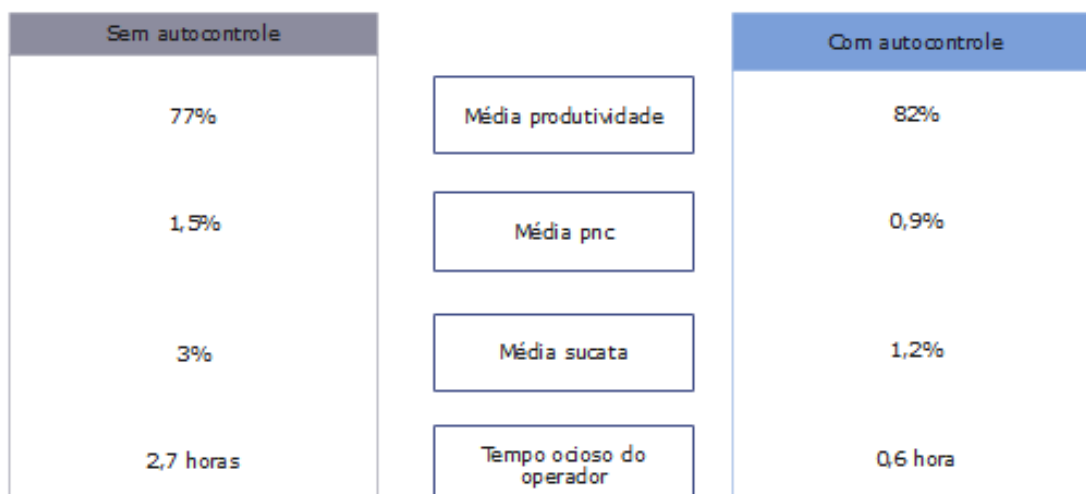
Mês	Produtividade (OEE)	Produto não conforme (PNC)	Índice de Sucata
1	82%	0,8%	1,4%
2	81,4%	1%	1,5%
3	82,7%	0,7%	0,8%
4	82,3%	0,9%	1,2%
5	80,2%	1%	1,6%
6	83,1%	0,8%	0,9%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (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.

Com a implementação do autocontrole nas atividades do operador, os indicadores da fábrica progrediram consideravelmente. É possível observar essa comparação na Figura 5.

**Figura 5.** Comparação Entre o Processo Sem e Com Autocontrole



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (2023)

A produtividade, que tem a meta de 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 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.

## 6 CONCLUSÃO

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 viável 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. E as decisões que são tomadas através de um estudo e de números possuem uma confiabilidade maior.

Além disso, pode-se 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. E ao gerar essa experiência, a empresa poderia perder uma clientela que já era fixa, e também potenciais alvos no mercado.

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 adequado é 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.

A metodologia aplicada no estudo, poderá 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.

## REFERÊNCIAS

- CAMPOS, V. F. "TQC: controle da qualidade total no estilo japonês." **Nova Lima: INDG**. 8. ed., 2004.
- 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**, Volume 167, p. 759-775, 2017.
- 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), p.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.
- 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, p.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, p. 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, p.880-881, 2018.
- JURAN, J. M.; GODFREY, A., B. "Juran's Quality Handbook." **New York: McGraw Hill**, 1998.
- KHOSRAVANI, M.; NASIRI, N. "Injection Molding Manufacturing Process: Review of Case-based Reasoning Applications." **Journal of Intelligent Manufacturing**, 31.4, p.847-64, 2019.
- 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, p. 608-625, 2019.
- OHNO, T. "O Sistema Toyota de Produção", **Bookman**, São Paulo, 1988.
- 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, p.103-121, 2019.

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

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.

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.

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, p. 358-366, 2017.