

# Desenvolvimento de válvula aplicadora de fluídos e otimização do processo de produção

Development of fluid applicator valve and optimization of production process

Desarrollo de una válvula aplicadora de fluidos y optimización del proceso productivo

Recebido: 17/11/2022 | Revisado: 29/11/2022 | Aceitado: 30/11/2022 | Publicado: 09/12/2022

## **Claudio Augusto Kelly**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9640-5480>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [prof.claudiokelly.pinda@unifunvic.edu.br](mailto:prof.claudiokelly.pinda@unifunvic.edu.br)

## **Rafael Andrade Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4910-3241>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [rafael.motorolax@gmail.com](mailto:rafael.motorolax@gmail.com)

## **Rodrigo Ramos de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2637-2489>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [prof.rodrigooliveira.pinda@unifunvic.edu.br](mailto:prof.rodrigooliveira.pinda@unifunvic.edu.br)

## **Georges Michael Prandt Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9162-7244>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [Georges.01010037.pinda@unifunvic.edu.br](mailto:Georges.01010037.pinda@unifunvic.edu.br)

## **Thaina Rodrigues da Silva Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2418-5815>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [thaina.01010511.pinda@unifunvic.edu.br](mailto:thaina.01010511.pinda@unifunvic.edu.br)

## **Sérgio Ricardo Camargo Milad**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0960-1879>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [sergioricardomilad@hotmail.com](mailto:sergioricardomilad@hotmail.com)

## **Agatha Maria Miguel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0214-3975>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [agatha.01009763.pinda@unifunvic.edu.br](mailto:agatha.01009763.pinda@unifunvic.edu.br)

## **Mateus Camargo Garcia de Siqueira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5146-8453>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [mateus.cg.siqueira@hotmail.com](mailto:mateus.cg.siqueira@hotmail.com)

## **Mauricio Camargo Garcia de Siqueira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8912-2068>  
Centro Universitário Funvic, Brasil  
E-mail: [mauricio.siqueira2013@hotmail.com](mailto:mauricio.siqueira2013@hotmail.com)

## **Resumo**

Este trabalho apresenta como tema o desenvolvimento de válvula aplicadora de fluídos e otimização do processo de produção. O objetivo deste estudo é desenvolver uma melhoria e otimizar um processo dentro de uma indústria multinacional, a partir de um problema identificado e reportado por um cliente através da plataforma de Satisfação do Cliente. Na fase do desenvolvimento do plano de ação foi utilizada a metodologia da pesquisa quantitativa, visto que foram recolhidos vários números e aplicadas técnicas de estatísticas, como indicadores de produção, qualidade, desempenho estratégico e competitividade. A metodologia qualitativa foi utilizada no *benchmarking* com os colaboradores da empresa e também no recebimento da reclamação do cliente. Conclui-se dentre as hipóteses levantadas por este trabalho que desenvolver a melhoria no aplicador de óleo diminuiu a contaminação do produto. Outras hipóteses validadas são de que desenvolver uma melhoria no aplicador de óleo reduziu o nível de gotejamento e implantar a nova válvula aplicadora evitou novas reclamações de clientes sobre o problema.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento de produto; Otimização de processo; Inovação tecnológica.

## **Abstract**

This work presents as a theme the development of a fluid applicator valve and optimization of the production process. The objective of this study is to develop an improvement and optimize a process within a multinational industry, from a problem identified and reported by a customer through the Customer Satisfaction platform. At the

stage of developing the action plan the quantitative research methodology was used, since several numbers were collected and statistical techniques were applied, such as indicators of production, quality, strategic performance and competitiveness. The qualitative methodology was used in the benchmarking with the employees of the company and also in the receipt of the customer's complaint. It was concluded from the hypotheses raised by this work that to develop the improvement in the oil applicator decreased the contamination of the product. Other validated hypotheses are that developing an improvement in the oil applicator reduced the level of drip and implanting the new applicator valve prevented further customer complaints about the problem.

**Keywords:** Product development; Process optimization; Technologic innovation.

### Resumen

Este trabajo presenta como tema el desarrollo de una válvula aplicadora de fluidos y la optimización del proceso productivo. El presente estudio tiene como objetivo desarrollar una mejora y optimización de un proceso dentro de una industria multinacional, a partir de un problema identificado y reportado por un cliente a través de la plataforma Customer Satisfaction. En la fase de desarrollo del plan de acción se utilizó la metodología de investigación cuantitativa se utilizó, ya que se recolectaron varios números y se aplicaron técnicas estadísticas, tales como indicadores de producción, calidad, desempeño estratégico y competitividad. La metodología cualitativa se utilizó en el benchmarking con los empleados de la empresa y también en la recepción de quejas de los clientes. Se concluye entre las hipótesis planteadas por este trabajo que al desarrollar la mejora en el aplicador de aceite se redujo la contaminación del producto. Otras hipótesis validadas son que el desarrollo de una mejora en el aplicador de aceite redujo el nivel de goteo y el despliegue de la nueva válvula del aplicador evitó más quejas de los clientes sobre el problema.

**Palabras clave:** Desarrollo de productos; Optimización de procesos; Innovación tecnológica.

## 1. Introdução

Como o aumento da produtividade com foco nos resultados não é suficiente, é preciso otimizar os processos para gerar maior agilidade e eficiência, além de possíveis reduções de gastos com matéria-prima, mão de obra e equipamentos. Com o mercado cada vez mais competitivo entre as empresas, otimizar processos e promover melhorias é necessário para se manter em destaque no segmento escolhido de atuação e também a satisfação dos clientes. Para Fleury e Fleury (2003), “a necessidade de evolução e inovação na Pesquisa no Desenvolvimento de Produtos propicia uma cadeia de necessidades, voltadas para todo o desenvolvimento do produto, principalmente para a satisfação do cliente.”

Transformar uma ideia de negócio em realidade não é uma tarefa fácil. Mesmo que alguns passos pareçam naturais, é preciso seguir um planejamento para evitar problemas e aproveitar as oportunidades. E, de tantas operações nesse contexto, uma das mais importantes é o processo de desenvolvimento de produto (Rozenfeld *et al.*, 2006; Clark & Wheelwright, 1993; Oliveira, *et al.*, 2019a; Magalhães, 2020; Varnier, *et al.*, 2021)

E uma das partes mais importantes para isso ocorrer é oferecer produtos de qualidade é oferecer produtos de qualidade e que resolvam as necessidades do público-alvo. Criar algo que não tem valor para as pessoas ou que não corresponda às suas expectativas pode ser fatal para a empresa: imagine as mercadorias encalhadas e os clientes falando mal de sua marca, um pesadelo para qualquer empreendedor. Então, por mais simples que pareça ser, desenvolver um produto é um processo sério e complexo, e que precisa de um cuidado especial. Por isso, é importante seguir alguns passos para evitar riscos desnecessários e que podem prejudicar a organização mais tarde, criando uma mercadoria que atenda às necessidades e vontades dos clientes e ajude a empresa a ter sucesso no mercado (Ulrich & Eppinger, 1995; Hart paud Rimoli, 2001; Mascarenhas *et al.*, 2021; Kist & Andrade, 2017; Szollosi, *et al.*, 2018; Tavares, 2019; Carqueijo, 2019).

Desta forma, é importante seguir algumas etapas para ter mais garantias de sucesso do produto, mesmo que essa ação esteja sempre ligada a arriscar-se nos negócios: afinal, um cliente mais exigente pode detestar sua mercadoria apenas por conta da cor, formato ou preço e não necessariamente por sua qualidade ou inovação. Alguns passos podem contribuir para tornar o processo de desenvolvimento de produto mais eficiente e bem sucedido: descobrir a necessidade do cliente; pesquisa e avaliação; testes e prototipação; desenvolvimento; validação de mercado e lançamento e marketing (Aráujo & Costa, 2018; Onoyama, *et al.*, 2018; Almeida, *et al.*, 2018).

A gestão de produtos cuida de um dos ativos mais importantes das empresas. Os produtos são a forma como elas entregam valor ao mercado e se conectam aos consumidores. Por isso, precisam ser bem gerenciados para ter mais sucesso. A gestão de produtos lida com a essência de uma empresa. Afinal, é em torno dos produtos que a empresa trabalha suas estratégias de marketing e vendas, são eles que movimentam o caixa do negócio e que promovem a relação da marca com os consumidores. Sem um produto, a empresa não tem o que entregar ao mercado (Grützmann, et al., 2019; Varnier □ Merino, 2018).

As ferramentas de otimização de processos são meios fundamentais para reduzir custos e aumentar a eficiência em todas as atividades da empresa. Para começar, tudo o que acontece na sua empresa envolve um processo de ponta a ponta, seja na área de produção, finanças, RH, vendas, ou qualquer outro setor. Alguns exemplos são a condução de uma venda, um procedimento de atendimento ao cliente, a elaboração de um relatório ou uma etapa de fabricação. Logo, otimizar quer dizer extrair o melhor rendimento possível desses processos, ou seja, atingir seu estado ótimo (excelência) (Moreira *et al.*, 2018; Parente, et al., 2018; Souto, 2021; Ellner, 2020; Sacon, et al., 2020). Em outras palavras: toda melhoria que diminui custos e aumenta a velocidade, precisão e desempenho de um processo é uma otimização. Com base nesse princípio, nasceu a ciência que chamamos de gestão de processos de negócio (*Business Process Management*, ou BPM, em inglês). Basicamente, o BPM une a gestão de negócios e a tecnologia da informação para otimizar processos nas empresas, ou seja, é um conjunto de tecnologias e métodos que permitem agilizar as tarefas, padronizar o fluxo de trabalho e modelar processos para aumentar a performance do negócio (Machado Jr., et al., 2019; Moura & Reis, 2019; Lopes, et al., 2018; Oliveira & Perales, 2019b; Trojahn, et al., 2020; Araújo & Costa, 2018; Moura Jr. & Reis Fo, 2019).

Gestão da qualidade é a soma de processos, técnicas e estratégias com o objetivo de assegurar que produtos e serviços sejam entregues conforme as expectativas. Ela se divide em dois suportes básicos: a garantia da qualidade e a melhoria da qualidade. Pelo primeiro, a empresa desenha uma série de atividades visando certificar que o seu produto final esteja em conformidade em relação às normas e exigências dos clientes. Já o segundo suporte trata dos processos frequentes pelos quais uma marca se mantém em constante aperfeiçoamento. Isso envolve desde as rotinas de atendimento até as de produção e pós-venda (Paladini, 2010; Oliveira, 2020; Marshall Jr., et al., 2021; Ishida & Oliveira, 2019). Gerir a qualidade requer um esforço contínuo no sentido de assegurar que os padrões mínimos sejam atendidos e, sempre que possível, a melhoria deles. Portanto, uma empresa que não pauta suas atividades pelos princípios da gestão de qualidade se coloca em risco no mercado, aumentando a chance de ser superada pelos concorrentes (Pizzinatto & Pizzinatto, 2021; Rapôso, et al., 2019; Batista & Novais, 2019).

O *Benchmarking* gera na cultura organizacional uma equipe aberta a novas ideias e atenta ao mercado e às ações da concorrência. Dessa maneira é possível aprimorar ações e estratégias que já sabemos que funciona. Assim, é possível estar sempre um passo à frente em qualidade e inovação (Ferreira & Ghiraldello, 2014; Nucitelli & Malagolli, 2020). Para o sucesso do *Benchmarking*, é necessário que haja um planejamento cuidadoso acerca do que será analisado e comparado, colocando os planos em ação. Para isso é preciso ter uma equipe engajada e comprometida em implantar as mudanças e melhorias identificadas. Por fim, sempre falamos aqui sobre a importância mensurar os resultados obtidos. Afinal, somente assim é possível saber se as metas foram atingidas, além de identificar pontos de melhoria. Essa ferramenta é fundamental para a qualidade e melhoria contínua. É simples de ser implantada, porém, requer atenção e cuidado para que seja aproveitada ao máximo (Bernardes, 2014; Rodrigues, et al., 2019; Albertin, et al., 2021; John & Eeckhout, 2019).

A aplicação do estudo de *Benchmarking* é bastante ampla, podendo ser aplicada dentro dos projetos ou na gestão do *Lean Six Sigma*. A metodologia *Lean Six Sigma* é uma união entre os conceitos de melhoria nos processos de uma empresa, que proporciona a redução de gastos, aumento de produtividade; eliminação de defeitos; otimização de processos; diminuição da variabilidade e aumento da competitividade. Muitas empresas identificavam a necessidade de melhorar sua produção nessas

duas direções, até que se percebeu que esses caminhos são convergentes (Pinho *et al.*, 2020; Werkema, 2014; Reis, 2016; Rios, et al., 2016). A principal na implementação desta ferramenta é a empresa reconhecer a necessidade de melhoria, como em qualquer implantação de programa de melhoria da qualidade (Silva *et al.*, 2020; Marzagão & Carvalho, 2016; Martínez-Calderon, 2019; Ferreira, 2019; Rosa, et al., 2019; Barbosa, et al., 2021; Gois & Gasparotto, 2020).

Ao implementar o *Lean Seis Sigma*, precisamos ter em mente seu grande objetivo: otimizar a forma como os processos acontecem. Para que o caminho seja convicto, temos um roteiro e é o método DMAIC que nos apontará o rumo certo (Srinivasan, et al., 2016; Smetkowska & Mrugalska, 2018; Ahmed, 2019; Martínez-Calderón, et al., 2019). O DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) é uma metodologia com passos bem definidos para a resolução estruturada de problemas com foco na melhoria contínua. Ela indica o que alcançar em cada etapa do projeto e como fazer isso por meio do uso de uma sequência típica de ferramentas gráficas, práticas e analíticas (Khan, et al., 2020; Godina, et al., 2021; Prashar, 2020).

O *Lean Manufacturing* foca em enxugar o tempo de produção para mais eficiência e menos desperdício. O termo em inglês *lean manufacturing*, pode ser traduzido para o português para algo como, Produção enxuta ou Produção reduzida, está diretamente ligado a uma rotina de trabalho que evita desperdícios, mas que foca na implementação de um pensamento coletivo para alcançar este objetivo (Palange & Dhattrak, 2021; Marodin, et al., 2018; Schonberger, 2019; Landazábal, et al., 2019; Kumar & Vaishya, 2018; Varela, et al., 2019). Essa metodologia visa trabalhar com um estoque de matéria-prima reduzido e assim, atender as demandas dos clientes, ou seja, de alguma forma, investir na redução de custos operacionais sem perder a qualidade. Além da redução de custos operacionais, o *lean manufacturing* apresenta outras vantagens como: reduzir custos; implementar uma filosofia; mais agilidade e capacidade de produção e melhora no ambiente de trabalho (Henao, et al., 2019; Singh, et al., 2018; Ghobadian *et al.*, 2020; Maware, et al., 2022; Buer, et al., 2021; Psomas, 2021).

Visando resolver este problema e extinguir novas reclamações, foi criado um plano de ação para o desenvolvimento de uma melhoria que tinha como objetivo promover um progresso no sistema de enchimento de óleo, além do desenvolvimento de alternativas para eliminar as ocorrências de gotejamento e contaminação utilizando recursos disponíveis. Neste contexto, este artigo, apresenta a solução encontrada pela indústria multinacional para solucionar o gotejamento de óleo em um dos itens do veículo produzido pela empresa, através da otimização de processos e desenvolvimento de novos produtos com foco na qualidade e satisfação do consumidor. Neste trabalho foi necessário implementar a otimização de um dos processos da indústria multinacional e também desenvolver um novo equipamento que sanasse o problema central, um vazamento em um dos itens do carro, conforme relatado pelo cliente.

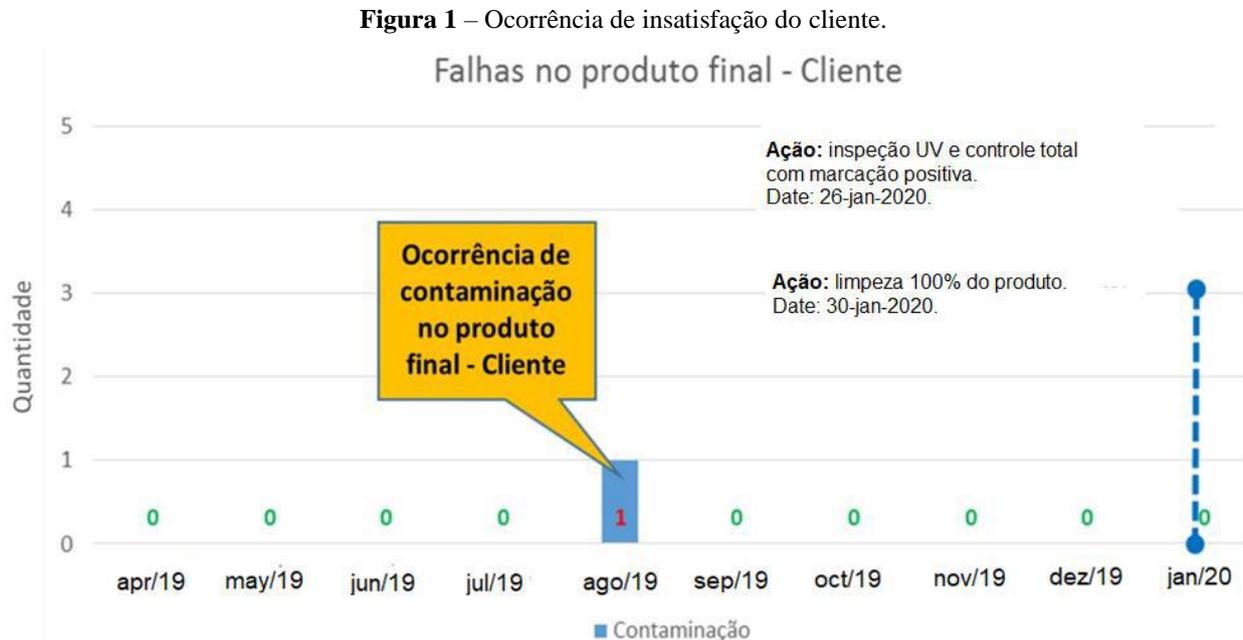
## 2. Metodologia

As metodologias utilizadas neste trabalho foram as pesquisas qualitativas e quantitativas. A pesquisa qualitativa é eficiente para obtenção de dados em profundidade acerca dos mais diversos aspectos da vida social e a mais flexível de todas as técnicas de levantamento de informações (Gil, 2002; Schneider, et al., 2017; Tonelli & Zambaldi, 2018).

A pesquisa quantitativa utiliza uma metodologia baseada em números, métricas e cálculos matemáticos. (Gil, 2002; Pitanga, 2020; Oliveira *et al.*, 2019a).

A pesquisa qualitativa, por sua vez, baseia-se no caráter subjetivo. ou seja, seu resultado não mostra números concretos, e sim narrativas, ideias e experiências individuais dos participantes (Tonelli & Zambaldi, 2018; Pitanga, 2020; Oliveira *et al.*, 2019a).

A causa raiz foi identificada por meio da pesquisa qualitativa, visto que o problema foi identificado a partir de uma interação do consumidor com a empresa multinacional investigada neste trabalho, na qual ele relatou a sua insatisfação como produto final, conforme mostrado Figura 1.



Fonte: Autores.

Podemos observar na Figura 1 que a ocorrência de contaminação no produto final detectada pelo cliente ocorreu em 01-ago-2019. Duas ações foram tomadas pela empresa logo após a ocorrência, uma no dia 26-jan-2020, com inspeção UV (ultravioleta) e controle total com marcação positiva e por fim, a limpeza 100% do produto no dia 30-jan-2020.

Diferentemente da quantitativa, a qualitativa não se prende a números, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social e de uma organização. Segundo Deslauriers (1991), “objetivo da amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações.”

O depoimento do consumidor foi registrado através da Plataforma de Satisfação ao Cliente em agosto de 2019. A pesquisa qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (2003); Tonelli e Zambaldi (2018); Pitanga (2020), “envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes.”

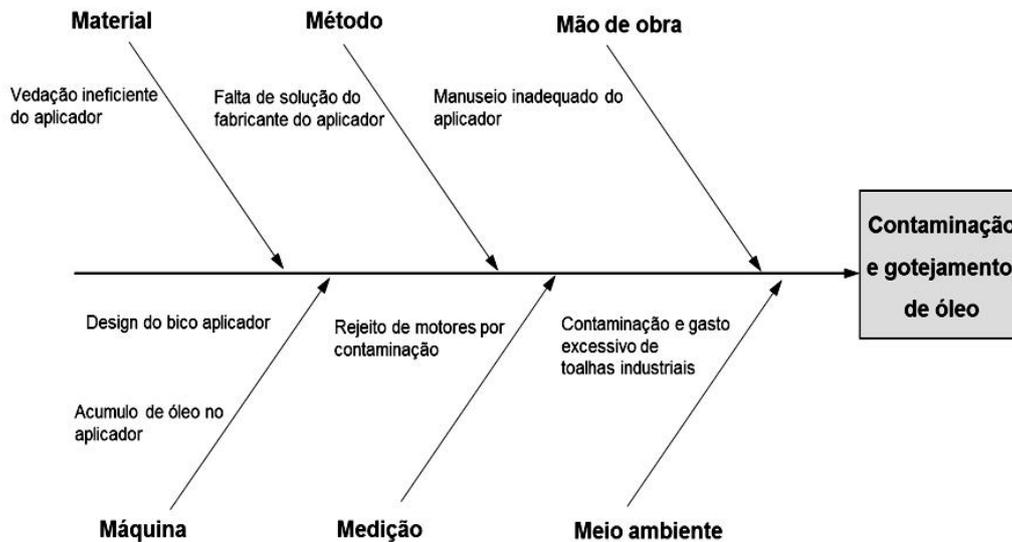
Após registro da reclamação, a empresa, começou o processo de investigação, coleta de dados, aplicação do DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*) como ferramenta da Qualidade da metodologia *Seis Sigma*, até a solução do problema em seguida foi realizado o *benchmarking* entre as plantas da empresa.

Na segunda parte da pesquisa foi utilizada a metodologia quantitativa, visto que foi necessário reunir indicadores como: qualidade, produtividade e efetividade. Os dados foram retirados do processo interno da multinacional. Para analisar o problema e acompanhar a eficácia da solução, foram analisados os dados três meses antes da implantação da melhoria e três meses após. Depois essas informações foram analisadas através da ferramenta DMAIC e do diagrama de causa e efeito, apresentado na Figura 2.

Segundo Malhotra (2001, p.155), Tonelli e Zambaldi (2018), Pitanga (2020) “a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e aplica alguma forma da análise estatística”:

Na pesquisa quantitativa, a determinação da composição e do tamanho da amostra é um processo no qual a estatística tornou-se o meio principal. Como, na pesquisa quantitativa, as respostas de alguns problemas podem ser inferidas para o todo, então, a amostra deve ser muito bem definida; caso contrário, podem surgir problemas ao se utilizar a solução para o todo (Malhotra, 2001).

**Figura 2** – Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Autores.

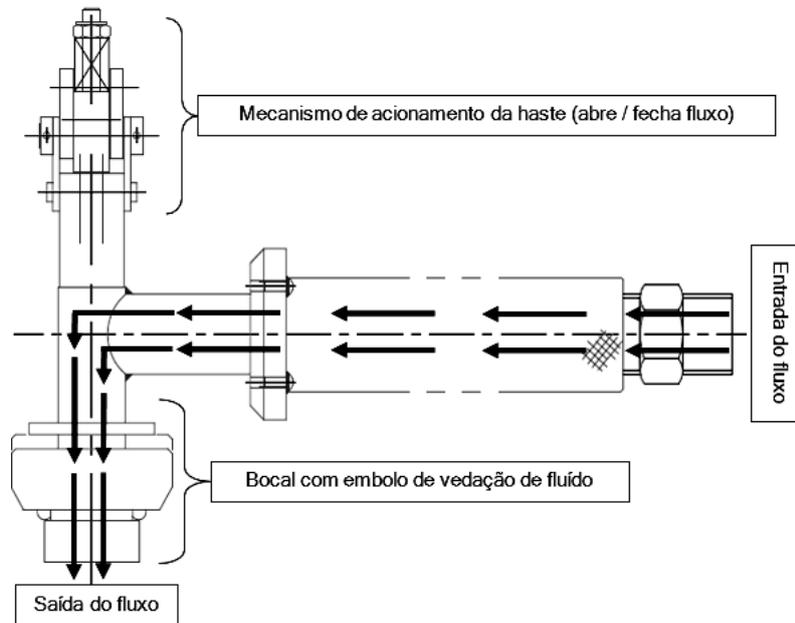
### 3. Resultados

O dispositivo dosador de abastecimento de óleo utilizada no processo da empresa acarretava em gotejamento na tampa do produto. A existência de residual de óleo na tampa do produto resultava em ocorrências no indicador de retrabalho dos produtos, e insatisfação do cliente, uma vez que a percepção do cliente final era a de existência de vazamento na peça analisada.

As primeiras ações foram entrar em contato com o fornecedor do dispositivo dosador para que ele apresentasse uma possível solução adequada para eliminação de gotejamento durante o processo produtivo. Como não houve uma apresentação de solução pelo fabricante original, foi realizado um *benchmarking* no qual foi verificado que este é um problema recorrente em outras plantas da empresa e em nenhuma delas havia uma solução definitiva.

Como ação de perda e inovação necessária foram tomadas ações para solucionar o problema, entre elas, questionar o padrão do equipamento existente com o objetivo de encontrar alternativas para eliminar as ocorrências de gotejamento, utilizando recursos disponíveis, conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4.

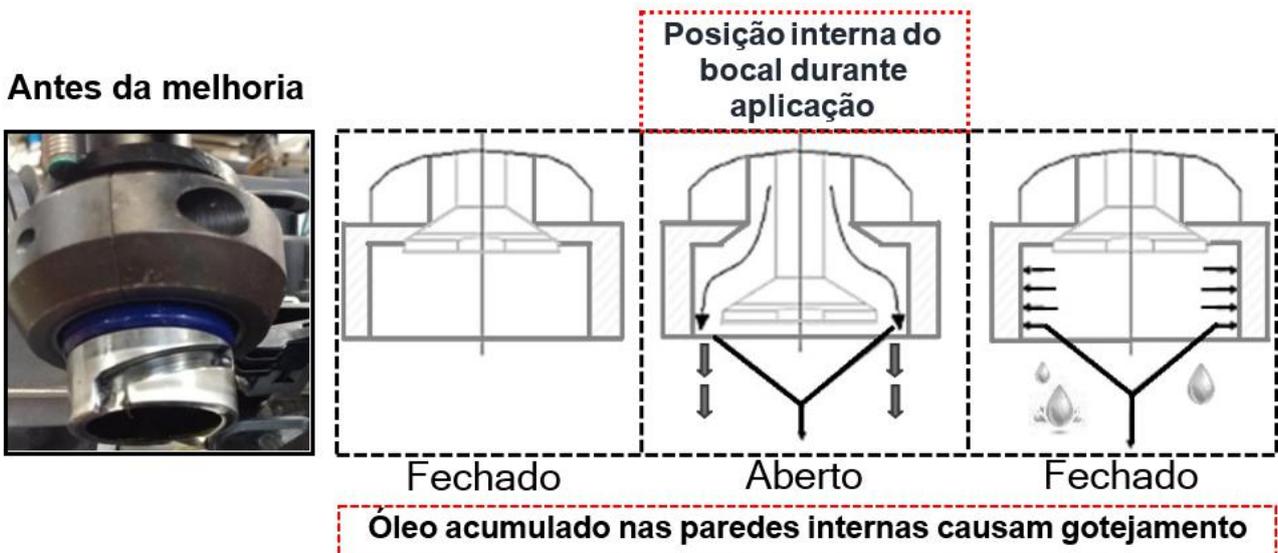
**Figura 3** – Desenho do dispositivo original do dosador de óleo.



Fonte: Autores.

Na Figura 3 pode-se observar o dispositivo original do dosador de óleo, nessa figura é observado o mecanismo de acionamento da haste, o qual controla o fluxo de óleo no sistema. É observado também a entrada e saída do fluxo de óleo, acima da saída de fluxo encontra-se o bocal com embolo de vedação de fluido. Como podemos observar na Figura 4, quando o embolo se encontra na posição de “fechado” ele impede a saída a vazão de óleo no sistema. No entanto, quando ele se encontra na posição “aberto” ele permite a vazão de óleo no sistema.

**Figura 4** – Bocal original do dosador de óleo.

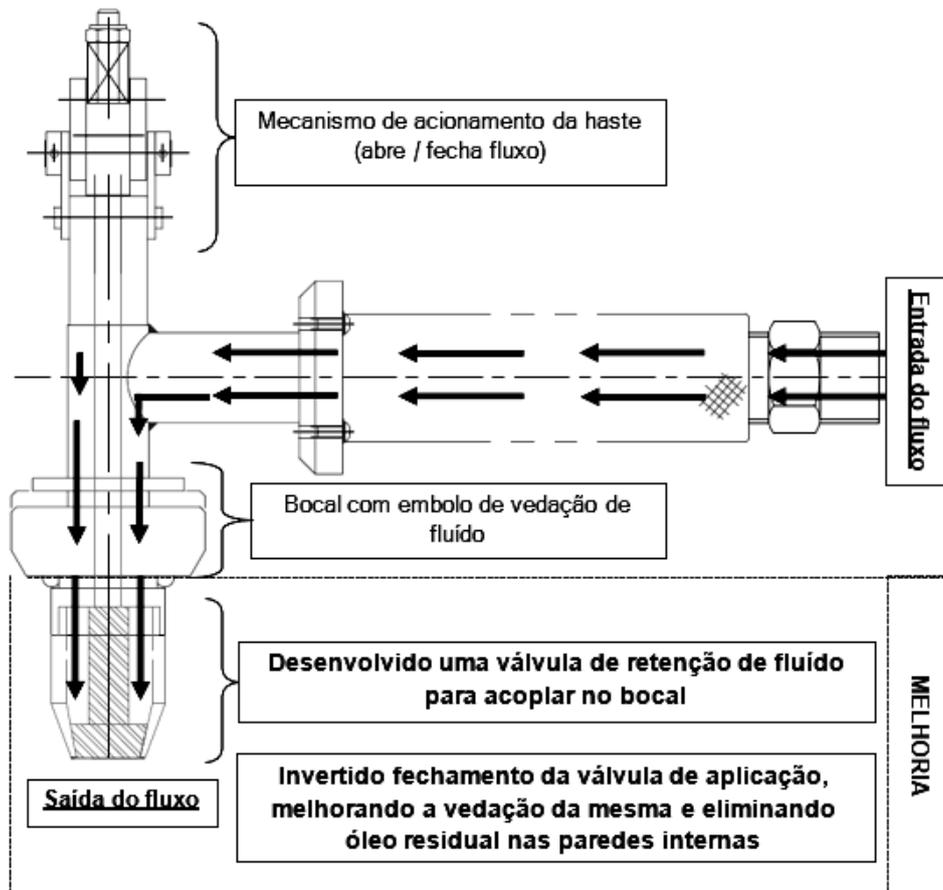


Fonte: Autores.

O gotejamento na tampa do produto percebida pelo cliente era causado pelo acúmulo de óleo nas paredes internas bocal original do dosador de óleo, conforme mostrado Figura 4.

Para a solução foram realizadas reuniões com o time de manutenção com o objetivo de desenvolver e levantar oportunidades de melhorias no conceito existente do aplicador. Após análise da operação e *brainstorm*, desenvolveu-se um dispositivo protótipo utilizando o conceito de uma válvula com opção de carcaça (corpo), haste de acionamento e vedação via mola, incrementando e melhorando o *design* do aplicador, eliminando desta maneira o residual de óleo que era acumulado na parede interna da válvula. Conforme ilustrado nas Figuras 5, 6 e 7 do protótipo e das melhorias validadas.

**Figura 5** - Desenho do dispositivo original com válvula desenvolvida para melhoria do dispositivo.

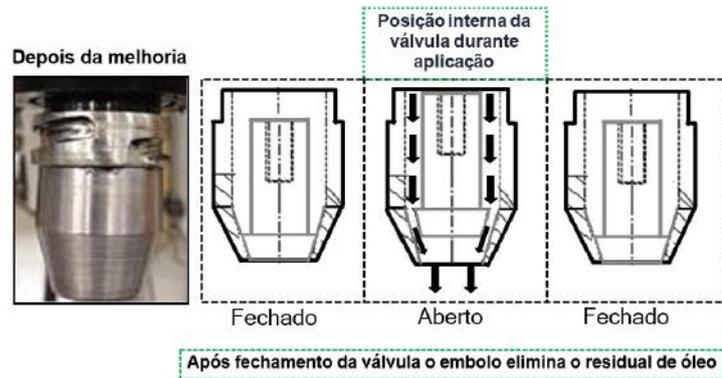


Fonte: Autores.

Na Figura 5 é observado o dispositivo original com válvula desenvolvida para melhoria do dispositivo. Nesta figura é possível observar uma válvula de retenção de fluido que se acopla perfeitamente a parede do bocal, com formato afunilado, que quando invertido o fechamento da válvula de aplicação, melhora a vedação da mesma, eliminando o óleo residual nas paredes internas.

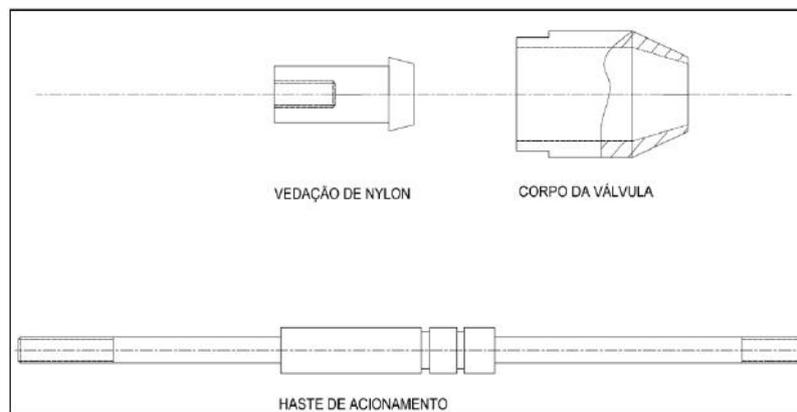
A Figura 6 mostra o aplicador após a melhoria, quando fechado impede a vazão de óleo, mas quando aberto permite a vazão de óleo, a válvula de retenção de fluido está diretamente ligada ao mecanismo de acionamento da haste, que abre e fecha o fluxo. Quando a válvula é acionada no sentido de fechamento de fluxo, ele vai empurrar o óleo residual que se encontra na parede interna do bocal, facilitada pela mudança no formato do bocal em sua extremidade.

**Figura 6** - Aplicador depois da melhoria.



Fonte: Autores.

**Figura 7** - Componentes desenvolvidos na melhoria.



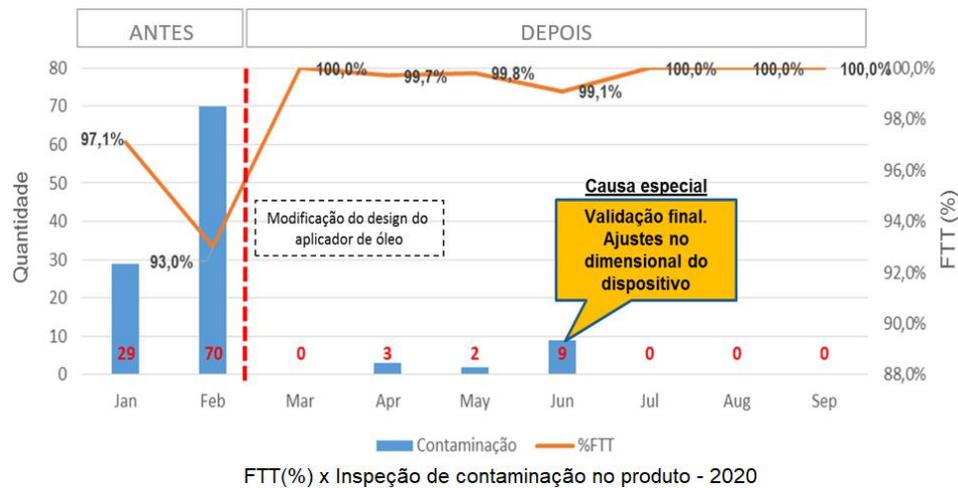
Fonte: Autores.

Na Figura 7 são mostrados os componentes desenvolvidos para melhoria do sistema. Podemos observar o sistema de vedação de *Nylon*, o qual compõe a válvula interna de vedação do bocal. O *Nylon* apresenta um maior atrito com a parede do bocal, facilitando a retirada do excesso de óleo que fica acumulado na extremidade do bocal, e também permite uma melhor vedação do sistema.

Após o desenvolvimento, construção e aplicação do novo dispositivo, foi verificado que as alterações físicas do aplicador não afetaram a vazão do fluido e não houve aumento no tempo de ciclo, também conhecido no processo como “*overcycle*”. Pelo contrário, após implementação da melhoria, o tempo de ciclo da estação de abastecimento de óleo reduziu, pois não era mais necessário realizar a ação de contenção: a inspeção e a limpeza residual de óleo.

Na implantação da válvula aplicadora houve a otimização do processo produtivo gerando 0 % de rejeito / retrabalho e 100 % de eficiência, sendo assim, alcançado o objetivo final do trabalho, conforme apresentado na Figura 8. Além do objetivo, foi possível proporcionar satisfação para os clientes internos e externos, redução de custo de materiais para inspeção (retrabalhos) e no deslocamento de mão de obra.

**Figura 8** – Ocorrências de contaminação antes e depois da melhoria.



Fonte: Autores.

#### 4. Discussão

Produzir mais e gastando menos é um constante desafio enfrentado pelas empresas. Melhorar os seus processos é uma forma que as empresas procuram para reduzir custos e qualificar o seu produto final. Não importa as ferramentas, as tecnologias, os recursos investidos e o esforço feito pelas equipes se o processo for ineficiente e não otimizado. Mas se já houver uma realização correta, a otimização traz para a empresa: redução de tempo, dinheiro e erros em um processo, levando a melhores resultados de negócios.

O propósito da otimização de processos é de reduzir ou eliminar desperdício de tempo e recursos, gastos desnecessários, gargalos e erros, atingindo o objetivo do processo. Através do mapeamento e análise dos procedimentos que envolvem todo o fluxo de trabalho da empresa é possível identificar pontos que precisam ser melhorados, gargalos e focos que levam a desperdícios de tempo e energia. Além disso, o gestor pode verificar oportunidades de investimento que possam ampliar seu negócio e alavancar o faturamento.

As quatro principais etapas para a otimização de processo dentro de uma empresa são: mapeamento, análise, otimização e mapeamento. O mapeamento é o passo inicial da fase de otimização e um dos mais importantes. É na qual você escuta os colaboradores, busca identificar todos os processos, os trabalhos diários e os esporádicos. Depois desta primeira etapa, é preciso registrar em documentos as informações obtidas, organizar os processos através de fluxogramas e depois realizar uma análise geral. Realizado o mapeamento e a análise de todos os processos é importante verificar a eficiência e necessidade dentro do âmbito empresarial. Realizar algumas perguntas faz com que você construa uma visão mais crítica do cenário atual vivido. Dentre os questionamentos estão: qual o objetivo desse processo? Existe uma maneira melhor de executá-lo? Quanto tempo esse processo demora para ser realizado? Existe algum momento em que esse processo fica estagnado? Por quê? Analise um por um e tente responder as perguntas. Após realizar a análise dos processos, identificar as necessidades de melhoria ou de eliminação e alteração dos mesmos, chegou a fase da otimização, ou seja, mudanças. Ouvir os colaboradores que fazem o trabalho diariamente ajuda a encontrar novas soluções, uma vez que eles conhecem todos os processos e tem uma visão diferenciada do que pode ser melhorado. Outro ponto importante é automatizar e integrar o máximo possível todos os processos, uma vez que ela agiliza o funcionamento da empresa e diminui as margens de erros, reduzindo custos. E por fim, tão importante quanto os processos citados acima, é a fase de acompanhamento, onde ainda pode ser detectado e monitorado os resultados, avaliar como estão os novos processos e ainda identificar novas falhas e constantes melhorias. O processo de otimização é algo permanente que deve estar inserido no cotidiano da empresa.

A Gestão da Qualidade de uns tempos para cá se tornou o diferencial no processo e um ponto relevante também para os consumidores. A norma brasileira ABNT NBR ISO 9000, define qualidade como: “Grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”.

A qualidade é utilizada no serviço, em casa, na produção de produtos, de serviços e em muitos outros casos. Seus significados são tão amplos que permitem inúmeras definições para uma única palavra. Para Vicente Falconi Campos (1999), autor brasileiro, “Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente.” De acordo com Faria, et al., (2008) qualidade e produtividade são as bases fundamentais para a competitividade.

Para compreender esse sistema é preciso aprofundar o conhecimento em alguns pontos chaves, que representam os sete princípios da qualidade: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processos, tomada de decisões baseada em evidências, melhoria e gestão de relacionamentos.

Foco no cliente, liderança, envolvimento das pessoas, abordagem de processo, abordagem do sistema para a gestão, melhoria contínua, abordagem dos fatos e benefícios mútuos com fornecedores são itens relacionados aos princípios de gestão da qualidade. Enquanto que, satisfação de clientes, requisitos, abordagem do sistema, abordagem de processo, política da qualidade, objetivos da qualidade, alta direção, documentação, avaliação, auditoria, análise crítica, autoavaliação, melhora contínua, técnicas estatísticas, integração com outros enfoques e relação com modelos de excelência são itens essenciais relacionados aos fundamentos de sistema de gestão da qualidade. Já, gestão, organização, processo, produto, características, conformidade, documentação, exame, auditoria e garantia da qualidade de processos de medição são termos e definições relacionados com a qualidade.

A gestão de processos produtivos é um conjunto de atividades ou etapas que visa à melhoria da qualidade dos produtos de uma empresa.

Contador (2004) conceitua processo como “uma sequência de atividades, que transforma as entradas dos fornecedores em saídas para os clientes, com um valor agregado gerado pela unidade, e um conjunto de causas que gera um ou mais efeitos”. Dessa forma, a centralização dos processos traz benefícios para as indústrias e é essencial para manter a competitividade no segmento atuante.

Nas empresas a gestão dos processos produtivos representa a gestão de todos os recursos utilizados durante o processo com o foco na garantia do melhor desempenho. De acordo Ritzman *apud* Krajewski (2004), “gerenciamento de processos é a seleção dos insumos, das operações, dos fluxos de trabalho e dos métodos que transformam insumos em resultados”. Desenvolver modelos de gestão de processos produtivos possibilita as organizações a obter retorno positivo em seus resultados operacionais e financeiros

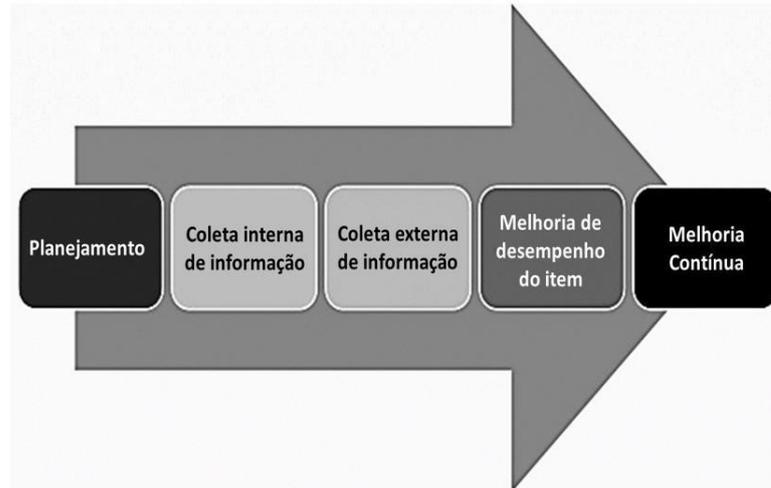
Realizar o *benchmarking* é fundamental para identificar como você está perante a concorrência, independentemente do tamanho da organização em que você trabalha. Ele é conhecido como um processo de investigação que permite explorar de forma sistemática os pontos fortes e competitivos perante as demais indústrias atuante no mercado. O processo “comparativo” deve ser realizado de forma contínua, uma vez que o mercado é sempre ágil e expansivo, por isso, é tão importante realizar comparações entre produtos e serviços para depois ajustar à realidade da empresa.

A ferramenta do *benchmarking*, não tem o objetivo de copiar o que é seguido e realizado pelas demais indústrias, mas sim de conhecer o que a concorrência faz, melhorar o processo ou serviço, se possível, e depois implantar na realidade decada organização.

Uma forma efetiva de mensurar o nível de excelência do produto ou doserviço prestado pela empresa, é de acordo com o nível de satisfação dos clientes. Neste caso, o *benchmarking* fornece as bases para as correções na estratégia, comparando as melhores práticas de uma empresa com as melhores práticas do mercado e, ao mesmo tempo, com as

expectativas de seus clientes. O modelo de simulação aplicado neste artigo envolveu as fases do processo de *benchmarking* apresentadas na Figura 9.

**Figura 9** - As fases do processo de *Benchmarking*.



Fonte: Autores.

Seis *Sigma* ou *Six Sigma* como é conhecido em inglês é um método desenvolvido pela Motorola em 1980, devido ao nível de exigência ser cada vez maior. A implantação deste sistema gerou para a empresa grandes ganhos e prêmios de qualidade e impulsionou inúmeras ou, desses feitos acabou estimulando empresas a aderirem ao programa.

Com a globalização e a diversidade, apresentar um produto ou serviço de qualidade deixou de ser um diferencial é apenas mais uma necessidade do cliente. É preciso superar as expectativas dos consumidores, por isso as empresas tem adotado uma política de gestão da qualidade que traga eficiência na melhoria contínua dos processos e assim, gere melhores resultados e fidelização dos clientes.

O Seis *Sigma* é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria contínua da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação dos clientes e consumidores, levando em conta todos os aspectos importantes de um negócio (Werkema, 2004, p. 37).

Segundo os autores Carvalho *apud* Paladini (2005), “um dos elementos mais marcantes deste programa é a adoção estruturada do pensamento estatístico”. O método Seis Sigma é quantitativo e busca atingir um nível de defeito próximo a zero, tentando reduzir ao máximo as possíveis variações durante o processo. O *Sigma* ( $\sigma$ ) é a letra utilizada para representar o desvio padrão de uma distribuição e, “quanto menor for o desvio padrão de um processo, mais desvios padrões passam a ser aceitos dentro da especificação” (Donadel, 2008, p. 43).

A meta de *Lean* é eliminar desperdícios, sendo assim uma empresa *Lean* é aquela em que os funcionários trabalham para eliminar qualquer tipo de desperdício. O desperdício é qualquer custo desnecessário, seja uma descarga com vazamento, um passo a mais que um trabalhador tenha que dar para pegar uma ferramenta e um excesso de utilização de papel. *Lean* é tão abrangente que é utilizado em empresas de serviços e na criação novos empreendimentos (*Lean Startups*).

Um profissional que queira ajudar a sua empresa a ser *Lean* tem que: deixar de lado todos os seus paradigmas e tabus: muitas das “verdades” que ele aprendeu ao longo da vida são, na verdade, justificativas para desperdícios; conhecer a “caixa de ferramentas” de *Lean*: na verdade um amplo conjunto de ferramentas, estratégias, posturas, etc. que transformaram a

Toyota, de forma a usá-las no dia a dia da sua empresa e considerar que, muito além de um conjunto de ferramentas, *Lean* demanda uma mudança cultural na equipe: neste caso, a troca de experiências entre profissionais que já implantaram ou buscam implantar *Lean* é essencial. Entender o que há de diferente na realidade do Brasil, nas nossas empresas, e nos nossos trabalhadores, é essencial para uma implantação de sucesso, pois as empresas e as pessoas do Brasil são diferentes das do Japão.

Devido a evolução das empresas e a alta competitividade houve uma convergência entre a metodologia Lean e Seis Sigma, ou seja, agregou-se a robustez do Seis Sigma com a evolução cultural do Lean, gerando assim a necessidade de um aprendizado rápido e breve. A união do que há de melhor em cada metodologia é um movimento saudável entre as empresas e deve ser feito para conseguir atingir os melhores resultados dentro de uma empresa.

O *Lean Manufacturing* não conta com um método estruturado e profundo de solução de problemas e com ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade, aspecto que pode ser complementado pelo Seis Sigma. Já que o Seis Sigma não enfatiza a melhoria da velocidade dos processos e a redução do lead time, aspectos que constituem o núcleo de *Lean Manufacturing*. (Werkema, 2012, p.27)

O Lean Seis Sigma foca na maior parte em Seis Sigma, por conta de ser uma metodologia de resultados financeiros perceptíveis e rápidos, agregando algumas ferramentas do Lean, devido a necessidade do conceito de melhoria contínua. Resumindo, o Lean Seis Sigma agregará a rapidez e eficácia do Seis Sigma melhoria contínua e eficiência do Lean, tornando as duas metodologias ainda mais poderosas e aproveitando o que há de melhor em cada uma.

O DMAIC, *Define-Measure-Analyse-Improve-Control*, é um método da área de Qualidade das empresas que visa uma melhoria contínua nos processos. É um roteiro usado para guiar os projetos *Lean Seis Sigma* que significa definir, medir, analisar, melhorar e controlar.

## 5. Considerações Finais

O presente trabalho realizado em uma multinacional teve como objetivo central solucionar um problema de gotejamento de óleo e contaminação sob atampa de um produto fabricado. O mesmo foi identificado por um cliente que formalizou a sua reclamação em uma plataforma de Atendimento ao Cliente. Uma das premissas da empresa estudada é a qualidade dos produtos oferecidos, e conseqüentemente, a satisfação dos clientes. Segundo o autor, Vicente Falconi Campos, “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente.”

Após o desenvolvimento, construção e aplicação do novo dispositivo, foi verificado que as alterações físicas do aplicador não afetaram a vazão do fluido e não houve aumento no tempo de ciclo, também conhecido no processo como “*overcycle*”. Pelo contrário, após implementação da melhoria, o tempo de ciclo da estação de abastecimento de óleo reduziu, pois não era mais necessário realizar a ação de contenção: a inspeção e a limpeza residual de óleo.

Na implantação da válvula aplicadora houve a otimização do processo produtivo gerando 0 % de rejeito / retrabalho e 100 % de eficiência, sendo assim, alcançado o objetivo final do trabalho.

Além do objetivo, foi possível proporcionar satisfação para os clientes internos e externos, redução de custo de materiais para inspeção (retrabalhos) e no deslocamento de mão de obra, foi também possível efetuar ações de melhoria utilizando recursos disponíveis na planta com baixo custo e replicar essas ações em outros processos com problemas similares.

Por meio deste trabalho verificamos a grande importância e eficácia da aplicação das ferramentas da qualidade em outros problemas nas quais a organização venha enfrentar para manter a satisfação de seus clientes.

## Referências

- Ahmed, S. (2019). Integrating DMAIC approach of lean six sigma and theory of constraints toward quality improvement in healthcare. *Reviews on Environmental Health*, 17.
- Albertin, M., Elias, S. J. B., & Aragão Jr., D. P. (2021). *Benchmarking para um desempenho superior*. Editora: Alta Books.
- Almeida, J. M. S. de, Costa, P. R. da, Braga Junior, S. S., & Porto, G. S. (2018). Capacidade relacional e desenvolvimento de novos produtos em pequenas empresas de base tecnológica. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, 7(3), 141-166.
- Araújo, J. G. P., & Costa, M. A. B. (2018). Gestão do processo de desenvolvimento de produtos: práticas e desafios. *Refas*, 4(3), 16-30.
- Barbosa, T. da S., Negrão, L. L. L., Barata, M. P. C., & Nagata, V. de M. N. (2021). Adoção do lean seis sigma em serviços: classificação, análise e discussão da literatura. *Brazilian Journal of Development*, 7(12), 115645-115666.
- Batista, D. S., & Novais, J. W. Z. (2019). A Aplicação da Gestão da Qualidade no Desenvolvimento de Novos Produtos: o Uso do Desdobramento da Função de Qualidade (QFD). *Ensaio e Cienc.*, 23(1), 7-11.
- Bernardes, V. M. da M. (2014). *O Benchmarking como ferramenta de gestão para indústria do calçado*. Dissertação de Mestrado. Universidade Portucalense. Mestrado em Gestão, Porto – Portugal.
- Buer, Sven-Vegard; Semini, M., Jan, O. S. J. O., & Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976-1992.
- Bogdan, R. S., & Biklen, S. (2003). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. (12a ed.): Porto.
- Campos, V. F. (1999). *TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 230 p.
- Carqueijo, T. M. (2019). *Análise e proposta de melhoria do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso aplicado a uma empresa do ramo de madeiras*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra. Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Coimbra – Portugal.
- Carvalho, M. M., & Paladini, E. P. (2005). *Gestão da qualidade: teoria e casos*. Rio de Janeiro, RJ. Elsevier.
- Clark, K. B., & Wheelwright, S. C. (1993). *Managing New Product and Process Development: Text and Cases*. Free Press.
- Contador, J. C. (2004). (Coordenador). *Gestão de operações: A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. (2a ed.): Edgard Blücher.
- Donadel, D. C. (2008). *Aplicação da metodologia DMAIC para redução de refugo em uma indústria de embalagens*. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção – São Paulo.
- Deslauriers, J. P. (1991). *Recherche Qualitative*. Montreal: McGraw Hill.
- Ellner, L. (2020). *Simulação e Otimização de um Processo*. Trabalho de Conclusão de Curso. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Curso Bacharel em Engenharia Elétrica, Campinas – SP.
- Faria, A. F., Mota, E. M., & Vieira, J. G. V. (2008) Gestão por processo aplicada em uma incubadora de empresas de base tecnológica. *Anais do IV Encontro Mineiro de Engenharia de Produção (IV EMPRO)*, Ouro Preto – MG.
- Ferreira, M., & Ghiraldello, L. (2014). O Benchmarking como ferramenta de gestão: um estudo em departamentos de viagens corporativas nas empresas. *Revista do Curso de Administração: Gestão & Conhecimento*.
- Ferreira, G. M. L. da C. (2019). *Otimização de processos analíticos no âmbito da indústria farmacêutica com abordagem às metodologias lean seis sigma de gestão da melhoria contínua*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra – Portugal. Mestrado Integrado em Engenharia Química.
- Fleury, A., & Fleury, M. T. Estratégias competitivas e competências essenciais: perspectivas para a internacionalização da indústria no Brasil. (2003). *Gestão & Produção*, 10(2), 129-144.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4a ed.), Editora Atlas.
- Godina, R., Silva, B. G. R., & Espadinha-Cruz, P. (2021). A DMAIC Integrated Fuzzy FMEA Model: A Case Study in the Automotive Industry. *Applied Industrial Technologies*, 11(8).
- Gois, J. N., & Gasparotto, A. M. S. (2020). Um estudo sobre a metodologia seis sigma. *Interface Tecnológica*, 17(2), 743-754.
- Ghobadian, A., Talavera, I., Bhattacharya, A., Kumar, V., Garza-Reyes, J. A., & O'Regan, N. (2020). Examining legitimatisation of additive manufacturing in the interplay between innovation, lean manufacturing and sustainability. *International Journal of Production Economics*, 219, 457-468.
- Grützmann, A., Zambalde, A. L., & Bermejo, P. H. de S. (2019). Inovação, Desenvolvimento de Novos Produtos e as Tecnologias Internet: estudo em empresas brasileiras. *Gestão e Produção*, 26(1), 1-15.
- Henao, R., Sarache, W., & Gomes, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. *Journal of Cleaner Production*, 208(20), 99-116.

- Ishida, J. P., & Oliveira, D. A. (2019). Um estudo sobre a Gestão da Qualidade: conceitos, ferramentas, custos e implantação. *Encontro de Iniciação Científica (ETIC)*, 15(15).
- John, L. K., & Eeckhout, L. *Performance Evaluation and Benchmarking*. Editora: CRC Press, 2019.
- Kaminski, P. C. (2000). *Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.
- Khan, S. A., Badar, M. A., & Alzaabi, M. (2020). Productivity improvement using DMAIC in a Caravan Manufacturing company. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 30(2).
- Kist, G. P., & Andrade, J. J. de O. (2017). Projeto conceitual no processo de desenvolvimento de produtos (PDP): estudo de caso em um equipamento repositor de tampas na indústria de bebidas. *Revista Ciência e Tecnologia*, 20(37), 39-46.
- Kumar, M., & Vaishya, R. (2018). Real-Time Monitoring System to Lean Manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 20, 135-140.
- Landazábal, M. S. C., Ruiz, C. G. A., Álvarez, Y. Y. M., & Padilla, H. E. C. (2019). Lean manufacturing: 5s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. *Signos*, 11(1), 71-86.
- Lopes, D. E., Lima Jr., V., & Barreiro, K. L. (2018). Estudo de caso: Gestão de processos, análise e remodelagem. *Pesquisa & Educação à Distância*, 4.
- Machado Jr., W. A., Rodrigues, M. J. de S., Souza, P. A. de M., & Nogueira, R. F. G. (2019). Controle de estoque: gestão de processos utilizando a ferramenta Kanban com o suporte da metodologia ágil Scrum. *Research, Society and Development*, 8(1), 2525-3409.
- Magalhães, D. F. R. (2020). Uma visão geral sobre processo de desenvolvimento de produtos, inovação, gestão do conhecimento, startup e indústria 4.0. *Enciclopédia Biosfera*, 17(33), 393-408.
- Malhotra, N. (2001). *Pesquisa de marketing*. (3a ed.): Bookman.
- Marodin, G., Frank, A. G., & Tortorella, G. L. (2018). Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. *International Journal of Production Economics*, 203, 301-310.
- Marshall Jr., I., Rocha, A. V., Mota, E. B., & Quintella, O. M. (2021). *Gestão da Qualidade e Processos*. (2a ed.): FGV Editora.
- Martínez-Calderón, J. R., García-Pérez, E., & Carlos-Ornelas, C. E. (2019). Efecto de Seis Sigma en el Almacén de una Empresa Manufacturera. *Conciencia Tecnológica*, 58.
- Marzagão, D. S. L., & Carvalho, M. M. (2016). A influência das competências comportamentais dos líderes de projetos no desempenho de projetos Seis Sigma. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 18(2), 609-632.
- Mascarenhas, A. P. F. M., Fernandes, S. M., Freitas, F. D., Calheiros, G. B., Lefrançois, G. L. G. M. B., & Raton, V. F. B. (2021). Desenvolvimento de produtos IOT. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 4711-4724.
- Maware, C., Okwu, M.O., & Adetunji, O. (2022). A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(3), 521-556.
- Moreira, A. D., Pereira, A. R. S., Leite, E. R. A., Belazi, L. R., Mazini, S. R., Ferrareze, R. R., & Leoni, J. N. (2018). Utilização do mapeamento de fluxo de valor para otimização de processos. *Revista Engenharia em Ação UniToledo*, 3(1), 57-70.
- Moura Jr., A. J. de, & Reis Fo, R. R. (2019). Um estudo sobre gestão por processos na produção industrial. *Revista Interface Tecnológica*, 16(2), 359-370.
- Nucitelli, S. T., & Malagolli, G. A. (2020). Benchmarking: uma ferramenta importante para a competitividade no setor de artesanato. *Revista Interface Tecnológica*, 17(2), 877-888.
- Oliveira, E. S. F., Baixinho, C. L., & Presado, M. H. C. V. (2019a). Pesquisa qualitativa em saúde: uma abordagem reflexiva. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 72(4), 870-871.
- Oliveira, D. R., & Perales, W. J. S. (2019b). Gestão da informação e de processos para a tomada de decisão. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ciência da Informação (XX ENANCIB)*.
- Oliveira, O. J. (2020). *Gestão da Qualidade (livro eletrônico)*. São Paulo: Cengage Learning.
- Onoyama, M. M., Toledo, J. C., Lizarelli, F. L., & Santos, A. B. (2018). A gestão do processo de desenvolvimento de produtos em empresas fornecedoras de bens de capital para o setor energético. *Revista GEPROS*, 13(2), 251-275.
- Paladini, E. P. *Gestão da qualidade: teoria e prática*. (2a ed.): Atlas, 2010.
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materialstoday: Proceedings*, 46(1), 729-736.
- Parente, A. P., Valdman, A., Folly, R. O. M., Souza Jr., & Nascimento, I. C. S. (2018). Automação de Processos Industriais: do Pneumático à Indústria 4.0. *Revista Processos Químicos*, 12(24), 101-108.
- Pinho, F. C., Vilela, A. dos S., Barros, J. G. de, Almeida, M. da G. D., Sampaio, N. A. P., & Silva, J. W. de J. (2020). Proposal to improve quality with the implementation of the Six Sigma methodology. *Research, Society and Development*, 9(10).

- Pitanga, A. F. (2020). Pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa: refletindo sobre as decisões na seleção de determinada abordagem. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 8(17), 184-201.
- Pizzinatto, N. K., & Pizzinatto, (2021). A. K. *Enfoques de Gestão: Educação, Saúde e Administração Pública*. Curitiba: Editora CRV.
- Prashar, A. (2020). Adopting Six Sigma DMAIC for environmental considerations in process industry environment. *The TQM Journal*, 32(6), 1241-1261.
- Psomas, E. (2021). Future research methodologies of lean manufacturing: a systematic literature review, *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(6), 1146-1183.
- Rapôso, C. F. L., Silva, P. A. F., Lima, H. M. de, Oliveira Jr., W. F., & Barros, E. de S. (2019). Gestão da Qualidade e da Produção: Análise comparativa entre o PDCA e o DMAIC. *Revista de Administração*, 4, 147-153.
- Reis, M. S. (2016). *Estatística para a melhoria de processos: a perspectiva seis sigma*. Edição Impressa da Universidade de Coimbra, Coimbra – Portugal.
- Rimoli, C. A. (2001). *O processo de desenvolvimento e administração de produtos: um estudo de caso múltiplos em empresas brasileiras de ortopedia*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Programa. Pós-graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – São Paulo, SP.
- Rios, R. C. G., Sánchez, C. N. G., & Asco, C. M. H. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicritério. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía Y la Empresa*, 22, 19-35.
- Ritzman, L. P., & Krajewski, L. P. (2004). *Administração da Produção e Operações*. Prentice Hall.
- Rodrigues, J. F., Oliveira, M. do R., Bail, R. F., & Kovaleski, J. L. (2019, dezembro). Avaliação comparativa em três empresas do ramo de projetos em âmbito industrial através do Benchmarking. *Anais do IX Congresso de Engenharia de Produção*, Ponta Grossa – PR.
- Rosa, A. F. P., Souza, R. dos S., & Royer, R. (2019). Roteiro para Aplicação Do Lean Seis Sigma na Melhoria de Processos Industriais. *Revista Gestão Industrial*, 15(1), 86-100.
- Rozenfeld, H., Amaral, D. C., Forcellini, F. A., Toledo, J. C. de, Silva, S. L. da Alliprandini, D. H., & Scalice, R. K. (2006). *Desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. Saraiva.
- Sacon, M., Pavan, D., & Dalbosco, I. B. Análise do tempo de *setup* de máquinas no processo produtivo em uma indústria de alimentos do oeste catarinense. *Anais do XIII Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIPE)*, Joaçaba -SC, 19 a 23 out 2020.
- Schneider, E. M, Fujii, R. A. X., & Corazza, M. J. (2017). Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 5(9), 569-584.
- Schonberger, R. J. (2019). The disintegration of lean manufacturing and lean management. *Business Horizons*, 62(3), 359-371.
- Silva, M. M. da, Camparotti, C. E. S., Enani, L. M., Guedes, K., Reis, B. L. dos, & Ordeno, T. de S. B. (2020). Aplicação da metodologia seis sigma para melhoria continua da qualidade em uma indústria alimentícia. *Revista Produção Online*, 20(2), 546-574.
- Singh, J., Singh, H., & Singh, G. (2018), Productivity improvement using lean manufacturing in manufacturing industry of Northern India: A case study, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(8), 1394-1415.
- Souto, E. J. F. (2021). *Otimização de processos industriais com emprego de ferramentas da qualidade: estudo de caso no processo de montagem de uma montadora de motocicletas do polo industrial de Manaus*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Curso Bacharel em Engenharia Mecânica, Manaus – AM.
- Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590-596.
- Srinivasan, K., Muthu, S., Devadasan, S. R., & Sugumarán, C. (2016). Six Sigma through DMAIC phases: a literature review. *Int. J. Productivity and Quality Management*, 17(2), 236-257.
- Szollosi, C. H., Otto, R. B., & Terada, G. G. (2018, outubro). Estudo sobre o desenvolvimento de produtos em ambiente P&D. *Anais do VII SINGEP*, São Paulo – SP.
- Tavares, B. V. (2019). *Criação de valor no processo de desenvolvimento de produtos: um estudo em uma empresa do setor de construção civil*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Uberlândia. Curso de Administração. Uberlândia – MG.
- Tonelli, M. J., & Zambaldi, F. (2018). Pesquisas qualitativas, pesquisas quantitativas e além. *Revista de Administração de Empresas*, 58(5), 449-450.
- Trojahn, S. P. F., Ribeiro, V. de A., & Maggioni, M. B. L. (2020, outubro). Gestão de processos na área de produção: o caso de uma indústria de confecções. *Anais da 4ª Semana Acadêmica e 2ª Jornada de Pesquisa e Extensão dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis*, Santa Maria – RS.
- Ulrich, S. D., & Eppinger, U. E. (1995). *Product Design and Development*. United Kingdom: Mcgraw-Hill.
- Varela, L., Araújo, A., Ávila, P., Castro, H., & Putnik, G. (2019). Evaluation of the Relation between Lean Manufacturing, Industry 4.0, and Sustainability. *Sustainability*, 11(1439), 1-19.
- Varnier, T., & Merino, E. A. D. (2018, novembro). O Uso da Captura de Movimentos no Desenvolvimento de Produtos: um estudo focado nas tecnologias e aplicações. *Anais do 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*, Joinville – SC.

Varnier, T., Fettermann, D. de C., & Merino, G. A. D. (2021). Processo de desenvolvimento de produtos no vestuário: uma revisão sistemática de modelos de auxílio à prática projetual de produtos de moda. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 16(2), 41-58.

Werkema, C. *Criando a cultura Lean Seis Sigma*. (3ª ed.): Elsevier, 2012.

Werkema, C. (2014). *Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Whiteley, R. C. A. *A empresa totalmente voltada para o cliente: do planejamento à ação*. (24 ed.): Elsevier, 1992.