

## APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA EM PROCESSOS DE IMPORTAÇÃO DE AUTOPEÇAS

Anny Karoline Silva Souza<sup>1</sup>  
Ingrid Silva Carvalho de Oliveira<sup>2</sup>  
Enio Fernandes Rodrigues<sup>3</sup>

**RESUMO:** Esta pesquisa, trata da importância descreve a aplicação da metodologia Lean Seis Sigma em processos de importação de Autopeças de veículos automotores em uma multinacional deste setor. A abordagem ocorre através do gerenciamento das atividades com a ferramenta DMAIC, e da aplicação de técnicas da metodologia Lean Seis Sigma, Cartas de Controle, entre outras. O objetivo é a eliminação de etapas que não agregam valor ao processo de importação. Dessa forma, um fluxo de trabalho enxuto foi definido, gerando a redução do tempo de desembaraço dos materiais, após a chegada em território nacional. Conseqüentemente alcançou-se uma redução expressiva no custo logístico, principalmente custos com armazenagem etc.

**Palavras-Chave:** Lean Seis Sigma. Metodologia DMAIC. Importação.

**ABSTRACT:** This research deals with the importance of describing the application of the Lean Six Sigma methodology in the import processes of automotive vehicle parts in a multinational in this sector. The approach occurs through the management of activities with the DMAIC tool, and the application of techniques from the Lean Six Sigma methodology, Control Charts, among others. The objective is to eliminate steps that do not add value to the import process. In this way, a lean workflow was defined, resulting in a reduction in the clearance time of materials after arrival in the national territory. Consequently, a significant reduction in logistics costs was achieved, mainly storage costs, etc.

**Keywords:** Lean Six Sigma. DMAIC methodology. Import.

### INTRODUÇÃO

No mercado de importação brasileiro, as organizações enfrentam desafios relacionados a legislações e requisitos específicos, resultando em um grande volume de documentos e uma alta probabilidade de erros. Essa atividade envolve diversas áreas ao longo do processo, formando uma cadeia produtiva que visa disponibilizar produtos no mercado nacional.

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo.

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo.

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo.

A busca pela qualidade é essencial no cenário empresarial atual, onde a excelência e a satisfação do cliente são fundamentais. Diversas técnicas, modelos e metodologias têm sido desenvolvidos para aprimorar processos e garantir a qualidade nos negócios. Uma dessas abordagens é a metodologia Six Sigma, que busca melhorar e reduzir os erros por meio de planejamento e análise de valor em todas as fases dos negócios. É importante ressaltar que o Six Sigma pode ser aplicado em diferentes cenários, desde a manufatura até as atividades de serviços. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a aplicação do modelo Six Sigma e suas metodologias na importação de autopeças no mercado brasileiro.

Espera-se obter ganhos efetivos e melhorar o sistema produtivo dessa atividade específica. A implementação do Six Sigma pode trazer benefícios como redução de erros, aumento da eficiência operacional, melhoria da satisfação do cliente e otimização dos processos de importação. Ao adotar as práticas do Six Sigma, as organizações poderão identificar e solucionar problemas, reduzir desperdícios, aumentar a produtividade e alcançar um alto nível de qualidade em seus produtos e serviços.

Além disso, o Six Sigma também enfatiza a importância da análise de dados e do uso de ferramentas estatísticas para embasar as decisões e melhorar os processos. Isso permite que as organizações tenham uma visão mais precisa e objetiva do desempenho de seus processos de importação, identificando áreas de melhoria e implementando ações corretivas de forma eficaz.

No contexto da importação de autopeças, a aplicação do Six Sigma pode trazer benefícios significativos, como redução do tempo de entrega, diminuição dos custos operacionais, aumento da confiabilidade dos fornecedores e melhoria na gestão do estoque. No entanto, é importante ressaltar que a implementação do Six Sigma requer um comprometimento por parte da organização, envolvendo treinamentos, mudanças na cultura empresarial e engajamento dos colaboradores.

É necessário que todos compreendam os princípios e objetivos do Six Sigma, além de estarem dispostos a colaborar para a melhoria contínua dos processos. A avaliação da aplicação do Six Sigma na importação de autopeças no mercado brasileiro deve considerar as particularidades desse setor, como as regulamentações aduaneiras, a complexidade logística e os desafios relacionados à gestão da cadeia de suprimentos.

Em resumo, o uso do Six Sigma na importação de autopeças no mercado brasileiro pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade, reduzir erros e otimizar os processos. Através da análise de valor e do planejamento adequado, as empresas poderão atingir ganhos efetivos e fortalecer sua posição competitiva no mercado. Ao investir na aplicação do Six Sigma na importação de autopeças, as organizações demonstram seu comprometimento com a qualidade, eficiência e satisfação do cliente. Isso pode resultar em uma vantagem competitiva significativa no mercado brasileiro, onde a busca pela excelência é fundamental para o sucesso empresarial.

## PROBLEMATICA

A atividade de importação é conhecida por sua complexidade e burocracia, exigindo a execução de diversos procedimentos e o manuseio de uma grande quantidade de documentos. Essa complexidade aumenta o risco de falhas, falta de informação ou informações errôneas, o que pode levar ao bloqueio ou atraso no despacho e desembaraço das mercadorias, atrasos na entrega devido a problemas de logística e transporte, qualidade inconsistente das peças importadas, custos elevados devido a tarifas e taxas de importação e excesso de estoque devido a previsões imprecisas da demanda. Esses obstáculos podem causar prejuízos financeiros significativos e impactar negativamente a reputação da empresa.

Para minimizar esses problemas, o sistema de Six Sigma oferece uma ferramenta poderosa chamada DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). O DMAIC é um método estruturado que tem como objetivo identificar e solucionar problemas, reduzir erros e otimizar os processos envolvidos na importação.

Ao utilizar o DMAIC, é possível minimizar as falhas na importação, garantir a precisão das informações fornecidas e melhorar a eficiência do despacho e desembaraço das mercadorias. Isso resultará em um processo mais ágil, confiável e menos propenso a erros. Além disso, a aplicação do DMAIC permite uma abordagem baseada em dados, o que ajuda a tomar decisões mais embasadas e reduzir riscos.

Em resumo, o uso do DMAIC dentro do sistema de Six Sigma é uma ferramenta essencial para minimizar as falhas e otimizar os processos na atividade de importação. Ao adotar essa abordagem estruturada, as empresas podem superar os desafios burocráticos,

garantir a precisão das informações e alcançar um despacho e desembaraço de mercadorias mais eficiente.

## HIPÓTESE

A metodologia Six Sigma é uma ferramenta eficaz para aprimorar e minimizar as falhas no processo de importação de autopeças e componentes no mercado nacional. Ao utilizar essa abordagem, é possível identificar e solucionar problemas, reduzir erros e otimizar os processos envolvidos na importação. Isso resulta em um processo mais eficiente, confiável e menos propenso a falhas. A aplicação do Six Sigma na importação de autopeças e componentes permite melhorar a qualidade das peças importadas, garantindo que atendam aos padrões exigidos pelo mercado nacional.

Além disso, essa metodologia contribui para a redução de custos, evitando retrabalhos e desperdícios. Ao adotar o Six Sigma no processo de importação, as empresas podem obter vantagens competitivas, como maior agilidade na entrega, satisfação dos clientes e conformidade com as regulamentações do mercado. Em resumo, o uso da metodologia Six Sigma é uma estratégia eficiente para aprimorar e minimizar as falhas no processo de importação de autopeças e componentes no mercado nacional.

3018

## REFERENCIAL TEÓRICO

### I. MERCADO DE IMPORTAÇÃO BRASILEIRA

O mercado de importação brasileira tem se mostrado cada vez mais relevante e estratégico para a economia do país. Com a globalização e a abertura de fronteiras, as empresas brasileiras têm buscado cada vez mais produtos e insumos de qualidade e com preços competitivos no mercado internacional. Como ressaltado por Silva (2018), "a globalização tem incentivado as empresas brasileiras a explorarem oportunidades além das fronteiras nacionais, ampliando suas opções de fornecimento e diversificando seus mercados."

A regulação rigorosa pela Receita Federal requer conformidade com normas e procedimentos, considerando aspectos tributários, cambiais e logísticos. Nesse sentido, conforme observado por Santos (2020), "a importação no Brasil demanda uma abordagem estratégica e uma compreensão profunda das regulamentações para garantir operações

eficientes e legais."Além disso, é necessário considerar os aspectos tributários, cambiais e logísticos envolvidos no processo de importação.

A flutuação cambial é um desafio significativo para as empresas que atuam no mercado de importação brasileira, impactando diretamente nos custos dos produtos. É crucial que as organizações estejam atentas às variações do câmbio e adotem estratégias para mitigar os riscos cambiais, como destacado por Oliveira (2019).

Outro ponto importante a ser considerado no mercado de importação brasileira é a concorrência acirrada, tanto no mercado internacional quanto no mercado interno. As empresas precisam estar constantemente em busca de fornecedores confiáveis e de novas oportunidades de negócios para se manterem competitivas.

A diversificação do mix de produtos através da importação pode ser uma estratégia vantajosa para empresas brasileiras, agregando valor aos seus produtos e atendendo às demandas dos consumidores por inovação e qualidade. Como ressaltado por Ferreira (2017), "a importação de produtos estrangeiros pode ser uma forma eficaz de ampliar o portfólio das empresas e expandir sua presença no mercado nacional."

O mercado de importação brasileira oferece oportunidades e desafios que exigem preparo e estratégia das empresas para se manterem competitivas em um cenário globalizado. É fundamental que as empresas estejam preparadas para enfrentar os desafios do mercado internacional e aproveitar as oportunidades que ele oferece para o crescimento e a sustentabilidade dos negócios.

## 1.1. MERCADO DE IMPORTAÇÃO DE AUTOPEÇAS

O mercado de importação de autopeças é um componente essencial da indústria automotiva global, contribuindo significativamente para a competitividade e inovação do setor. Como destacado por Santos (2018), "a importação de autopeças desempenha um papel vital na cadeia de suprimentos das montadoras, permitindo o acesso a peças de alta qualidade e tecnologia avançada."

A constante busca por fornecedores confiáveis e eficientes é uma característica desse setor altamente competitivo, onde a qualidade das peças importadas pode proporcionar vantagens significativas no mercado. Conforme observado por Oliveira (2020), "a importação de autopeças de alta qualidade pode impulsionar a inovação e o desempenho dos veículos fabricados, atendendo às demandas exigentes dos consumidores."

Diversos estudos têm destacado a importância da importação de autopeças para a cadeia de suprimentos das montadoras e fabricantes de veículos. A importação de peças de alta qualidade e tecnologia avançada pode proporcionar vantagens competitivas significativas, permitindo que as empresas ofereçam produtos mais inovadores e com melhor desempenho no mercado.

Além disso, a importação de autopeças também pode ser uma estratégia eficaz para reduzir custos de produção e aumentar a eficiência operacional das empresas. A diversificação do mix de fornecedores por meio da importação pode garantir um abastecimento mais estável e flexível, reduzindo os riscos de interrupções na produção.

No entanto, os desafios também estão presentes, incluindo a flutuação cambial, barreiras comerciais e regulamentações alfandegárias. Para garantir a sustentabilidade das operações, as empresas precisam adotar estratégias robustas de gestão de riscos. Como ressaltado por Carvalho (2019), "a gestão eficaz dos riscos, incluindo os relacionados à importação de autopeças, é essencial para a competitividade e estabilidade das empresas no mercado automotivo." As empresas que atuam nesse mercado precisam estar atentas a esses fatores e adotar estratégias de gestão de riscos para garantir a sustentabilidade de suas operações.

Nesse contexto dinâmico, investir em parcerias estratégicas com fornecedores internacionais e buscar constantemente inovações tecnológicas são imperativos para as empresas do setor de autopeças. A capacidade de adaptação às mudanças no mercado global é fundamental para o sucesso contínuo da importação de autopeças na indústria automotiva, impulsionando a competitividade e o desenvolvimento do setor. A importação de autopeças continuará desempenhando um papel crucial na indústria automotiva, impulsionando a competitividade e o desenvolvimento do setor.

## 2. QUALIDADE NAS ORGANIZAÇÕES

Qualidade é quando uma empresa adota práticas e procedimentos para garantir que o que ela vende ou oferece esteja de acordo com o que os clientes esperam. Obedecendo padrões e normas de produção e características, buscando uma melhoria contínua para garantir a satisfação do cliente e visando manter a competitividade no mercado e assim reduzir custos por meio da eliminação de defeitos e desperdícios.

As formas de organização encontradas até a primeira metade do século, têm-se tornado ineficazes à medida que se instala um ambiente turbulento (com a importância das inovações tecnológicas, das fusões empresariais, da abertura de mercados, do surgimento de novos modelos de gestão empresarial, etc). “Os altos níveis de interdependência, complexidade e incerteza agora encontrados no ambiente mundial ultrapassam os limites dentro dos quais a burocracia tecnocrata foi projetada para operar” (Trist, 1981).

Para Barros (1999), a Qualidade Total é a mobilização estratégica de todos que fazem parte de uma organização e devem participar do desafio constante de satisfazer clientes.

Já para Kotler (2000), a Gestão da Qualidade Total (TQM – Total Quality Management) é uma prática estratégica onde a organização busca a melhoria contínua de todos os seus processos, produtos e serviços.

Nomes como Walter A. Shewhart, W. Edwards Deming, Philip B. Crosby, Kaoru Ishikawa, Joseph M. Juran, Armand Feigenbaum, e Genichi Taguchi tiveram influência direta sobre o nosso pensamento de Qualidade hoje em dia, e são tidos como Gurus da Qualidade e mais recentemente David A. Garvin.

"As metodologias utilizadas em uma organização não se reduzem a quaisquer medidas, procedimentos e técnicas. Elas decorrem de uma concepção de sociedade, da natureza da atividade prática humana no mundo, do processo de conhecimento, e, particularmente, da compreensão da prática educativa numa determinada sociedade" (Bravo, 2003).

## 2.1 PRINCIPAIS TÉCNICAS DA QUALIDADE

A constante mudança do mercado competitivo induz a melhoria contínua das empresas, e tem influência direta na qualidade dos seus produtos e serviços, abordando uma amplitude de questões, tanto na execução dos padrões estabelecidos como no preço estipulado para a mercadoria/serviço.

Oito técnicas básicas são adotadas para exercer o controle de Qualidade:

- Diagrama de Causa e Efeito
- Gráfico de Controle
- Fluxograma
- Folhas de Verificação
- Diagrama de Pareto

- Histograma
- Diagrama de Dispersão.
- Six Sigma

De acordo com Ishikawa (1986): “Essas técnicas [...] devem ser assimiladas e utilizadas pelo presidente, diretores, gerente, chefes, supervisores e operários, ou seja, por todos os níveis integrantes de uma empresa.” Para Ishikawa a integração de todos chega a colaborar com a solução de até 95% dos problemas que ocorrem em uma empresa.

### 2.1.1 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, também chamado de diagrama espinha de peixe ou Diagrama de Ishikawa, é uma figura que visa estabelecer a relação entre o efeito e todas as causas de um processo. Cada efeito possui várias categorias de causas, que, por sua vez, podem ser compostas por outras causas (RODRIGUES, 2006). Sua estrutura e documentação é dado por meios gráficos utiliza a técnica dos seis M's:

- Mão-de-obra: caso o problema tenha surgido por conta de um erro do colaborador;
- Medidas: se uma medida tomada resultou no problema em questão;
- Métodos: quando a metodologia utilizada não é a adequada;
- Meio ambiente: se o problema identificado é proveniente de problemas no meio ambiente, como, poluição, calor, frio, sujeira, etc;
- Materiais: quando o material utilizado não é o adequado para a realização do trabalho;
- Máquinas: se existe defeito no maquinário usado no processo.

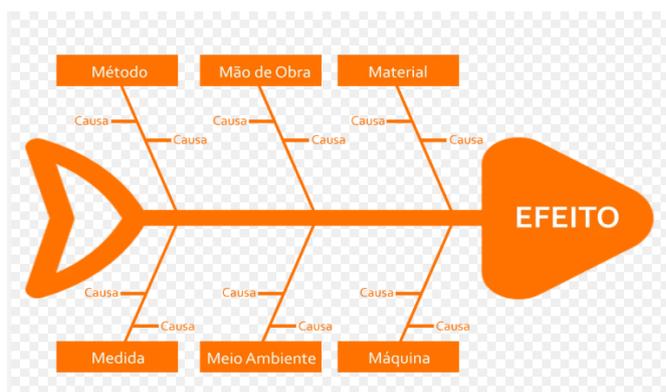


Figura 1 - Os 6 Ms da causa e efeito - elaboração própria

Para realizar o diagrama primeiro deve se identificar o problema e coletar os dados relevantes, depois, classificar e contar as ocorrências de cada categoria. Calcule as porcentagens de cada categoria. Ordene as categorias da mais frequente para a menos frequente. Desenhe um gráfico de barras com as categorias e suas frequências. Trace uma linha acumulada para representar a porcentagem acumulada de ocorrências. Analise o gráfico para identificar as principais categorias de problemas e priorize ações com base em seu resultado.

### 2.1.2 Gráfico de Controle

Um meio de monitorar a variabilidade de um processo é utilizar os gráficos de controle, apresentando visualmente o monitoramento da conformidade de características dos processos.

Por meio de gráficos de controle, é possível identificar mais rapidamente as alterações que ocorreram inesperadamente em pontos específicos na linha de produção (SAMOHYL, 2009).

Os Gráficos de Controle são fundamentais na gestão da qualidade, utilizados para monitorar a variação e desempenho de um processo ao longo do tempo. Ele consiste em linhas de controle (Limite Superior e Limite Inferior) e uma linha central, ajudando a distinguir variações normais de anormais nos dados do processo. Podem ser aplicados a dados contínuos (variáveis) ou discretos (atributos), sendo essenciais em diversas indústrias para garantir consistência e qualidade nos produtos e serviços.

Para montar um gráfico de controle é necessário definir o processo e coletar dados ao longo do tempo. Calcular a média e o desvio padrão dos dados. Estabelecer os limites de controle (superior e inferior). Plotar os dados em um gráfico com tempo no eixo horizontal e valores no vertical. Acompanhar os dados em relação aos limites de controle e analisar o gráfico para identificar variações e tendências e por fim adotar ações corretivas se necessário.

### 2.1.3 Fluxograma

Fluxograma é a forma gráfica, através de símbolos, de descrever e mapear as diversas etapas de um processo, ordenando-as em sequência lógica e de forma planejada (RODRIGUES, 2006)

Basicamente, é um passo a passo de todas as etapas importantes do processo, usando símbolos que representam diferentes operações e ferramentas, assim como quem é responsável por cada parte. Isso ajuda a garantir que o processo funcione bem, sem erros, e que toda a organização entenda como ele funciona.



Figura 2- Fluxograma elaboração própria

#### 2.1.4 Folhas de Verificação

São documentos simples, como planilhas ou tabelas, usados para coletar dados de forma rápida e fácil. Antes de usá-las, é preciso decidir quais informações serão registradas. Elas ajudam a visualizar rapidamente os dados e entender a situação. Com essa ferramenta, a organização economiza tempo e evita o retrabalho. Para Meireles(2001), a folha de verificação deve conter um título definido, juntamente com o período de observação e os eventos a serem controlados.

As folhas de verificação são ferramentas poderosas para a análise de processos e a melhoria da qualidade, pois identificam defeitos e variações e possibilitam a execução de ações efetivas, focadas no problema (SELEME; 2012)

#### 2.1.5 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras verticais que permite determinar quais problemas a resolver e quais as prioridades. Ele deve ser construído tomando como suporte uma lista de verificação (RODRIGUES, 2006).

Esse diagrama segue a regra 80/20, o que significa que 80% dos resultados na empresa estão relacionados a apenas 20% das atividades, geralmente as mais importantes. Com isso

em mente, o gráfico fornece informações que podem ajudar a melhorar os processos, concentrando os esforços nas áreas certas para obter melhorias significativas.

### 2.1.6 Histograma

O histograma é uma representação gráfica de dados ao longo do tempo, permitindo visualizar a frequência de ocorrência de eventos em cada categoria. Essa ferramenta estatística é essencial para analisar grandes volumes de dados, proporcionando uma compreensão abrangente da distribuição e padrões dos dados. Ao utilizar barras para representar intervalos de valores, o histograma mostra quantas vezes os valores ocorrem dentro desses intervalos. Ele é crucial para entender a evolução e tendências de um processo ao longo do tempo.

“O histograma é uma ferramenta estatística que permite resumir informações de uma massa crítica de dados, visualizando a forma da distribuição, a localização do valor central e a

dispersão dos dados em torno deste valor central”. (SILVA, 2004)

### 2.1.7 Diagrama de Dispersão

Também conhecido como gráfico de correlação ou gráfico XY, é uma representação visual dos valores de duas variáveis relacionadas em um mesmo processo. Ele ilustra como uma variável se comporta quando a outra se altera, fornecendo evidências da relação entre causa e efeito.

O diagrama de dispersão é responsável pelo auxílio à identificação de relações entre um defeito e uma causa, ou seja, objetiva identificar a relação entre duas variáveis ou até mesmo a relação de uma terceira causa. Sendo que as relações entre as variáveis podem ser: positivas, negativas ou inexistentes (CARPINETTI, 2010; MONTGOMERY, 2009)

## 3. SIX SIGMA

De acordo com Pires (2016), o termo Lean “tem um foco na remoção das anomalias e de práticas que causam desperdícios nos processos ao longo da cadeia de suprimentos”. A metodologia Six Sigma tem se destacado como uma abordagem eficaz para a melhoria contínua dos processos, com foco na redução de defeitos e na maximização da qualidade.

Este artigo tem como objetivo analisar a relevância e os benefícios do Six Sigma como uma ferramenta estratégica para a excelência operacional.

O Six Sigma é fundamentado em princípios sólidos, como a orientação por dados e fatos, a busca pela redução da variabilidade dos processos e a definição de metas ambiciosas de qualidade. Seu objetivo principal é alcançar um nível de desempenho que corresponda a apenas 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, o que implica em um padrão extremamente elevado de qualidade. Para atingir esse patamar, o Six Sigma adota a metodologia DMAIC, que orienta as equipes na identificação, análise e solução de problemas nos processos.

O Six Sigma tem sido amplamente aplicado em diversos setores da indústria, como manufatura, serviços financeiros, saúde e tecnologia. Em cada um desses contextos, a metodologia tem se mostrado eficaz na identificação de oportunidades de melhoria, na redução de custos operacionais e na otimização dos processos. Estudos de caso demonstram como empresas líderes têm utilizado o Six Sigma para impulsionar a inovação, melhorar a eficiência e aumentar a competitividade no mercado. "A implementação bem-sucedida do Six Sigma pode gerar uma série de benefícios tangíveis para as organizações, tais como a redução de custos, o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade dos produtos e serviços e a fidelização dos clientes" (Paschoal, 2022). Além disso, o Six Sigma contribui para a criação de uma cultura organizacional voltada para a excelência e a inovação, promovendo o engajamento dos colaboradores e o alinhamento com os objetivos estratégicos da empresa.

Em Werkema (2012), define-se Seis Sigma como “uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores”. O Six Sigma pode gerar resultados significativos em termos de eficiência operacional, qualidade do produto e satisfação do cliente, destacando-se como uma ferramenta essencial para a excelência operacional.

A metodologia Six Sigma representa uma abordagem estratégica e sistemática para a melhoria contínua dos processos organizacionais, com foco na excelência operacional e na maximização da qualidade. Ao adotar os princípios e práticas desta metodologia, as empresas podem alcançar níveis superiores de desempenho, reduzir custos e fortalecer sua

posição competitiva no mercado. A implementação do Six Sigma requer comprometimento, liderança e capacitação adequada, mas os benefícios obtidos justificam os esforços investidos, contribuindo para o sucesso sustentável das organizações no ambiente empresarial atual.

### 3.1 APLICAÇÃO DO SIX SIGMA

A abordagem Six Sigma é amplamente reconhecida e utilizada por empresas de diversos setores para a melhoria contínua dos processos, a redução de defeitos e a maximização da qualidade dos produtos e serviços. Desenvolvida inicialmente pela Motorola na década de 1980 e popularizada pela General Electric, o Six Sigma se tornou uma ferramenta essencial para as organizações que buscam excelência operacional e competitividade no mercado global (Goh, 2019).

O Six Sigma baseia-se em princípios estatísticos e metodologias estruturadas, como o DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), para identificar e corrigir as causas raiz dos problemas, eliminando variações indesejadas nos processos. A meta do Six Sigma é alcançar um nível de desempenho em que apenas 3,4 defeitos ocorram a cada milhão de oportunidades, o que equivale a um índice de qualidade de 99,99966% (Chakraborty & Chuan, 2020).

Uma das principais vantagens do Six Sigma é a sua abordagem orientada por dados e fatos, o que permite às empresas tomar decisões embasadas em evidências concretas, em vez de suposições ou intuições. Além disso, o Six Sigma promove a cultura da melhoria contínua, incentivando o envolvimento de todos os colaboradores na identificação e solução de problemas, o que contribui para o desenvolvimento de uma mentalidade voltada para a excelência e a inovação (Thawani et al., 2021).

A aplicação do Six Sigma pode trazer uma série de benefícios tangíveis para as empresas, tais como a redução de custos operacionais, o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade dos produtos e serviços, a satisfação dos clientes e a conquista de uma vantagem competitiva no mercado (Antony et al., 2019). Além disso, o Six Sigma também pode ajudar as organizações a atingirem metas estratégicas, como a padronização de processos, a redução de lead times e o aumento da eficiência operacional (Hahn et al., 2020).

No entanto, é importante ressaltar que a implementação bem-sucedida do Six Sigma requer um comprometimento integral da alta direção, o envolvimento ativo dos

colaboradores em todos os níveis da organização, investimentos em treinamento e capacitação, e a utilização eficaz de ferramentas e técnicas estatísticas (Laux et al., 2020). Além disso, é fundamental que as empresas estejam dispostas a promover uma cultura organizacional que valorize a qualidade, a transparência e a busca constante pela excelência (Chiarini, 2021).

Em resumo, a aplicação do Six Sigma pode ser um diferencial estratégico para as empresas que buscam se destacar em um mercado cada vez mais competitivo e exigente. Ao adotar essa metodologia de forma consistente e sistemática, as organizações têm a oportunidade de otimizar seus processos, aumentar sua eficiência operacional e elevar a qualidade de seus produtos e serviços, gerando impactos positivos tanto internamente quanto externamente (Snee & Hoerl, 2021). Assim, o Six Sigma se apresenta como uma poderosa ferramenta para impulsionar o sucesso e a sustentabilidade das empresas no cenário empresarial atual.

#### 4. APLICAÇÃO DO SIX SIGMA EM PROCESSOS DE SERVIÇOS

Embora o Six Sigma tenha sido inicialmente aplicado na manufatura, sua implementação em processos de serviços também tem mostrado resultados significativos. Setores como saúde, finanças, logística e atendimento ao cliente têm adotado o Six Sigma para otimizar processos, reduzir erros e melhorar a satisfação do cliente (BISGAARD; DE MAST, 2019). Por exemplo, hospitais utilizam o Six Sigma para reduzir o tempo de espera dos pacientes e melhorar a precisão dos diagnósticos, enquanto bancos aplicam a metodologia para acelerar o processamento de transações e minimizar erros em operações financeiras (THOMAS et al., 2020).

A implementação do Six Sigma em processos de serviços segue a mesma estrutura DMAIC utilizada na manufatura. No entanto, adaptações podem ser necessárias para lidar com a natureza intangível dos serviços e a variabilidade inerente ao comportamento humano. A coleta de dados pode envolver pesquisas de satisfação, tempos de ciclo e taxas de erro, enquanto as análises podem se concentrar em identificar gargalos, variabilidades e causas raiz dos problemas (SHARMA; GUPTA; AGARWAL, 2019).

Ao adotar os princípios e práticas do Six Sigma, as empresas de serviços podem alcançar níveis superiores de desempenho, reduzir custos e fortalecer sua posição competitiva no mercado. A implementação do Six Sigma requer comprometimento,

liderança e capacitação adequada, mas os benefícios obtidos justificam os esforços investidos, contribuindo para o sucesso sustentável das organizações no ambiente empresarial atual (WANG et al., 2019).

Portanto, a aplicação do Six Sigma em processos de serviços não só é possível, mas também altamente benéfica, levando à melhoria contínua e ao aprimoramento da qualidade em diversas áreas, desde o atendimento ao cliente até a prestação de serviços.

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO (ESTUDO DE CASO)

### 5.1 Caracterização do Estudo de Caso

Trata-se de uma empresa que é conhecida por sua inovação e qualidade em produtos automotivos, incluindo pneus para veículos de passeio, comerciais e motocicletas, que produz e importa pneus e tem uma presença significativa no mercado brasileiro, onde opera unidades de produção e centros de distribuição. Além disso, tem investido constantemente em expansão e modernização para atender à crescente demanda do mercado brasileiro e da América Latina.

Além da produção local, a empresa também importa pneus para o Brasil para complementar sua linha de produtos e atender às necessidades específicas dos consumidores. A importação de pneus permite oferecer uma ampla gama de modelos e tecnologias que podem não ser fabricados localmente, garantindo que os clientes tenham acesso aos produtos mais recentes e inovadores.

No entanto, essa empresa enfrenta desafios na importação de pneus como tarifas de importação, flutuações cambiais e complexidades logísticas. Esses obstáculos podem resultar em tempos de entrega inconsistentes e custos elevados associados à armazenagem nos portos durante o processo de nacionalização.

Um dos principais problemas identificados foi o tempo médio prolongado para a conclusão do desembaraço aduaneiro, resultando em custos adicionais de armazenagem nos portos. Além disso, os requisitos específicos de importação, como regulamentações do Inmetro, para garantir uma nacionalização rápida e com custos reduzidos, os importadores precisam contar com processos robustos e eficientes.

As importações realizadas pelo modal marítimo demandam atenção especial. Cumprir o prazo de 10 dias para retirar os produtos do porto pode ser desafiador devido a

diversos fatores, incluindo instabilidades sistêmicas, falhas operacionais dos despachantes aduaneiros e submissão tardia de processos para análise pelos órgãos reguladores.

Considerando que os custos logísticos estão embutidos no preço dos pneus, para esta empresa, reduzir os custos associados ao processo de importação e fabricação é crucial para manter a competitividade no mercado. Portanto, a diminuição dos custos de armazenagem nos processos marítimos é fundamental para atingir esse objetivo estratégico.

Foram identificados os processos de importação, a data de chegada dos pedidos no país, a data de saída dos materiais do armazém alfandegado do Porto, custos associados ao processo, em especial, o custo de armazenagem, e o valor do produto. Os processos de importação foram utilizados como referência, e não pedidos de compra, pois, por vezes, para que ocorra a otimização do frete marítimo, vários pedidos de um mesmo fornecedor são consolidados em um container, dessa forma, a utilização de um processo de importação, evita a distorção dos dados da amostra. Com as datas definidas, foi possível obter o tempo demandado para a conclusão do desembarço aduaneiro, isto é, o número de dias entre a chegada e a saída da carga do armazém portuário, e os custos gerados nesse período.

E da compreensão do tempo demandado para a realização da importação de autopeças, conclui-se que o valor teórico médio para a importação, tendo em vista a necessidade de obter-se o deferimento de Licença de Importação, e demais parametrizações fiscais, é de 12 dias. Isto é, à medida que um processo é identificado pela despachante aduaneira – através das notificações realizadas pelos exportadores, indicando uma nova remessa – 12 dias são demandados para que a nacionalização seja realizada.

O objetivo de nacionalização em 10 dias, é devido à isenção de custo de armazenagem de cargas para processos removidos do porto nesse intervalo. A empresa utiliza o termo em inglês *free time* – tempo livre – justamente referenciando essa carência em custos oferecidos pelo operador logístico.

Conclui-se que após esse caso a empresa está tendo um custo considerável e nessa análise, foi identificado o tempo médio de 19,43 dias para a nacionalização. Existem ainda casos que ficaram por volta de 20 dias no armazém portuário, tempo crítico na perspectiva de custos, gerando riscos de obsolescência e impactos em planos produtivos, considerando os insumos em importação. Dessa forma, foi identificada uma necessidade de melhoria no fluxo de importação de Autopeças que extrapolam o viés de atendimento

produtivo. Evidenciou-se uma operação defasada, com tempos e custos elevados comparados aos valores teóricos já definidos.

Adicionado a isso, a empresa perde a oportunidade de ganhar com o free time, por não nacionalizar suas cargas no período de 21 carência de taxas esta indústria automobilística adicionava, em média, este valor aos seus custos logísticos para cada importação realizada pelo modal marítimo.

A adoção desse processo utilizado na empresa, pode contribuir diretamente com a redução dos custos relacionados a utilização do tempo demandado entre chegada e saída do produto do porto, além dos custos de armazenagem.

## 5.2 PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE PROCESSO DO SIX SIGMA

A partir do estudo de caso e da revisão de literatura, destacam-se os benefícios da implementação da metodologia DMAIC dentro da empresa. Que apresentou uma necessidade de melhorias no fluxo de importação de pneus, evidenciando uma operação defasada com tempos e custos superiores aos valores teóricos esperados. Para abordar essas questões, optou-se pela metodologia DMAIC, com foco na redução do tempo de nacionalização e dos custos de armazenagem.

Abaixo apresenta-se o fluxograma com o tempo adotado sem a aplicação do sistema Seis Sigma:

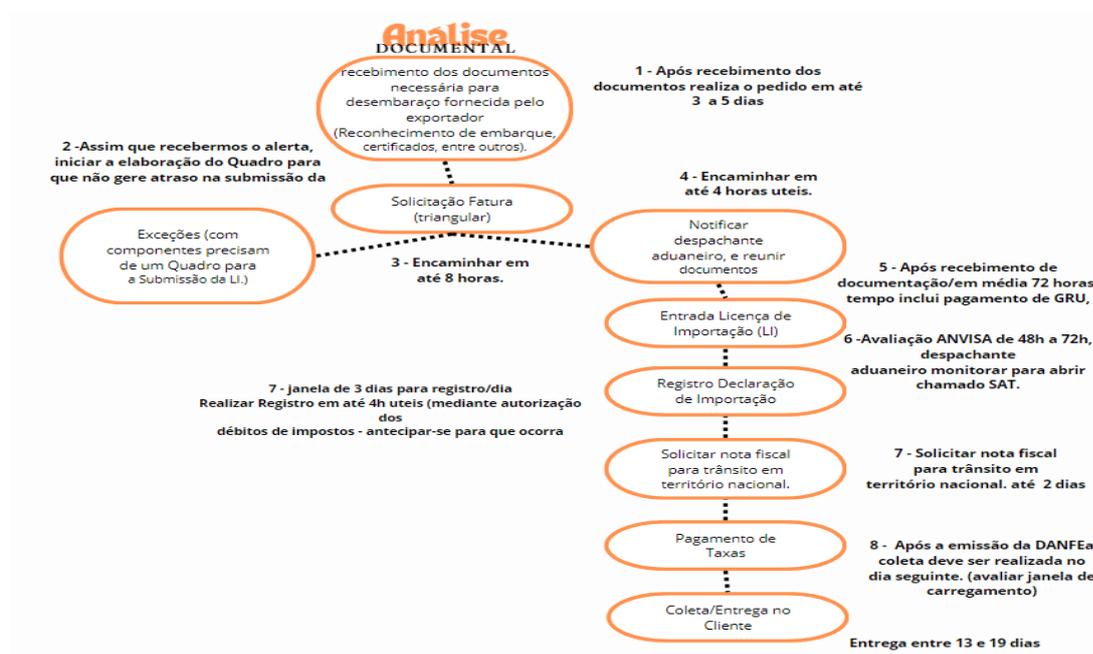


Figura 3 - elaboração própria

A seguir um Fluxograma obedecendo o tempo ideal para a nacionalização adotando como melhoria o sistema Seis Sigma:



Figura 4 - elaboração própria

As mudanças a serem realizadas não seriam drásticas, mas o impacto principal se concentra na última parte, onde se destaca a redução dos custos para a empresa. Após a implementação das melhorias propostas, espera-se que a empresa possa experimentar um aumento significativo nas operações de importação de autopeças por meio do modal marítimo ao longo de um ano. Essa perspectiva representa um avanço considerável em termos de eficiência e competitividade no mercado.

Além disso, haveria um aumento na eficiência da linha de produção, com redução dos tempos de espera e da ociosidade. A seguir, apresentamos a comparação dos processos realizados pela empresa no ano X (2022), antes da implementação do sistema Seis Sigma, e no ano Y (2023), já com o sistema em aplicação em todos os processos.

Ano X (2022):

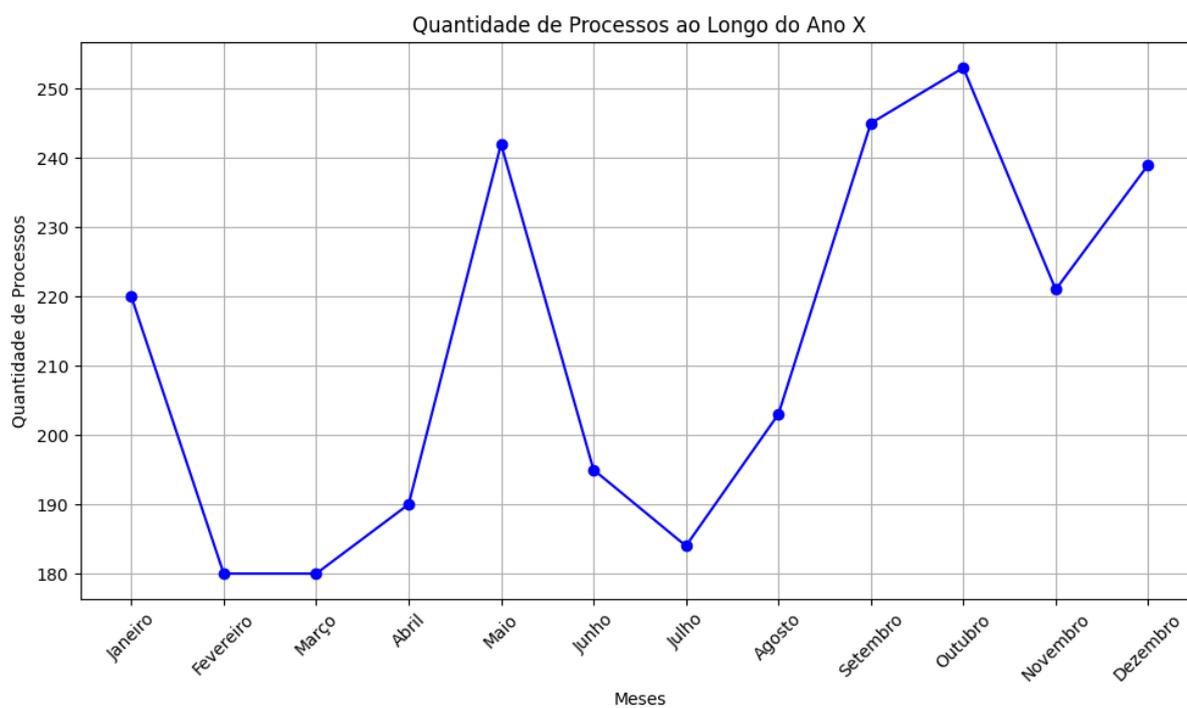


Figura 5 - elaboração própria

Ano Y (2023):

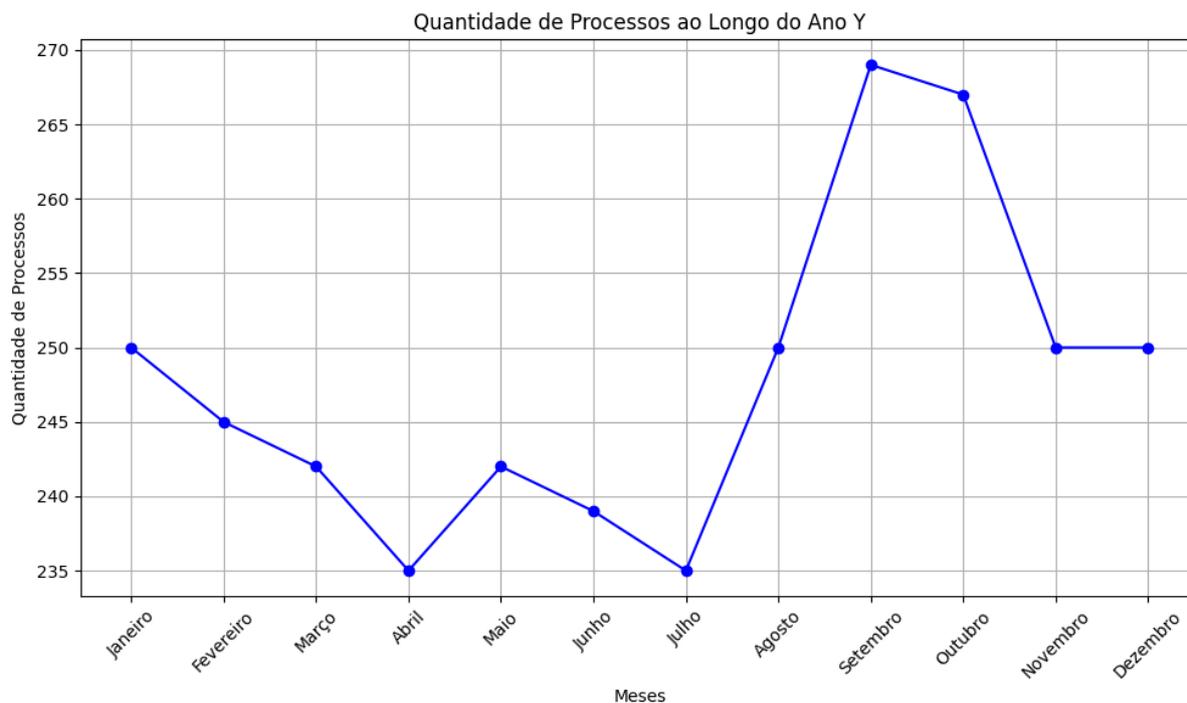


Figura 6 - elaboração própria

Em uma comparação, os números demonstram que a redução do tempo permitirá o andamento de novos processos. Veja a seguir a quantidade de processos desembarçados:

ANO X	220	180	180	190	242	195	184	203	245	253	221	239
ANO Y	250	245	242	235	242	239	235	250	269	267	250	250

Figura 7 - elaboração própria.

Outro benefício indireto observado é o potencial aumento na consolidação de cargas para envio pelo modal marítimo, após as alterações nos fluxos de importação. Com a redução do tempo de permanência das cargas no porto, espera-se que itens que anteriormente eram importados exclusivamente pelo modal aéreo migrem para o modal marítimo. Isso se deve à maior agilidade na disponibilização das cargas, o que contribui para a redução dos custos logísticos da empresa, já que os custos de transporte pelo modal aéreo são substancialmente mais elevados do que pelo modal marítimo.

Além disso, há uma importante consideração ambiental nesse contexto. A diminuição das remessas aéreas favorecerá a aderência das operações da fábrica a um dos princípios fundamentais da empresa: a busca por uma cadeia de suprimentos mais sustentável e menos impactante ao meio ambiente. Assim, as mudanças propostas não apenas promovem eficiência operacional e redução de custos, mas também alinham as práticas da empresa com suas metas de sustentabilidade corporativa.

Além dos benefícios diretos, como planos de produção mais precisos e redução de custos, observamos um aumento na consolidação de cargas para entrega pelo modal marítimo, contribuindo para uma cadeia logística mais eficiente e sustentável. Essas melhorias também favoreceram a redução das remessas aéreas, alinhando-se com os objetivos de sustentabilidade da empresa.

Portanto, este artigo propõe uma abordagem focada na redução do tempo necessário para o processo de nacionalização de autopeças, estabelecendo metas específicas para avaliar o sucesso dessa iniciativa. A principal métrica de desempenho é a conclusão do processo em até dez dias a partir do momento em que o processo entra no país, sendo o primeiro dia

contado como o dia de chegada. Além disso, busca-se eliminar os custos de armazenagem, agregando uma métrica financeira adicional.

Abaixo podemos monitorar como estava o andamento dos processos no ano de X:

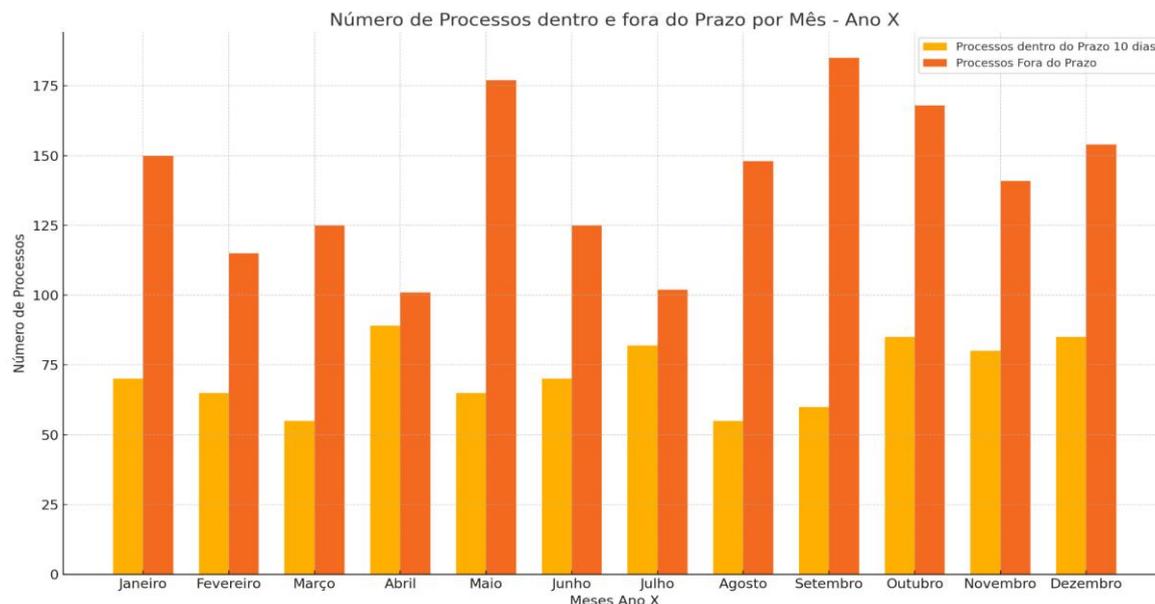


Figura 8 - elaboração própria.

estabelecendo uma porcentagem equilibrada entre os meses, porém ultrapassando o período ideal de desembaraço. A figura a seguir apresenta a porcentagem obtida dentro do período:

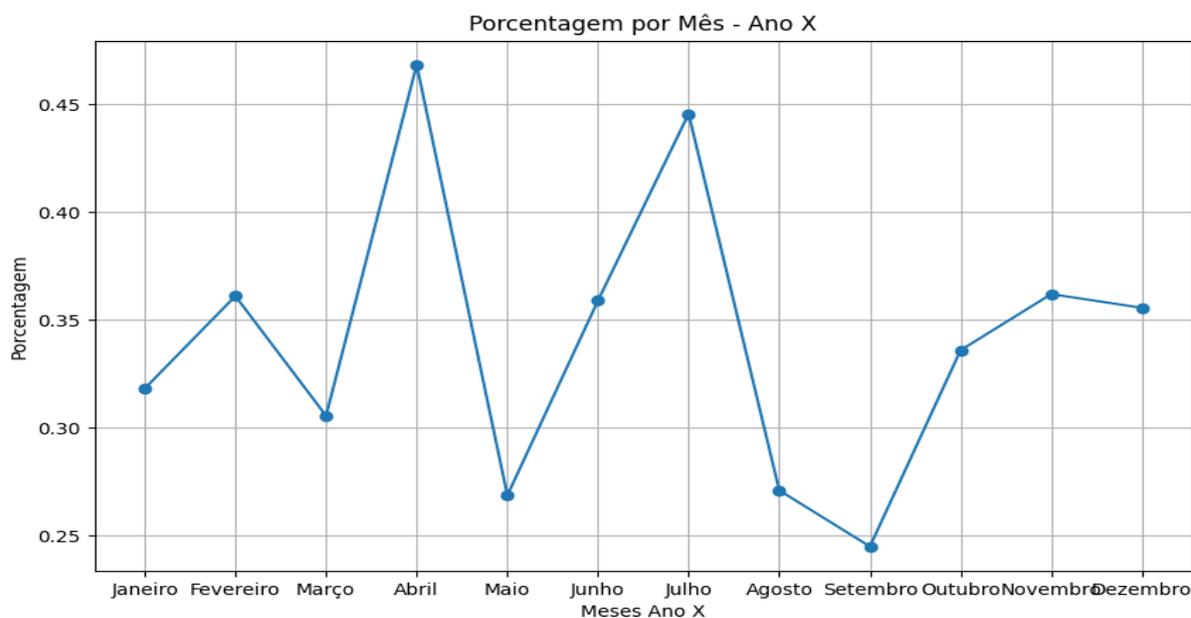


Figura 9 - elaboração própria

Prevê-se que, após a empresa adotar a ferramenta DMAIC da metodologia Seis Sigma, a quantidade de processos que atingem o prazo estipulado de 10 dias aumente significativamente em um curto espaço de tempo, em comparação com o ano X.

Veja na tabela abaixo:

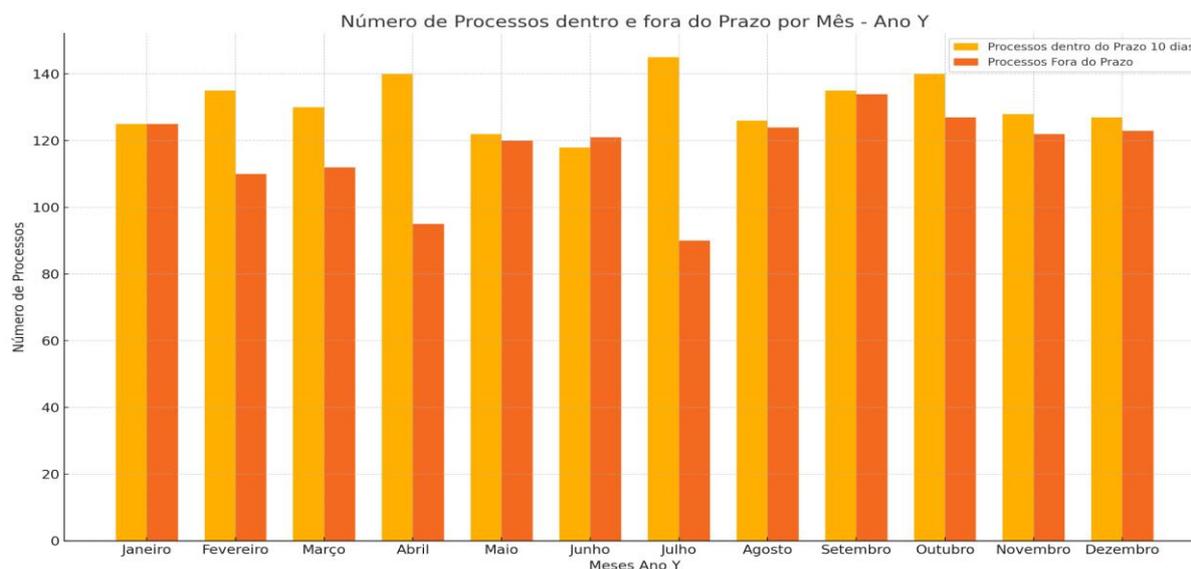


Figura 10 - elaboração própria.

Espera-se que a implementação dessa metodologia se mostre eficaz para os processos, com a maioria dos casos atendendo o prazo estipulado. A previsão é que a porcentagem de processos dentro do prazo se mantenha equilibrada:

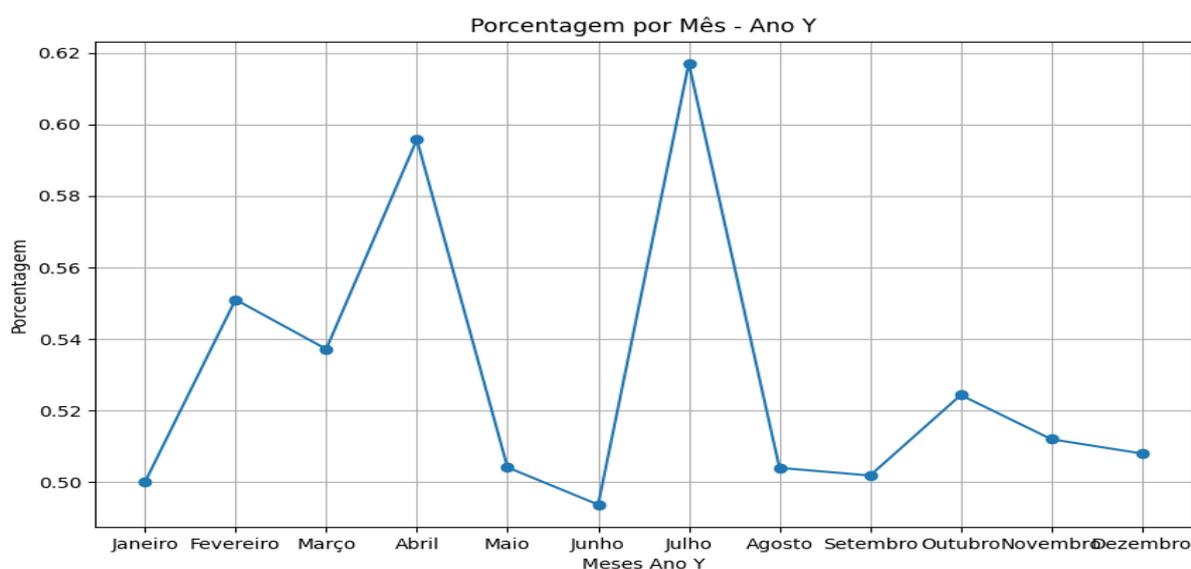


Figura 11 - elaboração própria.

Após obter um aumento de 16,54% na quantidade anual de processos e 55,02% na média anual de processos que atingiram o prazo estipulado, isso demonstra um progresso significativo. Isso será uma base para futuras ações visando a aplicação e o aprimoramento dos sistemas.

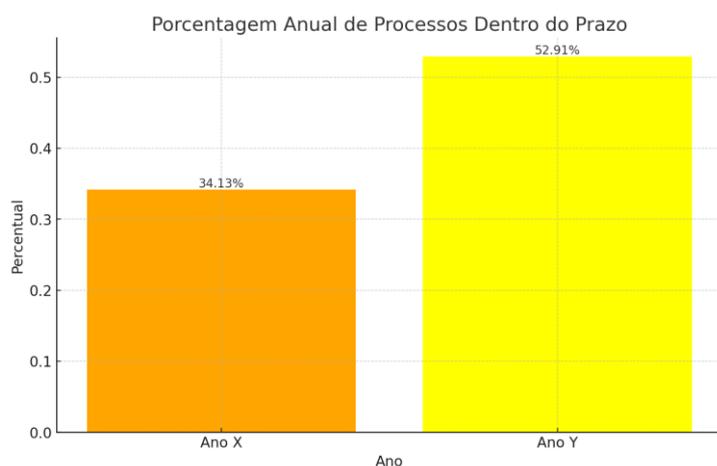


Figura 12 - elaboração própria.

**Para alcançar esses objetivos futuros, o processo de implementação seguirá várias etapas fundamentais:**

Inicialmente, será definido o escopo, que envolverá a identificação dos processos-chave relacionados à importação de autopeças que serão alvo de melhorias. Em seguida, será realizada uma análise detalhada da situação atual, mapeando os processos existentes e analisando dados para identificar os principais pontos problemáticos e oportunidades de aprimoramento.

Com base nas informações coletadas na fase anterior, serão definidas estratégias e ações específicas para otimizar os processos de importação. Isso inclui o treinamento da equipe, revisão de procedimentos e negociação com fornecedores, entre outras atividades necessárias para a execução das melhorias.

Adicionalmente, serão estabelecidos indicadores de desempenho e implementados sistemas de monitoramento para garantir que as melhorias sejam sustentáveis ao longo do tempo e que os objetivos definidos sejam alcançados e mantidos.

É importante ressaltar que, embora essas etapas englobam uma ampla gama de atividades, as ações relacionadas a mudanças nos sistemas corporativos serão consideradas fora do escopo deste projeto. O foco principal estará na melhoria dos processos operacionais

relacionados à importação de autopeças, visando aumentar a eficiência e reduzir os custos associados.

Dessa forma, o escopo do projeto será a redução do tempo necessário para o processo de nacionalização, estabelecendo como métrica a conclusão do processo até o décimo dia, considerando o primeiro dia como a chegada do processo no país. Além disso, tem por objetivo financeiro a redução nos custos de armazenagem. A análise dos dados de processos e dos valores alcançados ao longo dos meses nos anos X e Y é crucial para visualizar o novo cenário.

Tendo como indicador a quantidade de processos realizados no ano:

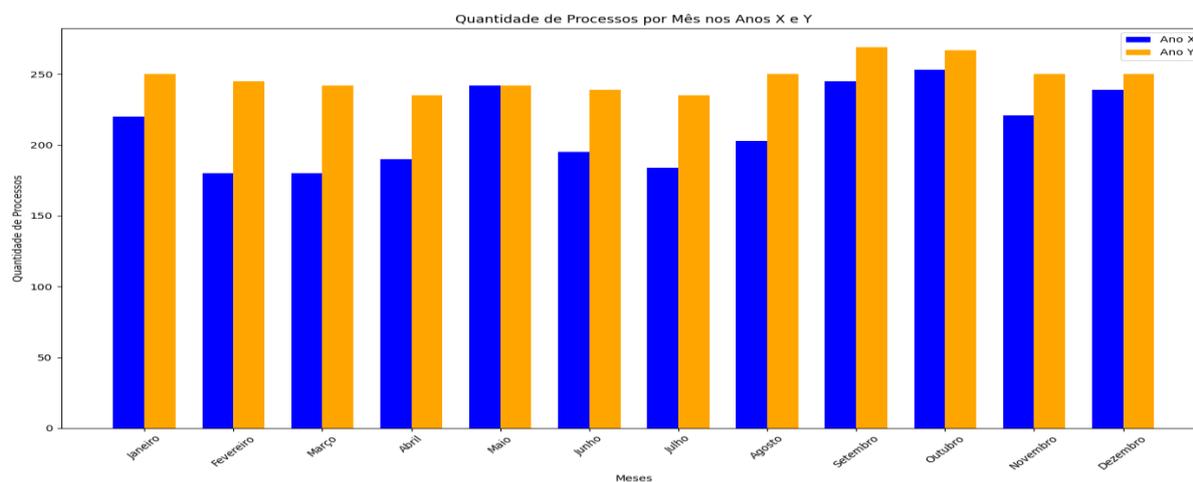


Figura 13 - elaboração própria.

O gráfico acima aponta que a adoção do novo sistema terá uma melhoria anual de 16,54% na quantidade anual dos processos nacionalizados pela empresa.

E o valor alcançado em relação a quantidade de processos realizados:

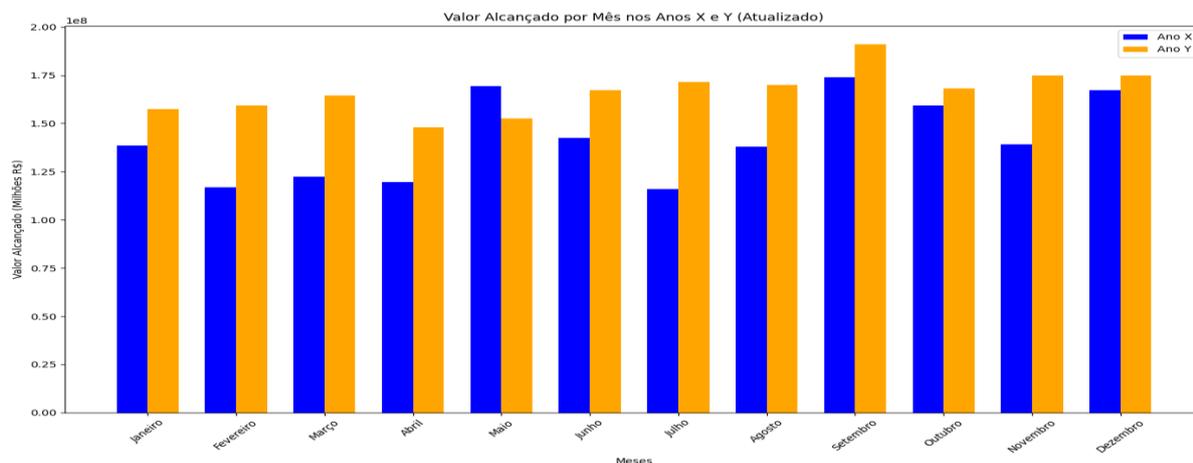


Figura 14 - elaboração própria.

Comparando a quantidade de processos e os valores financeiros entre os dois anos a metodologia se mostra relevante, pois as métricas são organizadas de forma mensal, permitindo uma comparação direta e temporalmente consistente. Além disso, essas métricas complementares ajudam a entender tanto a carga de trabalho quanto a eficiência financeira.

Os valores apresentados na prospecção evidenciam o quanto a diminuição do tempo para a nacionalização impacta no resultado final do valor alcançado que aumentaria 17,41% com a adoção do novo sistema.

Meses	Quantidade Processos Ano X	Valor Alcançado (Milhões R\$) Ano X	Quantidade Processos Ano Y	Valor Alcançado (Milhões R\$) Ano Y
Janeiro	220	138600000	250	157500000
Fevereiro	180	117000000	245	159250000
Março	180	122400000	242	164560000
Abril	190	119700000	235	148050000
Maio	242	169400000	242	152460000
Junho	195	142350000	239	167300000
Julho	184	115920000	235	171550000
Agosto	203	138040000	250	170000000
Setembro	245	173950000	269	190990000
Outubro	253	159390000	267	168210000
Novembro	221	139230000	250	175000000
Dezembro	239	167300000	250	175000000

Figura 15 - elaboração própria.

A comparação permite acompanhar o desempenho. Por exemplo, o aumento na quantidade dos processos acompanhados e o aumento proporcional nos valores alcançados indicam maior eficiência. Permite também, visualizar os meses com maior quantidade de processos e maiores valores alcançados, auxiliando-os no planejamento estratégico, a alocar adequadamente os recursos e desenvolver estratégias que otimizem os períodos de menor desempenho.

Um acompanhamento mais detalhado dos dados direciona os investimentos em áreas como tecnologia ou treinamento para os colaboradores, demonstrando melhorias nos resultados. A comparação ano a ano proporciona benchmarks que poderão servir como base para avaliar o desempenho futuro e comparar com outras organizações semelhantes.

Fornecendo insights valiosos sobre seu desempenho operacional e financeiro. Essa análise contínua é valiosa para auxiliar na tomada de decisões, melhoria na eficiência e alavancagem dos resultados a longo prazo.

Após a implementação da metodologia Lean Seis Sigma, a empresa pode se preparar para alcançar os seguintes resultados futuros:

- Redução significativa nos prazos de entrega das autopeças importadas.
- Melhoria na qualidade das peças recebidas, com redução dos índices de defeitos.
- Diminuição dos custos logísticos associados à importação.
- Aumento da eficiência da linha de produção, com redução de tempos de espera e ociosidade.
- Melhoria na satisfação dos clientes devido à entrega pontual e qualidade superior dos produtos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia Lean Seis Sigma nos processos de importação de autopeças demonstra ser uma abordagem eficaz para enfrentar os desafios e otimizar as operações de uma empresa automotiva reconhecida por sua inovação e qualidade. Em um contexto de indústria competitiva, onde a qualidade e a gestão de custos são de extrema importância, essa estratégia garantirá soluções práticas para problemas difíceis e resultados significativos nas operações.

Inicialmente, a análise evidenciou que a empresa XYZ enfrenta problemas como altas tarifas de importação, flutuações cambiais e complexidades logísticas, resultando em tempos de entrega inconsistentes e altos custos nos portos. O tempo médio de 19,43 dias para concluir o desembaraço aduaneiro estava bem acima do ideal de 10 dias, gerando custos elevados e riscos de obsolescência dos produtos.

A metodologia Lean Seis Sigma, através do ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), será determinante para enfrentar esses problemas. A reestruturação do processo permitirá uma nova abordagem dos problemas, identificando pontos críticos para implementar melhorias eficazes. Inicialmente, definido o escopo do projeto,

identificando os processos-chave a serem melhorados. Em seguida, uma análise criteriosa identificou os processos e determinou os principais gargalos.

A partir dessa análise, as estratégias específicas para melhorar os processos de importação, incluirão o treinamento da equipe, a revisão dos processos e negociações com fornecedores, com o objetivo de reduzir o tempo de nacionalização e abaixar os custos de armazenagem. A adoção de indicadores de desempenho e sistemas de monitoramento garantirá que as melhorias sejam sustentáveis ao longo do tempo.

Com resultados positivos, como a redução significativa dos prazos de entrega das autopeças importadas, aumento da eficiência da linha de produção e diminuição dos tempos de espera e da ociosidade. Além disso, a melhoria na qualidade das peças recebidas, com a diminuição dos índices de defeitos, contribuirá para a satisfação dos clientes, que passarão a receber produtos de alta qualidade de maneira mais pontual.

Outro benefício será a diminuição dos custos logísticos associados à importação. A empresa conseguirá aproveitar melhor o conceito de "free time", reduzindo os custos de armazenagem ao cumprir o prazo de 10 dias para retirar os produtos do porto. Isso também permitirá que itens antes importados via modal aéreo, devido à urgência, sejam consolidados no modal marítimo, mais econômico. Essa transição não só reduzirá os custos logísticos, mas também alinhar-se-á com os objetivos de sustentabilidade da empresa, reduzindo o impacto ambiental das operações de importação.

A implementação da metodologia Lean Seis Sigma demonstra que melhorias nos processos operacionais podem ser alcançadas sem grandes mudanças, focando nas operações diárias e na eficiência dos procedimentos. Essa abordagem não só aumenta a competitividade da empresa no mercado, mas também contribui para uma cadeia de suprimentos mais sustentável.

Portanto, a aplicação da metodologia Lean Seis Sigma nos processos de importação de autopeças resultará em uma operação mais eficiente, econômica e alinhada com os princípios de sustentabilidade. As melhorias a serem implementadas fornecerão à empresa uma vantagem competitiva significativa, ao mesmo tempo em que promoverão práticas mais responsáveis ambientalmente. Essa transformação reafirma a importância de metodologias estruturadas e contínuas para a gestão eficiente e sustentável das operações logísticas em um mercado globalizado.

## REFERÊNCIAS

ANTT. Regulamentação de Pneus Importados. Disponível em: [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br). Acesso em: 30 maio 2024.

BARROS, Claudius D'Artagnan C. Excelência em Serviços, Uma questão de sobrevivência no mercado. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

BRAVO, Ismael. Gestão da Qualidade em Tempos de Mudança. Campinas: Editora Alínea, 2003.

CARPINETTI, Luiz César Ribeiro. Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas. São Paulo: Atlas, 2010.

HARRY, Mikel J.; SCHROEDER, Richard. Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. New York: Doubleday, 2000.

ISHIKAWA, Kaoru. TQC - Total Quality Control: Estratégias e Administração da Qualidade que Asseguram a Prosperidade da Empresa. São Paulo: IMC-Internacional Sistemas Educativos, 1986.

JOHNSON, Jane. Six Sigma for Financial Services: How Leading Companies Are Driving Results Using Lean, Six Sigma, and Process Management. New York: McGraw-Hill, 2011.

KOTLER, Philip. Administração de Marketing: A Edição do Novo Milênio. 10ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

MARCATO, Marcelo B.; ULTREMARE, Fabio O. Produção Industrial e Vazamento de Demanda para o Exterior: Uma Análise da Economia Brasileira. Economia e Sociedade, 27(2), 637-662, 2018.

MONTGOMERY, Douglas C. Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MONTGOMERY, Douglas C. Introduction to Statistical Quality Control. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.

PANDE, Peter S.; NEUMAN, Robert P.; CAVANAGH, Roland R. The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance. New York: McGraw-Hill, 2000.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL. Normas de Importação. Disponível em: [www.receita.fazenda.gov.br](http://www.receita.fazenda.gov.br). Acesso em: 30 maio 2024.

RODRIGUES, M. V. Ações para Qualidade, Gestão Integrada para Qualidade. Rio de Janeiro. Ed. Qualitymark. 2006.

SAMOHYL, R. W. Controle Estatístico da Qualidade Rio de Janeiro: Campus, 2009.

SELEME, Rosiane; STADLER, Ronaldo. *Controle de Qualidade: As Ferramentas Essenciais*. Curitiba: Ibpex, 2012.

SILVA, João Alves. *Apostila de Controle da Qualidade*. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2004.

SMITH, Gerald. *Six Sigma for Service Processes: How to Achieve Results*. New York: McGraw-Hill, 2013.

TRIST, E. The evolution of socio-technical systems. Documento nº2 Ontario Quality of Working Life Centre, junho de 1981.