

ESTRATÉGIAS LEAN SIX SIGMA PARA MELHORIA CONTÍNUA: UM ESTUDO SETORIAL COMPARATIVO CENTRADO NOS SETORES ALIMENTÍCIO E AUTOMOTIVO

LEAN SIX SIGMA STRATEGIES FOR CONTINUOUS IMPROVEMENT: A COMPARATIVE SECTORAL STUDY CENTERED ON THE FOOD AND AUTOMOTIVE SECTORS

Gabriel Gustavo Cunha

Bacharel em Engenharia de Produção; Faculdades Integradas de Bauru, Bauru, SP, Brasil; gabriel-cunha11@hotmail.com

Guilherme de Andrade Ussuna

Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento – UNESP; Professor Universitário das Faculdades Integradas de Bauru, Bauru, SP, Brasil; ussuna@gmail.com

Tatiene Martins Coelho Trevisanuto

Doutora em Ciência da Informação - UNESP; Coordenadora dos cursos de Administração, Gestão de Recursos Humanos e Engenharia de Produção das Faculdades Integradas de Bauru, Bauru, SP, Brasil; tatiencoelho@hotmail.com

Marco Antonio Gandolfo Rodrigues

Especialista em Engenharia de Produção; Professor Universitário das Faculdades Integradas de Bauru, Bauru, SP, Brasil; gandolfo@fibbauru.br

RESUMO

Este estudo explora a aplicação das ferramentas Lean Six Sigma na melhoria contínua de processos industriais, com uma análise comparativa entre os setores alimentício e automotivo. A metodologia Lean Six Sigma combina princípios do Lean Manufacturing, focado na eliminação de desperdícios, com o Six Sigma, que visa reduzir a variabilidade e defeitos. Objetiva demonstrar como essas abordagens contribuem para aumentar a eficiência e a qualidade nos processos industriais. A pesquisa comparou a implementação das ferramentas em duas empresas de diferentes setores, destacando os resultados obtidos em termos de otimização de operações e redução de custos.

Palavras-chave:

Lean six sigma, Lean Manufacturing e qualidade dos processos.

ABSTRACT

This study explores the application of Lean Six Sigma tools in the continuous improvement of industrial processes, with a comparative analysis between the food and automotive sectors. The Lean Six Sigma methodology combines principles of Lean Manufacturing, focused on eliminating waste, with Six Sigma, which aims to reduce variability and defects. The objective is to demonstrate how these approaches contribute to increasing efficiency and quality in industrial processes. The research compared the implementation of the tools in two companies from different sectors, highlighting the results obtained in terms of optimizing operations and reducing costs.

Keywords: Lean six sigma, lean manufacturing and process quality.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as indústrias vêm em uma crescente pressão por eficiência operacional, otimização e redução de desperdícios na linha produtiva, impulsionada pela busca incessante por redução de custos e aumento da qualidade dos processos produtivos.

O conceito *lean manufacturing* (LM) surgiu após o fim da Segunda Guerra Mundial em 1950, na indústria automobilística japonesa *Toyota Motors Company*. É definida como uma abordagem multidimensional integrada que abrange uma ampla variedade de práticas de gestão baseadas na metodologia de eliminação de desperdícios (atividades que consomem recursos, mas não criam valor) (Antônio, Hoerl, Snee, 2017).

O *Lean Manufacturing*, uma filosofia de gestão enraizada na eliminação de desperdícios e na otimização de processos, continua a ser uma abordagem fundamental para aprimorar a eficiência e a qualidade na indústria. Segundo Ballé *et al.*, (2019), o *Lean* não só busca reduzir custos e melhorar a produtividade, mas promove uma cultura de melhoria contínua e envolvimento dos funcionários. Ao priorizar o valor para o cliente e a eliminação de atividades que não agregam valor, as empresas podem alcançar níveis mais altos de eficiência operacional e satisfação do cliente, fundamentais em um ambiente competitivo em constante evolução.

Sabe-se que a Motorola desenvolveu a metodologia *Six sigma* (LSS) em meados da década de 1980, e é considerada uma abordagem sistemática de melhoria de processos baseada em técnicas estatísticas e métodos científicos, que visa reduzir a variabilidade dos processos e o número de defeitos em produtos e serviços (Patel e Patel, 2021).

A implementação de ferramentas da qualidade e metodologia *Lean* é essencial para as empresas que buscam melhorar sua eficiência operacional, qualidade dos produtos ou serviços e satisfação do cliente. Ao adotar abordagens como o LM e o LSS, as organizações podem alcançar vantagens significativas em termos de desempenho, competitividade e rentabilidade. Então, investir em práticas de *Lean* e *Six Sigma* é fundamental para o sucesso a longo prazo e a sustentabilidade dos negócios em um mercado cada vez mais dinâmico e exigente.

Neste contexto desafiador, o objetivo deste trabalho é apresentar aplicações das ferramentas do LM e o LSS em busca da melhoria dos processos, proporcionando métodos e estratégias eficazes para melhorar a eficiência, qualidade dos produtos e a redução da variabilidade das operações industriais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção será abordado os temas: melhoria contínua, *lean manufacturing*, as ferramentas do *lean manufacturing* e o *lean six sigma*.

2.1 Melhoria contínua

Para Slack *et al.*, (2009) é necessário constantemente buscar a melhoria dos processos, porém, ressaltam que o importante não é propriamente o impacto de cada melhoria apresentada no sistema, mas o pensamento de estar sempre em busca de melhorar.

Dessa forma, a melhoria contínua pode impactar reduzindo custos com falhas, estímulo da equipe, criação de planos de negócios mais competitivos, aproveitamento do tempo para aumentar a qualidade do desenvolvimento que levam a aumentar a satisfação do cliente e melhorar os resultados da empresa. E essa melhoria acontece porque as necessidades e expectativas dos clientes são atendidas, agregando mais valor ao produto ou serviço (Rodrigues, 2018).

Segundo Toledo *et al.* (2014) a melhoria contínua envolve atividades, enfoques e ações que integram conceitos e práticas de qualidade, buscando construir e manter um compromisso com a qualidade em todos os níveis da empresa, resultando num aumento das vendas, em uma participação no mercado, na satisfação do cliente, na detecção e na resolução de ineficiências internas e externas, além da prevenção de falhas.

O *Lean Manufacturing*, nasceu como Sistema Toyota de Produção, no Japão após a Segunda Guerra Mundial. Na década de 1960 as demandas do mercado começaram a exigir mais flexibilidade, e a competição crescente entre as empresas levou ao desenvolvimento do novo sistema de produção, criado pelo engenheiro Taiichi Ohno e equipe (Ohno, 1997).

2.2 Lean manufacturing

O *Lean Manufacturing* - LM se concentra em uma produção eficiente, visando eliminar sistematicamente os desperdícios (Shingo, 1996). Esse método garante que os produtos sejam fabricados na quantidade certa e no momento adequado, de acordo com a demanda dos clientes, além de manter um fluxo contínuo de materiais durante a produção.

Segundo Stone (2012), a essência da filosofia *Lean Manufacturing* está na distinção entre valor e desperdício. Valor é definido como aquilo que atende às necessidades do cliente no momento adequado e por um preço justo, enquanto desperdício é qualquer atividade humana que não agrega valor. Portanto, adotar o *Lean* consiste em continuamente identificar e eliminar os desperdícios nos processos, preservando apenas as operações que geram valor (Stone, 2012; Bhamu e Sangwan, 2014).

A Produção Enxuta busca aumentar a eficiência ao adicionar valor, eliminando desperdícios. Para alcançar isso, é essencial identificar e eliminar os sete tipos de desperdício

estabelecidos pelo Sistema Toyota de Produção (STP) conforme Figura 1 (Ohno, 1997; Shingo, 1996):

Figura 1: SETE DESPERDÍCIOS



Fonte: Ohno,1997; Shingo,1996 adaptado pelos autores

Conforme apresentado na Figura 1, os setes desperdícios apresentados pelo LM devem ser eliminados dos processos, para a redução do *lead time* (entrega dos produtos ao cliente no menor tempo possível. Para melhor compreensão o Quadro 1 explica os 7 desperdícios do LM.

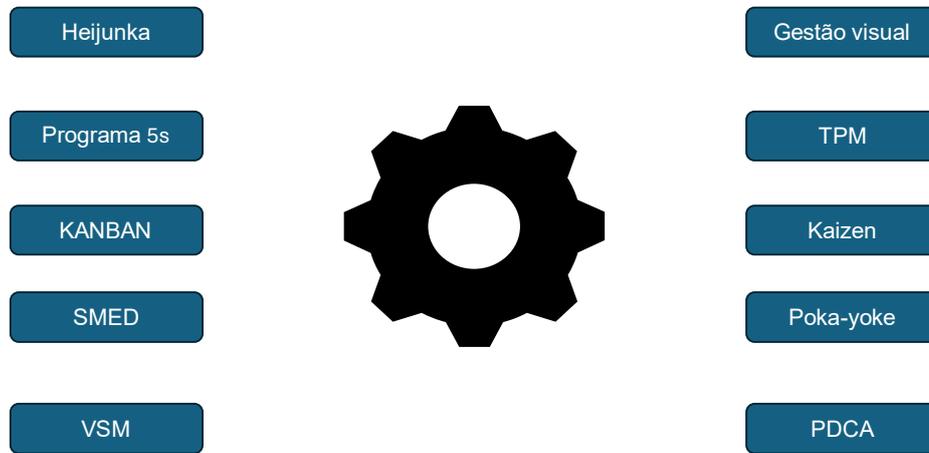
Quadro 1: TIPOS DE PERDAS

Perdas	Descrição das perdas
Super produção	Produzir antes ou mais do que o necessário.
Espera	Tempo ocioso enquanto se aguarda que o lote anterior seja processado, inspecionado ou transportado.
Transporte	Movimentação desnecessária de materiais ou produtos; mudanças de posição sem necessidade.
Processamento	Atividades desnecessárias durante o processamento para adicionar características de qualidade que não são exigidas pelo cliente.
Movimento	Realização de movimentos desnecessários pelos trabalhadores durante a execução de suas atividades.
Estoque	Manutenção de níveis excessivos de materiais no almoxarifado, produtos acabados e componentes entre processos.
Retrabalho	Correção de produtos defeituosos.

Fonte: (Shingo, 1996) adaptado pelos autores

Logo, percebe-se que as perdas por superprodução, transporte, processamento, estoque e retrabalhos estão relacionadas à função do processo, então objetiva-se controlar o fluxo dos materiais no tempo e no espaço. Já as perdas por espera e movimentação estão associadas à função operacional, focando na análise das pessoas e dos equipamentos envolvidos no trabalho (Antunes, 2008). Neste contexto, a Figura 2 apresenta as ferramentas do LM e na sequência a explicação dessas ferramentas.

Figura 2: FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

De acordo com Rodrigues (2016) o termo *Kanban* originou-se no Japão, com o inicial significado de “cartão” ou “etiqueta”. Hoje as empresas utilizam o *Kanban* para gerenciar informações e otimizar seus processos produtivos, criado por Ohno em 1997, o *Kanban* já desempenhava várias funções, como o fornecimento de informações sobre transporte e produção, evitando a superprodução e a movimentação excessiva, atuando como uma ordem de produção, prevenindo produtos defeituosos por meio da identificação do processo produtivo e revelando problemas existentes.

SMED (Single-Minute Exchange of Dies), também denominado de TRF (Troca Rápida de Ferramenta), é uma técnica desenvolvida por Shigeo Shingo, um dos principais nomes do Sistema Toyota de Produção. Conforme Souza (2008), o objetivo do SMED é reduzir o tempo de *setup* para menos de 10 minutos, aumentando a flexibilidade e a eficiência da produção.

A troca rápida de ferramentas é considerada a técnica mais eficaz para otimizar o *setup* e é fundamental para o sucesso do Lean Manufacturing (Shingo, 1996). Segundo Sundar, Balaji e Kumar (2014), essa técnica envolve a divisão das atividades em *setup* interno (que requer o desligamento da máquina) e *setup* externo (que não interrompe o funcionamento da máquina), assim objetiva converter o *setup* interno em externo e, posteriormente, simplificar o *setup* interno para reduzir o tempo.

Nos anos 50, no Japão, o programa 5S foi fundamental como ponto de partida para a introdução de métodos e técnicas de Qualidade. Este programa promove melhorias diretas no ambiente de trabalho e na qualidade de vida das pessoas envolvidas.

No Brasil, o 5S é conhecido como "sensos" e são geralmente aplicados nos ambientes de trabalho com o objetivo de padronizar a qualidade (Diello *et al.*, 2021). O Quadro 2 explica os 5s do programa de qualidade.

Quadro 2: OS 5 SENSOS

5 sentidos	Descrição
SEIRI (UTILIZAÇÃO)	Otimiza espaços, alocação e utilização de móveis, equipamentos e materiais, mantendo no local de trabalho apenas o necessário com layout adequado para utilização eficaz.
SEITON(ORGANIZAÇÃO)	Ordena racionalmente móveis, equipamentos, material de uso e documentos para facilitar o acesso e utilização, além de definir novas formas de armazenar materiais de consumo e novos fluxos de produção.
SEISO (LIMPEZA)	Mantém sempre limpos ou em condições favoráveis de uso os recursos físicos, móveis e equipamentos, criando uma cultura de limpeza e manutenção regular.
SEIKETSU (PADRONIZAÇÃO)	Cumprir as recomendações técnicas, mantendo as condições de trabalho e a saúde dos colaboradores, padronizando bons hábitos e procedimentos eficazes.
SHITSUKE (DISCIPLINA)	Cria uma cultura de educação, conscientização e disciplina dos colaboradores, visando a um comportamento e hábitos que promovam a melhoria contínua através da força física, mental e moral.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

De acordo com Werkema (2011) a implementação do programa 5S pode trazer benefícios consideráveis para as empresas, incluindo o aumento da produtividade, a melhoria do atendimento e o cumprimento dos prazos. Um ambiente onde o 5S está presente ajuda a reduzir os erros de produção e melhora a segurança do trabalho, pois facilita a distinção entre condições normais e anormais de trabalho.

Já o ciclo PDCA é uma metodologia usada para controlar os processos e identificar oportunidades de melhoria, corrigindo qualquer desvio em relação aos resultados esperados, funcionando da seguinte forma: primeiro, é planejado o que precisa ser feito (P), em seguida, coloca o plano em prática (D); na sequência, verifica-se os resultados obtidos de acordo com o planejamento (C). Então, se houver algum desvio ou se os resultados não forem satisfatórios, será necessária uma ação corretiva realizada para ajustar o processo como um todo (A) (Rodrigues, 2014).

Segundo Rodrigues, deve-se "rodar" o PDCA no final de cada ciclo de produção ou ao identificar um desvio. Dessa maneira o uso contínuo do PDCA em um processo leva o gestor a identificar e a estabilizar o processo, como forma de padronização.

De acordo com Rother e Shook (2003) a aplicação do mapeamento do fluxo de valor traz inúmeros benefícios que vão além de eliminar desperdícios e otimizar o fluxo de manufatura, também traz benefícios como: a definição da capacidade produtiva real das máquinas e da fábrica como um todo; a estimativa precisa do tempo de entrega dos produtos (*lead time*); a identificação dos custos envolvidos no processo; a avaliação da disponibilidade de recursos; a elaboração de metas e planos de ação para melhorias identificadas; a melhoria no fluxo de informações; a otimização do fluxo de materiais e da produção; a melhor utilização do espaço físico; a redução do índice de retrabalho; e a otimização do uso de equipamentos.

Para Souza (2013), a TPM (Manutenção Produtiva Total) é uma estratégia de gestão de equipamentos que visa alcançar a eficiência máxima com o envolvimento dos operadores. A TPM tem como objetivo eliminar falhas, defeitos, perdas e desperdícios, garantindo que as máquinas e equipamentos operem na sua máxima eficiência. Essa estratégia envolve todos os níveis da produção e busca melhorar tanto a estrutura material da empresa (máquinas, equipamentos, matéria-prima), quanto a estrutura humana (aprimoramento, conhecimento, habilidades e atitudes dos profissionais).

A ferramenta *Kaizen* tem origem japonesa, da combinação de "*Kai*" (mudança) e "*Zen*" (melhoria), significando "mude para melhor". Este termo representa o conceito de "melhoria contínua". A ferramenta *Kaizen* envolve a implementação de pequenas melhorias incrementais na maneira de padronizar o trabalho/serviço. Então, os funcionários, desde a administração, gerência, e os trabalhadores de forma geral, têm a oportunidade de contribuir para o processo de melhoria contínua. Assim, *Kaizen* promove um ambiente colaborativo onde cada pessoa pode ajudar a melhorar continuamente os processos e práticas da organização (Bhoi; Desai; Patel, 2014; Dhongade; Singh; Shrouty, 2013; Chen; Dugger; Bob, 2011; Imai, 1994).

A ferramenta *Poka Yoke*, segundo Consul (2015) tem o objetivo de eliminar ou minimizar os erros humanos nos processos de fabricação e gestão, contribuindo para a eficácia e economia da empresa. Logo, objetiva-se eliminar os erros para prevenir as causas deles. A Ferramenta *Poka Yoke* é considerado um sistema barato, que promete otimizar os fluxos de produção. Entre os tipos mais utilizados de *Poka Yoke* estão guias, sistemas de alarme e detecção de erros, interruptores de limites, contadores e listas de verificação (Médico, Polo, Casanya, 2018).

A ferramenta Heijunka, Segundo Earley (2016) quando implementada corretamente, proporciona previsibilidade ao nivelar a demanda, diminuindo o tempo de transição e aumentando a estabilidade. Dessa forma, resulta na redução do número de lotes processados, da quantidade de inventário, do *lead time* e do capital congelado. Além disso, Heijunka melhora a organização do fluxo de valor e aumenta a rapidez de resposta ao cliente (Chiarini, 2013).

2.3 Lean six sigma

A metodologia Seis Sigma é uma abordagem composta por um conjunto de práticas voltadas para a melhoria contínua de processos ou produtos. Não se trata apenas de um conceito estatístico de controle de processo, mas de uma filosofia que a empresa pode adotar para reduzir os custos nos processos produtivos. Além disso, de forma mais ampla, busca-se sistematizar a obtenção de resultados positivos na produtividade e eficiência da empresa (Betts *et al.*, 2013).

Segundo Werkema (2014), o modelo Seis Sigma tem se destacado como uma metodologia essencial para concentrar esforços na melhoria de processos. Seu principal objetivo é alcançar ganhos financeiros ou aprimorar a qualidade dos produtos, além de reduzir custos e aumentar a eficiência produtiva. As ferramentas usadas pelo Seis Sigma são amplamente as mesmas dos sistemas de qualidade, porém um projeto Seis Sigma bem estruturado consegue alcançar resultados mais impactantes porque os objetivos de melhoria estão diretamente ligados às metas financeiras da empresa (Rotondaro, 2008).

A metodologia Seis Sigma envolve uma mudança na cultura organizacional em relação à qualidade dos processos e produtos. Não se trata apenas de um conjunto de métodos estatísticos, mas de uma filosofia de busca pela melhoria contínua.

O modelo piramidal, como demonstrado na Figura 3, destaca que, embora seja baseado em dados numéricos e estatísticos, o apoio da alta direção é fundamental para alcançar os resultados desejados (Nicoletti Júnior, 2007).

Figura 3: ESTRATÉGIA DO SIX SIGMA



Fonte: Nicoletti Junior (2007, p.15)

Essa metodologia foi nomeada "Seis Sigma" porque o termo "*sigma*" representa o desvio padrão de um processo, indicando a capacidade de um processo produtivo e sua habilidade em produzir peças sem defeitos. Vale destacar que, na estatística, "*sigma*" refere-se a uma medida de variação conhecida como desvio padrão (Klefsjo, 2001).

Na metodologia Seis Sigma, é comum que os grupos de trabalho ou equipes utilizem o modelo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar) para conduzir a implantação do projeto, promovendo maior organização durante a execução. Essa ferramenta permite sistematizar a execução do projeto em etapas bem definidas (Werkema, 2014).

Quadro 3: AS FASES DE UM PROJETO SIX SIGMA

FASES	DMAIC
INICIAÇÃO	D Definir os processos críticos e os objetivos diante do negócio e das expectativas e necessidades dos clientes.
PLANEJAMENTO	M Medir o desempenho do processo e identificar os problemas e a intensidade destes.
EXECUÇÃO	A Analisar o desempenho e as causas dos problemas.
FINALIZAÇÃO	I Melhorar o processo, eliminando os problemas, reduzindo custos e agregando valores para o cliente.
CONTROLE	C Controlar o desempenho do processo.

Fonte: Rodrigues (2012), p.28

Para Santos e Martins (2003), o modelo DMAIC permite a execução de um projeto Seis Sigma de maneira lógica e eficaz, facilitando o gerenciamento dos projetos. Com suas cinco fases, o projeto é guiado para alcançar os objetivos e metas estabelecidos pelas equipes responsáveis. Cada etapa tem atividades bem definidas e utiliza a estratégia de "*breakthrough*", que significa o particionamento do processo para possibilitar melhorias.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração deste artigo, optou-se pela realização de uma revisão bibliográfica com análise de justaposição entre duas empresas de ramos diferentes. Esta escolha se justifica pela necessidade de compreender e sintetizar o conhecimento já existente sobre o tema em questão, proporcionando uma base sólida para a discussão, análise dos dados e uma comparação com as ferramentas utilizadas.

De acordo com Boccato (2006), a pesquisa bibliográfica consiste em coletar e analisar criticamente documentos já publicados sobre um tema específico, com o objetivo de atualizar e expandir o conhecimento existente, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa.

Conforme Schneider; Schmitt (1998) existem três tipos de análise de justaposição comparativa: estudos que examinam a covariação entre casos para gerar e controlar hipóteses, análise de uma série de casos para demonstrar teorias e a comparação de dois ou mais casos para evidenciar diferenças.

Para esta pesquisa foi utilizado a comparação entre dois casos para evidenciar as diferenças e semelhanças nas formas de aplicação de Ferramentas *Lean Six Sigma* em uma empresa do ramo alimentício e do ramo de autopeças. A escolha desses segmentos se baseia em características distintas dos seus processos produtivos e nas demandas específicas de qualidade e eficiência de cada um.

Esses artigos foram selecionados porque proporcionam uma justaposição de comparação direta entre dois setores com exigências operacionais distintas, permitindo observar como as mesmas ferramentas *Lean Six Sigma* podem ser adaptadas e aplicadas para resolver diferentes problemas industriais. A análise busca evidenciar tanto as diferenças quanto as semelhanças nas aplicações, destacando a flexibilidade e a eficácia da metodologia em diferentes cenários de manufatura.

Sendo assim, foram selecionados dois trabalhos de conclusão de curso desenvolvidos em instituições de ensino de grande relevância acadêmica, ambos alinhados ao objetivo proposto de análise comparativa entre os setores alimentício e automotivo. Os trabalhos escolhidos ofereceram contribuições significativas para a compreensão e aplicação de ferramentas Lean Six Sigma (LSS) em contextos industriais distintos. Sendo os trabalhos:

Garcia (2020): "Aplicação de ferramentas Lean Seis Sigma para o aftermarket de uma empresa do segmento de Autopeças", desenvolvido na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Souza (2015): "Aplicação de ferramentas Lean Seis Sigma para melhoria de um processo industrial: estudo de caso em uma indústria alimentícia", realizado na Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise de justaposição comparativa entre duas empresas de segmentos diferentes, nesta seção apresenta-se um quadro comparativo que destaca as semelhanças e

diferenças na aplicação das ferramentas *Lean six sigma* entre as duas empresas analisadas. O objetivo é proporcionar uma visão clara e objetiva sobre como cada empresa implementou essas ferramentas e os impactos resultantes em seus processos operacionais como mostra o quadro 4.

Quadro 4: QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS DUAS EMPRESAS

ESTUDOS DE RAMOS DIFERENTES	ESTUDO 1	ESTUDO 2
Contexto do Setor	Foco na indústria alimentícia, com ênfase na redução de embalagens danificadas e otimização de processos.	Setor automotivo voltado para o <i>aftermarket</i> , com foco em melhorias na entrega de sincronizadores, atrasos e custos lentos.
Ferramentas Aplicadas	Uso de FMEA para análise de falhas e de <i>brainstorming</i> e <i>5W2H</i> para proposição de melhorias, com carta de controle para monitorar o desempenho do processo.	Aplicação de DMAIC, PDCA e ferramentas como Diagrama de Ishikawa e análise de causa-raiz, com implementação de mudanças no layout da fábrica.
Impactos Observados	A redução de embalagens amassadas aumentou a eficiência do processo e reduziu custos. A implementação de controles preventivos, como <i>check-list</i> e monitoramento, aprimorou a qualidade.	O aumento da produtividade e a redução de atrasos no <i>aftermarket</i> resultaram em uma melhora de 62,5% na redução de custos e maior engajamento da equipe.

Fonte: Garcia (2020) e Souza (2015) adaptados pelos autores

Nessa análise de justaposição comparativa entre os dois estudos aplicada em contextos industriais distintos, revela como as metodologias de melhoria contínua podem ser ajustadas de acordo com as necessidades específicas de cada setor. O primeiro estudo foi realizado na indústria alimentícia, com foco na redução de embalagens danificadas e na otimização de processos.

Esse setor é caracterizado por uma alta exigência em relação à qualidade e a segurança dos produtos, e na indústria enfrentava problemas relacionados à integridade das embalagens, o que impactava, tanto os custos operacionais, quanto a satisfação do cliente. A solução encontrada envolve o uso de ferramentas como *FMEA* para análise de falhas, além de técnicas de *brainstorming* e *5W2H* para proposição de melhorias.

Além disso, foi utilizada uma carta de controle renovada para monitorar o desempenho do processo ao longo do tempo. Então, como resultado, houve uma redução significativa de embalagens amassadas, o que aumentou a eficiência e reduziu os custos. A implementação de controles preventivos, como *check-list* e monitoramento contínuo, também contribuiu para melhorar a qualidade do produto. Por outro lado, o segundo estudo foi desenvolvido no setor automotivo, mais especificamente no *aftermarket*, onde o foco estava na melhoria da entrega

de sincronizadores e na redução de atrasos, ou seja, eram problemas que impactavam a competitividade e os custos operacionais. Nesse contexto, as ferramentas como DMAIC, PDCA, Diagrama de *Ishikawa* e a análise de causa-raiz foram aplicadas para identificar e resolver os principais gargalos.

Uma das soluções inovadoras foi a mudança no *layout* da fábrica, o que resultou em um aumento da produtividade e uma redução significativa de atrasos. Esse estudo destacou ainda uma melhoria de 62,5% na redução de custos, além de um maior engajamento da equipe, que passou a colaborar mais ativamente nas melhorias do processo.

Ao justapor e comparar os dois estudos, é possível observar que, embora ambos visem à otimização de processos e à redução de custos, as abordagens são aproximadas às suas características setorial.

Na indústria alimentícia, o foco estava mais na qualidade do produto e na integridade das embalagens, enquanto no setor automotivo a ênfase era na eficiência logística e no *layout* de produção, como evidenciado no quadro 5 mostrando as diferenças.

Quadro 5: DIFERENÇAS DE APLICAÇÕES E EXECUÇÕES

Diferenças nas Aplicações e Setores	Diferenças nas Execuções e Impactos
A indústria alimentícia lida com problemas relacionados ao manuseio e transporte de materiais, enquanto o setor automotivo busca otimizar o fluxo e a entrega.	O setor alimentício enfrentou desafios mais relacionados a treinamento e conscientização dos operadores, enquanto o automotivo focou na reorganização de layout e processos mais estruturados.
As diferenças de impacto foram evidentes no tipo de desafio enfrentado. No alimentício, a dificuldade estava no comportamento dos operadores, enquanto no automotivo o foco era mais na otimização de fluxos e eliminação de gargalos.	No setor automotivo, o impacto foi maior em termos de redução de custos e melhorias no processo de entrega, enquanto o setor alimentício teve um impacto mais gradual na qualidade das operações e na redução de desperdícios.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

Ambos os estudos demonstram que a aplicação de metodologias de melhoria contínua, quando adaptadas corretamente, podem gerar resultados expressivos em diferentes ambientes, desde que se considerem o contexto e os objetivos específicos de cada setor.

5 CONCLUSÃO

A aplicação de ferramentas *Lean Six Sigma* nos processos industriais, como observado neste estudo, mostrou-se uma abordagem eficaz para a melhoria contínua da qualidade e

eficiência. Ao integrar conceitos de *Lean Manufacturing*, que visa a eliminação de desperdícios, com a metodologia *Six Sigma*, que foca na redução de variabilidade e defeitos, as empresas conseguem otimizar seus processos e alcançar um desempenho superior.

Os casos analisados evidenciaram como as metodologias podem ser adaptadas para diferentes setores, desde a indústria alimentícia até o ramo automotivo, cada um com suas particularidades e desafios.

No setor alimentício, as melhorias implementadas reduziram custos e aumentaram a satisfação do cliente ao garantir maior integridade das embalagens e eficiência dos processos.

No setor automotivo, o foco na reorganização do layout e otimização dos fluxos de produção resultou em uma redução significativa de atrasos e custos, além de maior engajamento dos funcionários.

Esse estudo reforça a importância da adoção de práticas de melhoria contínua para garantir a competitividade e sustentabilidade das organizações no longo prazo.

Ao aplicar ferramentas como FMEA, DMAIC, e técnicas de controle de qualidade, as empresas podem não apenas resolver problemas específicos, mas também promover uma cultura de inovação e excelência operacional.

Por fim, é válido destacar que a implementação dessas metodologias requer o comprometimento da alta gestão e a capacitação adequada dos colaboradores.

Apenas assim será possível maximizar os benefícios dessas ferramentas e assegurar que as melhorias conquistadas sejam sustentáveis ao longo do tempo.

Este trabalho, portanto, contribui ao demonstrar que, independentemente do setor, a utilização estratégica das ferramentas *Lean Six Sigma* pode gerar resultados expressivos em termos de qualidade, eficiência e competitividade.

REFERÊNCIAS

ANTONY, J.; HOERL, R.; SNEE, R. **Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow**. *Int J Qual Reliab Manag*. 2017; 34(7):1073-93.

ANTUNES, J. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BALLÉ, M. et al. **A estratégia lean: para criar vantagem competitiva, inovar e produzir com crescimento sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2019.

BETTS, A. et al. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. **Lean manufacturing: literature review and research issues.** *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.

BHOI, J. A.; DESAI, D. A.; PATEL, R. M. **The Concept & Methodology of Kaizen: A Review Paper.** *International Journal of Engineering Development and Research*, v. 2, p. 812-820, 2014.

BOCCATO, V. R. C. **Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação.** *Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896>. Acesso em: 03 de set. 2024.

CHEN, J. C.; DUGGER, J.; BOB, H. A. **Kaizen-based approach for cellular manufacturing system design: A Case Study.** *The Journal of Technology Studies*, v. 27, n. 2, 2011.

CHIARINI, A. **Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office.** Milan: Springer, 2013.

CONSUL, J. T. **Aplicação de Poka Yoke em processos de caldeiraria.** *Production: Brazilian Association of Production Engineering*. Porto Alegre, p. 678-690, jul. 2015.

DHONGADE, P. M.; SINGH, M.; SHROUTY, V. A. **A review: literature survey for the implementation of Kaizen.** *International Journal of Engineering and Innovative technology (IJEIT)*, v. 3, n. 1, p. 57-60, 2013.

DIELLO, C. C. L. et al. **Análise da implantação da ferramenta 5S e da melhoria do dia a dia de trabalhos dos colaboradores no setor administrativo da empresa Casa do Corta Pau.** *Anais Cathedral-Eventos*, 1, n. 1, 2021. Disponível em: <http://periodicos.unicathedral.edu.br/anais/article/view/582/465>. Acesso em: 25/10/2023.

EARLEY, J. **The Lean Book of Lean: a Concise Guide to Lean Management for Life and Business.** Chichester: Wiley, 2016.

GARCIA, José Lucas Chagas Teixeira. **Aplicação de ferramentas Lean Seis Sigma para o aftermarket de uma empresa do segmento de Autopeças. 2020.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

IMAI, M. **KAIZEN A Estratégia para o sucesso competitivo.** 5. ed. São Paulo: IMAM, 1994.

MÉDICO, J. V.; POLO, J. E. R.; CASANYA, A. C. **Improved productivity indicators in a textile company through the synergy of Lean Manufacturing tools and socio-technical approach.** *International Multi-Conference For Engineering Education And Technology: Innovation in Education and Inclusion*, Lima, Peru, p. 19-21, jul. 2018.

NICOLETTI JÚNIOR, A. **Introdução ao lean seis sigma.** Brasil: Clube dos Autores, 2007.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção – Além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PATEL, A. S.; PATEL, K. M. **Critical review of literature on Lean Six Sigma methodology.** *Int J Lean Six Sigma*, 2021;12(3):627-74.

RODRIGUES, M. **Ações para a qualidade.** 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2012.

RODRIGUES, M. **Sistema de Produção Lean Manufacturing: Entendendo, aprendendo e desenvolvendo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Estúdio Castellani, 2016.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços.** São Paulo: Atlas, 2008.

SANTOS, B. A.; MARTINS, F. M. **A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e o aprimoramento do sistema de medição de desempenho.** *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção*, n.1, p.1-14, 2003.

SCHNEIDER, S.; SCHMITT, J. C. **O uso do método comparativo nas Ciências Sociais.** *Cadernos de Sociologia*, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, A. C. **Gestão da Qualidade: Fundamentos Técnicas e Ferramentas.** [S.l.]: Editora Atlas, 2008.

SOUZA, V. C. **Organização e gerência da manutenção: planejamento, programação e controle da manutenção.** São Paulo: All Print, 2013.

STONE, K. B. **Four decades of lean: a systematic literature review.** *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 3, n. 2, p. 112-132, 2012.

SUNDAR, R.; BALAJI, A. N.; KUMAR, R. M. S. **A review on lean manufacturing implementation techniques.** *Procedia Engineering*, v. 97, p. 1875-1885, 2014.

SOUZA, Rafael Santos de. **Aplicação de ferramentas Lean Seis Sigma para melhoria de um processo industrial: estudo de caso em uma indústria alimentícia.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas do lean seis sigma integrada ao PDCA e DMAIC.** 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
(Ed.). **Desenvolvimento sustentável: Inovações nos negócios.** 2021.