



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



MATHEUS MARÇAL GOMES DE FREITAS

**A MELHORIA CONTÍNUA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO: UMA REVISÃO DAS
FERRAMENTAS E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO**

Uberlândia, MG

2024

MATHEUS MARÇAL GOMES DE FREITAS

**A MELHORIA CONTÍNUA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO: UMA REVISÃO DAS
FERRAMENTAS E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para a aprovação na disciplina: “Trabalho de Conclusão de Curso II”, do curso de Engenharia Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sarah Arvelos Altino

Uberlândia, MG

2024

MATHEUS MARÇAL GOMES DE FREITAS

**A MELHORIA CONTÍNUA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO: UMA REVISÃO DAS
FERRAMENTAS E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO**

Uberlândia, 10 de outubro de 2024

Monografia aprovada para a disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de
Engenharia Química da Faculdade de
Engenharia Química da Universidade Federal
de Uberlândia pela banca examinadora formada
por:

Profa. Dra. Sarah Arvelos Altino – Orientadora – FEQUI/UFU

Prof. Dr. Rubens Gedraite – FEQUI/UFU

Prof. Dr. Thiago Vaz da Costa – FEQUI/UFU

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais, Luciane e Elio, que desde pequeno me incentivaram e encorajaram a buscar meus sonhos, fazendo tudo que estava ao alcance deles para que esse momento de realização fosse possível. Obrigado por terem colocado em mim todo seu amor, coragem, valores, respeito e educação.

À minha irmã, Gêssika, por ser minha inspiração de vida, como pessoa e como profissional, por todo o apoio, amor, amizade e companheirismo. Você sempre me incentivou a ser a melhor versão de mim e buscou me ajudar a conseguir isso.

Ao meu namorado Jefferson, pelo companheirismo, amor e suporte nessa jornada, pela ajuda nos momentos de insegurança e de medo e por sempre me incentivar a continuar trilhando o caminho que escolhi.

Aos meus amigos e familiares que estiveram presentes comigo durante minha graduação, com quem pude compartilhar ótimos momentos durante esse período e que sempre estiveram me apoiando e incentivando.

Aos meus colegas e amigos da universidade, em especial a Lais, Gabrielly, Francielle, João Vicente, Gabriel e Natalia. Obrigado pelos diversos momentos compartilhados, por tornarem a graduação uma experiência mais leve e agradável e pelo companheirismo durante essa jornada.

À minha professora orientadora Sarah, a quem agradeço pelos incentivos, pela paciência, pela ajuda na decisão de um tema que agregaria na minha formação como Engenheiro Químico e pelo conhecimento compartilhado. Sou grato por tê-la conhecido no AIChE e cultivo grande admiração pelo seu trabalho.

RESUMO

A Melhoria Contínua tem sido uma das metodologias mais utilizadas dentro de sistemas de produção, a fim de se obter vantagem competitiva no mercado, reduzindo custos, melhorando processos e transformando a cultura das empresas. Um dos principais desafios para a implementação da Melhoria Contínua é a falta de comprometimento das lideranças com essa metodologia. Devido a potencialização na utilização dessa ferramenta nas organizações e o papel relevante do Engenheiro Químico como possível líder de implementação, o presente trabalho busca, por meio de uma revisão bibliográfica, reunir e difundir o conhecimento acerca da Melhoria Contínua, suas ferramentas e abordagens, além de trazer estudos de caso da aplicação de ferramentas e uma visão dos principais fatores que dificultam a sua implementação nas organizações. Nesse trabalho é apresentada uma visão geral em relação a origem, definição e evolução da Melhoria Contínua, assim como de seus níveis de maturidade utilizados para classificar as organizações que buscam implementar essa metodologia em seus sistemas de produção. A partir da revisão bibliográfica, inferiu-se que a metodologia em estudo é munida de diversas ferramentas e abordagens que podem se encaixar em diferentes tipos de processos e problemas, sempre buscando a redução de desperdícios e aumento de eficiência, algumas dessas ferramentas foram definidas e exemplificadas, como PDCA, DMAIC, Gestão Visual, VSM e Diagrama de *Ishikawa*. Além disso para entendimento de dois dos principais sistemas de produção, é apresentado de forma geral o Sistema Toyota de Produção e o Sistema *World Class Manufacturing* e como a Melhoria Contínua se encontra presente dentro de seus processos e pilares. Por fim, a partir do material reunido e apresentado nesse trabalho, entende-se que para futuras pesquisas, existe a possibilidade da realização de estudos de caso utilizando alguma das ferramentas ou abordagens da Melhoria Contínua e podem ser estudadas possíveis contra-medidas aos principais fatores que desencadeiam na dificuldade de sua implementação.

Palavras-chave: Melhoria Contínua; sistemas de produção; competitividade industrial; ferramentas de produção.

ABSTRACT

Continuous Improvement has been one of the most widely used methodologies within production systems in order to gain a competitive advantage in the market, reducing costs, improving processes and transforming company culture. One of the main challenges to the implementation of Continuous Improvement is the lack of leadership commitment to this methodology. Due to the potential use of this tool in organizations and the relevant role of the Chemical Engineer as a possible implementation leader, this paper seeks, through a literature review, to gather and disseminate knowledge about Continuous Improvement, its tools and approaches, as well as providing case studies of the application of tools and a view of the main factors that hinder the implementation of Continuous Improvement in organizations. This paper presents an overview of the origin, definition and evolution of Continuous Improvement, as well as the maturity levels used to classify organizations seeking to implement this methodology in their production systems. From the literature review, it was inferred that Continuous Improvement is equipped with various tools and approaches that can fit into different types of processes and problems, always seeking to reduce waste and increase efficiency. Some of these tools were defined and exemplified, such as PDCA, DMAIC, Visual Management, VSM and Ishikawa Diagram. In addition, in order to understand two of the main production systems, the Toyota Production System and the World Class Manufacturing System are presented in general terms and how Continuous Improvement is present within their processes and pillars. Finally, from the material gathered and presented in this work, it is understood that for future research, there is the possibility of carrying out case studies using any of the tools or approaches of Continuous Improvement and possible countermeasures to the main factors that trigger the difficulty of implementing Continuous Improvement can be studied.

Keywords: Continuous Improvement; production systems; industrial competitiveness; production tools.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Elementos contributivos para a vantagem competitiva. Fonte: O autor (2024).....	2
Figura 2. Elementos habilitadores da Melhoria Contínua. Fonte: Adaptado de Jager <i>et al.</i> (2004).	6
Figura 3. Junção dos programas <i>Lean</i> e <i>Six Sigma</i> . Fonte: O autor (2024).....	8
Figura 4. Melhoria Contínua implementada pelo ciclo PDCA. Fonte: Adaptado de ROSA, 2022.	10
Figura 5. Ciclo DMAIC. Fonte: O autor.	12
Figura 6. Gestão visual para documentação de processos. Fonte: Simas, 2016.....	14
Figura 7. Gestão visual para processos de melhoria contínua. Fonte: Simas, 2016.....	14
Figura 8. Gestão visual de informações de qualidade e desempenho. Fonte: Simas, 2016. ..	15
Figura 9. Gestão visual para o estado global das operações. Fonte: Simas, 2016.....	15
Figura 10. 8 Desperdícios da indústria. Fonte: O Universo da Engenharia de Alimentos, 2018.	16
Figura 11. VSM do processo de tingimento de uma Indústria Textil. Fonte: Santos e Loos, 2020	17
Figura 12. Diagrama de <i>Ishikawa</i> . Fonte: Semrush Blog, 2022.....	18
Figura 13. Facilitadores e habilidades de cada estágio de maturidade da MC. Fonte: Adaptado de Garcia-Sabater, Marin-Garcia e Perello-Marin, 2012.	21
Figura 14. Casa Toyota. Fonte: Adaptado de Kehr <i>et al.</i> , 2012.	22
Figura 15. 10 Pilares do WCM. Fonte: Adaptado de Mendes <i>et al.</i> , 2017.....	24
Figura 16. Diagramas de <i>Ishikawa</i> para o problema de descoloração na superfície da moldura. Fonte: Adaptado de Jagusiak-Kocik, 2017.	28
Figura 17. Diagramas de <i>Ishikawa</i> para o problema de queimaduras na superfície da moldura. Fonte: Adaptado de Jagusiak-Kocik, 2017.	28
Figura 18. Estação de verificação implementada no setor de Estamparia. Fonte: Adaptado de Rezende, 2018.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. As principais ferramentas das abordagens relacionadas à MC. Fonte: Adaptado de Lizarelli e Toledo (2016).....	9
Tabela 2. Partes e etapas do ciclo PDCA. Fonte: Adaptado de Pinto, 2014.....	10
Tabela 3. Estágios e Atividades do ciclo DMAIC. Fonte: O autor.	12
Tabela 4. Estágios de evolução da Melhoria Contínua. Fonte: Bessant <i>et al.</i> , 2001.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMAIC	Método Definir/Medir/Analisar/Melhorar/Controlar
DOE	Planejamento de Experimentos
JIT	<i>Just-In-Time</i>
KPI's	Indicadores Chave de Performance
MC	Melhoria Contínua
PDCA	Método Planejar/Desenvolver/Checar/Agir
SIPOC	Fornecedores/Entradas/Processos/Saídas/Clientes
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WCM	<i>World Class Manufacturing</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. METODOLOGIA.....	4
3.1. Revisão bibliográfica	4
4. REVISÃO DE LITERATURA	5
4.1. Melhoria Contínua.....	5
4.1.1. Origem, conceituação e evolução	5
4.1.2. Ferramentas e abordagens da Melhoria Contínua	6
<i>PDCA</i>	9
<i>DMAIC</i>	11
<i>Gestão Visual</i>	13
<i>VSM (Value Stream Mapping)</i>	15
<i>Diagrama de Ishikawa</i>	18
4.1.3. Níveis de Maturidade da Melhoria Contínua.....	19
4.2. Sistemas de Produção	21
4.2.1. Sistema Toyota de Produção (TPS).....	22
4.2.2. World Class Manufacturing (WCM)	23
4.3. Melhoria Contínua Aplicada a Sistemas de Produção	27
4.3.1. Exemplos de aplicação na indústria.....	27
<i>Redução de não-conformidades na produção de molduras plásticas para fotografia</i> <i>utilizando o Ciclo PDCA aliado ao Diagrama de Ishikawa</i>	27
<i>Implementação de ferramenta de Gestão Visual em indústria de produtos estampados</i> <i>para automotivas</i>	29
4.3.2. Desafios de implementação da Melhoria Contínua	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
6. REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de tecnologias associado à globalização tem intensificado a competitividade entre empresas de setores industriais, cenário que tem gerado a necessidade de inovação, mudanças de processos e transformação da cultura organizacional, a fim de aprimorar a qualidade e performance das indústrias e obter vantagens competitivas no mercado (Figura 1) (TRANCHO; MARTINHO, 2022).

Para suprir essa necessidade, uma das principais estratégias adotadas pelos sistemas de produção de indústrias é a Melhoria Contínua (MC) (FRAGA, 2020), que teve seu surgimento dentro do Sistema Toyota de Produção (STP), entre os anos 70 e 80. De acordo com Oropesa-Vento *et al.* (2015), devido a necessidade de um ambiente produtivo mais eficaz e veloz, a MC tem sido ainda mais utilizada e relevante para as companhias atualmente do que no seu período de criação.

A MC é uma estratégia que abrange a prática de ferramentas juntamente à gestão de indicadores, buscando a eliminação de desperdícios, utilizando soluções de baixo investimento e que necessitam do esforço e entendimento de todos os colaboradores que estão envolvidos em um processo, desde o nível operacional até o gerencial (GONÇALVES, 2021; GONZALEZ; MARTINS, 2007; GROSBELLI, 2014; TRANCHO; MARTINHO, 2022; OROPESA-VENTO *et al.*, 2015).

Além disso, a MC está diretamente ligada ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de novos produtos e processos, colocando em foco a necessidade do mercado e dos consumidores. Ela traz a inovação como uma função complementar para o alcance de uma alta performance e melhoria dos processos do sistema de produção, adaptando bases e ferramentas antigas (como, por exemplo, o STP) às tecnologias e gerações atuais (LIZARELLI; TOLEDO, 2015).

Mesmo com todos os benefícios trazidos pela implementação da MC, nos dias de hoje, muitas companhias ainda enfrentam algumas barreiras para essa aplicação, dentre elas vale destacar: o não envolvimento de todos os níveis organizacionais e a falta de comprometimento das lideranças, devido ao não entendimento ou conhecimento das práticas e, consequente, terceirização do processo de execução (GONÇALVES, 2021; SUAREZ-BARRAZA; MIGUEL-DÁVILA, 2011).



Figura 1. Elementos contributivos para a vantagem competitiva. **Fonte:** O autor (2024).

Apesar da MC atualmente ser fundamental para as indústrias, na grade curricular do curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) nota-se que pouco é estudado ou apresentado acerca das ferramentas que a compõem e da sua aplicação em sistemas de produção como o STP e o *World Class Manufacturing* (WCM). Devido a intimidade da MC com os processos que serão otimizados ou modificados, o conhecimento das ferramentas e sistemas que compõem a MC é muito importante para a formação do Engenheiro Químico que atuará em indústrias que as aplicam.

Além disso, o Engenheiro Químico pode exercer cargos de liderança dentro de companhias. Gonçalves (2021) defendem que por serem responsáveis por tomar decisões estratégicas, realizar a gestão das melhorias contínuas e fornecer o suporte necessário para serem aplicadas, os líderes são parte fundamental do sucesso de implementação e manutenção da MC.

Diante dos fatos apresentados, este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica a fim de reunir e difundir o conhecimento em relação a MC e sua aplicação em sistemas de produção, dessa forma, sendo uma contribuição de leitura para os discentes e egressos que se interessam pelo assunto.

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo Geral

Em virtude do que foi apresentado, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso é realizar uma revisão de literatura quanto a estratégia de Melhoria Contínua em sistemas de produção.

2.2.Objetivos Específicos

- A partir da revisão bibliográfica, definir conceitos, ferramentas e abordagens que compõem a MC;
- Apresentar alguns sistemas de produção que utilizam da estratégia de MC;
- Apresentar estudos de caso e os desafios de implementação nas companhias.

3. METODOLOGIA

3.1.Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica acerca da Melhoria Contínua em sistemas de produção foi realizada tendo como critérios a seleção de artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e capítulos de livros com ano de publicação entre 1996 e 2023. Para realizar a busca, foram utilizadas as seguintes plataformas: GOOGLE ACADEMICO¹, SCIENCEDIRECT² e WEB OF SCIENCE³, além de livros adquiridos em livrarias virtuais.

Na presente revisão foram utilizadas as seguintes palavras-chave para realizar buscas: “melhoria contínua”, “melhoria contínua origem”, “kaizen melhoria contínua” “sistema Toyota de produção”, “toyota production system”, “world class manufacturing”, “melhoria contínua engenharia química”, “sistemas de produção”, “production systems”, “continuous improvement case study”, “estudo de caso melhoria contínua”, “ciclo PDCA”, “PDCA cycle”, “diagrama de Ishikawa”, “gestão visual”, “ferramentas de melhoria contínua”.

Foram encontrados 81 artigos e após a leitura de seus resumos, foram selecionados 59 desses artigos para serem revisados, os quais compuseram o conhecimento centralizado nesse trabalho e serviram como base de referência teórica para explicar e discutir o tema.

¹ https://scholar.google.pt/schhp?hl=pt-BR&as_sdt=0,5

² <https://www.sciencedirect.com/>

³ <https://www.webofscience.com/wos/>

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Melhoria Contínua

Esta seção visa apresentar o conceito da MC, suas possíveis origens, ferramentas que a constituem e principais abordagens de aplicação.

4.1.1. Origem, conceituação e evolução

Durante os séculos XIX e XX, iniciou-se uma busca pelo desenvolvimento de métodos que auxiliassem na análise e solução de problemas para melhorar o desempenho da produção e padrões de qualidade. A partir disso, durante a II Guerra Mundial, o governo dos Estados Unidos da América deu início a um programa de educação de supervisores industriais, disseminando o conhecimento que daria origem ao conceito da MC (SINGH; SINGH, 2012).

Após a II Guerra Mundial, esse programa foi introduzido no Japão por especialistas dessa área de conhecimento como Deming e Juran. Os japoneses então transformaram o conhecimento adquirido com suas próprias ideias, unindo ao conceito de controle de qualidade, evoluindo então para uma ferramenta de gestão para a melhoria contínua envolvendo todos em uma organização (SINGH; SINGH, 2012).

Filosofia, cultura, método, estratégia, processo e inovação incremental são algumas das várias definições utilizadas para conceituar a MC que podem ser encontradas. Dois conceitos serão adotados pelo trabalho como definições principais e de grande relevância para a compreensão da importância da MC visando o desenvolvimento de indústrias e sistemas de produção (AHMAD *et al.*, 2017). William Edwards Deming define a MC como uma filosofia que consiste em “iniciativas de melhoria que aumentem sucessos e reduzam fracassos” (BHUIYAN *et al.*, 2006). A MC também pode ser descrita como “um processo de inovação incremental, focada e contínua, envolvendo toda a organização.” (BESSANT *et al.*, 1994).

A MC demonstrou ser uma abordagem de negócios útil para centralizar investimentos de alto retorno, baixo custo e melhorias em grandes, médias e pequenas empresas. Para aumentar a competitividade de uma empresa, o método de melhoria contínua tornou-se extremamente popular, ajudando as empresas a atingir objetivos ou estratégias específicas.

Tendo em vista esses conceitos Irani *et al.* (2004) destacou a existência de dois aspectos importantes para a implementação da MC em uma organização. O primeiro aspecto baseia-se

em características pessoais, envolvendo a habilidades e comportamentos dos funcionários. O segundo aspecto trata-se de características da própria organização, como cultura e estrutura (REZENDE, 2018).

Para a prática da MC em qualquer ambiente, Jager *et al.* (2004) sugerem um modelo (Figura 2) que se sustenta nos dois aspectos apresentados anteriormente. Esse modelo foi definido levando em consideração quatro pilares, entendimento, competências, habilidades e comprometimento.

Desta forma, o primeiro passo para praticar a MC é a compreensão do “por que” a melhoria é importante e então definir exatamente “como” cada indivíduo pode contribuir para o sucesso do projeto. Em continuidade, os envolvidos devem desenvolver habilidades para a resolução dos problemas, sendo então capazes de colaborar com ideias, sugestões e execuções. Por fim, essas pessoas devem estar motivadas a fim de melhorar os processos (GONZALES *et al.*, 2011).



Figura 2. Elementos habilitadores da Melhoria Contínua. **Fonte:** Adaptado de Jager *et al.* (2004).

4.1.2. Ferramentas e abordagens da Melhoria Contínua

Para a aplicação da MC em processos industriais, várias abordagens (ou também chamados de programas) tem sido utilizadas ao longo dos anos pelos sistemas de produção

visando a colaboração de toda a organização com foco nas mudanças. De acordo com Bhuiyan e Baghel (2005), a MC é difundida em organizações por meio desses programas, os quais visam uma variedade de aspectos da organização e oferecem diversos benefícios, como aumentar o envolvimento dos funcionários e reduzir os desperdícios.

Iniciou-se com o Gestão Total da Qualidade ou *Total Quality Management* (TQM), onde a MC é utilizada de forma a se obter melhores resultados de qualidade de processos e produtos com foco no cliente (BALAJI *et al.*, 2021; LIZARELLI; TOLEDO, 2015).

Como de forma gradual tem sido difundida por diversas outras abordagens, este trabalho abordou as mais conhecidas: o *Lean Manufacturing*, utilizando a MC como meio para envolver as pessoas na redução de desperdícios, o *Six Sigma*, visando por meio da MC reduzir a variabilidade e os erros do processo de produção e o *Lean Six Sigma*, que trabalha a junção das duas abordagens comentadas anteriormente, visando a melhoria dos processos e produtos, conforme apresentado na Figura 3 (BALAJI *et al.*, 2021; LIZARELLI; TOLEDO, 2015).

Essas abordagens são desenvolvidas dentro das organizações a partir da utilização das ferramentas e métodos da MC, os quais, a partir da sua implementação nos processos, viabilizam a sustentação e alcance dos objetivos e princípios de cada programa, que devem estar sempre alinhados aos interesses do cliente e da indústria (SINGH; SINGH, 2015; BHUIYAN; BAGHEL, 2005).

Os projetos de MC variam de acordo com a abordagem utilizada por cada sistema de produção, com a estratégia da empresa e o nível de maturidade dessa em relação a MC, tema que será abordado mais a frente no presente trabalho. Os projetos do *Six Sigma* são executados em uma variedade de áreas organizacionais e níveis variados de complexidade e alterações de estratégia da organização. Por outro lado, aqueles que seguem o programa *Lean Manufacturing* focam em eficiência, velocidade e fluxo de processos. Por fim, os projetos executados dentro do TQM visam o envolvimento dos colaboradores na melhoria e padronização dos processos (ANDERSSON *et al.*, 2006).

Dois exemplos de métodos da MC são o PDCA e o DMAIC, que visam sistematizar a identificação e mensuração dos problemas, identificar as causas, propor planos de ação, analisar e mensurar os resultados e padronizar as ações tomadas. Esses métodos utilizam diferentes ferramentas para que seja levado em consideração informações, dados e fatos no momento das tomadas de decisões, além disso, as ações são traçadas utilizando também ferramentas da MC (SAVOLAINEN; HAIKONEN, 2007; NÄSLUND, 2008; SINGH; SINGH, 2015; BHUIYAN; BAGHEL, 2005).

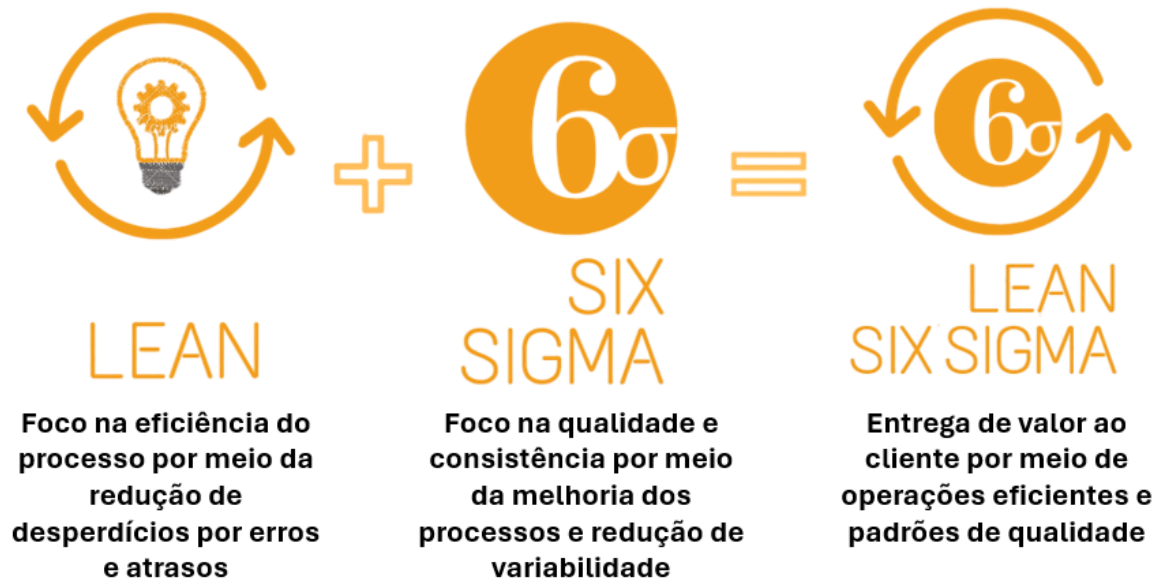


Figura 3. Junção dos programas *Lean* e *Six Sigma*. **Fonte:** O autor (2024).

Lizarelli e Toledo (2016) compilaram os principais métodos e ferramentas utilizados por cada um desses programas, uma adaptação desse compilado pode ser visto na Tabela 1.

Algumas dessas ferramentas e métodos da Tabela 1 que são de grande importância para a aplicação da MC serão apresentados, com foco em trazer sua definição e forma de utilização.

Tabela 1. As principais ferramentas das abordagens relacionadas à MC. **Fonte:** Adaptado de Lizarelli e Toledo (2016).

Programa (Início)	Métodos e ferramentas	Autores
TQM (1950)	PDCA, ferramentas estatísticas da qualidade (histograma, Pareto, cartas de controle, fluxograma, entre outras), ferramentas gerenciais (correlação, diagrama de afinidade, em árvore, entre outras), gestão à vista, <i>benchmarking</i> e Diagrama de Ishikawa.	MURRAY; CHAPMAN (2003), BHUIYAN <i>et al.</i> (2006), ANDERSSON <i>et al.</i> (2006), SINGH; SINGH (2015)
Lean Manufacturing (1960)	5S, <i>poka yoke</i> , redução de setup, <i>Single minute exchange of die</i> (SMED), <i>kaizen</i> , JIT, <i>kanban</i> , Mapa de Fluxo de valor (VSM), manutenção produtiva total (TPM), gráficos de controle visuais, padronização do trabalho, ferramentas estatísticas da qualidade; entre outras	BHUIYAN <i>et al.</i> (2006), HAQUE; JAMES-MOORE (2004), ANDERSSON <i>et al.</i> (2006), SALGADO <i>et al.</i> (2009)
Six Sigma (1986)	DMAIC, controle estatístico do processo, SIPOC, modelagem de processo, ferramentas da qualidade, ferramentas estatísticas, análise de variância, DOE, entre outras	BANUELAS; ANTONY (2002, 2003), RAISINGHANI <i>et al.</i> (2005), BHUIYAN <i>et al.</i> (2006), ANDERSSON <i>et al.</i> (2006)
Lean Sigma (2000)	Six Ferramentas usadas no <i>Lean Manufacturing</i> e no <i>Six Sigma</i>	BHUIYAN <i>et al.</i> (2006), ANDERSSON <i>et al.</i> (2006), DROHOMERETSKI <i>et al.</i> (2014)

PDCA

O ciclo de melhoria contínua conhecido como PDCA é caracterizado pela orientação dos indivíduos na implementação de ações de maneira sistemática e simples, é uma ferramenta muito versátil e pode ser implementada em qualquer tipo de negócio. É apenas um conjunto de passos, que serve como um guia para melhorias contínuas, implementação de mudanças e até mesmo análise e solução de problemas (ROSA, 2022; JAGUSIAK-KOCIK, 2017).

O PDCA se trata de um ciclo devido a sua contínua execução de estágios (vide Figura 4), o conhecimento adquirido em cada estágio se torna a base para padronização e para o começo do próximo ciclo, facilitando a criação e o compartilhamento de novos conhecimentos dentro das organizações (JAGUSIAK-KOČIK, 2017; MATSUO *et al.*, 2012).

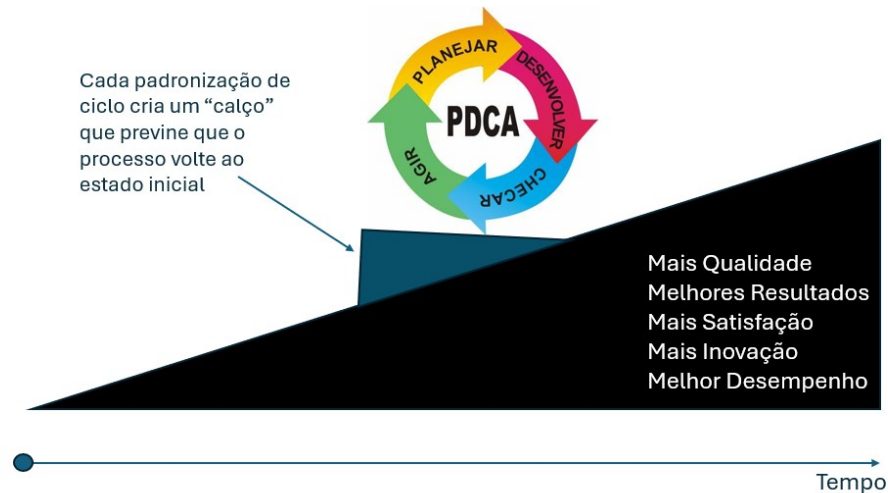


Figura 4. Melhoria Contínua implementada pelo ciclo PDCA. **Fonte:** Adaptado de ROSA, 2022.

O ciclo é dividido em 4 partes cada uma contendo várias etapas, que somadas resultam em 15 passos, essas partes e etapas são apresentadas pela Tabela 2.

Tabela 2. Partes e etapas do ciclo PDCA. **Fonte:** Adaptado de Pinto, 2014.

Planejar	1. Definir objetivamente o problema
	2. Definir a informação de base e o contexto para que todos possam ter uma base de entendimento comum
	3. Realizar a análise 5W2H para identificar as causas-raiz
	4. Realizar um debate de ideias de contramedidas e criar hipóteses para as testar
Fazer	5. Aplicar o método científico para testar as hipóteses
	6. Em vez de esperar pela solução perfeita, avançar com pequenas iniciativas que resultem em ganhos rápidos

	7. Reunir fatos/dados baseados na observação direta
Checar	8. Comparar os resultados com o planejado
	9. Determinar os desvios e perceber a sua origem
	10. Procurar perceber o que correu bem e o que correu mal
	11. Enfrentar os fatos
Agir	12. Se as contramedidas forem eficazes, criar um padrão que possa ser auditado e mantido
	13. Registrar as lições aprendidas e compartilhar as boas práticas
	14. Se as contramedidas não forem eficazes, iniciar de novo o ciclo começando pelo Planejar
	15. Observar a atual condição e definir novos objetivos rumo à situação ideal. Recomeçar o ciclo com Planejar

DMAIC

Assim como o PDCA, o DMAIC também se trata de um ciclo e foi criado como uma extensão do PDCA, nesse caso, o ciclo consiste de cinco etapas, Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyse*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*) (Figura 5). Ele tem como enfoque ser um método de gestão de mudanças e resolução de problemas que foi originalmente desenvolvido dentro da abordagem *Six Sigma* (SILVA *et al.*, 2017).

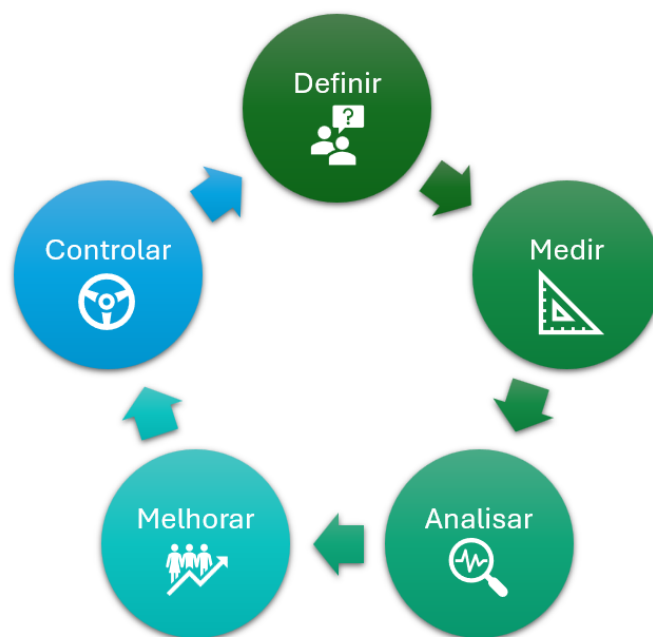


Figura 5. Ciclo DMAIC. **Fonte:** O autor.

Escobar (2010) destaca que para o sucesso da aplicação do DMAIC em um processo, o alinhamento entre o projeto e os indicadores-chave da organização é imprescindível, além disso, é necessário a mensuração prévia das informações disponíveis. O ciclo DMAIC utiliza em cada uma de suas etapas diversas ferramentas estatísticas que auxiliaram no desenvolvimento do projeto de melhoria.

Na Tabela 3 é apresentado as principais atividades de cada um dos estágios durante a aplicação do DMAIC, com base no descrito por Smętkowska *et al.* (2017).

Tabela 3. Estágios e Atividades do ciclo DMAIC. **Fonte:** O autor.

Estágios	Atividades
Definir	- Definir recursos necessários e responsabilidades; - Definir a estrutura organizacional que é favorável para alcançar os objetivos; - Identificar os elementos e definir a data de finalização do projeto; - Obter suporte da gerência.
Medir	- Identificação das medidas válidas e confiáveis; - Checar se há dados/informações suficientes para medir; - Documentação da performance e eficiência atual; - Testes de comparação de performance.
Analisar	Identificar as causa raízes dos problemas;

	• Identificar as diferenças entre a performance atual e a performance desejada; • Estimar recursos necessários para atingir os objetivos; • Identificar possíveis obstáculos.
Melhorar	• Preparar a estrutura de divisão das implementações de soluções; • Desenvolver e testar possíveis soluções; • Selecionar a melhor ou as melhores soluções; • Desenhar o plano de implementação.
Controlar	• Documentar o plano de padronização e de monitoramento da melhoria do processo; • Confirmar os procedimentos melhorados; • Transferir a propriedade das equipes relevantes após a conclusão do projeto.

Gestão Visual

A Gestão Visual se trata de uma ferramenta que ajuda a melhorar a eficiência operacional e aumentar a transparência de processos, por meio da comunicação visual, tornando as informações dos processos visuais, lógicas e intuitivas, pois informações visuais são processadas com maior facilidade por grande parte dos neurotransmissores do cérebro, facilitando a compreensão do estado dos processos (SIMAS, 2016). Disponibilizar indicadores e informações relevantes para todos os níveis da organização, faz com que todos consigam compreender o andamento e os resultados dos trabalhos, projetos, atividades, rotinas de produção e outros fatores que acontecem dentro de uma indústria (ROSA, 2022; PINTO, 2014; VALENTE *et al.*, 2017).

Trazendo uma abordagem mais abrangente da ferramenta, Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009) apresentaram sete funções da gestão visual que vão além da transparência e eficiência operacional. São elas: encorajar a melhoria contínua, tornar o trabalho mais fácil, promover um sentimento de propriedade compartilhada, fornecer treinamento no local de trabalho, gerenciar por fatos, simplificar e unificar.

Desta forma, a gestão visual favorece um melhor controle dos processos, sendo imprescindível a sua implementação para alavancar a eficiência dos processos. Também é necessária para ambientes que possuam as seguintes características: a comunicação diária é

ineficiente, informações de difícil obtenção, inexistência de indicadores-chaves da organização, não estão documentados problemas ocorridos, dentre outros (ROSA, 2022).

As Figuras 6, 7, 8 e 9 trazem três exemplos de aplicação de quadros de gestão visual, apresentados por Simas (2016) que podem ser utilizados na indústria com foco em compartilhar a informação de forma fácil e rápida, facilitando a MC dos processos.

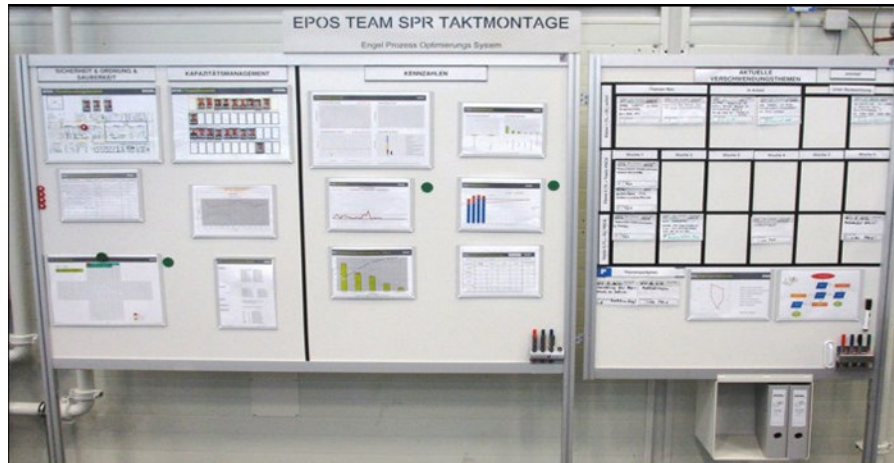


Figura 6. Gestão visual para documentação de processos. **Fonte:** Simas, 2016.



Figura 7. Gestão visual para processos de melhoria contínua. **Fonte:** Simas, 2016.



Figura 8. Gestão visual de informações de qualidade e desempenho. **Fonte:** Simas, 2016.

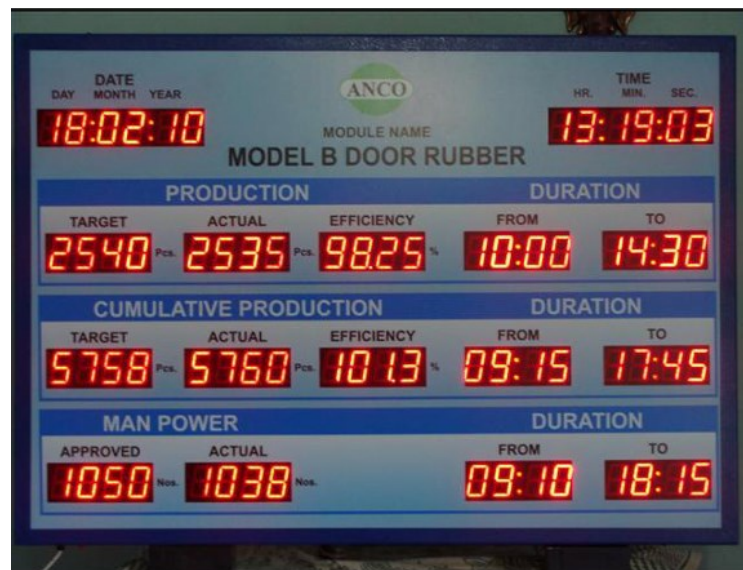


Figura 9. Gestão visual para o estado global das operações. **Fonte:** Simas, 2016.

VSM (Value Stream Mapping)

Value Stream Mapping ou Mapeamento de Fluxo de Valor (Figura 11) é uma ferramenta *Lean*, criada pelo STP que mostra o percurso de um produto, serviço ou informação, desde o momento em que é solicitado até o momento em que é entregue ao usuário final ou durante todo o processo produtivo relacionado a ele. Esta ferramenta oferece uma visão geral dos processos, afastando o foco em processos individuais ou na melhoria de apenas partes deles e

auxiliando na distinção de atividades que agregam ou não valor aos processos (ROTHER; SHOOK, 2006; SIMAS, 2016; FONSECA, 2018).

Um conceito importante para a MC que é definido dentro do VSM é o de “Gargalo” ou “*Bottleneck*”. Ele representa a etapa do processo de um sistema produtivo que limita, controla ou determina o seu desempenho, sendo essa a etapa com a menor capacidade produtiva ou com o maior número de perdas/desperdícios (BOGO, 2017).

De acordo com Martin e Osterling (2013), a execução de um VSM resulta em benefícios como, visão holística de todo o fluxo do processo estudado, identificação de desperdícios do processo, baseados nos 8 desperdícios (Figura 10), e o desenvolvimento de ações de melhoria do processos identificados com oportunidades de desperdícios.



Figura 10. 8 Desperdícios da indústria. **Fonte:** O Universo da Engenharia de Alimentos, 2018.

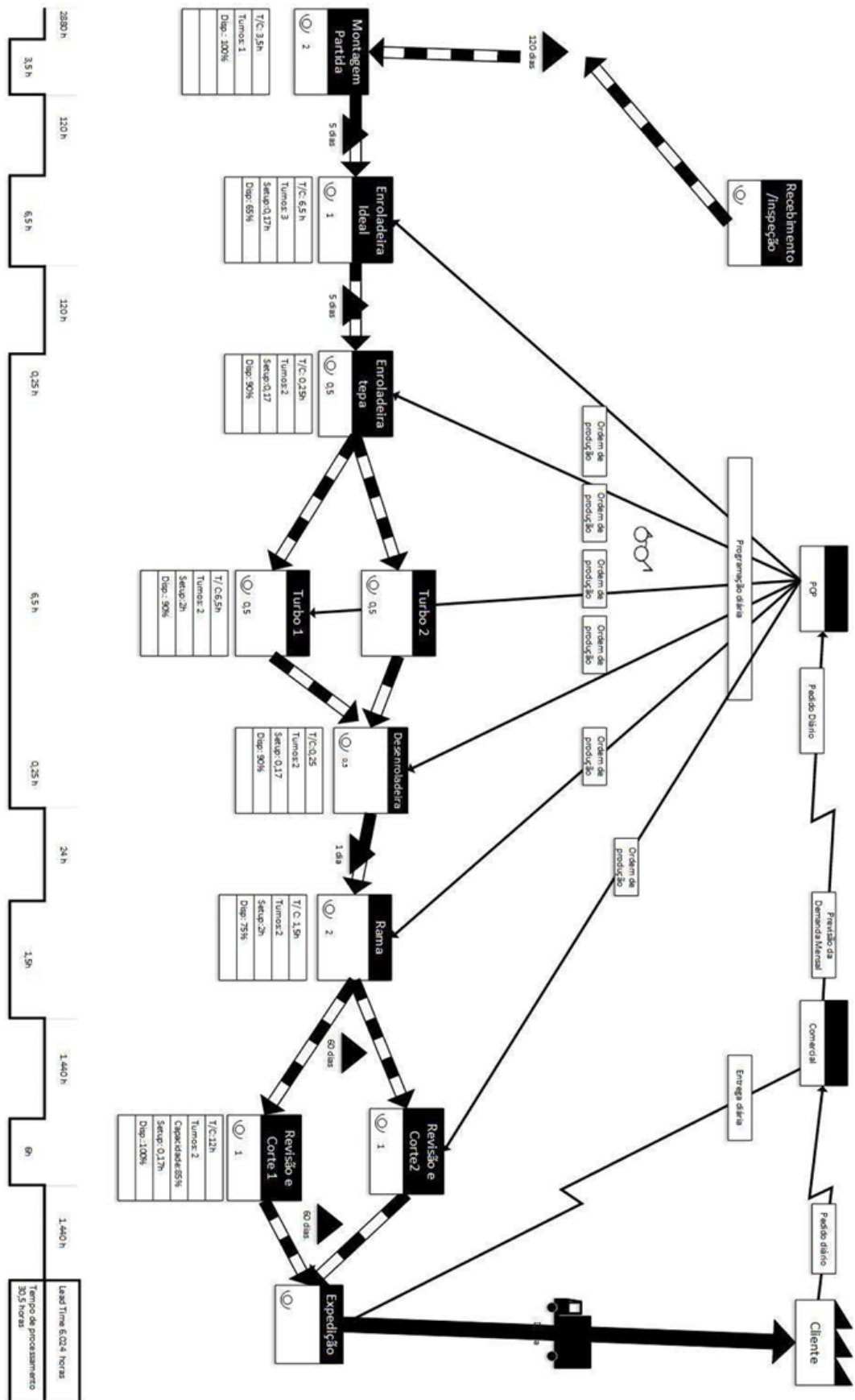


Figura 11. VSM do processo de tingimento de uma Indústria Textil. **Fonte:** Santos e Loos, 2020.

Diagrama de Ishikawa

Também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito, é uma das principais ferramentas da MC utilizadas para a Análise e Resolução de Problemas, permite, a quem utiliza o diagrama, identificar, explorar e demonstrar graficamente possíveis causas relacionadas ao problema estudado de forma efetiva (MELLO *et al.*, 2017).

O diagrama divide as possíveis causas em 6 famílias (Figura 12) São elas: material, método, mão-de-obra, máquina, meio ambiente e medida, chamados também de 6M's. Ele organiza as causas relacionadas ao efeito que está sendo estudado, pois sempre que um efeito (resultado) ocorre, há um conjunto de causas (meios) que podem influenciá-lo (SOUZA *et al.*, 2019).

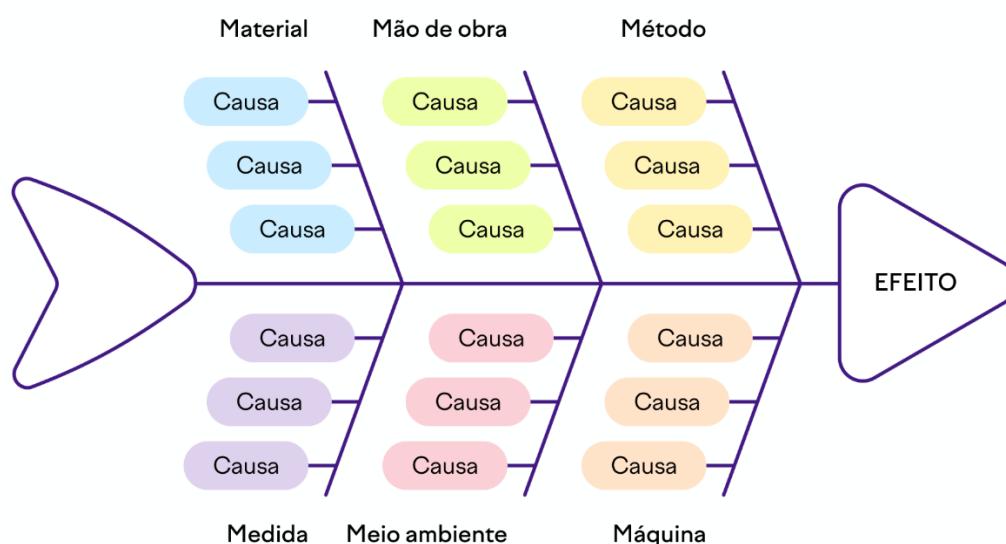


Figura 12. Diagrama de *Ishikawa*. Fonte: Semrush Blog, 2022.

Após elencar as possíveis causas, essas são estudadas dentro de cada uma de suas famílias utilizando outras metodologias, como 5 porquês⁴ e 8D⁵, para entender o que levou ao acontecimento dessas possíveis causas e quais as possíveis soluções que podem reduzir ou extinguir o efeito (Problema).

⁴ Metodologia de análise de causa raiz que utiliza a pergunta “porquê?” 5 vezes para entender a origem de um efeito.

⁵ Metodologia de solução de problemas criada na *Ford Motor Company* denominado também de 8 Disciplinas

4.1.3. Níveis de Maturidade da Melhoria Contínua

Mesmo se tratando de uma cultura relativamente antiga e com um conceito simples, a MC apresenta um alto nível de dificuldade de ser implementada e sustentada por longos períodos. Este fato ocorre devido a sua necessidade de aprendizado e mudanças constantes e de uma cultura fortemente estabelecida por meio de comportamentos focados na MC (REZENDE, 2018).

Imitar habilidades e rotinas de outras organizações é difícil, os comportamentos precisam ser desenvolvidos, o que envolve a aprendizagem e a criação de ativos intangíveis, que aumentam a vantagem competitiva da organização. Esses comportamentos mostram que é possível identificar um padrão evolutivo da MC nas organizações (BESSANT *et al.*, 2001; BESSANT *et al.*, 2005).

Por esse motivo, ao longo dos anos, diversos modelos foram criados para medir e entender a evolução dos programas de MC em organizações. O primeiro e mais referenciado em trabalhos relacionados a MC é o desenvolvido por Bessant *et al.* (2001), esse modelo possui cinco estágios de evolução, denominados pelo autor como níveis de maturidade, que são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Estágios de evolução da Melhoria Contínua. **Fonte:** Bessant *et al.*, 2001.

Nível da Melhoria Contínua	Padrões de comportamento característico
Nível 1 - Pré-Melhoria Contínua: O interesse no conceito já foi iniciado (por uma crise ou visita a outra organização etc.), mas a implementação é feita de forma ad hoc (Para esta finalidade).	Os problemas são resolvidos aleatoriamente; Não existe nenhum esforço ou estrutura formal para melhorar a organização; as soluções visam a benefícios de curto prazo; Não há nenhum impacto estratégico sobre os recursos humanos, financeiros ou outras metas mensuráveis; gerências e áreas de apoio não estão conscientes de a MC ser um processo.
Nível 2 - Melhoria Contínua estruturada: Há um compromisso formal de construir um sistema que vai desenvolver a MC por toda a organização.	Ações de MC são organizadas; as áreas de apoio usam processos estruturados de solução de problemas; as áreas de apoio participam das atividades de MC e são treinadas nas ferramentas básicas de MC; há um sistema estruturado de gerenciamento de ideias; há a introdução de um sistema de reconhecimento e recompensa; as atividades de melhoria contínua estão integradas às operações do dia a dia.
Nível 3 - Melhoria Contínua orientada para metas: Há o compromisso de relacionar MC com os objetivos estratégicos mais abrangentes da organização.	Os comportamentos do nível 2 mais: desdobramento formal dos objetivos estratégicos; monitoramento e medição da melhoria contínua em relação aos objetivos; o foco inclui a solução de problemas entre áreas da empresa (processos interorganizacionais) ou mesmo entre empresas.
Nível 4 - Melhoria Contínua proativa: Há uma tentativa de dar autonomia e poder aos indivíduos e grupos para gerenciar seus processos e iniciativas de melhoria.	Todos os comportamentos dos níveis 2, 3 mais: MC desenvolvida e focada na solução proativa de problemas; altos níveis de prática de experimentação e aprendizagem.
Nível 5 - Capacidade plena em Melhoria Contínua: Aproxima-se do modelo das organizações de aprendizagem.	Todos os comportamentos dos níveis 2, 3 e 4 mais: o aprendizado organizacional ocorre de modo largamente distribuído; são comuns a iniciativa de procura e solução sistemática de problemas e a aquisição e compartilhamento do conhecimento obtido; a experimentação ocorre de forma abrangente e autônoma.

Pensando em facilitar a compreensão dos níveis de evolução e de como uma organização pode caminhar de um nível de maturidade para outro, Garcia-Sabater, Marin-Garcia e Perello-Marín (2012) criticam o modelo apresentado por Basset *et al.*, (2001). Eles propuseram um

modelo que relaciona os níveis de maturidade com as habilidades que devem ser desenvolvidas em cada um dos estágios e seus facilitadores (Figura 13).



Figura 13. Facilitadores e habilidades de cada estágio de maturidade da MC. **Fonte:** Adaptado de Garcia-Sabater, Marin-Garcia e Perello-Marin, 2012.

4.2.Sistemas de Produção

Esta seção visa apresentar brevemente o conceito de sistemas de produção e percorrer a cerca de dois dos principais sistemas de produção enxuta utilizados por diversas organizações mundialmente, o Sistema Toyota de Produção e o World Class Manufacturing.

Digalwar e Sangwan (2011) afirmam que nas últimas duas décadas as organizações têm sido forçadas pelas mudanças econômicas e de mercado a passarem por reestruturações em suas disposição e mudanças fundamentais em suas estratégias de negócio, resultando em revisões de suas formas e práticas tradicionais de produção.

Na busca por vantagens competitivas, as organizações entenderam a necessidade de adotar sistemas de produção modernos, que apresentam diferentes práticas e metodologias de negócio, como os sistemas de produção enxuta, abandonando sistemas de produção em massa ou de produção artesanal (MENDES *et al.*, 2017; LIZARELLI; TOLEDO, 2015).

4.2.1. Sistema Toyota de Produção (TPS)

Em 1950, após uma visita aos Estados Unidos, na fábrica da Ford em Detroit, o Engenheiro Eiji Toyoda conheceu o modelo de produção em massa, que era considerado pela Ford como o modelo ideal de produção. Ao retornar para o Japão, Eiji Toyoda e seu gerente de produção Taiichi Ohno concluíram que o sistema em massa não era aplicável ao Japão e seria difícil de aperfeiçoar. Então, iniciaram a criação do que a Toyota denominaria futuramente como Sistema Toyota de Produção, um exemplo de sistema de produção enxuta, desenvolvido de forma completamente empírica (ANICETO *et al.*, 2017; BRIALES; FERRAZ, 2006).

Esse novo sistema de produção desenvolvido por Ohno e Toyoda utilizou como fundamento o *Heijunka* e o Trabalho Padronizado, além disso possuía dois pilares, o *Jidoka* e o *just-in-time* (JIT). A junção desses fundamentos e seus pilares formam a denominada casa Toyota, que pode ser visualizada na Figura 14, sendo a casa habitada pela cultura de melhoria contínua da organização e tendo como “teto” os objetivos a serem alcançados pela mesma (KEHR *et al.*, 2016).

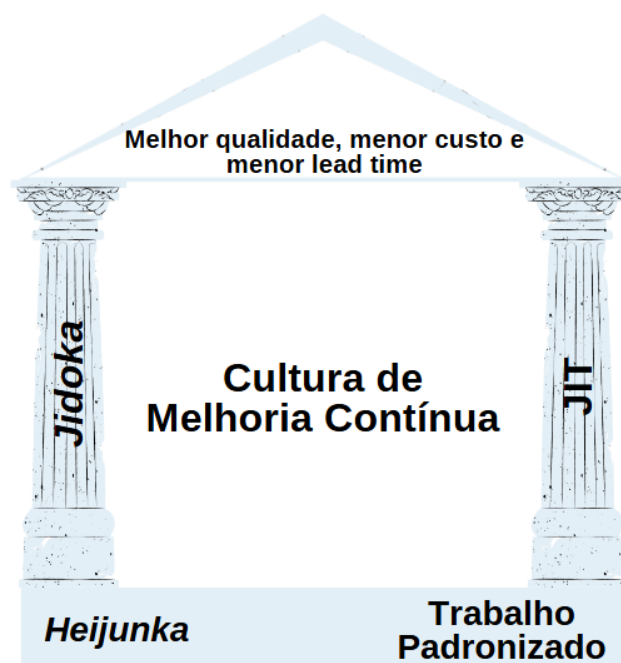


Figura 14. Casa Toyota. **Fonte:** Adaptado de Kehr *et al.*, 2012.

Uma das principais ferramentas do STP, o *Heijunka* pode ser traduzido como Nivelamento de Produção que alinhado ao Trabalho Padronizado, visam diminuir a

variabilidade quantitativa e qualitativa da demanda, ocasionada pela flutuação do mercado consumidor e as mudanças frequentes de seus requisitos. Essa ferramenta tem como foco o nivelamento dos processos internos da organização e visa definir objetivos e métodos a serem seguidos por todos envolvidos nesses processos de produção, mantendo uma velocidade determinada por meio da demanda de mercado (ARAÚJO, 2009; FAZINGA, 2012).

O *Jidoka* é fundamentado na automação alida às pessoas e na parada instantânea para responder a qualquer anormalidade do processo. Pela teoria, a máquina devido à automação consegue parar sozinha, mas para resolver seu problema o processo necessita do conhecimento e capacidade das pessoas para responder e resolver os problemas de forma rápida, analisando e reconhecendo as causas raízes (CHIARINI *et al.*, 2018; OHNO, 1988; KEHR *et al.*, 2016).

O segundo pilar, JIT, é pautado no sistema puxado de produção, ou seja, toda a produção ou serviço de uma organização segue o ritmo das demandas do mercado, onde todos os processos devem atender e reagir a essas demandas de acordo com o denominado “*takt-time*”, que refere-se ao tempo ideal para produzir um produto. Esse pilar é totalmente distinto do sistema empurrado apresentado a Eiji Toyoda na Ford, parte do sistema de produção em massa. Para implementar esse pilar, Ohno identificou que seria necessário criar um fluxo contínuo de produção e identificar e eliminar todas as fontes de desperdícios que podem ser divididas nos sete desperdícios (CHIARINI *et al.*, 2018; OHNO, 1988; KEHR *et al.*, 2016).

O Sistema Toyota de Produção trouxe transformações tão significativas para os sistemas de produção existentes que, nas últimas décadas, diversas indústrias e empresas de diferentes setores têm implementado esse sistema ao redor do mundo, alcançando ótimos resultados de performance, redução de inventário, satisfação dos clientes, *lead time* e redução de desperdícios (CHIARINI *et al.*, 2018).

4.2.2. *World Class Manufacturing (WCM)*

O termo Manufatura de Classe Mundial foi pela primeira vez citado em 1984 por Hayes e Wheelwright. Ao pesquisarem empresas alemãs e japonesas concorrentes do mercado de exportação, eles descreveram princípios, práticas e técnicas (pertencentes ao STP e à Qualidade Total) que poderiam levar as organizações a se tornar uma Manufatura de Classe Mundial, como também afirmado por Schonberger em 1986 (OLIVEIRA *et al.*, 2015; MENDES *et al.*, 2017).

O sistema WCM é descrito como o nível de excelência produtiva e logística das melhores organizações mundiais, com foco nos resultados de desempenho alcançados a partir

das metodologias aplicadas, que por muitas vezes são advindas dos conceitos do *Total Industrial Engineering*, JIT, *Total productive Maintenance* e *Total Quality Control*. Além disso, o WCM não deve ser um sistema de produção complexo, sendo necessário para sua implementação identificar os problemas e as perdas, os métodos que serão adotados para sanar essas ineficiências e, por fim, o controle dos resultados obtidos pelas implementações (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Ao final da década de 90, com o surgimento do *Lean Manufacturing*, diversas empresas abandonaram o WCM e outros modelos de sistemas advindos do STP. Porém, no início dos anos 2000, algumas companhias criaram a Associação Mundial do WCM, com o intuito de renovar e reinventar o WCM (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

De acordo com Gajdzik (2013), para se tornar uma Manufatura de Classe Mundial, cada organização precisa trabalhar e adaptar o WCM de forma a adequá-lo da melhor forma ao cenário existente. No entanto, atualmente, diversas indústrias adotaram a configuração do WCM baseada em 10 pilares técnicos, que são apresentados na Figura 15 (MENDES *et al.*, 2017).

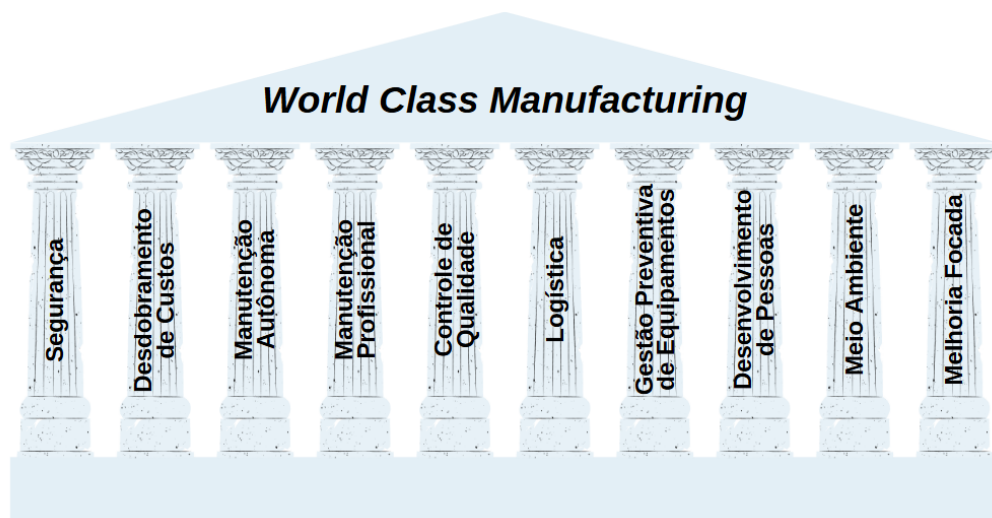


Figura 15. 10 Pilares do WCM. **Fonte:** Adaptado de Mendes *et al.*, 2017.

Silva (2019) e Oliveira *et al.*, (2015) apresentam breves definições sobre os dez pilares técnicos do WCM:

a) Segurança (S)

Pilar que busca a melhoria contínua do ambiente de trabalho, visando a eliminação de riscos, fatores e comportamentos que possam desencadear acidentes ou lesões. Utiliza como principais ferramentas a melhoria da ergonomia e capacitação dos colaboradores, além de ações preventivas e disseminação de cultura de segurança entre todos os níveis organizacionais.

b) Desdobramento de Custos (CD)

Este pilar tem como foco a inovação dos sistemas de administração e gestão dos desperdícios relacionados às atividades das organizações que implementam o WCM. Assim, busca-se a redução desses desperdícios por meio do acompanhamento de Indicadores Chave de Performance (KPI's) e planos de ações para identificação, avaliação e eliminação, estimando os resultados a serem obtidos.

c) Manutenção Autônoma (AM)

Pilar que busca a redução ou prevenção de paradas dos equipamentos por quebras relacionadas a suas condições básicas, tem como objetivo aumentar a eficiência global dos equipamentos a partir de ações como capacitação de operadores e organização adequada do local de trabalho, a padronização de processos de manutenção é elemento chave para o sucesso de sua aplicação na manufatura.

d) Manutenção Profissional (PM)

A Manutenção Profissional tem como foco a construção de um sistema de manutenção que seja capaz de eliminar totalmente as quebras e pequenas paradas de equipamentos, por meio do prolongamento da vida útil das máquinas, utilização de manutenções preditivas e preventivas e sanar possíveis falhas de cooperação entre a área produtiva e de manutenção.

e) Controle de Qualidade (QC)

Pilar responsável por garantir a qualidade interna do produto, ou seja, a diminuição da variabilidade do processo e redução total de defeitos, por meio de estudos da capacidade do processo e implementação de controles bem definidos, além de prezar pela capacitação dos colaboradores referente a resolução de problemas de qualidade.

f) Logística (LO)

Esse pilar é responsável por alcançar a excelência de movimentação e armazenagem, simplificando toda a cadeia produtiva, desde a aquisição de matéria-prima e insumos até a logística de entrega do produto final aos clientes. Está muito associado a redução de nível de estoque, minimização de deslocamento e redução/otimização dos tempos de produção ou movimentação associados a todo o processo.

g) Gestão Preventiva de Equipamentos (EEM)

A gestão preventiva de equipamentos tem por objetivo a redução de custos relacionados a ciclos de vida de equipamentos, confiabilidade de equipamentos, facilidade de manutenção (contribuindo para a implementação dos pilares AM e PM) e as principais atividades relacionadas ao sucesso de implementação desse pilar são as manutenções preventivas cíclicas e otimização de *setups* e réinícios.

h) Desenvolvimento de Pessoas (PD)

Pilar responsável pela garantia de um sistema estruturado de formação que assegure competências e qualificações adequadas para todos os cargos da companhia, identificando possíveis oportunidades que levam os colaboradores a cometerem erros e acidentes, buscando formas de tratar essas oportunidades por meio de treinamentos. Esse pilar é considerado pelos autores como chave para o alcance da melhoria contínua nos processos. Uma ferramenta da melhoria contínua muito utilizada para esse pilar é a matriz de versatilidade.

i) Meio Ambiente (ENV)

Este pilar está relacionado ao melhoramento contínuo do desempenho ambiental, orientado a conscientização e gestão de impactos ambientais relacionados às atividades da empresa, além disso busca atender aos requisitos legais de gestão ambiental e utilização da norma ISO 14000.

j) Melhoria Focada (FI)

Pilar diretamente relacionado ao de Desdobramento de Custos, busca reduzir as grandes perdas definidas no pilar citado que possuem grande impacto sobre os custos da empresa, dessa forma as soluções implementadas pelas ações desse pilar resultam em grande impacto econômico. Tem como foco analisar e propor soluções de curto prazo para problemas específicos e introduzir novos padrões para o processo a partir da avaliação da efetividade das soluções implementadas.

4.3.Melhoria Contínua Aplicada a Sistemas de Produção

Nesta seção serão apresentados exemplos de aplicação de ferramentas e metodologias da MC em indústrias que utilizam um dos dois sistemas de produção apresentados anteriormente ou sistemas derivados deles. Ademais, serão abordados desafios de implementação da MC nesses sistemas e seus fatores de sucesso.

4.3.1. Exemplos de aplicação na indústria

Com foco em ilustrar aplicações práticas da Melhoria Contínua e suas ferramentas, visando facilitar o entendimento da relevância desse processo nas indústrias, buscou-se na literatura estudos de caso que retratem esses cenários. Serão então apresentados dois estudos de caso escolhidos, sendo eles: Estudo de Caso 1: Redução de não-conformidades na produção de molduras plásticas para fotografia utilizando o Ciclo PDCA aliado ao Diagrama de Ishikawa; Estudo de Caso 2: Implementação de ferramenta de Gestão Visual em indústria de produtos estampados para automotivas.

Estudo de Caso 1: Redução de não-conformidades na produção de molduras plásticas para fotografia utilizando o Ciclo PDCA aliado ao Diagrama de Ishikawa

Jagusiak-Kocik (2017) discutiram a utilização do ciclo PDCA em uma indústria de processamento de plásticos, sendo utilizada como ferramenta de solução para problemas de qualidade das molduras plásticas produzidas de polipropileno.

Utilizando o PDCA, durante o passo de planejamento (P), identificou-se os problemas de qualidade que estavam ocorrendo, sendo esses problemas a descoloração e queimaduras na superfície das molduras. Após identificar os problemas, foram coletados dados relacionados ao processo de produção e utilizados dois Diagramas de *Ishikawa* para determinar as causas dos problemas identificados a partir das informações coletadas (JAGUSIAK-KOCIK, 2017).

A partir da utilização dos Diagramas de *Ishikawa*, foram selecionados 4 principais grupos de causas, sendo elas “Máquina”, “Método”, “Material” e “Estrutura”, algumas das causas são apresentadas pelo autor nos Diagramas de Ishikawa adaptados nas Figura 16 e 17 (JAGUSIAK-KOCIK, 2017).

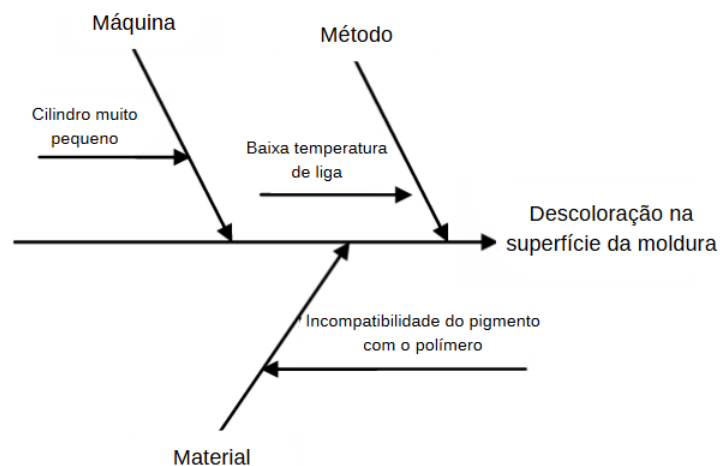


Figura 16. Diagramas de *Ishikawa* para o problema de descoloração na superfície da moldura. **Fonte:** Adaptado de Jagusiak-Kocik, 2017.

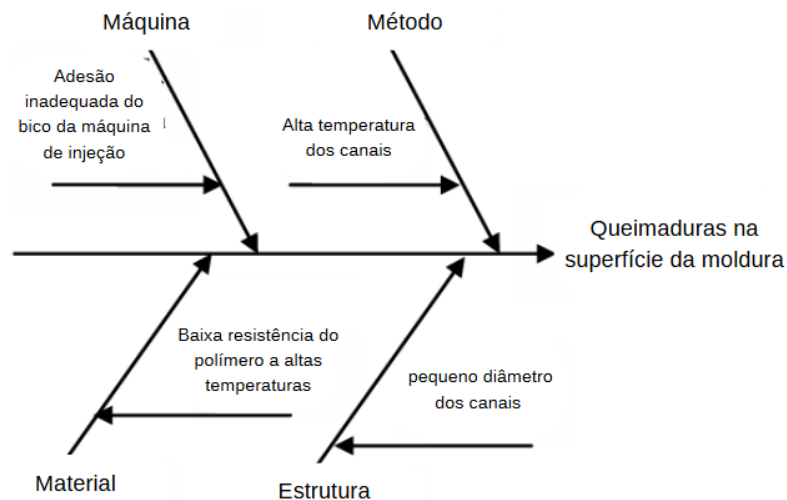


Figura 17. Diagramas de *Ishikawa* para o problema de queimaduras na superfície da moldura. **Fonte:** Adaptado de Jagusiak-Kocik, 2017.

Para finalizar a primeira etapa de planejamento, foi realizado um *brainstorming* para definir possíveis soluções para as causas elencadas e criado um plano de ações para ser realizado, com local de implementação, responsável, data de início, prazo para conclusão e possíveis resultados após implementação (JAGUSIAK-KOČIK, 2017).

Após a criação do plano de ação, iniciou-se então a etapa do fazer (D), para as causas relacionadas à descoloração da moldura foram realizadas as seguintes ações principais: checagem do tamanho e acuracidade do dispersor de pigmento, sendo encontrada uma pequena falha que poderia estar contribuindo com a falha, aumento da temperatura de ligae aumento da velocidade de injeção. Por fim, as principais ações realizadas para solucionar o problema de queimaduras nas molduras foram as seguintes: checagem do diâmetro e adesão do bico da máquina de injeção e do espaço de retenção da unidade de plastificação e correção das temperaturas dos canais nas zonas quentes (JAGUSIAK-KOČIK, 2017).

Uma vez que todas as ações foram implementadas, deu-se início a etapa de checagem (C). Nessa etapa foi analisada a efetividade das ações implementadas durante o passo anterior do PDCA, ou seja, qual a redução de peças com os problemas de qualidade identificados em relação ao observado inicialmente. O autor apresenta como resultado da implementação uma redução de mais de 60% no número de molduras com alguma das não conformidades identificadas (JAGUSIAK-KOČIK, 2017).

Assim, após obter o resultado da etapa de checagem e comparar com o esperado do projeto inicialmente, os autores concluíram que o objetivo foi alcançado e iniciou-se a última etapa de agir (A). Nessa etapa, houve um trabalho para padronização das ações desenvolvidas e monitoramento do indicador que foi aprimorado durante a implementação do ciclo PDCA, uma das ações utilizadas para isso foi a atualização de procedimentos (JAGUSIAK-KOČIK, 2017).

Estudo de Caso 2: Implementação de ferramenta de Gestão Visual em indústria de produtos estampados para automotivas

Rezende (2018) estudou a aplicação de uma ferramenta de Gestão Visual denominada estação de verificação. A ferramenta foi aplicada pelo autor em uma empresa automotiva nacional de grande porte e produtora de produtos estampados para caminhões e carros, sendo fornecedora de clientes como Fiat, Volkswagen e Ford.

Em relação a estruturação da MC na empresa, os processos são suportados por um programa Seis Sigma e pela filosofia *Lean*, onde a empresa investiu muito na formação de seus funcionários independente do nível hierárquico, um fator extremamente importante para o sucesso da implementação da Melhoria Contínua (REZENDE, 2018).

De acordo com Rezende (2018), o setor escolhido para realizar a implementação foi o de estamparia, devido a fatores relevantes como, altos índices de refugo e retrabalho, maior valor agregado, funcionário com treinamento adequado em MC, dentre outros.

A estação de verificação (Figura 18) é uma área destinada a exposição de materiais produzidos para Gestão Visual com foco em identificar a variação dos indicadores, a quantidade de reclamações dos clientes internos e as peças com maiores índices de refugo e retrabalho. Essa estação foi posicionada ao final da linha de produção do setor, onde as inspeções de qualidade são realizadas e qualquer funcionário pode ter acesso as informações (REZENDE, 2018).

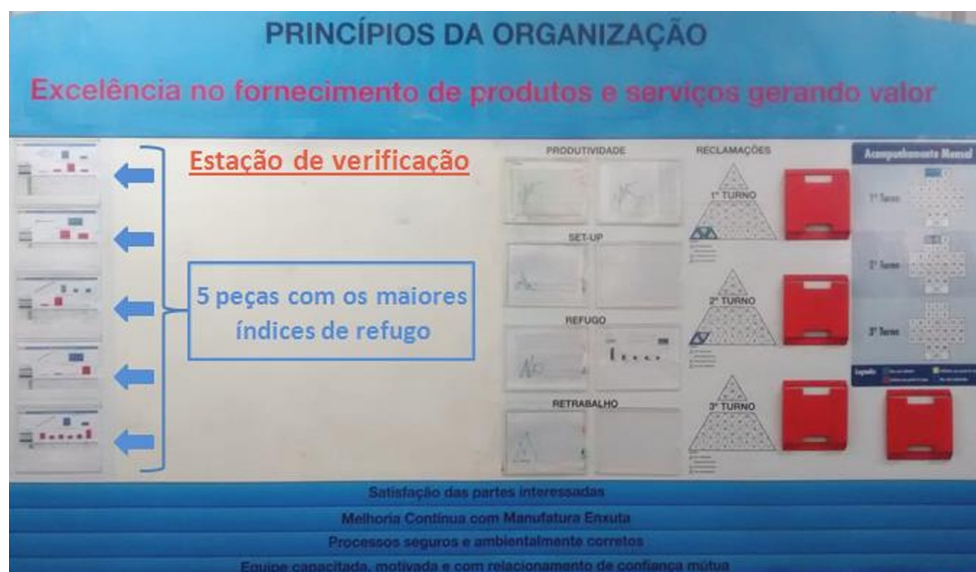


Figura 18. Estação de verificação implementada no setor de Estamparia. **Fonte:** Adaptado de Rezende, 2018.

Com a finalidade de melhorar a eficiência de produção das peças, também foram utilizadas folhas de verificação e foram treinados funcionários de cada turno para preencher a folha e acompanhar a produção dessas peças específicas. Essas fichas foram também alocadas na estação de verificação e quando uma das 5 peças entrava em produção, eram acompanhadas e analisadas as causas dos principais defeitos levantados (REZENDE, 2018).

Por fim, era realizada uma reunião denominada “Time de resolução de problemas” para analisar os preenchimentos das fichas de acompanhamento e entender as possíveis causas para

elaboração dos planos de ações visando a melhoria contínua do processo. Os resultados obtidos foram evidenciados por Rezende (2018), onde houve uma redução de mais de 59% da quantidade de aço refogado depois de um ano de implementação da iniciativa e de 90% em relação ao valor inicial após dois anos.

4.3.2. Desafios de implementação da Melhoria Contínua

A Melhoria Contínua age como facilitadora para o alcance da excelência de diversos processos dentro das empresas e é peça chave para a redução de custos e aumento da competitividade comercial, porém alguns fatores fazem com que, mesmo trazendo tantos resultados e benefícios impactantes para as organizações, a sua implementação não seja bem sucedida ou enfrente resistências/dificuldades.

McLean e Antony (2013) estudaram, a partir da literatura, as principais causas que resultam em desafios para a implementação da Melhoria Contínua em diferentes sistemas de produção de algumas empresas no período de 1995 a 2012. Foram elencadas 8 causas a serem apresentadas em breves descrições.

a) Motivos e Expectativas

De acordo com o estudo, implementar uma iniciativa por motivos mal definidos ou até mesmo errôneos desencadeia uma possível falha na aplicação de um projeto de MC. Além disso, é importante que os resultados esperados desses projetos sejam avaliados cuidadosamente, para que não sejam definidas expectativas inalcançáveis, levando ao descontentamento e desânimo dos colaboradores em relação as futuras iniciativas a serem aplicadas nos processos.

b) Cultura e Ambiente Organizacional

A cultura e ambiente organizacional da empresa podem resultar em uma resistência à mudanças ou até mesmo na restrição da implementação de iniciativas nos processos, é necessário compreender o estado atual desses fatores e até onde as crenças e a cultura podem ser transformadas, além de avaliar a relação entre as áreas da empresa e o nível de suporte entre elas.

c) Liderança

O comprometimento e suporte da Liderança com as iniciativas de MC a serem implementadas no processo são fatores consistentes presentes em diversos trabalhos da literatura. Esse fato se deve aos sistemas de produção e seus programas de MC estarem diretamente relacionados com o envolvimento de todos os níveis organizacionais para que haja sucesso dos projetos. A dificuldade da liderança em de manter o foco e priorização nas iniciativas de MC após o início de sua implementação é um dos principais desafios.

d) Abordagem de Implementação

Para um projeto de MC ser implementado, um desafio muito relevante é a definição do nível organizacional e estrutural em que a iniciativa será implementada, a velocidade de implementação e a maneira como esta será executada, fatores que influenciam diretamente nos resultados e eficácia do projeto.

e) Treinamento

Praticamente toda e qualquer iniciativa de MC a ser implementada em um processo necessitará do fornecimento de treinamentos para os colaboradores envolvidos nesses projetos e nos processos impactados. Portanto, o conteúdo e método desses treinamentos são de extrema relevância para a consolidação da iniciativa, principalmente quando relacionado a etapas de padronização.

f) Gerenciamento de Projetos

Dentro dos sistemas de produção e seus programas de MC, os projetos ou iniciativas são o mecanismo mais utilizado para a aplicação das ferramentas da MC para se alcançar os resultados desejados. Caso esses projetos não sejam cuidadosamente selecionados e geridos podem resultar em falhas e desafios de implementação.

Projetos com soluções pré-determinadas são exemplos de iniciativas que podem resultar em falhas, principalmente quando estão relacionados a soluções de problema, visto que as ferramentas de MC são utilizadas para encontrar a solução para as causas, logo, se já existe uma solução pré-determinada não há a necessidade de aplicação do projeto.

g) Nível de Envolvimento dos Colaboradores

Um dos desafios para a implementação da MC em sistemas de produção é a necessidade de envolvimento dos colaboradores dos processos impactados, itens como alocação de tempo, conflito de responsabilidades e falta de capacitação podem afetar o envolvimento e esforço dos colaboradores nas iniciativas implementadas. A mentalidade reativa à mudanças por parte dos funcionários também é um fator desafiador, pois podem haver resistências às mudanças propostas devido a experiência e preocupações relacionadas a segurança.

h) Resultados e *Feedback*

A falta de acompanhamento de resultados parciais das iniciativas de forma regular, buscando *feedbacks* verdadeiros e criando um ambiente onde as pessoas estejam preparadas para comunicar falhas, pode ser um fator de desafio para implementação da MC em uma organização. Além disso é necessário definir KPI's bem estruturados e métricas sensatas para que seja possível comprovar os benefícios das mudanças implementadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Melhoria Contínua tem sido definida de diversas maneiras desde a sua origem, passando por conceitos como metodologia, cultura e até mesmo filosofia. Contudo, todas suas definições abordam o mesmo objetivo final, aumentar a competitividade das organizações por meio de melhorias incrementais e constantes, de baixo custo e alto retorno, contando com a participação e comprometimento de todos os níveis organizacionais.

Para alcançar esse objetivo, a MC é munida de diversas ferramentas e abordagens que podem se encaixar em diferentes tipos de processos e problemas, sempre buscando a redução de desperdícios e aumento de eficiência. Muitas vezes como responsável pelos processos de plantas industriais ou até mesmo de processos administrativos, é importante e esperado do engenheiro químico o conhecimento a cerca dessas diferentes ferramentas e abordagens e de como essas podem ser implementadas em diferentes sistemas de produção.

Além disso é muito relevante conhecer aplicações práticas da MC e os principais desafios que podem ser enfrentados dentro de um cenário industrial para a implementação de um projeto ou iniciativa de MC. Tal fato ocorre pois dessa forma, o engenheiro químico pode utilizar do conhecimento prévio dos fatores que contribuem para esses cenários, a fim de contorná-los e ajudar com eficácia nas aplicações.

Para futuras pesquisas, existe a possibilidade da realização de estudos de caso utilizando alguma das ferramentas ou abordagens da MC, apresentadas nesse trabalho, de forma prática em empresas, além disso, pode ser estudado como os principais fatores que dificultam a implementação se apresentam no momento de aplicação dessas práticas e possíveis contra-medidas.

Atráves do presente trabalho, conclui-se que a MC e suas ferramentas e abordagens contribuem com resultados significativos quando implementadas em sistemas de produções, trazendo ganhos não apenas em resultados financeiros, mas também em diferentes pilares como segurança, qualidade e produtividade.

Por fim, conclui-se que o presente trabalho servirá como fonte de consulta para estudantes e profissionais interessados em obter uma visão geral da MC, sua aplicação em sistemas de produção, aplicações práticas da MC e os principais desafios de implementação. Afinal, esse é um tópico pouco abordado nos currículos dos cursos de engenharia química e de extrema importância para o desenvolvimento profissional.

6. REFERÊNCIAS

AHMAD, M. F.; YAN, T. L.; CHAN, S. W.; AHMAD, A. N. A.; RASI, R. Z. R. M.; RAHMAN, N. A. B. A.; NOR, N. H. M.; HASSAN, M. F.; HASHIM, F. A. **Continuous Improvement and its Barriers in Electrical and Electronic Industry**. *MATEC Web of Conferences*, Vol. 135, No. 1, 00045, 2017.

ANDERSSON, R.; ERIKSSON, H.; TORSTENSSON, H. **Similarities and differences between TQM, six sigma and lean**. *The TQM Magazine*, Vol. 18 No. 3, p. 282-296, 2006.

ANICETO, G.; SIQUEIRA, C.; NUNES, D. **A importância do Sistema Toyota de Produção para o desenvolvimento de empresas de seguimentos diversos**. *Revista Univap*, Vol. 22 No. 40, p. 587-592, 2017.

ARAUJO, L.E.D. **Nivelamento de Capacidade de Produção utilizando Quadros de Heijunka em Sistemas Híbridos de Coordenação de Ordens de Produção**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

BALAJI, K. C.; GOPAL, P. **Continuous Improvement In Just In Time Manufacturing (Jit), A Systematic Literature Review**. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 2021 Vol. 6 No. 2, ISSN No. 2455-2143, p. 77-94.

BANUELAS, C. R., ANTONY, J. **Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations**. *The TQM Magazine*, Vol. 14 No. 2, p. 92-99, 2002.

BANUELAS, R., ANTONY, J. **Going from six sigma to design for six sigma: an exploratory study using analytic hierarchy process**. *The TQM Magazine*, Vol. 15 No. 5, p. 334-344, 2003.

BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. **An Evolutionary Model of Continuous Improvement Behavior**. *Technovation*, Vol. 21 No. 2, p. 67-77, 2001.

BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GILBERT, J.; HARDING, R.; WEBB, S. **Rediscovering continuous improvement**. *Technovation*, Vol. 14 No. 1, p. 17-29, 1994.

BESSANT, J., LAMMING, R., NOKE, H., PHILIPS, W. **Managing Innovation beyond the Steady State**. *Technovation*, Vol. 25, p. 1366–1376, 2005.

BHUIYAN, N.; BAGHEL, A. **An overview of continuous improvement: from the past to the present**. *Management Decision*, Vol. 43 No. 5, p. 761-771, 2005.

BHUIYAN, N.; BAGHEL, A.; WILSON, J. **A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company.** *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 55 No. 8, p. 671-687, 2006.

BOGO, S. E. S. **Manutenção preventiva de equipamentos produtivos e seu impacto na redução dos gargalos no processo industrial em uma empresa do ramo eletroeletrônico do PIM.** 123 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

BRIALES, J. A.; FERRAZ, F. T. **Melhoria contínua através do Kaizen.** *Revista eletrônica de economia*, No. 7, 2006.

CHIARINI, A.; BACCARANI, C.; MASCHERPA, V. **Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy:** A conceptual analysis from the perspective of Zen Buddhism. *The TQM Journal*, Vol. 30 No. 4, p. 425-438, 2018.

CARVALHO, J. D. **Continuous Improvement In Organizations.** Dinamarca: *Rivers Publishers*, 2022.

Diagrama Ishikawa: o que é, para que serve e como usar o diagrama espinha de peixe. Zhukova, N., 2022. Disponível em: < <https://pt.semrush.com/blog/diagrama-ishikawa/>>. Acesso em: 23 de ago. de 2024.

DIGALWAR, A.; SANGWAN, K. S. **Role of Knowledge Management in World Class Manufacturing: an Empirical Investigation.** *IEEE International Conference On Industrial Engineering And Engineering Management (IEEM)*, p. 415-419, 2011.

DROHOMERETSKI, E.; COSTA, S. E. G.; LIMA, E. P.; GARBUIO, P. A. D. R. **Lean, six sigma and lean six sigma:** an analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, Vol. 52 No. 3, p. 804-824, 2014.

DMAIC. Kaizen Institute, Escobar, J., 2010. Disponível em: <<http://br.kaizen.com/artigos-elivros/artigos/dmaic.html>>. Acesso em: 23 de ago de 2024.

FAZINGA, W. R. **Particularidades da construção civil para implantação do trabalho padronizado.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

FRAGA, G. **Melhoria contínua:** um estudo sobre a filosofia kaizen em uma indústria. 2020. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2020.

FONSECA, F. M. A. L. C. **Aumento de produtividade através da aplicação da ferramenta VSM**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2018.

GAJDZIK, B. **World Class Manufacturing in metallurgical enterprise**. *Metallurgija*, Vol. 52 No. 1, p. 131-134, 2013.

GARCIA-SABATER, J. J.; MARIN-GARCIA, J. A.; PERELLO-MARIN, M. R. **Is Implementation of Continuous Improvement Possible?** An Evolutionary Model of Enablers and Inhibitors. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, Vol. 0 No. 0, p. 1-14, 2011.

GONÇALVES, A. L. **Kaizen para inovação**: ensaio sobre a gestão de melhorias contínuas aplicadas ao programa de estudos e pesquisas PEP-ROHM em prol da formação de lideranças transformadoras no ensino superior da UFRJ. 2021. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) - Faculdade de Administração e Ciências Contábeis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

GONZALEZ, R. V. D.; MARTINS, M. F. **Melhoria contínua e aprendizagem organizacional**: múltiplos casos em empresas do setor automobilístico. *Gestão e Produção*, Vol. 18 No. 3, p. 473-486, 2011.

GONZALEZ, R. V. D.; MARTINS, M. F. **Melhoria contínua no ambiente ISO 9001:2000**: estudo de caso em duas empresas do setor automobilístico. *Produção*, Vol. 17 No. 3, p. 592-603, Set./Dez. 2007.

GROSELLI, A. C. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. 2014. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

HAQUE, B.; JAMES-MOORE, M. **Applying lean thinking to new product introduction**. *Journal of Engineering Design*, Vol. 15 No.1, p. 1-31, 2004.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our competitive edge**: competing through manufacturing, New York: *Wiley*, 1984.

IRANI, Z., BESKESE, A., LOVE, P. E. D. **Total quality management and corporate culture**: constructs of organizational excellence. *Technovation*, Vol. 24 No. 8, p. 643-650, 2004.

JAGER, B.; MINNIE, C.; JAGER, J.; WELGEMOED, M.; BESSANT, J.; FRANCIS, D. **Enabling continuous improvement**: a case study of implementation. *Journal of Manufacturing technology Management*, Vol. 15 No. 4, p. 315-324, 2004.

JAGUSIAK-KOČIK, M. **PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company** – a case study. *Production Engineering Archives*, Vol.14, p. 19-22, 2017.

KEHR, T. W.; PROCTOR, M. D. **People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis.** *Quality and Reliability Engineering International*, Vol. 33 No. 4, p. 921-930, 2016.

LIZARELLI, F. L.; TOLEDO, J. C. **Identificação de relações entre Melhoria Contínua e Inovação de produtos e processos por meio de revisão bibliográfica sistemática.** *Gestão e Produção*, Vol. 22 No. 3, p. 590-610, 2015.

LIZARELLI, F. L.; TOLEDO, J. C. **Práticas para a melhoria contínua do Processo de Desenvolvimento de Produtos: análise comparativa de múltiplos casos.** *Gestão e Produção*, Vol. 23 No. 3, p. 535-555, 2016.

MARTIN, K.; OSTERLING, M. **Metrics-based process mapping: identifying and eliminating waste in office and services processes.** *CRC Press, Taylor & Francis Group*, 2013.

MATSUO, M.; NAKAHARA, J. **The effects of the PDCA cycle and OJT on workplace learning.** *The International Journal of Human Resource Management*, Vol. 24 No. 1, p. 195–207, 2012.

MCLEAN, R.; ANTONY, J. **Why continuous improvement initiatives fail in manufacturing environments? A systematic review of the evidence.** *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 63, p. 370–376, 2013.

MELLO, M. F. D.; CUNHA, L. A.; SILA, N. J.; ARAÚJO A. C. **A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para a melhoria de processo em indústria metal mecânica- um estudo de caso.** *Exacta*, Vol. 15 No. 4, p. 63-75, 2016.

MENDES, R.; MATTOS, M. **Knowledge Management and World Class Manufacturing: an initial approach based on a literature review.** *Perspectivas em Ciência da Informação*, Vol. 22 No. 2, p. 244-263, 2017.

MURRAY, P.; CHAPMAN, R. **From continuous improvement to organisational learning: developmental theory.** *The Learning Organization*, Vol. 10 No. 5, p. 272-282, 2003.

NÄSLUND, D. **Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods?.** *Business Process Management Journal*, Vol. 14 No. 3, p. 269-287, 2008.

OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large Scale Production.** *Productivity Press*, New York, 1988.

OLIVEIRA, A. C. M. D.; KUHL, C.; PRADO, A. E.; GORGULHO, G.; PACAGNELLA JUNIOR, A. C. **Estudo de implementação do Pilar de Melhoria Focada da**

Metodologia World Class Manufacturing (WCM) em uma empresa do setor automotivo do interior de São Paulo. *Espacios*, Vol. 36 No. 10, p. 11, 2015.

OROPESA-VENTO, M.; GARCÍA-ALCARAZ, J. L.; RIVERA, L.; MANOTAS D. F. **Effects of management commitment and organization of work teams on the benefits of Kaizen: Planning stage.** *Dyna*, Vol. 82 No. 191, p. 76-84, 2015.

Os 8 tipos de desperdícios e estratégias de como reduzi-los. Ferreira, J. P., 2018. Disponível em: < <https://uniengenhariadealimentos.blogspot.com/2018/05/os-8-tipos-de-desperdicios-e-como.html>>. Acesso: 23 de ago. de 2024.

PINTO, J. **Introdução ao pensamento Lean** – A filosofia das organizações vencedoras. *Lidel Edições Técnicas Lda*, 2014.

RAISINGHANI, M. S.; ETTE, H.; PIERCE, R.; CANNON, G.; DARIPALY, P. **Six Sigma: concepts, tools, and applications.** *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 105 No. 4, p. 491-505, 2005.

REZENDE, D. D. **Melhoria Contínua: Implementação de um modelo para melhoria de indicadores de desempenho fabril.** 2018. 94 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

ROSA, B. M. T. **Implementação da abordagem Kaizen numa organização.** Dissertação de Mestrado. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2022.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to See: Value-stream Mapping to Create Value and Eliminating Muda.** *Lean Enterprise Institute*, 2006.

SALGADO, E. G.; MELLO, C. H. P.; SILVA, C. E. S.; OLIVEIRA, E. S.; ALMEIDA, D. A. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos.** *Gestão & Produção*, Vol. 16 No. 3, p. 344-356, 2009.

SANTOS, J. M.; LOOS, M. J. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria têxtil.** Anais do VIII Simpósio de Engenharia de Produção, p. 1105-1120, 2020.

SAVOLAINEN, T.; HAIKONEN, A. **Dynamics of organizational learning and continuous improvement in six sigma implementation.** *The TQM Magazine*, Vol. 19 No. 1, p. 6-17, 2007.

SCHONBERGER, R. **World Class Manufacturing: the lessons of simplicity applied.** New York, NY: *Free Press*, 1986.

SILVA, L. C.; OLIVEIRA, M. C.; SILVA A. F. **Implementação da metodologia Seis Sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma indústria automotiva.** *Exacta*, Vol. 15 No. 2, p. 223-232, 2017.

SILVA, J. F. M. **Otimização do processo de fabricação de estantes metálicas: estudo de caso da metodologia WCM (World Class Manufacturing) em uma empresa de baterias chumbo-ácido.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção. Caruaru: Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

SIMAS, A. F. L. **Gestão visual em sistemas Lean: Metodologia de Uniformização.** Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2016.

SINGH, J.; SINGH, H. **Continuous improvement approach: State-of-art review and future implications.** *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 3 No. 2, p. 88-111, 2012.

SINGH, J.; SINGH, H. **Continuous improvement philosophy – literature review and directions.** *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 22 No. 1, p. 75-119, 2015.

SMĘTKOWSKA, M.; MRUGALSKA, B. **Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study.** *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Vol. 238, p. 590-596, 2018.

SOUZA, V. B.; AZEVEDO, A. T. **Proposta de um modelo de análise de decisão na manutenção utilizando o diagrama de ishikawa com o método multicritério promethee em equipamentos.** XIX Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha. Rio de Janeiro, 2019.

SUÁREZ-BARRAZA, M. F.; MIGUEL-DÁVILA, J. Á. **Implantação do Kaizen no México: Um estudo exploratório de uma aproximação gerencial japonesa no contexto latino americano.** *Innovar*, Vol. 21 No. 41, p. 19-38, 2011.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. **The Functions of Visual Management.** *Proceedings of the International Research Symposium*, Salford, UK. p. 201-219, 2009.

TRANCHO, E. M. M. **Metodologia Kaizen e a Melhoria Contínua no Chão de Fábrica da Tridec.** 2022. 86 f. Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial – Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, 2022.

VALENTE, C. P. **Modelo para Concepção e Avaliação de Dispositivos Visuais na Gestão da Produção na Construção.** Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.