



UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

FRANCISCA GISELLY MARTINS LIMA

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) E CULTURA DE EXCELÊNCIA
OPERACIONAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO**

FORTALEZA

2026

FRANCISCA GISELLY MARTINS LIMA

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) E CULTURA DE EXCELÊNCIA
OPERACIONAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima De Franca.

FORTALEZA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L698m Lima, Francisca Giselly Martins.
Manutenção produtiva total (TPM) e cultura de excelência operacional na indústria de alimentos : uma
revisão / Francisca Giselly Martins Lima. – 2026.
87 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2026.
Orientação: Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima De Franca.

1. Eficiência produtiva. 2. Melhoria contínua. 3. Gestão da qualidade. I. Título.

CDD 664

FRANCISCA GISELLY MARTINS LIMA

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) E CULTURA DE EXCELÊNCIA
OPERACIONAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovada em: 15/01/2026

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ítalo Waldimiro de Lima De Franca
(Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Tiago Lima de Albuquerque
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng^a Laura Morais Leite
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

A Deus.

Aos meus pais, Girlandia e Glauber.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por todas as oportunidades e portas que abriu em meu caminho que me levaram a onde estou hoje. Não deixarei de louvá-lo e agradecê-lo.

A Nossa Senhora, por todas as interseções e por ter ouvido minhas orações.

Agradeço aos meus pais, Girlandia e Glauber, por sempre me incentivarem a me dedicar aos estudos e colocá-los como prioridades sempre. A vocês meu mais sincero obrigado, sei que não foi fácil mas sei que estão orgulhosos de onde cheguei e prometo que não irei parar por aqui.

Ao meu irmão João Gabriel, obrigada por me ouvir e por acreditar na minha trajetória. Espero ter a paixão que você tem na sua vida profissional e ter a inteligência que você possui.

Não poderia deixar de agradecer a meus avós, Izaira, João e Maria Helena. Dona Bença, muito obrigada por todo incentivo, as suas histórias, sua alegria e a sua força de vida me ensinaram e me fizeram suportar o processo. Vô João, o senhor é um exemplo de vitória, de pessoa e de sabedoria, espero ser 1% do que o senhor foi na sua trajetória. Vó Izaira, a senhora acompanhou todo meu caminho da educação infantil ao ingresso na universidade, sei que estaria muito orgulhosa e muito feliz, sua neta agora se tornará engenheira, seu sonho da minha formatura está mais perto do que nunca.

Obrigada ao meu namorado Lucas, você me viu chorar por uma prova difícil e me viu explicar algo empolgada. Obrigada por não duvidar de mim mesmo quando eu desacreditava.

Obrigada aos meus amigos que me ajudaram em todos os momentos, sei que sem vocês não teria conseguido.

Meu obrigada especial a Sara Ellen, por nossa trajetória na universidade, sem você não teria conseguido.

Obrigada ao meu orientador Prof. Dr. Ítalo Waldimiro, por todo suporte durante os últimos semestres e por todo apoio na construção desse trabalho. Obrigada, professor!

Obrigada a todos que fizeram parte desse momento especial e único na minha vida. Sei que sem vocês tudo teria sido mais difícil. Meus mais sinceros, muito obrigada!

“Nosso destino vive dentro de nós. Você só precisa ser corajosa o suficiente para enxergar isso” (Valente, 2012).

RESUMO

A indústria de alimentos caracteriza-se por processos produtivos complexos, alta competitividade e rigorosas exigências relacionadas à qualidade e à segurança dos alimentos. Nesse cenário, a busca pela excelência operacional torna-se essencial para garantir eficiência, redução de perdas e sustentabilidade dos processos industriais. Dentre as metodologias aplicadas para esse fim, destaca-se a Manutenção Produtiva Total (TPM), que propõe a integração entre pessoas, processos e equipamentos, promovendo a melhoria contínua e o aumento da confiabilidade operacional. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica, a relação entre o TPM e a cultura de excelência operacional na indústria de alimentos. A metodologia adotada baseia-se em pesquisa bibliográfica realizada em bases de dados científicas, livros e documentos técnicos, contemplando publicações nacionais e internacionais. Os resultados levantados durante o estudo expressam que a aplicação estruturada dos pilares do TPM contribui significativamente para a redução de falhas, eliminação de perdas, melhoria do desempenho dos equipamentos e fortalecimento da cultura organizacional, essas melhorias refletem nos resultados de eficiência e contribuem para ganhos produtivos e monetários. Conclui-se que o TPM, quando integrado às práticas de gestão da qualidade e à cultura de melhoria contínua, atua como um importante suporte para o alcance da excelência operacional na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Eficiência produtiva; Melhoria contínua; Gestão da qualidade.

ABSTRACT

The food industry is characterized by complex production processes, high competitiveness, and rigorous demands related to food quality and safety. In this scenario, the pursuit of operational excellence becomes essential to guarantee efficiency, loss reduction, and sustainability of industrial processes. Among the methodologies applied for this purpose, Total Productive Maintenance (TPM) stands out, proposing the integration of people, processes, and equipment, promoting continuous improvement and increased operational reliability. Thus, this work aims to analyze, through a literature review, the relationship between TPM and the culture of operational excellence in the food industry. The methodology adopted is based on bibliographic research carried out in scientific databases, books, and technical documents, including national and international publications. The results obtained during the study show that the structured application of the pillars of TPM contributes significantly to the reduction of failures, elimination of losses, improvement of equipment performance, and strengthening of the organizational culture; these improvements are reflected in efficiency results and contribute to productive and monetary gains. It can be concluded that TPM, when integrated with quality management practices and a culture of continuous improvement, acts as an important support for achieving operational excellence in the food industry.

Keywords: Productive Efficiency; Continuous improvement; Quality Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - As cinco revoluções industriais.....	23
Figura 02 - Categorias do STP	30
Figura 03 - A casa Toyota: pilares Lean.....	31
Figura 04 - Palavra Kaizen	32
Figura 05 - Curva de forma de sino segmentada	35
Figura 06 - Ciclo PDCA	37
Figura 07 - Exemplo de diagrama de pareto.....	41
Figura 08 - Exemplo de diagrama de ishikawa	42
Figura 09 - Utilização dos cinco por quês	43
Figura 10 - Exemplo de Formulário de aplicação FMEA.....	45
Figura 11 - Estrutura do cálculo do OEE.....	51
Figura 12 - Evolução das técnicas de manutenção	54
Figura 13 - Iceberg da quebra.....	59
Figura 14 - Os 8 pilares do TPM.....	61
Figura 15 - Os 7 passos da manutenção autônoma.....	63
Figura 16 - Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke.....	68
Figura 17 - As 6 principais perdas que impactam no OEE.....	72
Figura 18 - Evolução de uma indústria de alimentos com aplicação do TPM	77
Figura 19 - Evolução de uma indústria de bebidas com aplicação do TPM	77
Figura 20 - Aumento do OEE em uma manufatura de biscoitos	78
Figura 21 - Redução das paradas em uma linha de processamento de aves.....	79
Figura 22 - Indicadores de disponibilidade e desempenho.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Palavras chave para busca	19
Quadro 02 - Fundamentos para atingir a excelência operacional.....	26
Quadro 03 - Exemplo da aplicação do 5W2H.....	40
Quadro 04 - Perdas inerentes ao processo.....	48
Quadro 05 - Classificações dos tempos para o OEE.....	50
Quadro 06 - Classificação dos resultados do OEE.....	51
Quadro 07 - Significado da sigla TPM.....	57
Quadro 08 - Funções vs. Responsabilidades TPM.....	58
Quadro 09 - Etapas da implementação do TPM.....	60
Quadro 10 - Identificação de Etiquetas.....	64
Quadro 11 - Benefícios das implementação das ISO's.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Impactos do nível sigma para uma organização.....	34
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	<i>What?, Why?, Where?, When?, Who?, How? E How Much?</i>
ABIA	Associação Brasileira de Indústria de Alimentos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
DMAIC	Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar
FMEA	Análise de Modos de Falhas e Efeitos
IA	Inteligencia Artificial
IoT	Internet das Coisas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIPM	<i>Japanese Institute of Plant Maintenance</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LPP	Lição ponto a ponto
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check e Action</i>
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
RPN	Índice de Prioridade de Risco
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	Manutenção Produtiva Total

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

σ Sigma

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. Objetivo geral.....	18
2.2. Objetivos específicos.....	18
3. METODOLOGIA.....	19
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	20
4.1. O contexto da indústria de alimentos.....	20
4.1.1. Características do setor alimentício.....	20
4.1.2. Desafios produtivos e tecnológicos.....	21
4.1.2.1. Competitividade, qualidade e segurança de alimentos.....	21
4.2. Transformações Industriais.....	22
4.2.1. Impactos da digitalização e automação no setor alimentício.....	24
4.3. Excelência operacional: conceitos e dimensões.....	25
4.3.1. Definição.....	25
4.3.2. Melhoria contínua: princípios e ferramentas associadas.....	27
4.3.2.1. Metodologia Lean.....	29
4.3.2.2. Kaizen.....	32
4.3.2.3. Six Sigma.....	33
4.3.2.4. DMAIC.....	35
4.3.2.5. PDCA.....	36
4.3.2.6. 5W2H.....	39
4.3.2.7. Diagrama de Pareto.....	40
4.3.2.8. Diagrama de ishikawa.....	41
4.3.2.9. Cinco por quês.....	42
4.3.2.10. FMEA.....	43
4.3.2.11. Poka-yoke.....	45
4.3.3. Indicadores de desempenho e gestão de resultados.....	46
4.3.3.1. KPIs.....	47
4.3.3.1.1. OEE.....	47
4.3.4. Cultura organizacional e comprometimento com a melhoria contínua.....	52
4.4. TPM: histórico, pilares, indicadores.....	53
4.4.1. Origem e evolução do TPM.....	53
4.4.2. Fundamentos e objetivos.....	56
4.4.3. Estrutura do TPM: Os Oito Pilares.....	61
4.4.3.1. Manutenção autônoma.....	62
4.4.3.2. Manutenção planejada.....	65

4.4.3.3. Melhorias específicas.....	65
4.4.3.4. Educação e Treinamento.....	66
4.4.3.5. Controle inicial.....	66
4.4.3.6. Manutenção da Qualidade.....	66
4.4.3.7. Segurança, Saúde e Meio Ambiente.....	66
4.4.3.8. TPM administrativo.....	67
4.4.4. Ferramentas de auxílio ao TPM.....	67
4.4.4.1. 5 sentidos.....	67
4.4.4.2. Lição ponto a ponto.....	70
4.4.4.3. Just-in-time.....	70
4.4.4.4. Check-lists.....	71
4.4.4.5. Controles visuais.....	71
4.4.5. As Seis Grandes Perdas e o Impacto no OEE.....	71
4.5. Cultura de melhoria contínua e o engajamento pessoal.....	73
4.5.1. O Papel do TPM na Criação da Cultura.....	73
4.5.2. Educação, treinamento e desenvolvimento de habilidades.....	73
4.6. Integração do TPM com normas de gestão e segurança alimentar.....	74
4.6.1. Padronização e certificação de qualidade (ISO 9001 e ISO 22000).....	74
4.7. Análise da aplicação: TPM no chão de fábrica de alimentos.....	76
4.7.1. Casos de sucesso e boas práticas documentadas.....	76
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS.....	81

1. INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos representa um dos setores mais dinâmicos e estratégicos da economia global, caracterizando-se pela alta competitividade, pela complexidade dos processos produtivos e pela necessidade de garantir qualidade e segurança em larga escala. Segundo informações divulgadas pela ABIA (Associação Brasileira de Indústria de Alimentos), em 2024, as indústrias brasileiras de alimentos e bebidas possuíam 41 mil empresas que produziam 273 milhões de toneladas por ano, assim, contribuíram com 10,8% do PIB (Produto Interno Bruto) do país. Sendo assim, um dos maiores segmentos, produzindo em larga escala, em processos complexos e devendo atingir altos padrões de qualidade, o gerenciamento desse sistema deve ser eficiente e sustentável, abrangendo todos os processos que o compõem.

Tratando-se de processos alimentícios em produções constantes que movimentam diversos tipos de investimentos, as perdas ou a falta de controle dos processos vão além do financeiro, com a possibilidade de processos sem definição comprometer a saúde e o bem estar do consumidor final. Nesse sentido, busca-se atingir a excelência operacional nos processos. Para Alheiros (2022), a excelência operacional é entendida como um modelo de condução empresarial onde a geração de custos se faz mais competitiva do mercado tornando a empresa firme as variações negativas do mercado. Assim, busca-se atingir um elevado desempenho com processos estruturados, tornando um processo eficiente e com qualidades de atender a exigência mercadológica.

O conceito de excelência operacional foi difundido em 1982, com os princípios do Sistema Toyota de Produção (TPS), com o conceito de Lean Manufacturing, traduzido do inglês, Manufatura Enxuta. Sendo essa uma metodologia que direciona à excelência. Dentre as metodologias, se destaca a TPM (*Total Productive Maintenance*), traduzido como Manutenção Produtiva Total, cuja aplicação tem se mostrado estratégica em diversos segmentos industriais, incluindo o setor alimentício.

O TPM é uma metodologia nascida na década de 70 no Japão, com raízes no Grupo Toyota, sendo aplicado no Brasil somente em meados de 1986. Seu objetivo central é ligar as pessoas ao processo, ou seja, possui como base a integração de todos presentes na planta fabril para melhorar a eficiência dos equipamentos, tendo como foco principal o operacional, sendo treinados para desenvolver tarefas mais simples com maior conhecimento sobre o equipamento sendo desenvolvido para eliminação de perdas e defeitos na produção. Sua aplicação é baseada em oito pilares, sendo eles: Manutenção Autônoma, Manutenção

Planejada, Melhoria Específica, Manutenção da Qualidade, Educação e Treinamento, Controle Inicial, TPM Administrativo e Segurança, Higiene e Meio Ambiente, com aspectos focados em diferentes aspectos da melhoria contínua, passando por diferentes setores que integram a empresa. Dessa forma, o TPM não se limita apenas à manutenção, mas representa uma mudança cultural e pessoal voltada para a prevenção, a padronização de rotinas e o desenvolvimento da autonomia operacional e principalmente no modo de pensar. (Salomão, et. al, 2024; Alheiros, 2022).

No contexto da indústria de alimentos, a implementação do TPM apresenta desafios específicos, relacionados às exigências de higiene, rastreabilidade, segurança e qualidade impostas por legislações e normas internacionais, como as certificações FSSC 22000 e ISO 22000. Além disso, trata-se de um setor caracterizado por margens estreitas de lucro, alta perecibilidade das matérias-primas e variabilidade dos processos produtivos, fatores que reforçam a importância de práticas de gestão voltadas à eficiência global e à melhoria contínua. Nesse cenário, o TPM desponta como uma ferramenta essencial para fortalecer a cultura de excelência operacional, promovendo o alinhamento entre pessoas, processos e equipamentos. Contudo, observa-se que muitas indústrias alimentícias ainda enfrentam dificuldades na consolidação dessa cultura, seja pela ausência de capacitação adequada, pela resistência à mudança organizacional ou pela falta de indicadores que evidenciem os ganhos reais do TPM a longo prazo.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica, a relação entre a Manutenção Produtiva Total (TPM) e a cultura de excelência operacional na indústria de alimentos, evidenciando como a aplicação estruturada de seus pilares contribui para o aumento da eficiência produtiva, da confiabilidade dos processos e do engajamento das equipes. Também se busca compreender de que forma a integração do TPM à gestão de rotina e à cultura organizacional impacta os resultados operacionais e estratégicos das empresas do setor alimentício.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar, por meio de uma revisão bibliográfica, a relação entre a Manutenção Produtiva Total (TPM) e a cultura de excelência operacional na indústria de alimentos.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar o setor industrial de alimentos, descrevendo seus principais desafios produtivos, tecnológicos e as exigências relacionadas à qualidade e segurança dos alimentos.
- Analisar o conceito de excelência operacional e a aplicação das ferramentas da qualidade e metodologias na busca da melhoria contínua na indústria de alimentos.
- Apresentar os fundamentos, a evolução e os pilares do TPM, evidenciando sua contribuição para a confiabilidade dos equipamentos, a redução de perdas e a segurança dos alimentos.
- Avaliar o papel da cultura organizacional, do engajamento dos colaboradores e da liderança na implementação de práticas de melhoria contínua.
- Integrar os princípios da excelência operacional e do TPM, com exemplos do chão de fábrica.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi-se realizado um levantamento bibliográfico nas plataformas: Google Acadêmico, Google Pesquisas e Scielo, contemplando trabalhos de pesquisa, monografias, além da utilização de livros. Para a seleção houve recorte temporal de 2005 a 2025 e como também foi-se considerado a relevância temática das publicações.

As palavras-chave utilizadas na busca estão presentes no Quadro 01. Os materiais selecionados foram filtrados de acordo com a aderência ao tema, a qualidade das fontes e a aplicabilidade prática dos conceitos apresentados.

Quadro 01 - Palavras chaves para busca

Palavras chaves utilizadas	
Tema	Palavras chaves
Manutenção Produtiva Total	TPM; Manutenção produtiva total.
Excelência Operacional	Excelência operacional; Produtividade; Gestão da qualidade; Eficiência Produtiva
Indústria de Alimentos	Processos produtivos; Segurança de alimentos
Evoluções industriais	Indústria 4.0; Indústria 5.0
Melhoria Contínua	Ferramentas de qualidade; Kaizen;

Fonte: Autoral

Além do recorte temporal adotado, foram considerados como critérios de seleção a relevância e a abrangência dos estudos, incluindo tanto publicações de âmbito nacional quanto internacional. Priorizaram-se trabalhos que apresentassem aplicações práticas do TPM na indústria de alimentos com descrição de estudos de caso, indicadores de desempenho, resultados mensuráveis, como ganhos de eficiência, redução de falhas, paradas ou desperdícios, além de análises comparativas entre situações antes e depois da implementação da metodologia. Também foram valorizadas pesquisas que discutem o impacto do TPM na cultura organizacional, no engajamento das equipes e na integração com outras ferramentas de excelência operacional, garantindo uma base teórica e empírica consistente para o estudo de literatura.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. O contexto da indústria de alimentos

4.1.1. *Características do setor alimentício*

A fase industrial ao longo dos anos passou por diversas mudanças, desde seu impulsionamento no século XX durante a segunda guerra mundial até os tempos atuais, mudanças essas que se expressam nos produtos que são comercializados sejam dos que possuem maior tecnologia de processo ao produto minimamente processado.

Gasparotto e Borsari (2023) definem a indústria de alimentos como uma linha de processos que geram a transformação de produtos provenientes da agricultura, pecuária e/ou pesca, com a finalidade de gerar alimento para consumo humano, sendo o alimento pronto ao consumo ou um ingrediente de uma preparação. É válido salientar que a indústria de alimentos é complementada pelos produtores rurais, distribuidores e comércios.

A aplicação de tecnologias atreladas a conservação e preservação de alimentos, são o que garantem a fixação do homem e suas práticas de subsistência atuais, além de operações unitárias de transformação que levam matérias primas a produtos industrializados com segurança à mesa do consumidor. Para Gasparotto e Borsari (2023), a indústria de alimentos pode ser expressada pelo processamento e a transformação de produtos de origem animal e/ou vegetal para alimentação humana ou animal. Assim, temos que a manufatura de alimentos não está apenas no polo industrial, mas na cadeia de abastecimento, seguindo dos produtores rurais, até a rede varejista.

Compreendendo um dos setores mais estratégicos da economia global, sendo responsáveis por atender uma das necessidades mais básicas do ser humano: a alimentação. No Brasil, o setor alimentício ocupa posição de destaque, representando 10,8% do Produto Interno Bruto (PIB) e 55,3% da contribuição da balança comercial da indústria de alimentos para o saldo total da balança comercial nacional. Ademais, o país figura entre os maiores produtores e exportadores mundiais de alimentos processados, evidenciando sua relevância tanto no cenário interno quanto internacional, sendo responsável por 1,8 milhões de empregos diretos e indiretos, alcançando cerca de 190 países. Assim, o setor alimentício se destaca não apenas pela sua relevância econômica, mas também pela complexidade de suas operações, pela necessidade de altos padrões de qualidade e pela constante pressão para inovar (ABIA, 2024).

4.1.2. *Desafios produtivos e tecnológicos*

O setor alimentício enfrenta barreiras com relação a seu produto de beneficiamento como por exemplo: perecibilidade dos produtos, sazonalidade, necessidade de rastreio e elevada complexidade da cadeia produtiva, necessitando alto planejamento com controle e aprimoramento das rotinas (Rocha, 2024).

Segundo Rocha (2024), a indústria de alimentos enfrenta desafios exponenciais devido à necessidade de globalização, às rigorosas regulamentações do governo e exigências cada vez mais altas dos consumidores.

4.1.2.1. *Competitividade, qualidade e segurança de alimentos*

Para manter e assegurar a qualidade e a confiabilidade da segurança alimentar em todas as etapas do processo e no produto acabado que seguirá ao consumidor, a indústria alimentícia possui métodos que são exigidos por legislação, por exemplo: as Boas Práticas de Manipulação (BPM) ou as Boas Práticas de Fabricação (BPF), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). No entanto, a alta demanda por alimentos de diferentes nichos, aliada às exigências de qualidade, segurança e inovação, torna insuficiente o uso apenas dos métodos clássicos para garantir competitividade e lucratividade. A adoção de outras ferramentas, que proporcionam uma visão mais ampla do processo produtivo, é essencial para assegurar não apenas maior qualidade, mas também melhor desempenho industrial, mas também a possibilidade de uma visão detalhada do processo com medição de sua eficiência, sabendo-se assim, onde estão seus pontos fortes e fracos. (Obara, 2018).

Segundo dados da ABIA no ano de 2024, as vendas brasileiras apresentaram um crescimento de 6,1%, alcançando 283 milhões de toneladas de alimentos, alcançando mais de 190 países, com as principais exportações sendo carnes e açúcar. Dessa maneira, temos uma demanda crescente por produção. Para destacar-se em meio competitivo industrial, deve-se adotar gerenciamento estratégico para atingir desempenho produtivo com excelência em processos.

Possuir vantagens competitivas, sejam dentro do âmbito brasileiro ou para construir raízes em exportações, as qualidades intrínsecas, crocância, sabor, cor, textura que são atributos perceptíveis pelo consumidor, e as extrínsecas, como, confiabilidade dos dizeres de rótulo, ausência de contaminação e qualidade de embalagens, ou seja, o atendimento às expectativas do consumidor final, são exigências incontestáveis, pois são elas que asseguram a permanência e o avanço de mercado (Artilha-Mesquita, et. al, 2021).

Segundo Artilha-Mesquita, et. al, (2021), a qualidade de um produto está relacionada a todas as etapas da cadeia de produção, desde a produção da matéria-prima até a distribuição ao consumidor. Para isso, cada indústria deve possuir conjunto de medidas e ações que assegure sua sistemática ligada à cadeia produtiva, e por consequência a segurança alimentar, como por exemplo Boas Práticas, APPCC, controle de fornecedores, rastreabilidade e cumprimento da legislação, garantindo a segurança e a conformidade do produto final. Além de normas de segurança alimentar ou selos de certificação internacionais, ferramentas da qualidade devem ser aplicadas para definir, mensurar, analisar, gerenciar, prevenir e propor soluções para as eventos que interferem no desempenho do processo produtivo, dando suporte ao atingimento dos padrões exigidos (Nascimento, et. al, 2017).

Para Farias (2025), a qualidade é algo que necessita de planejamento, levando sempre 3 focos em consideração: O cliente, o processo e o fornecedor. Atrelado a Rocha (2024) que explica como o processamento alimentício industrial, deve envolver três parâmetros, sendo eles: planejamento, controle e aprimoramento contínuo dos processos. Compreendendo os processos produtivos, o desenvolvimento de formas e práticas mais eficazes e sustentáveis para promoção da inovação, competitividade e qualidade dos produtos. Sendo esses três pontos primordiais para iniciar práticas de gestão de processos, visando a garantia de um bom produto final e maximizar a eficiência operacional.

Salviano e Bilac (2019) definem inovar como introduzir algo novo à existência e à ordem das coisas. Nesse processo temos a aprendizagem, a incerteza, questões pessoais e culturais. Para algo ser inovador, não necessita de tecnologia, basta ter olhar diferente do habitual, seja para um processo ou para uma nova estratégia de negócio. Sendo assim, a necessidade de pensar diferente se faz necessário, visto que as estruturas atuais podem não se fazer adequadas por longos períodos (Rocha, 2024).

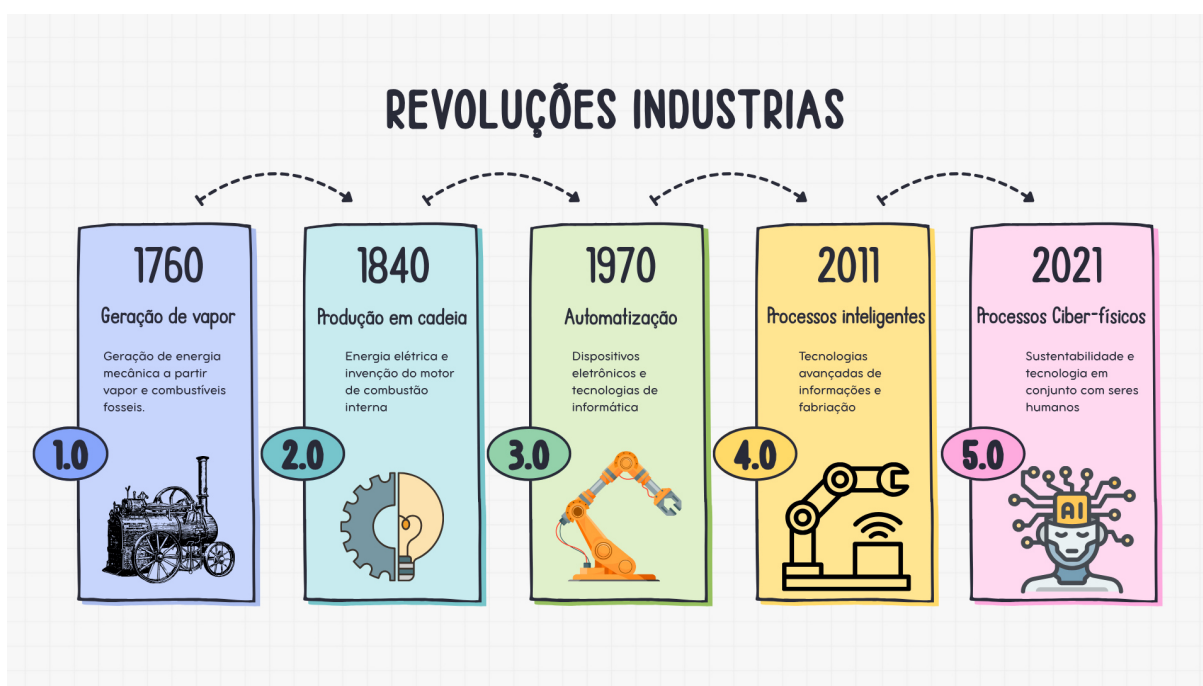
4.2. Transformações Industriais

Para Pereira e Santos (2022), ao passar dos últimos séculos, se desdobram quatro grandes revoluções industriais, cada uma deixando um marco diferente de níveis de tecnologia mais elevados. Como visto na Figura 01, a humanidade já passou por pelo menos 4 revoluções distintas, cada qual com sua importância e funcionalidade que moldou a industrialização de forma estratégica a época.

Assim, a primeira revolução teve o destaque na utilização das máquinas a vapor, tendo como principal fonte energética o carvão, levando a humanidade de um sistema agrícola feudal para uma sociedade produtiva, outras características são a utilização de ferro e a

intensificação do setor têxtil. Já a segunda revolução industrial, tendo como principais marcos a utilização da energia elétrica e do motor a combustão, além da industrialização com petróleo e eletricidade elevando a produção em larga escala, nesse período iniciou-se a aplicação de padronização de processos. A chamada terceira revolução se caracteriza pela utilização dos chips de silício, levando a indústria o conceito de automação. Quando fala-se da quarta era da indústria, trata-se de uma iniciativa para criar fábricas do amanhã, ou seja, fábricas inteligentes com objetivo de elevar a produção com tecnologia inovadora, como: Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e dispositivos em nuvem, buscado a junção da extração de dados em tempo reduzido e a suas interpretações (Pereira e Santos, 2022; Mendoza, 2025).

Figura 01 - As cinco revoluções industriais



Fonte: Adaptado de Alessio et. al. (2025) e Tipan e Garzon (2024).

Segundo Varbanova, et. al (2024), a quarta revolução industrial é caracterizada por avanços nas aplicações de sensores, interconectividade e análise de dados. Além disso, tem-se que no setor fabril inteligente é a chave para a quarta revolução, onde os maquinários mais complexos, mais automatizados trabalhem como uma comunicação social com o ser humano (Cioffi e Okana, 2022).

Para Tipan e Garzon (2024), atualmente estamos passando por uma transição entre a indústria 4.0 e 5.0. O termo "indústria 5.0" foi introduzido em 2021 pela Comissão Europeia a fim de redirecionar a utilização de tecnologia para uma forma mais competitiva e

complementar ao associá-la a uma relação positiva entre humano e máquina. Ou seja, a quinta revolução busca agregar valor ao processo produtivo, ao desenvolvimento de processos óbvios, criação de produtos e a busca por soluções através da união máquina e homem. Assim, visa-se obter resultados rápidos, sólidos e eficazes.

Já para Pereira e Santos (2022), a indústria 5.0 se aplica em fornecer um pensamento além de produtividade e eficiência como únicos objetivos, focando no papel da indústria para a sociedade. Dessa forma, a indústria 5.0 abraça os conceitos tecnológicos apresentados na 4.0 ressaltando a importância da vida humana, transitando para uma indústria mais sustentável.

A interseção entre humanos e máquinas deve ocorrer aplicando tarefas repetitivas, operacionais e simples seja executado por máquinas, deixando o homem com a capacidade analítica, criatividade e a tomada de decisão. Para isso, a utilização de algumas tecnologias se fazem necessárias como os gêmeos digitais (*Digital Twins*), *big data analytics*, cobots e a inteligência artificial. (Pereira e Santos, 2022; Tipan e Garzon; 2024)

4.2.1. Impactos da digitalização e automação no setor alimentício

A automação é definida como a aplicação de tecnologias com mínima interferência humana, com capacidade de otimizar processos e melhorar a eficiência. No âmbito das últimas revoluções das indústrias, o segmento de alimentos foi beneficiado com menor tempo para preparação para início das operações, entregas com maior fluidez e velocidade, flexibilidade de produção e aumento da produtividade. (Moran, et. al, 2025)

Para Alessio, et. al (2024), a industrialização 4.0 promove eficiência, precisão, padronização e agilidade, que no âmbito alimentício leva melhorias operacionais, detecção prévias de defeitos em embalagens e produtos em processos. Varbanova, et. al (2024), esclarece que a indústria 4.0 está relacionada a rápidas mudanças no desenvolvimento, fabricação, operação e sistemas de produção ao adicionar sistemas digitais em toda a cadeia de suprimentos integrando toda cadeia de valor de uma produção. Sendo as transformações digitais consideradas positivas na experiência do consumidor, na qualidade dos produtos, nos parâmetros de inovação, desse modo, elevando a rentabilidade e reduzindo defeitos de produção e retrabalho.

Bueno, et. al (2025), debate as transformações que o setor agrícola sofreu ao se tornar “agrodigital” com a aplicação das ferramentas das revoluções tecnológicas. Onde a aplicação de tecnologias no meio rural fortalece a competitividade agrícola intensificando a globalização do seguimento com a realização de exportações. Ademais, as transformações

sofridas podem auxiliar no possível risco de escassez alimentar devido a maior necessidade de alimentos e limitações das áreas produtivas. A utilização no campo de sensores, drones, dispositivos de mapeamento por satélite e máquinas inteligentes vem tornando o meio rural mais rentável, sustentável e seguro.

Também relatado por Bueno, et. al (2025) as alterações sofridas pela aquicultura, onde as ferramentas aplicadas possibilitaram um controle maior dos recursos hídricos, e parâmetros de qualidade, como monitoramento da água, do crescimento de microrganismos e otimização do sistema de alimentação. Exemplo disso é a aplicação de sensores que fornecem dados em tempo real auxiliando no controle dos parâmetros de processo, como temperatura, oxigênio dissolvido e pH. A obtenção de informação em velocidade maior possibilita ajustes mais precisos e tomadas de decisão em tempo mais hábil.

Assim, a aplicação de tecnologias mais avançadas, utilização da automação, inteligência artificial pode levar aos processos produtivos decisões mais assertivas e aprimoração da eficiência operacional. Além disso, a junção com tecnologias emergentes como realidade virtual, aumenta o valor das informações adquiridas aprimorando as decisões realizadas, tornando-as mais eficazes (Bueno, et. al, 2025).

Para Varbanova, et. al (2024), o sucesso da implementação da indústria tecnológica no segmento agroindustrial depende das dimensões tecnológica, organizacional e social. Assim, uma liderança presente e forte e a aplicação de uma gestão estratégica. Para Mendoza (2025), para atingir o mais alto padrão, o setor industrial depende do sistema de gestão que foi evoluindo desde a primeira era industrial.

4.3. Excelência operacional: conceitos e dimensões

4.3.1. Definição

A excelência foi definida por Harada (2000) como a conotação de algo está aberto sempre do novo ao melhor, sendo a qualidade do movimento de ação, indicando vitalidade, ou seja, a qualificação mais elevada do que é bom.

Para Machado (2012), eficiência é a capacidade de se obter mais com o menos possível. Assim, é a qualidade de se fazer com excelência sem perdas ou desperdícios, em outras palavras, o conceito de eficiência é produzir, ou fazer mais e melhor com o mínimo possível. Levando esse conceito a uma cadeia produtiva, seria produzir da forma correta, sem cometer erros, utilizando os recursos disponíveis da melhor forma, sem gerar perdas ou desperdícios, mantendo o padrão de custos ou se possível reduzindo-o.

Nesse sentido, para Alheiros (2022), a excelência operacional é uma forma de condução empresarial, onde ocorre uma construção multisetorial, para atingir metas estipuladas, como aspectos operacionais, qualidade e lucros. Assim, temos uma empresa mais competitiva no mercado. Assim, as empresas que adotam essa filosofia passam a ter processos estruturados, previsíveis e mensuráveis, permitindo respostas rápidas às mudanças e maior capacidade de inovação. Já, Neto (2018), conceitua a excelência operacional como uma evolução contínua dos conhecimentos para aumento da performance dos fluxos, seguindo um caminho de aprendizagem contínua.

Assim, a excelência operacional pode ser compreendida como uma filosofia de gestão que busca o alcance do desempenho máximo em todos os processos organizacionais, por meio da melhoria contínua, padronização, redução de desperdícios e engajamento das pessoas. Capacitando a equipe para visualizar interrupções no processo produtivo e resolvê-las de maneira autônoma. (Oliveira, 2025; Farias, 2025).

Neto (2018) ressalta que, para uma gestão voltada para a visão de excelência operacional, a premissa principal é o desenvolvimento de pessoas com foco em resultados. Assim, mudanças de culturas com base definidas devem ser traçadas envolvendo uma direção definida, ou seja, lideranças como estratégias, indicadores e aprendizado com vista para o negócio,

Segundo Oliveira (2025) existem 10 fundamentos principais que guiam a busca pela excelência operacional, explicitados no Quadro 02. Esses princípios, como respeito às pessoas, foco na qualidade, pensamento sistêmico e valorização dos processos, reforçam que a excelência não depende apenas de ferramentas técnicas, mas de uma mentalidade organizacional integrada e colaborativa. Já as premissas de uma liderança direcional, a busca pela perfeição e adoção do pensamento crítico promovem um ambiente de aprendizado constante e inovação. Na indústria de alimentos, a aplicação desses fundamentos é essencial para garantir eficiência produtiva, segurança dos alimentos e geração de valor ao cliente, alinhando a performance operacional com a responsabilidade social e a sustentabilidade

Quadro 02 - Fundamentos para atingir a excelência operacional

Fundamento	Descrição
Propósito	Incorporar visão e propósito
Respeito	Respeitar cada indivíduo
Qualidade	Garantir qualidade na fonte

Fluxo	Assegurar fluxo e geração de valor
Sistema	Pensar de forma sistêmica
Valor	Criar valor para os clientes
Processo	Focar em processo
Ciência	Adotar pensamento científico
Ambição	Buscar perfeição
Humildade	Liderar com humildade

Fonte: Adaptado de Oliveira (2025)

Silva e Silva (2021) esclarecem que o caminho para atingir a excelência operacional é percorrido utilizando metodologias, práticas e ferramentas de qualidade, como por exemplo: certificações ISO, metodologia *six sigma*, gestão de indicadores de desempenho, prática do *just-in-time*, além de filosofias com a manutenção produtiva total. Essas são consideradas impulsionadores de ações para atingir a melhoria contínua. Os autores comentam que a adoção dessas, consideradas facilitadores e impulsionadores na implementação das ações de melhoria contínua acarretam em atingir a definição de excelência operacional como um elevado e consistente nível de desempenho das operações de uma organização.

4.3.2. *Melhoria contínua: princípios e ferramentas associadas*

Salomão et. al (2024) afirma que desde os primeiros artesãos aperfeiçoando as suas técnicas de fabricação até os vastos campos fabris tecnológicos atuais a busca por melhoria é uma constante enraizada, significando um caminho de avanços e reflexos do desejo de ultrapassar limites e potenciais.

Melhoria contínua é definida por Yen-Tsang (2011) como a organização de um conjunto de processos de maneira contínua utilizando todo o corpo de uma organização para pequenas mudanças localizadas de forma coordenadas, com frequências e durações curtas. As alterações podem ser consideradas de baixo impacto quando analisadas isoladamente, mas quando vistas de maneira agrupadas possuem significados de alto nível. Desse modo, o objetivo deste processo está ligado a melhoria sustentáveis e contínuas do desempenho da organização.

Para Rocha (2024), um dos objetivos da prática de gerir um processo é assegurar a melhoria contínua do desempenho da organização, por meio da elevação do nível de qualidade de seus processos de negócio. A competência de melhorar continuamente tornou-se

primordial para manter qualquer negócio em atividade em um ambiente evolutivo e competitivo. Yen-Tsang (2011) explica que somente estratégias e práticas inovadoras não são suficientes para manter a competitividade ao decorrer do tempo, assim, entre as inovações se faz necessário a aplicação de atividades de melhoria contínua.

Yen-Tsang (2011) também esclarece que a melhoria contínua é a integração de filosofias organizacionais, estruturais e técnicas para atingir melhores níveis de desempenho sustentáveis nas atividades realizadas de maneira constante. Dessa forma, sendo necessárias pequenas mudanças com altas frequências em curtos períodos, que apesar de ter pouco impacto se analisados isoladamente somando-as contribuem significativamente para o desempenho geral.

Filosofia transformadora é como Salomão, et. al (2024) define a melhoria contínua. Sendo essa uma prática que não se limita a corrigir falhas ou otimizar processos existentes, porém, se atrela a criação de uma cultura enraizada na inovação e excelência como padrão máximo. Se firmando como a bússola para inúmeras organizações prosperarem no atual mercado competitivo.

A melhoria contínua possui sinergia com a inovação de produtos e processos, tendo em vista que a melhoria contínua busca aprimoramento constante e a inovação aplica novos elementos e abordagens, sendo esses conceitos complementares. (Salomão et al, 2024).

Segundo Neto (2018), na busca pela excelência, e conseqüente melhoria contínua, ocorre a aplicação de diferentes ferramentas que já são consagradas em gestão industrial devido a aplicação e disseminação no Japão pós-guerra, tais como: TQM (Total Quality Management - Gestão da Qualidade Total); TPM (Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total) e JIT (Just in Time – abastecimento de acordo com a necessidade real). Tais ferramentas são ligadas ao Sistema Toyota de Produção (STP).

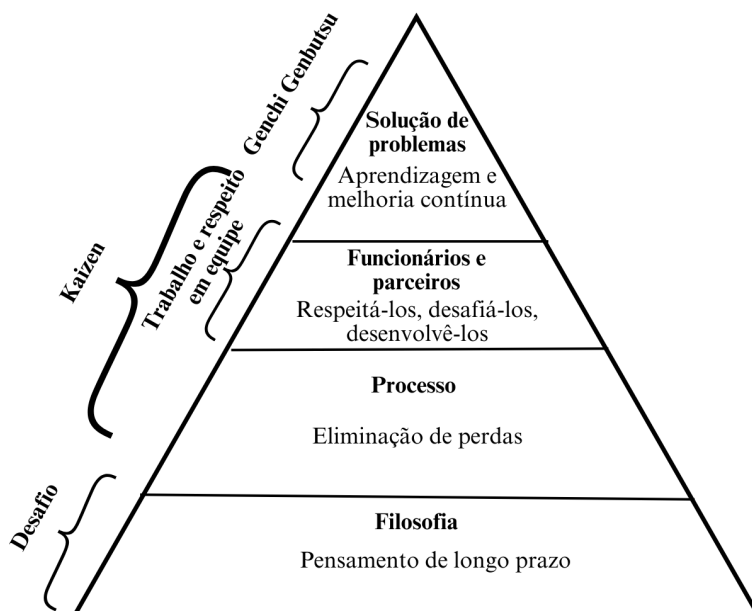
Salomão et. al (2024) comenta que a formalização das práticas inseridas permite que as melhorias sejam aplicadas de forma mais eficaz e mensurável. Com isso, garantindo um processo estruturado e formalizado para criação de uma cultura que busca a excelência, garantindo que a melhoria não seja um esforço único, mas algo contínuo. Farias (2025), direciona que as ferramentas podem ser diferenciadas em grupos de acordo com seu grau de complexidade e aplicação nos processos industriais, podendo ser para monitoramento, controle ou melhoria.

4.3.2.1. Metodologia Lean

Para Santos e Damy-Bernedetti (2022), a produção enxuta é uma filosofia que quando aplicada altera a forma de visualizar os processos, como também como agir diante das lacunas que causam problemas para a organização, como também altera o pensar e agir sobre perdas e desperdícios, visto que estes devem ser eliminados. Farias (2025), explica que existem sete tipos de perdas que devem ser reduzidas e futuramente eliminadas, são elas: os defeitos nos produtos, excesso de produção, estoques desnecessários, etapas de processamento desnecessárias, perda por espera, transporte, burocracias/movimentações desnecessárias. Sendo essas perdas, desperdícios de recursos que não agregam valor ao produto.

Cesário (2024) diz que o STP destaca-se por ser um método de produção viável devido ser eficiente para obtenção de lucro por se passar na redução de custos e aumento da produtividade. Esse sistema apresenta 14 premissas que podem ser agrupadas em quatro categorias denominadas do inglês 4P's: Philosophy (filosofia), Process (processo), People/partner (pessoas e funcionários) e Problem Solving (solução de problemas), como visto na Figura 02. Onde a filosofia destaca decisões de longo prazo e com valor ao consumidor final, processo com foco em fluxos eficazes de qualidade e redução de custos; pessoas e parceiros valorizam alinhamento em equipe; por fim, a solução de problemas possui enfoque em aprendizagem contínua e tomada de decisões. Todas as categorias guiam a busca por excelência.

Figura 02 - Categorias do STP



Fonte: Adaptado de Cesario (2024).

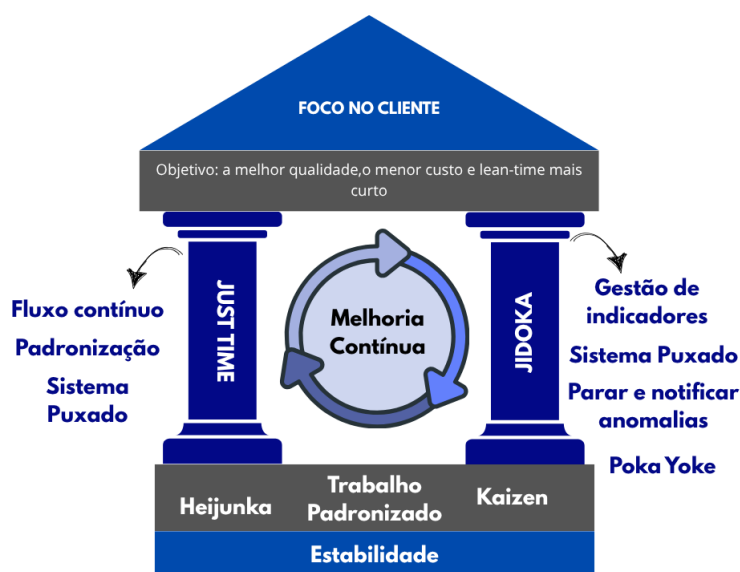
As premissas citadas por Cesario (2024) orientam a construção da excelência operacional, iniciando pela basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.

Assim, destaca-se a importância de criar um fluxo contínuo de processos para evidenciar problemas, utilizar sistemas puxados para evitar a superprodução, nivelar a carga de trabalho, parar os processos sempre que houver problemas de qualidade, utilizar controle visual para que as anomalias não passem despercebidas e empregar apenas tecnologias confiáveis e testadas, que apoiem pessoas e processos. No âmbito das pessoas e parcerias, enfatiza-se a necessidade de desenvolver líderes que vivenciem a filosofia organizacional, respeitar, desenvolver e desafiar os colaboradores e equipes e respeitar, desafiar e auxiliar os fornecedores, fortalecendo a cadeia produtiva. Por fim, no nível da aprendizagem organizacional, destacam-se as premissas de ver por si mesmo para compreender a situação real (*Genchi Genbutsu*), tomar decisões de forma lenta e consensual, considerando todas as alternativas, e implementá-las com rapidez (*Nemawashi*), promover a aprendizagem organizacional contínua por meio do Kaizen e estimular a solução sistemática de problemas, consolidando a melhoria contínua como elemento central da excelência operacional. (Cesario, 2024).

Dessa forma, ter uma visão *lean* é ter uma mente ágil com utilização de ferramentas concisas, voltadas ao operacional, desenvolvendo uma visão sistêmica do negócio aplicada a pessoas que estão aptas e inseridas no meio (Neto, 2018).

A casa do STP, como observado na Figura 03, é estruturada em 3 partes de componentes distintos: a fundação que constitui a base de todo o sistema, os pilares que são responsáveis por todo suporte aos objetivos e ao telhado e no teto é onde se constitui simbolicamente os objetivos que planejam ser alcançados. Os dois pilares são necessários para sustentar a metodologia, sendo eles *just-in-time* e *jidoka* (autonomação).

Figura 03 - A casa Toyota: pilares Lean



Fonte: Adaptado de Júnior (2013).

O sistema *just-in-time* é uma forma de gerenciamento no qual materiais ou produtos são produzidos ou adquiridos somente conforme demanda, visando reduzir custos e melhorar a qualidade logística e de fabricação. Já a autonomação ou automação com toque humano explicita a ideia que a presença de um operador para a máquina só se faz necessária para ajustes ou intervenção em paradas, não sendo aplicada ao funcionamento normal. (Cesário, 2024; Júnior, 2013)

Para garantir os objetivos *lean* é necessário gerir para resolver as problemáticas já existentes na sua causa raiz, além de promover ações preventivas. Para isso, os profissionais devem ser efetivos nas tomadas de decisões e com o *mindset* ágil. Dessa forma, para uma atuação eficiente deve ocorrer a aplicação sistemática de um método que auxilie no desenvolvimento e detecção dos problemas (Santos e Damu-Benedetti, 2022).

4.3.2.2. Kaizen

Com a finalidade de sempre atingir suas metas e eliminar cada vez mais até erradicar perdas e defeitos, ou seja, melhorar continuamente. Essa metodologia está baseada sempre em soluções de baixo custo que estejam conectadas com criatividade que se concentrem na melhoria dos processos da rotina de trabalho, podendo ser aplicada em qualquer processo produtivo que tenha atividades rotineiras e padronizadas. (Briales e Ferraz, 2006)

Como visto na Figura 04, a palavra Kaizen deriva dos caracteres japoneses KA (mudar) e ZEN (bem), possuindo como finalidade a redução de desperdícios nos processos produtivos e a busca pela melhoria contínua dos produtos. Para Júnior (2013), o kaizen envolve mudar o modo como as coisas são. Briales e Ferraz (2006), explicita que o kaizen utiliza estratégias fundamentadas no tempo. Com base nela, os pontos chaves para a manufatura ou processos produtivos envolvem qualidade com pensamento de como melhorá-la, os custos com foco em redução e controle e entrega garantindo a sua pontualidade. Se ocorrer falha nesses três parâmetros, o processo estará em desvantagem competitiva e em dificuldade de sustentabilidade em comparação com mercado atual.

Figura 04 - Palavra Kaizen



Fonte: Briales e Ferraz (2006).

Para Salomão et al. (2024), a abordagem mais conhecida da melhoria contínua é a Kaizen que se baseia em pequenas melhorias regulares desenvolvidas por funcionários a todos os níveis identificando e implementando o que pode melhorar a eficiência e a produtividade do seu trabalho. As melhorias não necessitam ser complexas, fazer kaizen ocorre quando ferramentas são reorganizadas para maior agilidade na rotina ou fluxos são redesenhados para reduzir perdas.

Para um Kaizen obter sucesso o primeiro passo é a formação de uma equipe

multifuncional. Sendo a formação de uma equipe multidisciplinar com conhecimentos técnicos na área devem ser características implícitas para seguir com constantes aperfeiçoamentos. Essa ferramenta utiliza a interação e a colaboração dos envolvidos aplicando disciplina, atitude e responsabilidade. Além disso, a complexidade dos trabalhos aumenta a cada momento, como também o trabalho em equipe possibilita aprendizagem em conjunto e motivação para tirar o desenvolvimento (Briales e Ferraz, 2006; Cesario, 2024).

Cesario (2024) reforça que a presença de uma equipe multidisciplinar na prática de um Kaizen deve ser apoiada em três pilares: limpeza, eliminação de desperdício e padronização. A limpeza é baseada na ferramenta 5s. Já a eliminação de desperdício é relacionado a revisão de qualquer atividade que que utilize recursos sem agregar valor significativo. Já a padronização é a adoção de um processo mais acessível, estável e seguro para os colaboradores.

Dessa maneira, o fazer kaizen se baseia na realização de um projeto de melhoria em um determinado setor ou parte produtiva, executado em um período de tempo determinado por uma equipe multifuncional com objetivo de alcançar metas pré estabelecidas. Durante a execução, os membros da equipe aplicam ferramentas para possibilitar a redução de desperdícios e buscar a solução de problemas. Tendo muitos benefícios adquiridos quando é bem aproveitado o Kaizen, os membros da equipe se aproximam, melhora a qualidade dos produtos, gera aumento na produtividade e diminuição de desperdícios, como consequência os clientes ficam mais satisfeitos com o serviço recebido

4.3.2.3. *Six Sigma*

Na década de 80, a empresa Motorola constatou que havia grande variabilidade em seus processos, que ocasionaram perdas e custos. As variações para o Mikel Harry, engenheiro responsável pela aplicação do técnico. Significam o desvio padrão da média, representada pela letra grega sigma (σ) (Brito, 2008; Silva, et. al, 2020).

Segundo Gasparotto e Borsari (2023) o seis sigma é uma estratégia e gestão baseada em números, ou seja, trabalhando com dados estatísticos buscando aumento da produtividade, redução de custos e satisfação do cliente final. Sendo uma abordagem que visa a melhoria produtiva e a valorização da satisfação do cliente final.

Já para Farias (2025), *six sigma* é uma abordagem sistêmica de melhoria que se concentra no cliente final ou pessoas, organizações ou setores relacionados. Essa estratégia busca melhorias de performance e produtividade, reduzindo defeitos e etapas ou processos ineficientes

Assim, o seis sigma é uma estratégia gerencial que age de forma disciplinada e de maneira quantitativa que objetiva o crescimento da lucratividade por meio da aplicação da melhoria na qualidade dos produtos e processos oferecidos por uma empresa, gerando aumento da satisfação dos clientes e consumidores. Dessa forma, a meta principal da metodologia é reduzir até erradicar erros possíveis dentro de uma organização (Brito, 2008).

Brito (2008) formenta que tem como estratégia a extensão do conceito de qualidade total com foco na melhoria contínua dos processos, não sendo uma proposta inovadora, mas com foco nas atitudes já iniciadas na empresa com aplicação de metas desafiadoras de redução de desperdício. Para isso, ocorrem intervenções com ferramentas estatísticas buscando levar a um ganho em lucratividade, diminuição de custos e ganhos em qualidade, desaguando na satisfação de clientes e consumidor

Silva, et al, (2020), complementam que o seis sigma não se trata apenas de um conceito estatístico de controle de processo, mas uma filosofia que visa a redução de custo de processos, visando sistematização de obtenção de resultados positivos na produtividade e eficiência. A metodologia six sigma representa a capacidade de uma produção ter peças/produtos que não atendem os critérios de qualidade, ou seja, produzir mercadorias defeituosas, estabelecendo o desvio padrão do processo. Para um processo six sigma está centralizado, deve possuir comportamento normal com 99,9999998%, ou seja, limite de duas falhas por um bilhão de oportunidades. Contudo, devido às variações que ocorrem em um processo, pode ser considerado um limite de descentralização máxima de 1,5 desvios padrões. (BRITO, 2008).

Pela definição de Brito (2008) o sigma de um processo é o rendimento tendo como base o número de defeitos por milhão de oportunidades. Na Tabela 01 temos a correlação entre o nível sigma de organizações com a conformidade de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), onde o nível sigma e a quantidade de defeitos são inversamente proporcionais.

Tabela 01: Impacto do nível sigma para uma organização

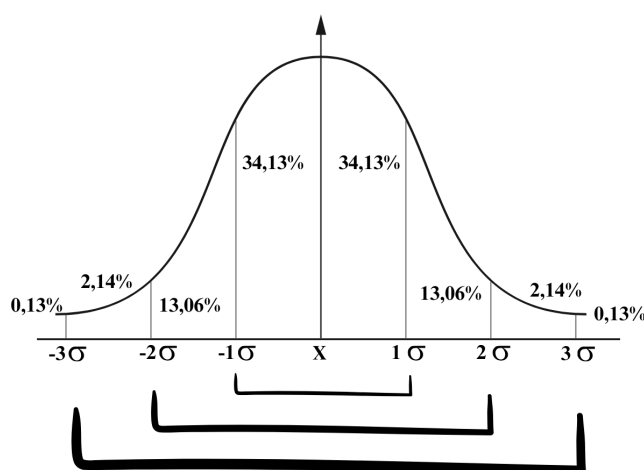
Nível (σ) de Qualidade	Conformidade (%)	Defeito por Milhão	Custa da Não Qualidade (% faturamento da empresa)
Dois sigma	69,15	308,537	-
Três sigma	93,32	66,807	25 a 40
Quatro sigma	99,379	6,210	15 a 25

Nível (σ) de Qualidade	Conformidade (%)	Defeito por Milhão	Custa da Não Qualidade (% faturamento da empresa)
Cinco sigma	99,9796	233	5 a 15
Seis sigma	99,99966	3,4	< 1

Fonte: Silva, et. al, 2020

Quando temos um sistema operando a nível seis sigma, os produtos são livres de 99,9997% de defeitos, ou seja, temos uma pequena variação em todo o conjunto. Na Figura 05 explicita a representação do sigma com base em curva em forma de sino.

Figura 05: Curva de forma de sino segmentada



Fonte: Adaptado de Brito (2008)

Brito (2008) esclarece os conceitos bases para o cálculo do seis sigma, sendo eles: Unidade (Item produzido ou item de estudo), Defeito (evento ou característica que não atende ao padrão de qualidade esperado), Defeituoso (Unidade com um ou mais defeitos), Oportunidade de defeito (probabilidade que um defeito ocorra), DPMO (Defeitos por Milhão de Oportunidade), e por fim o Rendimento do processo (unidades não defeituosas produzidas pelo processo).

Na organização de projetos six sigma, é convencional a estruturação ser baseada no modelo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar) se dá por uma metodologia com métrica qualificada que busca a otimização de processos (Farias, 2025; Silva, et. al, 2020)

4.3.2.4. DMAIC

Segundo Farias (2025) a metodologia DMAIC foi criada em paralelo ao six sigma com foco para propor artifícios para coordenação de processos. Brito (2008), complementa que essa metodologia deve ser utilizada quando ocorre um problema complexo ou repetitivo sem solução aparente, ou quando um requisito não é atendido, ou até se uma melhoria incremental não abrange todas as necessidades do consumidor final.

As cinco fases que compõem o DMAIC: Definir, medir, analisar, implementar e controlar compõem a estrutura do projeto para alcançar o objetivo final. Para Farias (2020) e Brito (2008), as etapas são definidas da seguinte maneira:

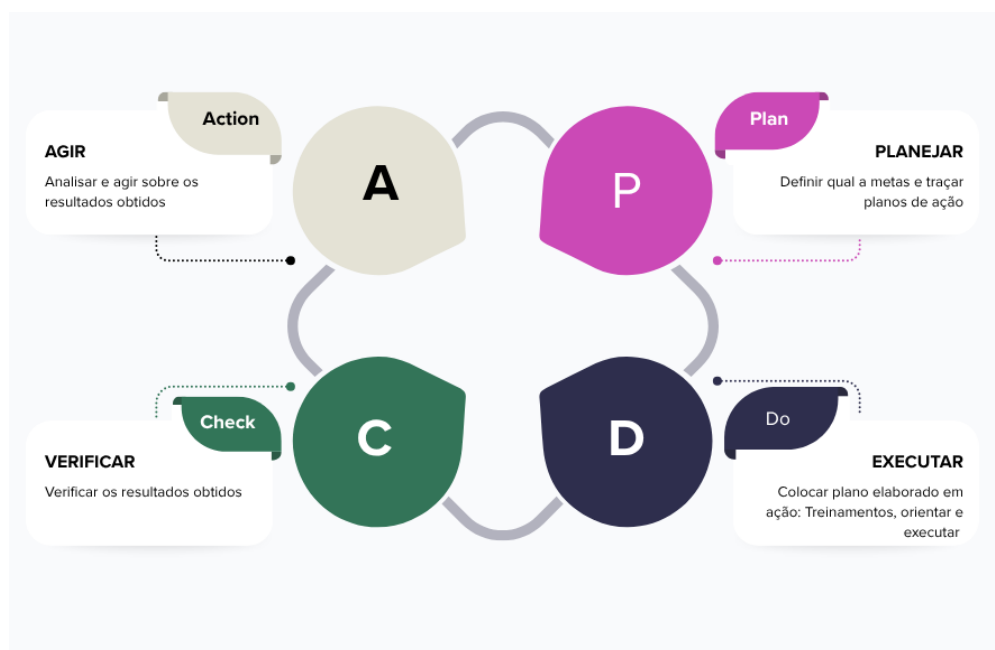
- **Definir:** Possui foco para estabelecer o propósito do projeto e a definição de metas que irão buscar a melhoria. Tendo nessa etapa a descrição da problemática, dos membros que irão compor o projeto, suas funções e cronograma de ações.
- **Medir:** Deve-se realizar a mensuração das variáveis para aplicação de ferramentas estatísticas. Em posse das informações, pode-se ocorrer a definição das causas e efeitos que comprometem a eficiência do processo.
- **Analisar:** Na terceira etapa ocorre a análise dos dados que foram obtidos na etapa anterior. Assim, nessa atividade é possível realizar interpretações das melhorias a serem realizadas e quais devem ser prioridades.
- **Implementar:** O processo desenvolvido deve passar por mudanças, ou seja, por melhorias de modo a encontrar a solução de forma efetiva. Podem ser utilizadas ferramentas de qualidade para realizar ajustes necessários no processo e implementá-los.
- **Controlar:** Deve-se garantir que as melhorias sejam enraizadas na rotina produtiva. Controlando para que o nível de desempenho seja mantido nos parâmetros necessários.

4.3.2.5. PDCA

Desenvolvido pelo físico-engenheiro Walter Andrew Shewhart, inspirado no *plan-do-see* (planeje, execute e veja) elaborado por Frederick W. Taylor, com a diferença que a forma de planejar se apresenta de uma forma cíclica com os pontos: Plan (planejar), Do (executar), Check (verificar) e Action (agir) (Fig. 06). O PDCA, ou ciclo de Deming, é uma ferramenta interativa de gestão dos processos e produtos. (Farias, 2025; Salomão et. al, 2024)

A grande diferenciação entre o antigo *plan-do-see* e o método PDCA é a forma como as etapas são seguidas, o planeje, execute e veja era descrito como uma sequência linear e não cíclico. A forma de visualização cíclica torna todo entendimento mais dinâmico, além de possibilitar aprimoramento das possibilidades de melhoria antes da etapa seguinte (Santos e Damy-Benedetti, 2022).

Figura 06 - Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Farias (2025).

Para Júnior (2013) o PDCA é um método científico que permite a participação e todos as pessoas da empresa para a melhoria e estabilidade dos resultados, uniformação a linguagem e melhor comunicação, esclarecimento do papel de cada um, utilização as várias áreas para obtenção de resultados, além de aprendizado contínuo e melhoria da absorção das melhores práticas.

Santos e Damy-Benedetti (2022) ressaltam que o PDCA é um método derivado dos termos gregos: meta + hodos, significando caminho para meta. Assim, é necessário primeiramente estipular uma meta. Dessa forma, é um método gerencial para tomar decisões para atingir um objetivo final de maneira organizada indicando o caminho.

Para aplicação do ciclo PDCA deve se seguir no sentido horário iniciando como o P (Plan = Planejar).

- *Plan*

Santos e Damy-Benedetti (2022), subdivide essa etapa em quatro passos. A

primeira se dá pela identificação da problemática, seguindo com o estudo de como e seu histórico, buscando sempre estudo com fatos e dados. Posteriormente, deve-se entender qual as causas raízes que levam ao efeito analisado, ou seja, realizar uma estratificação do problema. Por fim, após entender qual o problema geral, quais os sub problemas que isso causa e realizar estratificação com dados, deve-se elaborar um plano de ação.

O Planejar é estritamente fundamental para obtenção de bons resultados. Deve-se definir quais objetivos almejam ser alcançados, mesmo que leve um tempo considerado elevado deve ser considerado como um investimento. O plano deve ser claro, de fácil compreensão e alinhado com todas as partes envolvidas. (Cesario, 2024). Salomão, et. al, (2024), ressalta que um problema claro, causas raízes bem definidas e identificadas e o desenvolvimento de hipóteses correlacionado a um plano de ação é essencial para o bom desempenho dessa etapa.

- *Do*

Nessa etapa do ciclo se põe em ação as atividades estabelecidas, implementando a solução definida na etapa anterior. Durante a execução dessa etapa é de fundamental importância a identificação de novas oportunidades de melhorias que não foram vistas durante a definição do espolco (Cesario, 2024).

Segundo Santos e Damy-Benedetti (2022), essa fase é baseada em treinamento e execução. Onde a primeira fase tem por propósito de declarar as atividades e explicar os motivos da execução para alinhamento da equipe, bem como a capacitação dos responsáveis. Na execução das atividades deve ser de forma gradual e organizada por meio de um cronograma, com verificação periódica com registros e anotações dos resultados obtidos, para controle das ações.

- *Check*

Possui como objetivo avaliar a aplicação das atividades realizadas, analisando dados antes e após.

Para garantir que o plano de ação foi efetivo deve ser mantido as atividades implementadas, porém se ocorrer falha na aplicação não ocorrerão resultados satisfatórios. Desse modo, é visto que as ações foram efetivas para a eliminação das perdas, caso não tenham sido deve-se retornar ao planejamento (Santos e Damy-Benedetti, 2022).

- *Act*

Deve-se agir para implementar os ajustes finais na solução proposta, sendo

fundamental para efetividade das ações. Assim, deve-se realizar uma revisão de todo o processo com a resolução e fundamenta-se uma padronização das melhorias. (Farias, 2025; Cesario, 2024).

Santos e Damy-Bernedetti (2022), descreve que a etapa final deve ser realizada em padronização e examinação do projeto. Onde a organização de um novo padrão ou mudança no já estabelecido deve estruturar um documento de procedimento operacional padrão. O documento deve ser escrito de maneira simples para facilitar o entendimento dos envolvidos. Posteriormente deve ocorrer treinamentos e a educação dos colaboradores, é possível explicar a razão das novas tarefas e a importância de suas execuções de maneira correta. Por fim, a fase de conclusão deve ocorrer análises dos resultados e das etapas implementadas com a finalidade de evitar que a problemática retorne.

Desse modo, Farias (2025) descreve os benefícios do ciclo PDCA como: eficiência, padronização, tomada de decisões embasada em dados, foco no cliente final, redução de custos e adaptabilidade.

4.3.2.6. 5W2H

Para Machado (2012), o 5W2H é um método simples para planejamento de ações operacionais, onde deve-se responder às perguntas para formatar um plano de ação respondendo sete perguntas que derivam do inglês: What? (O que?), Who? (Quem?), Where? (Onde?), When? (Quando?), Why? (Por quê?), How? (Como?) e How much? (Quanto custa?).

Já para Cioffi e Okada (2022), 5W2H é uma ferramenta que possibilita determinar as rotinas para a implementação de um projeto com a explicação das funções de cada colaborador, o que fazer e porque fazer determinada atividade.

Segundo Cioffi e Okada (2022), o modelo deve ser construído respondendo as perguntas certas dentro de cada pergunta principal. Exemplo:

- **O quê?:** Qual a atividade?; Qual o assunto?; Quais as atividades são necessárias para o início da tarefa? Quais os resultados que se buscam obter?
- **Quem?:** Quem vai realizar a atividade? Qual a equipe responsável? A atividade depende de quem para ser iniciada?
- **Onde?:** Em que lugar? Onde a operação será conduzida?
- **Por quê?:** Por que a operação é necessária? Por que as decisões foram tomadas? Para que realizar essa ação?

- **Quando?:** Quando será realizado? Quando será o início e o fim das atividades?
- **Como?:** Como conduzir essa operação? De que forma? Como acompanhar o desenvolvimento dessa atividade?
- **Quanto?:** Quanto custa essa implementação? Qual a realização custo/benefício?

No Quadro 03, temos o exemplo da aplicação do 5W2H na criação de um plano de ação que visa reduzir o tempo de ajuste de um máquina de uma linha de produção durante a troca de produtos.

Quadro 03: Exemplo da aplicação do 5W2H

Etapas de montagem da troca de produto			
5W	<i>What?</i>	O que?	Deixar peças da máquina pré montadas e as ferramentas separadas e organizadas
	<i>Who?</i>	Quem?	Operador da máquina e equipe de manutenção
	<i>Where?</i>	Onde?	Em uma sala de ferramentas
	<i>When?</i>	Quando?	As peças ficarão montadas, e as ferramentas separadas 1 horas antes
	<i>Why?</i>	Por quê?	Estas atividades reduzirão o tempo necessário para o setup, aumentado o volume de produção diário
2H	<i>How?</i>	Como?	Junto a equipe de manutenção, realizar a montagem das peças necessárias bem como uma limpeza e esterilização, após isso, levar para o operador em linha. Após a inicialização da montagem da linha para o novo produto, o outro colaborador deverá iniciar a limpeza das peças que estavam sendo utilizadas e levar para a sala de ferramentas.
	<i>How Much?</i>	Quanto?	Não será necessário investimento

Fonte: Adaptado de Cioffi e Okada (2022).

4.3.2.7. Diagrama de Pareto

O diagrama ou gráfico de Pareto é denominado desse modo em homenagem ao economista Vilfredo Pareto que evidenciou que riqueza era distribuída de maneira desigual, sendo que 20% da população possuía 80% das riquezas. (Machado. 2012; Oliva 2024)

Santos e Damy-Benedetti (2022) trazem a definição de diagrama de pareto como a representação gráfica através de colunas, onde suas alturas traduzem a quantidade de ocorrências do objeto em estudo, ou seja, a sua frequência, apresentando-se sempre em ordem

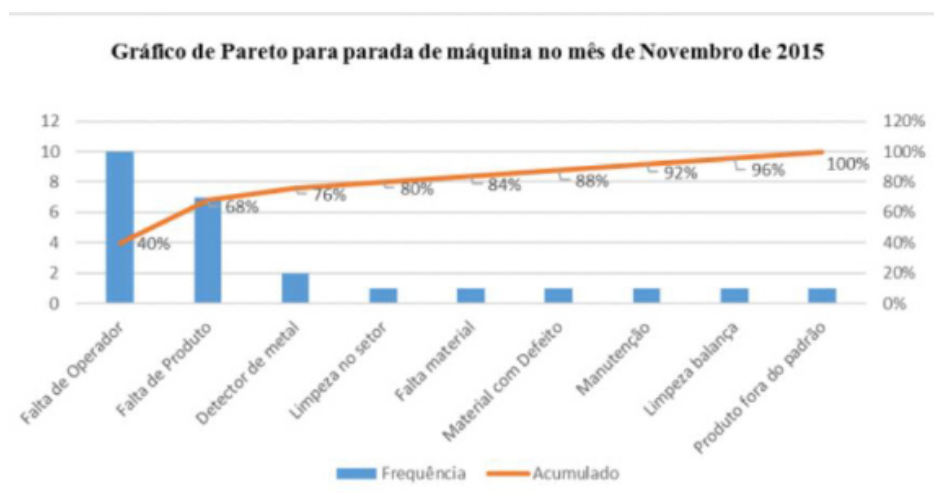
decrecente de ocorrências. Para Brito (2008), se trata de um gráfico de barras que ordena a frequência de ocorrências, sempre da maior para a menor, permitindo a priorização da problemática, sob o princípio que 20% das fontes causam 80% dos problemas.

Machado (2012) complementa que o diagrama possui como finalidade mostrar a importância das condições apresentadas de modo a se definir a causa principal do acontecimento, sendo esse o princípio para a solução do problema e o monitoramento de sucesso após aplicação de planos de ação.

Através do gráfico torna-se viável a análise de um pequeno número de causas que se fazem responsável pelo maior número de vezes que o defeito ocorre, vale destacar que apesar de poderem ser poucas ocorrências, podem possuir grau de importância considerável. Como também, grande número de causas responsável pelo menor número de vezes que o problema ocorre (Brito, 2008).

Oliveira, et. al (2019) traz a aplicação do diagrama de pareto para determinação da causa de paradas de uma linha de produção, visualizado na Figura 07. Onde foi-se possível determinar que dois motivos, falta de operadores e falta de produtos, são responsáveis pela perda de 68% da produtividade.

Figura 07 - Exemplo de diagrama de pareto



Fonte: Oliveira, et. al (2019)

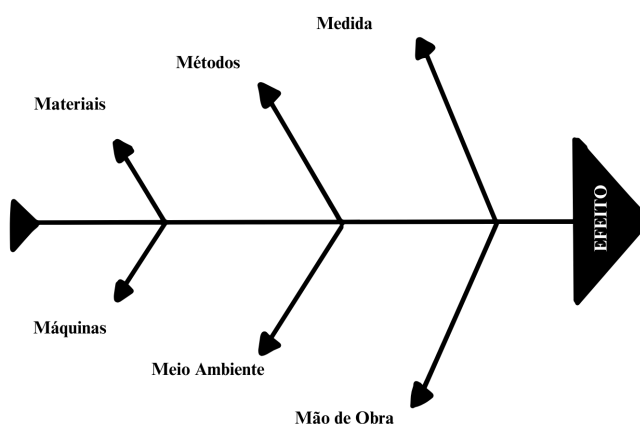
4.3.2.8. Diagrama de ishikawa

O diagrama de Ishikawa, ou também denominado de diagrama espinha de peixe, é uma ferramenta de qualidade clássica que relaciona possíveis causas que levam um efeito ocorrer, analisando todos os fatores possíveis que estão relacionados à execução de um processo. Ou seja, auxiliam na busca pela causa raiz de uma problemática. (Silva e

Casagrande, 2022; Costa e Mendes, 2018).

Costa e Mendes (2018) traduzem a ferramenta como uma metodologia utilizada para apresentar uma relação existente relacionando o efeito e os seus fatores que possam ter modificado o resultado que se espera de um processo. Silva, et al (2020) completa que a ferramenta busca extrair a maior quantidade de informações que estão relacionadas ao problema em questão, ou seja, ao efeito.

Figura 08 - Exemplo de diagrama de ishikawa



Fonte: Adaptado de Machado (2012)

As causas são separadas em seis grupos (Fig 08), denominados de 6 M's, sendo essa outra nomenclatura da ferramenta, devido cada relação iniciar com a letra "M", assim temos: Método, Matéria-prima, Mão de Obra, Máquinas, Medição e Meio Ambiente. (Santos e Damy-Benedetti, 2020). Silva e Casagrande (2022) explicam que em algumas situações não será necessário utilizar os 6M, devendo sempre ocorrer uma análise para levantamento dos "M" possíveis a questão estudada. Para isso, faz-se necessário reuniões com equipes com representantes do processo/projeto para a montagem do diagrama de forma eficaz.

4.3.2.9. Cinco por quês

Os cinco porquês é uma metodologia originária no sistema Toyota de produção e objetivo o levantamento da real causa raiz de um problema que não se faz visível de maneira imediata. (Junior, 2013; Santos e Damy-Benedetti, 2020)

A aplicação da ferramenta se dá em perguntar 5 vezes o motivo da problemática ultrapassando os sintomas, ou seja, para determinar a causa raiz do problema. Essa metodologia inicia-se com o estabelecimento do problema e a pergunta de como ele ocorreu,

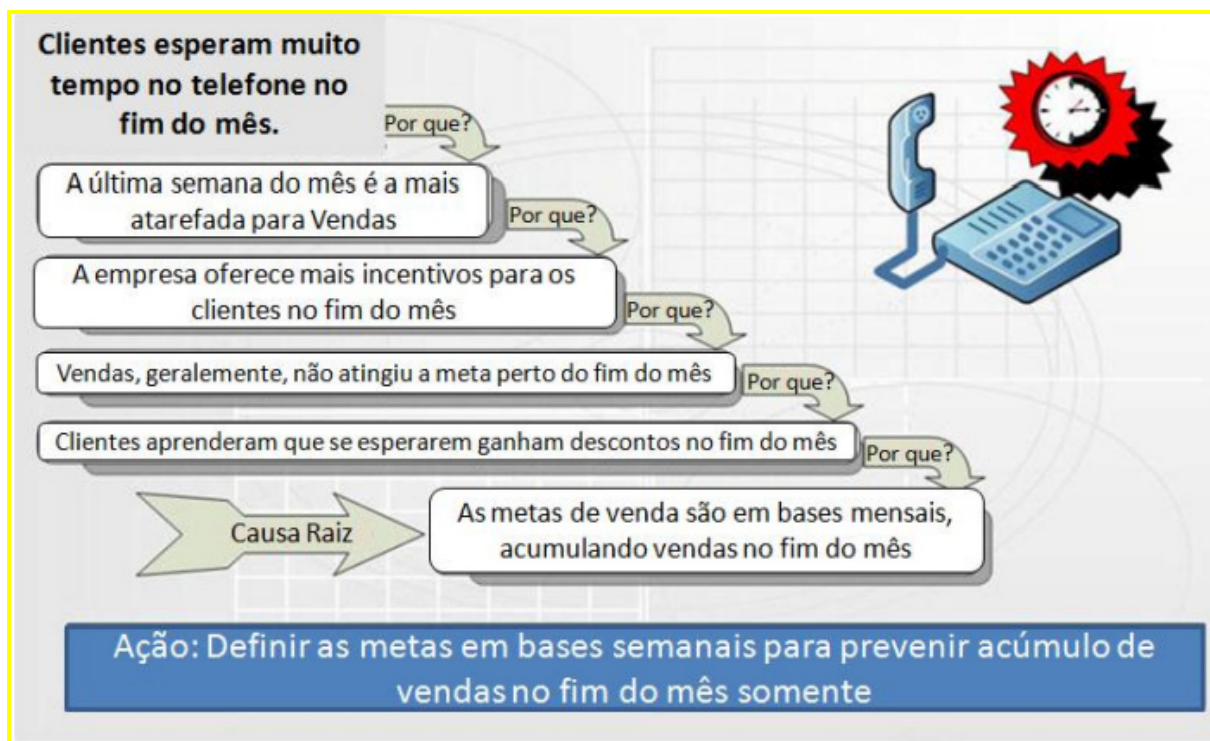
em sequência busca-se mais por quês das causas anteriores. De uma forma geral, consegue-se determinar a raiz do problema após a quinta indagação, contudo, pode-se fazer necessário a aplicação de mais perguntas ou em alguns casos até menos (Costa e Mendes, 2018; Vieira et al, 2019)

Para Costa e Mendes (2018) existem 5 passos que podem ser aplicados na construção do raciocínio dos 5 porquês, sendo eles:

1. Análise com afirmação da situação, ou seja, determinar o problema;
2. Perguntar qual razão faz o problema ser verdadeiro;
3. Para o motivo determinado que explica a veracidade da problemática, deve se perguntar o porque;
4. Permanecer indagando o porquê até não existir mais porquês;
5. Ao final das perguntas ocorre a determinação da causa raiz. Ao aplicar essa ferramenta, pode-se entender o que ocorre, por que ocorreu e como reduzir ou evitar que ocorra novamente.

De Souza (2012) complementa que a pergunta deve ser realizada até a causa raiz ser entendida ou seja até se resolver a causa raiz até que surja uma ação que erradique a problemática, como explicado na figura 09.

Figura 09 - Utilização dos cinco “por quês”



4.3.2.10. FMEA

A sigla FMEA deriva do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*, traduzindo Análise de Modos e Efeitos de Falha. O FMEA se enquadra como uma ferramenta da qualidade que objetiva analisar as falhas em potencial em um processo, de maneira específica em um equipamento. Para De Souza (2012) além da identificação das falhas potenciais ou já existentes pode haver análise de ocorrências, severidade e detecção e priorização de ações para melhorias.

Silva e Casagrande (2022) complementam que o FMEA é uma ferramenta preventiva, utilizada na indústria para antecipar e prevenir falhas. Já Laurenti et al, 2012, traz que a metodologia tem caracterização de definir, identificar e eliminar falhas de um processo durante o desenvolvimento para evitar que cheguem até o cliente final.

Loureiro (2013) traz que a utilização do FMEA pode ser realizada em 4 situações:

1. Redução de probabilidade de falhas potenciais ou ocorrência em processos ou produto;
2. Redução de falhas em potencial em projetos ou produtos novos;
3. Na melhoria de projetos analisando as falhas que já ocorreram;
4. Reduzindo a probabilidade de erros e gerando a melhoria de processos.

Laurenti et al (2012) traz que existem 4 tipos de FMEA, sendo eles:

1. FMEA de sistema (System FMEA - SFMEA): Esse tipo de ferramenta foca em modos de defeitos possíveis nas atividades do sistema que são relacionados aos déficits das funções do próprio sistema;

2. FMEA de produto (Desing FMEA - DFMEA): É realizado para antecipar falhas durante a elaboração de projeto de um produto. Deve ser realizado antes da liberação para início de processo fabril.

3. FMEA de processo: Utilizado para analisar processos de fabricação e montagem, com fundamento potenciais melhorias do sistema de produção;

4. FMEA de serviço (Service FMEA): Usado para verificação da sistemática de melhorias dentro do fornecimento de um serviço, antecedendo a entrega ao cliente final.

Para construção de um sistema FMEA segundo Laurenti et al (2012) deve se iniciar com a determinação da seção - DFMEA ou SFMEA – e do nível de FMEA, partindo então para determinação do modo de falha possível em cada condição e as possíveis causas e os efeitos que cada falha pode conceber. Após todas as determinações possíveis, é atribuída uma nota em escala de 0 a 10 para a severidade dos efeitos e para as probabilidades da

ocorrência das causas.

Após ocorre a listagem dos controles já implementados no sistema para a prevenção e detecção do modo de falha, sendo aplicado um índice de 0 a 10 para a dificuldade de detecção. Válido recordar que cada equipe de FMEA deve ser composta por pessoas de setores diferentes da empresa para possibilitar conhecimento técnico de vários segmentos e visão de gerenciamento sistemática para reconhecimento de todas as prováveis falhas, seus efeitos e causas, bem como a avaliação de riscos e possíveis ações de melhorias. Após o final da avaliação, é calculado o índice de prioridade de risco (Risk Priority Number – RPN) através da multiplicação das notas atribuídas para severidade, probabilidade de ocorrência e dificuldade de reconhecimento. Por fim, deve-se elaborar planos de ação com base nos levantamentos com a finalidade de eliminar ou detecção dos modos de falha, ou reduzir os efeitos durante o processo, sempre priorizando os que possuem maior RPN.

De modo a guiar o passo a passo para a construção de um FMEA, é possível realizar consulta no manual de e manual de referência de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos, Interaction Plexus (2008) 4ª edição, onde consta o formulário FMEA sendo a base para a aplicação da metodologia, conforme visualizado na Figura 10.

Figura 10 - Exemplo de Formulário de aplicação FMEA

FMEA DE PROCESSO																		
Número da Peça (Cliente)		Rev./Data do Desenho		Nome da Peça				Número da FMEA		Página								
Preparado Por				Responsável pelo Processo				Cliente										
Organização				Modelo(s) Ano / Veículo(s) / Aplicação				Número/Rev. Peça (Organização)										
Equipe				Aprovado Por				Data		Data								
Observações				Data Início		Data Rev.		Data Chave										
Etapa do Processo e Função	Requisitos	Modo de Falha Potencial	Efeito Potencial de Falha	Severidade Classificação	Causa Potencial da Falha	Controles Atuais do Processo Prevenção	Ocorrência	Controles Atuais do Processo Detecção	Detecção	N P R	Ações Recomendadas	Responsável e Prazo	Resultado das Ações					
													Ações Tomadas & Data de Efetivação	Severidade	Ocorrência	Detecção	N P R	

4.3.2.11. *Poka-yoke*

O poka-yoke é definido por Damy-Benedetti (2020) como algo inserido em um produto ou dentro de um processo que irá prevenir erros. Junior (2018) complementa que essas adaptações físicas impedem erros que geram defeitos sejam provocados por pessoas ou máquinas.

Loureiro (2013) traz que poka-yoke, pode ser traduzido como algo, seja um produto ou processo que está protegido de falhas, sendo estas ligadas em sua maioria ao erro humano. Os poka yokes são dispositivos ou adaptações que visam elevar a eficiência produtiva que uma linha ou etapa pela eliminação contínua de perdas. Ou seja, são sistemas a prova de falhas permitindo a detecção de anomalias com instantaneidade quando algo foge do padrão.

As funções dessa sistemática podem incluir parar a linha de produção, controlar ou alerta quando o padrão não está sendo seguido, visando a eliminação de erros (Loureiro, 2013; Santos e Damy-Benedetti, 2020)

4.3.3. *Indicadores de desempenho e gestão de resultados*

Com uma visão voltada a vencer a competitividade industrial e possuir assertividade nas necessidades do consumidor e da empresa, cada organização estipula metas para auxiliar na conferência da efetividade das ações propostas para o atingimento dos melhores resultados, auxiliando na verificação que o caminho traçado está fazendo sentido para aquele momento. Segundo Pieretti et al (2020) as metas definidas são denominadas de indicadores de desempenho.

Para Olivia (2024) a definição de desempenho pode ser dita como a medição do rendimento de algo ou alguém. Já nos estudos de Pieretti et al (2020) desempenho no contexto industrial se trata de como e de maneira real a possibilidade de uma empresa cumprir com os seus objetivos estratégicos, além da capacidade de elaborar boas estratégias com a finalidade de alcançar seus propósitos.

Para aferir como uma organização está performando, faz-se a medição de desempenho, que pode ser traduzida como o processo de quantificar o quando uma ação, processo ou aplicação está sendo eficiente ou fornecendo eficácia, já um conjunto de indicadores de desempenho pode ser definido como um sistema de medição. A busca por melhoria no aprimoramento de um processo exige a aplicação de sistema de medição para avaliação do desempenho de modo que analise os parâmetros de eficácia, efetividade,

qualidade e produtividade. (Dias, et al, 2008; Olivia, 2024).

Desse modo, indicadores de desempenho são ferramentas aplicadas para quantificar e monitorar o avanço com relação ao atingimento de metas preestabelecidas dentro de uma organização ou operação. Os indicadores possuem como fundamento a agregar e mensurar informações com clareza de forma a facilitar sua leitura e interpretação, realizando a descomplicação dos dados estudados. Como também atuam como direcionadores de esforços, buscando otimizar recursos através do direcionamento de ações, analisando se os esforços estão fornecendo resultados esperados (Pieretti et al, 2020; Olivia, 2024).

Dias et al (2008) explicam que a escolha do indicador de desempenho possui como alicerce três características: o objetivo, a abrangência da implementação e o grau de implantação dos princípios. Olivia (2024) reforça que a utilização de indicadores incorretos proporciona prejuízos maiores que a não aplicação de modos de mensuração.

4.3.3.1. KPIs

Os indicadores de desempenho podem ser denominados muitas vezes como *Key Performance Indicator*, mais conhecido pela sigla KPI, possui tradução para o português de indicador-chave de desempenho. Os KPI's são ferramentas para o gerenciamento para verificação do nível de desempenho e conseqüente sucesso de um sistema ou corporação, ou seja, é um indicador de desempenho. (Canelada, 2015)

Motta e Almeida (2019) dizem que indicadores errados fornecem resultados errados, como também há diferença entre KPIs e medidores de desempenho. Os KPI's estão conectados aos objetivos pois eles mensuram o desempenho de cada meta. Já os medidores de desempenho quantificam processos e podem ser definidos como números que descrevem a qualidade do processo em uma organização.

Bartz et al (2011) explicam que os KPIs auxiliam organizações a compreender o qual bem estão posicionados com relação a suas metas estratégicas, fornecendo informações sobre o desempenho. Carl-Fredrik et al (2015) esclarece que o desempenho pode ser visto de diferentes lados como: energia, tempo, operação, manutenção, qualidade.

Os KPIs possuem alicerce na estratégia e na metodologia de governança, contudo, a maneira como ele é definido é moldado pela análise que se é realizado. (Motta e Almeida, 2019)

4.3.3.1.1. OEE

Overall Equipment Effectiveness possui como sigla OEE, que se trata de uma

forma de medição elaborada na década de 60 que ganhou popularidade mundial por aprimorar a eficiência de produção. Tendo como função principal ser um indicador de eficiência do processo, sendo uma ferramenta de desempenho para melhorar a performance e apoiar objetivos de melhoria contínua por meio da identificação e eliminação de perdas produtivas. Sendo caracterizada como ferramenta de monitoramento e eficiência nos processos produtivos. Além disso, o indicador demonstra a dimensão do quanto a fábrica está sendo deixada de utilização, indicando áreas e/ou equipamentos que devem ser desenvolvidos, melhorados e quantificados. (Carneiro, 2023; Stortte, 2013; Oliva, 2024)

Para Stortte (2013) existem oito principais perdas que são inerentes ao processo, sendo elas: parada, ajuste de produção, falha de equipamento, falha no processo, perda normal de produção, perda anormal de produção, defeitos de qualidade e reprocesso (Quadro 04).

Quadro 04: Perdas inerentes ao processo

Perda	Definição
Parada	Tempo perdido quando a produção para por manutenção planejada ou serviços periódicos
Ajuste de produção	Tempo em que a fábrica não está em funcionamento devido a razões planejadas, como finais de semana em empresas que não trabalham aos sábados e domingos.
Falha de equipamento	Tempo perdido quando equipamento perde suas funções
Falha de processo	Tempo perdido em parada devido a fatores externo
Normal de produção	Perdas de taxa e tempo de reinício de produção
Anormal de produção	Perda que ocorre quando planta não tem bom desempenho devido a mau funcionamento e anomalias
Defeito de qualidade	Perdas devido a produção de produtos rejeitados devido qualidade abaixo do especificado
Por reprocesso	Perdas para retornar o material ao processo

Fonte: Stortte (2023)

O OEE é um dos principais indicadores de desempenhos que deve estar presente no contexto industrial, sendo uma ferramenta de suporte ao processo de melhoria contínua, possibilitando a identificação e a mensuração de perdas processuais permitindo assim direcionamento para tomadas de decisão de maneira assertiva (Olivia, 2024). Já Carneiro (2023) complementa que o OEE é uma métrica poderosa, possibilitando tomada de decisões

para ações de melhoria com base em dados objetivos e mensuráveis.

O estudo desenvolvido por Marinato et al (2021) direciona que existem três parâmetros que devem ser aplicados para a visualização completa do cenário da eficiência, sendo eles: a disponibilidade, ou seja, o tempo que efetivamente foi aplicado para realização do trabalho; performance que pode ser traduzido como a velocidade que o trabalho foi entregue; por fim, qualidade que seriam os produtos que atendem os parâmetros considerados satisfatórios.

A performance é a velocidade real que ocorreu a produção com relação à velocidade nominal do equipamento, levando em consideração perdas de velocidade (paradas de linha ou redução de velocidade). Ademais, o desgaste dos operados e do maquinário influencia diretamente na performance. (Carneiro, 2023; Oliva, 2024) O cálculo está expresso na equação (1).

$$Performance = \frac{Produção\ real}{Capacidade\ total\ de\ produção} \quad (1)$$

Já a qualidade se trata da conformidade dos produtos com relação ao total, considerando produtos defeituosos, retrabalhos e perdas produtivas. Podendo ser definida como as perdas de produtos que não atingiram o padrão especificado (Carneiro, 2023; Oliva, 2024). A sua fórmula se baseia no total de produtos produzidos subtraindo os defeituosos e dividido pela produção total, como visto na equação (2).

$$Qualidade = \frac{Produção\ total - produção\ não\ conforme}{Produção\ total} \quad (2)$$

E a disponibilidade diz respeito ao tempo que o maquinário está disponível para produção comparado ao tempo de produção planejado, sendo impactado por paradas não programadas, ajustes para setups, dividido pelo tempo disponível programado. (Carneiro, 2023; Oliva, 2024) O cálculo está disponível na equação (3)

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ operação}{Tempo\ disponível\ programado} \quad (3)$$

Para obter o valor do indicador OEE, segundo Oliva (2024) é necessário realizar a multiplicação dos três parâmetros, qualidade, performance e disponibilidade, em percentuais.

Como indicado na equação (4)

$$OEE = Performance \times Disponibilidade \times Qualidade \quad (4)$$

Para um resultado veredito da situação industrial, os tempos devem ser estratificados e classificados de maneira correta, evitando que ocorra confusão em dados errados e análises incorretas. No Quadro 05, temos a classificação dos tempos segundo Carneiro (2023), que serão aplicados para o cálculo final do indicador.

Quadro 05: Classificação dos tempos para o OEE

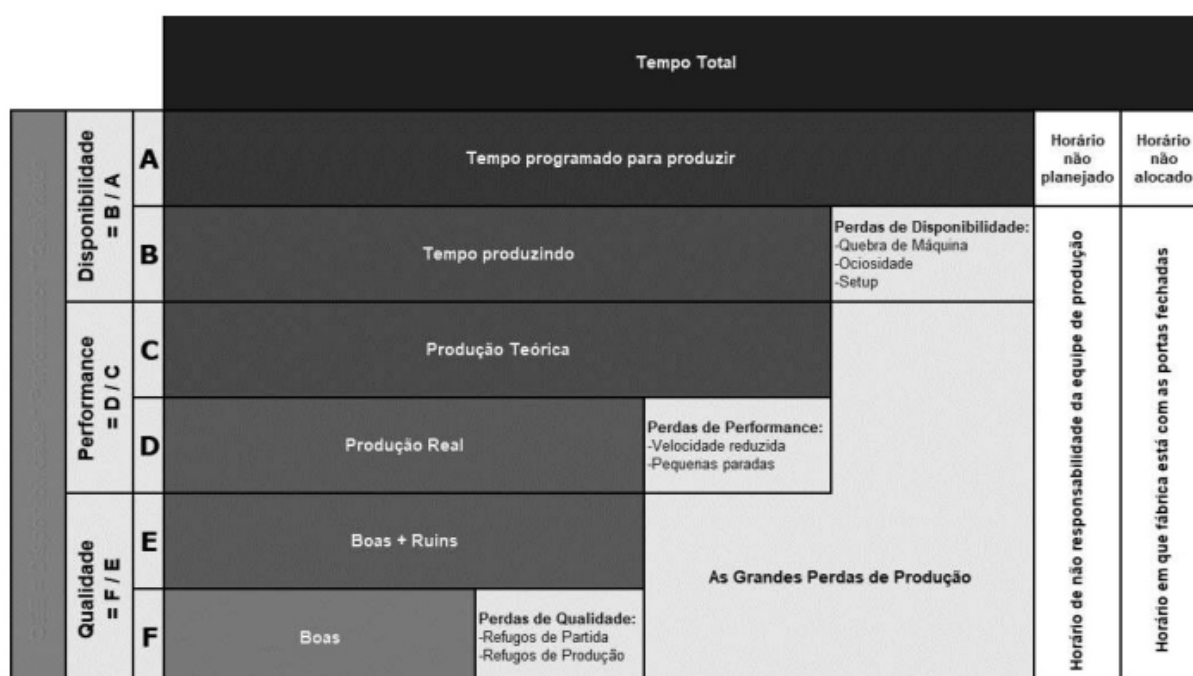
Classificação	Descrição
Tempo Total	Tempo completo de calendário do período estudado, podendo ser em 24h, 30 dias por mês ou 365 dias por ano
Horário não alocado	Tempo em que a fábrica não está em funcionamento devido a razões planejadas, como finais de semana em empresas que não trabalham aos sábados e domingos.
Tempo operacional	Tempo máximo disponível para a utilização das linhas de produção.
Horário não planejado ou parada planejada	Tempo em que a equipe de produção não pode utilizar os equipamentos devido a razões fora de suas responsabilidades
Tempo tempo disponível para produzir	É o tempo em que os equipamentos estão disponíveis para a equipe realizar a produção planejada. Pode ser obtido através de tempo operacional menos tempo não planejado
Perda de disponibilidade ou parada corretiva	Tempo em que o equipamento está inativo devido à quebra de maquinário, recebendo manutenção corretiva, ociosidade ou setup
Tempo produzindo ou tempo de produção	Tempo em que a linha de produção está produzindo, independentemente de sua qualidade, ou seja, contendo o tempo de produção de peças defeituosas
Tempo de produção teórica ou hipotética	Tempo em que a linha de produção estará produzindo peças se o equipamento não sofrer perda de ritmo, ou seja, estiver operando na velocidade nominal padrão.
Tempo de velocidade reduzida ou perda de ritmo	Tempo que foi usado na operação do equipamento em velocidade inferior à velocidade nominal
Tempo de produção real ou produção líquida	Tempo em que a linha de produção está produzindo peças na velocidade nominal padrão do equipamento.
Tempo de refugo	Tempo em que o equipamento produziu peças com defeitos ou refugos.

Tempo de qualidade ou tempo de peças boas	Tempo que o equipamento efetivamente produziu peças boas, sem defeitos.
---	---

Fonte: Carneiro (2023)

De posse das classificações sobre os tempos, podem ser calculados os índices de disponibilidade, performance e qualidade para obtenção do valor do OEE, como visto na Figura 11 onde demonstra a estrutura do cálculo do indicador.

Figura 11 - Estrutura do cálculo do OEE



Fonte: Carneiro (2023)

Olivia (2024) esclarece que os resultados do OEE podem ser agrupados em referência, muito bom, bom e inaceitável de acordo com os valores disponíveis na Quadro 06. Já Carneiro (2023) explica que o valor mundial de indústrias de alto desempenho é o OEE superior a 85% com a disponibilidade com valores superior a 90%, desempenho igual ou superior a 95% e com qualidade igual ou superior a 9939%.

Quadro 06: Classificação dos resultados do OEE

Resultados	Classificação
Menor que 65%	Inaceitável
Entre 65% e 75%	Bom
Entre 75% e 85%	Muito bom

Maior que 85%	Referência
---------------	------------

Fonte: Olivia (2024)

Olivia (2024) ressalta que o OEE pode ser aplicado como um indicador completo de performance nas indústrias de manufatura, auxiliando em tomadas de decisão assertivas, resultando em redução de custos, ampliação de resultados e posição sólida em meio ao mercado competitivo.

4.3.4. Cultura organizacional e comprometimento com a melhoria contínua

Bezerra e Rodolpho (2022) trazem que a cultura organização é a demonstração de valores, comportamentos, sistemas, padrões que se encontram dentro de uma organização e que a aplicação de metodologias de melhoria, seja em processos, pessoas ou na organização exigem dedicação com tempo, trabalho e nivelamento de atritos para as mudanças que surgirão.

Foi-se enfatizado por Júnior (2013) em seu trabalho que a implementação de uma cultura de excelência operacional encontra barreiras devido a resistência à mudança cultural, pois se faz necessário o comprometimento de todos os membros da empresa. Complementou ainda que a atividade mais complicada de ser seguida foi o cumprimento com a rotina necessária. Bezerra e Rodolpho (2022) direciona que o bloqueio a mudanças se caracteriza como uma fuga das zonas de conforto, contudo, seria insano permanecer com os mesmos processos e visões na expectativa de obter resultados diferentes.

A união entre pessoas e as melhorias dentro de uma empresa está relacionada às motivações e os objetivos claros, além da indispensável participação ativa nas atividades de melhoria contínua. Os fatores que influenciam a motivação elevam o comprometimento e a criatividade na resolução de problemas, e quando esse sentimento é atrelado a ferramentas eficazes aumentando a eficiência da produção devido a redução de recursos. Além disso, os métodos que centrados no trabalhador os veem como um recurso de agregação de valor e não um custo de produção (Júnior, 2013; Mendoza, 2025).

Mendoza (2025) enfatiza que a produção tem como base três pilares: colaboradores, infraestrutura e materiais de trabalho. E quando um desses entra em colapso a produção é inteiramente comprometida, como isso, tem-se o trabalhador como peça chave, tendo impacto na execução com qualidade. Souza (2018) pontua que o fator humano é um dos principais recursos que deve ser vinculado ao equipamento e o conhecimento, sendo esse um promotor de melhoria contínua.

Para Neto (2018) a excelência abrange todas as áreas da organização, mas em indústrias de manufatura possuem foco nas atividades da produção. Assim, em um modelo que busca a excelência operacional requer desenvolvimento de pessoas para atingir os resultados esperados. Para isso, devem ocorrer mudanças culturais, como a aplicação de um novo modelo de gerenciamento deve ocorrer com foco na gestão de pessoas.

Para uma estratégia de buscar pela excelência operacional através da melhoria contínua, deve-se ter uma cultura organizacional que sempre deve valorizar e respeitar as contribuições de todos os colaboradores. Para isso, é necessário seguir um processo estruturado, iniciado pela educação e pelo treinamento dos colaboradores quanto aos seus princípios e à forma de aplicá-los no dia a dia das atividades operacionais (Salomão et al, 2024). Nesse contexto, a aplicação da Manutenção Produtiva Total, proporciona ganhos significativos, como o aumento da eficiência dos equipamentos, a redução de falhas e perdas, a melhoria da qualidade dos produtos e o fortalecimento da segurança no ambiente de trabalho.

4.4. TPM: histórico, pilares, indicadores

4.4.1. Origem e evolução do TPM

Gomes (2020) traz a definição de manutenção segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que seria o conjunto de ações técnicas e administrativas que possuem objetivo de manter ou restaurar um item ao seu pleno desenvolvimento para sua função laboral. As manutenções foram desenvolvidas com uma necessidade que foi vista pelas empresas como perda de recursos: tempo e investimento. Porém, atualmente essa visão se dissipou passando agora a ser encarada com uma função estratégica, com a missão de minimizar falhas e reduzir correções (Damasceno, 2021)

Dentre o decorrer dos anos a manutenção passou por grandes evoluções, que segundo Damasceno (2021) e Silva (2021) pode ser dividida em 4 grandes gerações, como resumidas na Figura 12:

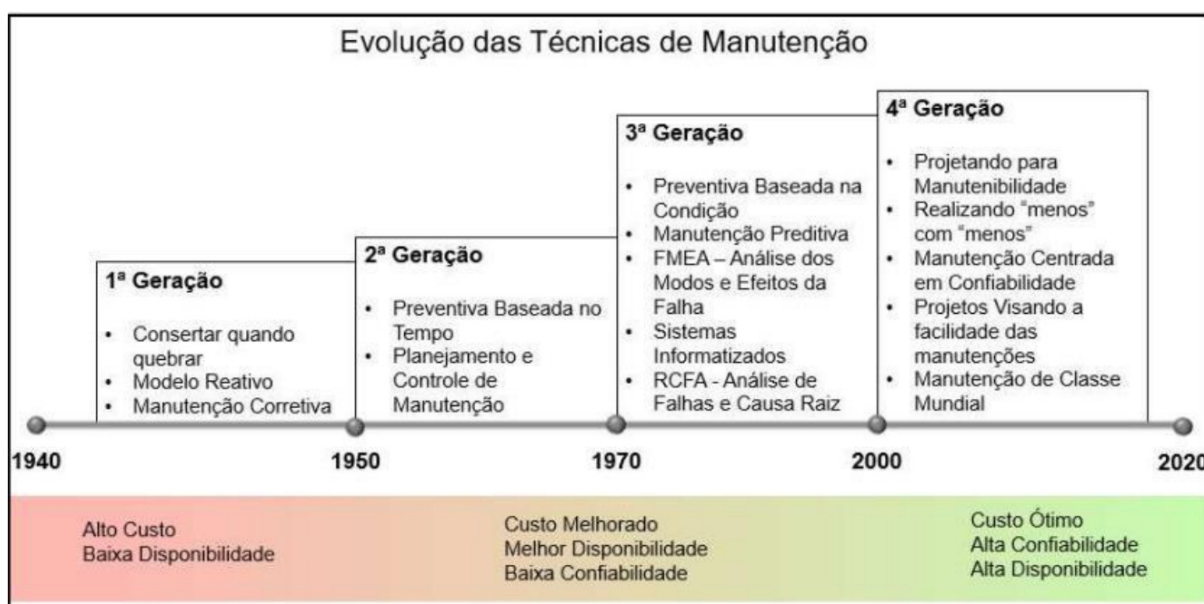
- Primeira geração: Se iniciou no período anterior à segunda grande guerra, caracterizando-se por uma indústria pouco mecanizada. Dessa forma, a prevenção de falhas ou quebras de equipamentos não era um foco na alta gerência, devido a simplicidade dos equipamentos e sua capacidade além do que se era produzido. Assim, o conceito de manutenção rotineira se caracteriza como limpezas, lubrificações e assistências. Aplicava-se apenas correções emergenciais;

- Segunda geração: Entre os anos de 1950 e 1970, o pós segunda guerra mundial elevou a demanda por produtos, contudo, a mão de obra era reduzida, nesse cenário, elevou-se a necessidade de mecanização e indústrias mais complexas. Dessa forma, a produção fabril passou a ser dependente de maquinário. Com isso, as paradas de linha passaram a ser um ponto crítico. Assim, levou-se a realizar paradas programadas para revisões e reparos, contudo, esses intervalos reduziam as produções e geram aumento dos custos de operação. Com base nessas condições, veio o advento da Manutenção Produtiva Total;

- Terceira geração: Inicia-se em 1970 com as mudanças em chão de fábrica se tornaram mais necessárias. O controle da produtividade e a redução de custos operacionais era desejado pela equipe de manutenção e o planejamento e controle de produção se baseava em ferramentas como *just-in-time*. Então com estoques mínimos, as paradas de linha se tornavam mais visíveis. Para alinhar a necessidade de produzir sem paradas repentinas e com custos controlados, alinhado ao avanço tecnológico, surgiu o conceito de manutenção preditiva, com a utilização de computadores potentes, desenvolvimento de softwares e controle e acompanhamento de manutenções.

- Quarta geração: Nessa era iniciada nos anos 2000, a manutenção ocorre de forma preditiva, contudo, com foco maior no gerenciamento de ativos da companhia, se fez necessário a formação de uma rede de manutenção centralizada na confiança, ou seja, com maior quantidade de preditivas. Como também o desenvolvimento de projetos de melhoria em máquinas e equipamentos com objetivo de elevar a sua confiabilidade.

Figura 12 - Evolução das técnicas de manutenção



As empresas que possuem liderança de mercado têm em seu escopo de colaboradores uma equipe de manutenção que reage de forma eficaz e fluída a mudanças. Esse mindset relaciona a conscientização quando ocorre falhas em equipamentos que põe em risco a segurança, o meio ambiente, qualidade dos produtos e o desempenho da empresa. Dessa maneira, é necessário equilibrar e garantir a disponibilidade e confiabilidade das instalações e a otimização de custos. (Bortoluzzi, 2021).

Com o passar das formas de pensar e agir sobre as manutenções, foram gerando novos modelos de manutenções. Existem 3 tipos básicos de realizar manutenções, sendo eles: manutenção corretiva, preventiva e preditiva. (Gomes, 2020; Damasceno, 2021)

A manutenção corretiva é realizada após a iminência de uma falha, seu objetivo é restaurar as condições de funcionamento. Ela pode ser subdivida em planejada e não planejada. A manutenção corretiva não planejada é a ação de correção de falhas ou quebras que ocorrem de forma não previsível, as intervenções são realizadas de forma provisória com ajustes técnicos para retorno do bom funcionamento. Sob a óptica da manutenção a manutenção não planejada possui custos menores, mas uma parada não planejada causa custos de produção exponenciais e redução da produtividade. Já a manutenção corretiva planejada ocorre com planejamento técnico onde toma-se a decisão de operar até o acontecimento da falha, aplicada a equipamentos de baixo custo e relevância. Diante desse cenário, a equipe de manutenção se encontra preparada para atuação quando a falha ocorrer. Essa modalidade se torna vantajosa em partes menos críticas de equipamentos, mas necessita de peças em estoque e time pleno (Gomes, 2020; Damasceno, 2021). Nogueira et al (2012) comenta que o maior desafio é evitar a realização desse modelo de manutenção.

A manutenção do tipo preventiva é descrita por Gomes (2021) como atuações realizadas de forma planejada sob um plano detalhado em intervalos de tempo pré definidos para redução ou eliminação de falhas ou redução do desempenho. Podendo ocorrer atividades como troca de peças com base em ciclos de durabilidade, ou em locais de difícil inspeção. Também podem ocorrer operações como limpeza, lubrificação e verificação em tempos planejados.

Por fim, a manutenção preditiva, ou também chamada de manutenção sob condição, objetiva prever falhas e garantir que o equipamento realize suas funções pelo maior tempo possível. Ela é realizada por meio do acompanhamento de variáveis de processo e parâmetros de desempenho das máquinas, para estabelecimento do momento correto para aplicação da manutenção com máximo de aproveitamento. Os dados podem ser coletados através de temperatura, vibrações, análises de óleos e lubrificantes baseado em avaliações de

probabilidades (Gomes, 2020; Damasceno, 2021). Nogueira et al (2012) caracteriza a manutenção preditiva como uma manutenção corretiva planejada e explica que o método só poderá ser aplicado em equipamentos que possibilite a instalação de equipamento ou item que realize monitoramento e para falhas com modos de defeitos que possam ser monitorados.

Gomes (2021) ainda traz como quarto método de manutenção a Total Performance da Manufatura. A Manutenção Produtiva Total, ou Total Performance da Manufatura (TPM), possui tradução literal para Gerenciamento da Produtividade Total, é uma filosofia de gestão oriunda do Japão nas décadas de 1960 a 1970, com ligação ao Grupo Toyota. A filosofia visa unir técnicas de manutenção preventiva ao estilo japonês de manutenção dos sistemas de produção de forma contínua. (Silva, 2020; Salomão, et al, 2024).

Tendo seu desenvolvimento diretamente relacionado ao Japão pós segunda guerra mundial devido a necessidade de reorganizar a economia com foco no setor industrial, levou o país a ser o pioneiro na aplicação dessa ferramenta. Antes da aplicação do TPM as indústrias utilizam-se da formatação americana de manutenção corretiva somente em emergências e preventiva de tempos em tempos.

Bortoluzzi (2021) comenta que a metodologia foi aplicada primeiramente na Nippon Denso KK, uma empresa do conglomerado Toyota, sendo ganhadora do primeiro PM em 1971, para empresas destaques na aplicação e gerenciamento da filosofia.

Bortoluzzi (2021) relaciona o avanço do TPM ao JIPM (Japanese Institute of Plant Maintenance – Instituto Japonês de Manutenção de Fábrica) que objetivava introduzir a ferramenta em fábricas. Gomes (2021) complementa que o JIPM é responsável por recolher e transmitir informações sobre o TPM. Sendo seu objetivo melhorar o ambiente de trabalho guiando empresas para melhoria nas suas produções focando na agregação de valor ao produto.

Segundo Gomes (2021), o conceito japonês de TPM se instalou primeiro em fábricas automobilísticas e depois seguiu para outros ramos industriais, como alimentos, plásticos, eletrônicos, entre outros. Bortoluzzi (2021) traz que de forma inicial a aplicação do TPM era apenas ao meio produtivo com objetivo de promover máxima eficiência a equipamentos e implementar manutenção centrada na confiabilidade durante a vida útil do equipamento.

Para Bortoluzzi (2021) o TPM se trata da evolução da forma realizar a manutenção preventiva, agrupando a ela ferramentas de gestão, eficiência e manutenção.

4.4.2. Fundamentos e objetivos

TPM deve ser compreendida com uma filosofia de gestão com foco na disponibilidade total do equipamento para produzir, deve ser seguida e compreendida em todos os níveis hierárquicos. Sendo mais que uma forma de se realizar manutenção, se caracterizando como uma visão, onde todos da empresa devem possuir o mesmo foco e objetivos (Nogueira et al, 2012; Damasceno, 2021)

Santos e Andrade (2021) diz que o TPM é definido como um conceito de gestão onde ferramentas da qualidade são voltadas às práticas de manutenção para melhoria do processo e tornar equipamentos cada vez mais produtivos. Complementa ainda que se baseia em uma maneira de se gerenciar, com foco absoluto em eliminação de perdas através da melhoria contínua das pessoas, das formas de produção e da qualidade dos produtos.

Diante da sigla TPM cada letra que a compõe possui um significado e com conceito exposto no Quadro 07.

Quadro 07: Significado da sigla TPM

Letra	Significado	Sentido
T (Total)	Possui sentido de eficiência global, objetivando a criação de uma estrutura que maximize a eficiência da produção.	<ul style="list-style-type: none"> ● Ciclo total de vida útil do sistema de produção ● Todos os departamentos
P (Produtiva)	Busca o máximo de eficiência do sistema de produção, com a eliminação de todos os tipos de perdas.	<ul style="list-style-type: none"> ● Perda zero ● Defeito zero ● Zero acidentes
M (Manutenção)	Sentido abrangente de manutenção, com relação ao ciclo de vida útil de todo sistema produtivo	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistema empresarial forte ● Adequação a Mudanças

Fonte: Santos e Andrade (2021)

Já Bortoluzzi (2021) esclarece que o TPM possui objetivo de melhorar a eficiência da empresa por meio da qualificação das pessoas e melhoria nos equipamentos. Nessa visão deve ocorrer o desenvolvimento e a preparação das pessoas e organizações para o futuro fabril. Damasceno (2021) fomenta que a metodologia deve ser aplicada de forma a promover uma cultura de incentivo à proatividade e criatividade dos operadores, onde sintam-se donos e com responsabilidade por suas máquinas. Devendo assim, aprender sobre

seu funcionamento para que no processo possam auxiliar a manutenção em diagnósticos sobre defeitos e falhas, como também na resolução de pequenos problemas para o aperfeiçoamento do equipamento.

Uma das características do TPM é a autonomia da equipe operacional, com técnicas e conhecimentos que permitam conservar o seu equipamento de trabalho no melhor estado possível. Com as capacitações e estudo sobre sua ferramenta de trabalho, a participação da manutenção em pequenos reparos e ajustes será ínfima e eventual, fornecendo apenas suporte aos operadores (Santos e Andrade, 2021).

O TPM possui alicerce na diversidade, especialização e divisão de tarefas. Com principal foco

Dessa maneira, a filosofia TPM é direcionada pelos conceitos elevados por Bortoluzzi (2021):

- Time de operação deve ser qualificado para realização de pequenas intervenções, realização de lubrificações e regulagens nas máquinas de forma espontânea e independente da manutenção. Devem assumir o sentimento de donos do seu posto de trabalho;
- Os mantenedores devem seguir o calendário de manutenção e dar suporte a operação;
- Os Engenheiros de manutenção devem realizar o planejamento dos trabalhos da operação e manutenção, bem como desenvolver projetos de melhoria.

Assim, temos que existem três principais perfis com funções e responsabilidades para o bom funcionamento do sistema TPM, concentrados na Quadro 08.

Quadro 08: Funções vs. Responsabilidades TPM

Função	Responsabilidade
Operadores	Auxílio às atividades de manutenção de forma autônoma (Lubrificação, ajustes e regulagens)
Manutenção	Execução de tarefas e seguimento ao plano de manutenção.
Engenheiros	Planejamento, projeto e desenvolvimento que não dependa dos mantenedores.

Fonte: Adaptado de Damasceno (2021)

A visão do TPM não se baseia apenas em manutenção de equipamentos, está no envolvimento das pessoas de todos os setores da empresa no desenvolvimento de uma produção com produtos de qualidade construindo um ambiente com quebra zero, zero acidentes e zero defeitos. Perdas zero caracteriza a não ocorrência de quebras ou falhas em equipamentos que elevam a qualidade e a disponibilidade da produção, e zero acidentes melhoram o ambiente de trabalho (Bortoluzzi, 2021; Silva, 2020).

Alves e Oliveira (2014) reforçam que o conceito de quebra zero relaciona-se ao equipamento operando 100% do tempo planejado, sendo projetado para zero defeitos durante esse período. Dessa forma, para atingir esse objetivo deve-se: garantir as condições básicas de funcionamento como a limpeza e lubrificação; Observar as condições de uso e operação levando em consideração os limites do equipamento; Corrigir pontos falhos e refazer a previsão de vida útil desses parâmetros; e por fim, treinar e desenvolver pessoas para que possam diagnosticar e atuar conforme necessário.

Para a ferramenta TPM quebra zero é de fundamental centro, visto que a quebra de um componente é o maior contribuinte da queda de rendimento. A erradicação da quebra não é sinônimo de ausência de intervenção na manutenção para evitar-lá, somente que não ocorram quebras repentinas (Damasceno, 2021).

O conceito quebra zero é baseado na ideia que a quebra visível é a consequência de uma falha invisível. Yamaguchi (2005) comenta que essa narrativa trata a quebra como a ponta de um iceberg, demonstrado na Figura 13. Com base nisso, os operadores devem ter a ciência que devem evitar as falhas não vistas facilmente.

Figura 13 - Iceberg da quebra



Fonte: Yamaguchi (2005)

Damasceno (2021) esclarece que o mesmo o conceito de zero acidentes, zero quebras e zero falhas pareça ficção, o principal objetivo desse conceito é que tenha ações e

parâmetros que evitem ao máximo as causas de falhas, evitando assim, que ocorra interrupções.

Para atendimento de tudo que a filosofia TPM busca transmitir, os objetivos podem ser visualizados em 8 dimensões primárias, como: redução de quebras, eliminação de riscos ambientais de acidentes e poluição, melhoria da eficiência dos equipamentos, melhoria dos fluxos de materiais, eliminar acidentes de trabalho, aumentar a qualidade dos produtos e processos, otimizar o investimento monetário e de tempo, e principalmente, capacitar pessoas. (Silva, 2020)

Com a aplicação do TPM como uma filosofia empresarial, a organização irá sofrer redução de custos operacionais e maior satisfação dos seus funcionários, proporcionando uma operação mais eficaz e com local de trabalho agradável. (Salomão et al, 2024).

Segundo Alves e Oliveira (2014), a implementação do TPM necessita de 12 passos para obter sucesso, sendo eles:

- I. Informação formal sobre a decisão de implementar a filosofia TPM para ciência de todos os funcionários;
- II. Campanhas de divulgação e conhecimento sobre o que se trata o TPM;
- III. Estruturar a implantação do TPM;
- IV. Criação da estrutura para implantar a filosofia;
- V. Desenvolver um plano direcionado para a implantação do TPM;
- VI. Aplicação do plano para implantação;
- VII. Instauração do sistema para melhorar a eficiência das máquinas;
- VIII. Instauração do sistema de manutenção espontânea;
- IX. Criação do programa de manutenção programada;
- X. Projetos de treinamento para melhoria da capacitação da operação e da manutenção;
- XI. Organização do gerenciamento do maquinário;
- XII. Vivência efetiva do TPM para melhoria contínua.

Para Damasceno (2021) a implementação do TPM vai gerar mudanças consideráveis na empresa no quesito cultural e pessoal dos colaboradores. Para isso, as questões de aprendizagem, conhecimento e amadurecimento durante as 12 etapas de implementação podem ser subdivididas em 4 etapas expressas no Quadro 09.

Quadro 09: Etapas da implementação do TPM

Etapa	Características
1º	Organização para início dos projetos de implementação, para buscar comprometimento e entendimento de todos.
2º	Iniciação do projeto, onde todos devem saber o significado de TPM e servir como motivação.
3º	Implantação onde os projetos para atingir eficiência máxima devem ser aplicados
4º	Concretização, onde os projetos já estão no caminho para atingir os objetivos

Fonte: Adaptado de Damasceno (2021)

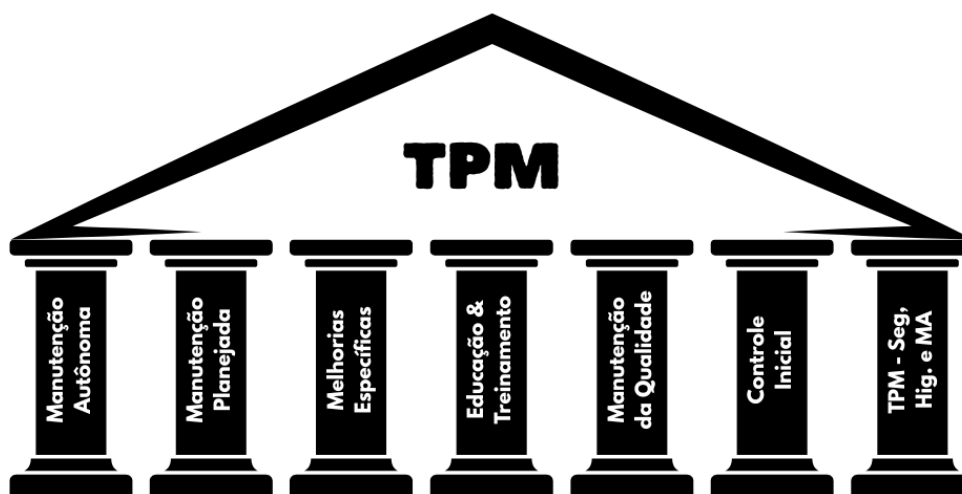
Dessa maneira para a implementação do TPM em ambiente organizacional é importante união entre o homem (operação), máquina e empresa (Damasceno, 2021). Possuindo como características: Elevar a eficiência global das máquinas pela eliminação de falhas e defeitos; Unir todos os departamentos envolvidos; Coparticipação do nível gerencial até o nível operacional; Constante vistas ao lucro; Sistema integrado e manutenção espontânea pela operação. (Yamaguchi, 2005)

4.4.3. *Estrutura do TPM: Os Oito Pilares*

Para a filosofia do TPM atingir seus objetivos de redução de impactos de manutenção, maximizar a produção, reduzir intervenções da manutenção, aplicação do plano de ações preditivas, possibilitando alinhamento entre a equipe de manutenção e operação (Bortoluzzi, 2021).

Silva (2020) explica que o JIPM aconselha que para a aplicação eficiente e gerenciamento da manutenção produtiva total necessita de apoio de 8 pilares, como visualizado na figura 14, que auxiliem na eficiência dos processos.

Figura 14 - Os 8 pilares do TPM



Fonte: Adaptado de Alves e Oliveira (2014)

Salomão et al (2024) comentam que os pilares devem trabalhar de forma equilibrada entre si, através de uma abordagem histórica que mantém as máquinas em condições de zelo e proporciona melhorias nos aspectos de produção.

4.4.3.1. *Manutenção autônoma*

O pilar de manutenção autônoma, ou gestão autônoma, possui como foco os operadores das máquinas industriais. O objetivo principal é capacitá-los para realização de inspeções, ajustes, limpezas em locais de difícil acesso. Essas ações atreladas ao conhecimento profundo do equipamento, auxilia na prevenção de defeitos e quebras. (Salomão et al, 2024; Bortoluzzi, 2021).

Nesse pilar os operadores são o centro passando a ser treinados pelo time de manutenção para aprender sobre o próprio equipamento. As habilidades se iniciam através da realização da limpeza completa, inspeção dos equipamentos buscando a detecção e conserto de possíveis falhas. Inicialmente, as interações realizadas pela operação buscam evitar desgastes com a realização de limpezas, lubrificações e reapertos. Desse modo, o pilar manutenção autônoma encaminha para processos de melhorias e reparações. (Bortoluzzi, 2021; Silva, 2020).

Para Silva (2020) o pilar de manutenção autônoma é o mais propagado, sendo a sua formação e rotina principais para atingimento das metas estabelecidas. Para a implementação desse pilar é fundamental a participação ativa dos operadores, sendo a interação deles as atividades que lhe serão atrelados elevam suas responsabilidades.

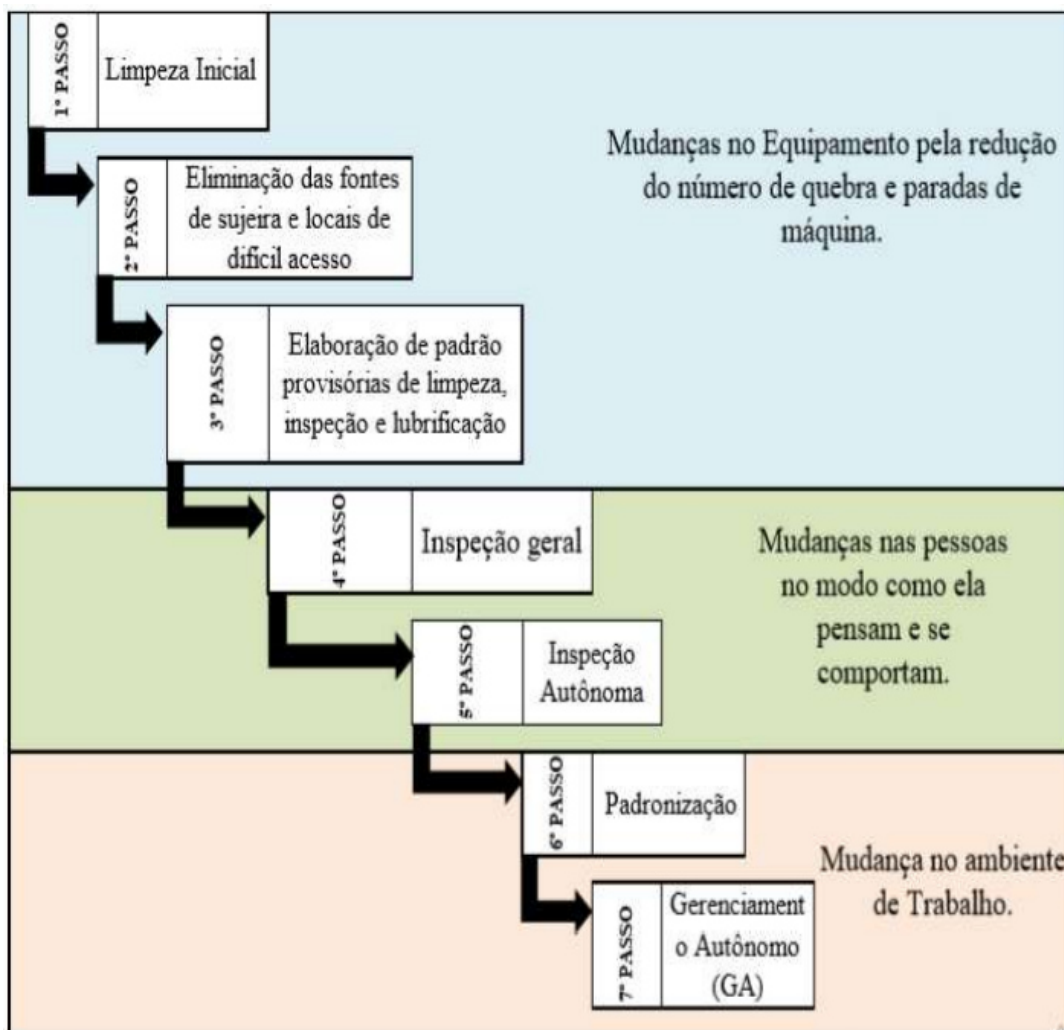
“Da minha máquina cuido eu”, a frase dita pelo Dr. Seiichi Nakajima, que foi o

propagador da metodologia no Japão ressalta que a melhor forma de atingir a quebra zero, ou seja, de prevenir paradas por quebras, deve-se ao operador. Destacando ainda que o foco da aplicação do TPM se dá no público operacional (Bortoluzzi, 2021).

A prática da manutenção autônoma não deve ser vista como atividades extras ao operador, nem como uma mudança na carreira profissional. O objetivo é fornecer cursos e capacitações para gerar o conhecimento para melhoria em seu local de trabalho, por meio de prevenção de quebras ou melhorar o rendimento. Contudo, somente se for levado com seriedade as equipes de operação e manutenção poderão somar forças. (Bortoluzzi, 2021)

Para uma aplicação mais fluída e eficaz do pilar de manutenção autônoma se faz necessário a separação das atividades propostas em sete passos divididos como expressados na Figura 15 que guiaram a operação para a autonomia. Cada passo se constrói como uma evolução, se tornando um pré requisito para iniciar o passo seguinte. Os três primeiros passos são ligados a sistemas e entendimentos das rotinas de manutenção, seguidos por 2 passos que focam em comportamento e por fim, 2 passos para modificação na estrutura do ambiente de trabalho (Silva, 2020).

Figura 15 - Os 7 passos da manutenção autônoma



Fonte: Silva (2020)

O primeiro passo se dá com uma limpeza inicial, ou chamado dia “D”, deve-se ficar claro que a partir desse momento inicia-se uma mudança de rotina e mentalidade. Durante esse momento, deve-se ser realizada a identificação de falhas ou anomalias que irão necessitar de intervenção, existem três tipos possíveis, que devem ser identificados e classificados por meio da aplicação de etiquetas de diferentes colorações, demonstrados no Quadro 10. Podem ser encontradas tipos de falhas ou anomalias que podem ser solucionadas pela equipe de gestão autônoma, como no caso de simples reparos, contudo se for mais complexo deve ser solucionado pelos mantenedores, ou até menos anomalias que necessitam de apoio técnico da equipe de segurança do trabalho (Salomão, et al, 2024; Silva, 2020).

Quadro 10 - Identificação de Etiquetas

Tipo de anomalia	Cor da etiqueta
Operacional	Azul

Manutenção	Vermelha
Segurança	Amarela

Fonte: Adaptado de Salomão et al (2024)

Salomão et al (2024) ainda esclarecem que existem sete tipos de anomalias: pequenos reparos, condições básicas, locais de difícil acesso, fontes de contaminação, fontes de problemas de qualidade, objetos desnecessários e locais inseguros. A resolução das anomalias identificadas deve ser realizada da mais crítica (impacto na maquinabilidade e segurança) até a menos crítica (problemas com pintura).

Para o segundo passo, as fontes de sujeira, que são pontos de origem e acumulado de sujeito e material estranho, devem ser eliminadas através de sua causa raiz, para isso pode-se aplicar a ferramenta 5s (5 sentidos). Para as fontes de sujeira, deve-se estabelecer uma rotina de limpeza, com base na criticidade, com frequência e duração, junto com ações para erradicá-las, pode ser aplicado *poka-yokes*. Além disso, a eliminação de locais de difícil acesso, que são locais onde a limpeza, lubrificação, inspeção e manutenção são demoradas, se faz necessário para visualização de possíveis anomalias e facilitada nas rotinas. Essa ação pode ser realizada através troca de materiais por policarbonato transparentes (Salomão, et al, 2024; Silva, 2020).

O terceiro passo é a elaboração pelos próprios colaboradores de planos de limpeza, lubrificação e inspeção. Esses padrões são formas de guiar as atividades que serão realizadas pelos operadores. Esses procedimentos devem conter todas as instruções com passo a passo, frequência e critério de aceitação. A equipe deve ser treinada para entendimento do procedimento e da importância de sua realização. Adiciona-se também a elaboração de checklists para garantir a rotina e precisão das atividades. (Salomão, et al, 2024; Silva, 2020).

O passo número quatro é a chamada inspeção geral, nessa etapa ocorrem treinamentos para a operação com foco em equipamentos para garantir a capacitação para inspecionar e por consequência detectar pequenas falhas ou anomalias e realizar sua correção. Nesse passo, devem ocorrer ações integradas com o pilar de educação e treinamento. (Silva, 2020).

O quinto passo é caracterizado pela inspeção autônoma. Com os conhecimentos do passo anterior, o operador tem autonomia para inspecionar o equipamento de maneira autônoma de forma mais aprofundada. Também se faz necessário a aplicação de checklists para garantir a rotina (Silva, 2020).

O sexto passo é realizado a padronização de procedimentos, lista de verificações.

Nessa fase, deve-se instalar gestões visuais e *poka-yokes*. No último passo, os operadores são autônomos e realizam as rotinas do TPM de forma independente. (Silva, 2020).

4.4.3.2. *Manutenção planejada*

Santos e Andrade (2021) comentam que o pilar de manutenção planejada tem objetivo de erradicar as ocorrências de quebras e falhas, através do sistema de manutenção auxiliar operacional. Já para Salomão et al (2024), o objetivo deste pilar é estabelecer rotinas de manutenção preditivas e preventivas com base em dados históricos e análises.

Com as inspeções, ajustes e lubrificações que o time operacional realiza no dia a dia, a equipe de manutenção pode focar em resolução de problemas de maior complexidade. Para isso, a manutenção planejada é aplicada para analisar falhas e realizar priorização, com base na análise de dados, estabelecendo critérios para realização de intervenções. (Bortoluzzi, 2021).

Para Silva (2020), o pilar de manutenção planejada possui impacto direto no indicador de performance, como o OEE, uma vez que se o equipamento parar perde-se produção. Salomão et al (2024) cita que os benefícios que a aplicação desse pilar irá gerar é a redução de perdas e otimização de recursos.

4.4.3.3. *Melhorias específicas*

O pilar de melhoria específica visa elevar a eficiência produtiva por meio da eliminação de perdas crônicas, buscando sempre quais suas causas raízes. Seu foco é estratificar as perdas e elaborar planos de ação para melhorar o processo, envolvendo manutenção e operação. (Bortoluzzi, 2021; Silva, 2020).

Salomão et al (2024) explicam sobre os benefícios do pilar de melhoria específica como o aumento da eficiência operacional e a redução dos custos, gerando agregação de valor.

Santos e Andrade (2021) explicam que além de tratar as perdas crônicas, o pilar é responsável por extrair o máximo dos equipamentos e gerenciar propostas de melhorias que os funcionários apresentam.

4.4.3.4. *Educação e Treinamento*

O pilar de Educação e Treinamento auxilia os demais pilares com relação a organização dos treinamentos técnicos e comportamentais que os colaboradores devem receber. Além disso, o pilar possui a função de levar capacitação às equipes para tocar as necessidades que o TPM necessita (Silva, 2020; Damasceno, 2021).

Santos e Andrade (2021) fomentam que a aplicação de treinamentos eleva a confiança para realização de procedimentos e gerar oportunidades de visualização de pontos de melhoria. Silva (2020) complementa que é indispensável a aplicação do pilar ensino e treinamento para implementação do TPM, além de objetivar a redução do erro humano.

4.4.3.5. *Controle inicial*

Salomão et al (2024) discutem que o pilar objetiva considerar quesitos de melhoria e manutenção já na aquisição de novos equipamentos visando a garantia que as futuras manutenções sem impactos e de baixos custos.

Assim, o pilar controle inicial tem como missão que a compra de novos equipamentos tenham custos baixos e sejam compatíveis com a planta, visando redução de perdas futuras, gerando um ambiente seguro. (Silva, 2020)

Para Bortoluzzi (2021) as funções que devem ser analisadas no equipamento na fase da compra são: confiabilidade, segurança, manutenção, operacionalidade e custos.

4.4.3.6. *Manutenção da Qualidade*

Bortoluzzi (2021) define a manutenção da qualidade como os procedimentos que garantem as condições adequadas para o funcionamento dos equipamentos para garantir a qualidade dos produtos, buscando garantir o zero defeito, ou seja, sem defeitos, com falhas ou geração de retrabalho.

Silva (2020) comenta que os membros do pilar devem compreender as origens dos defeitos, sendo eles oriundos do equipamento, material ou processo, sendo definido a causa raiz deve-se gerar ações e padronizações para evitá-los.

Os ganhos com a manutenção da qualidade é a padronização do produto final, redução de ocorrência dos defeitos e satisfação dos clientes. (Salomão et al, 2024)

4.4.3.7. *Segurança, Saúde e Meio Ambiente*

O principal objetivo deste pilar é atingir zero em acidentes e emissão de poluentes. As atividades elaboradas por esse pilar devem prevenir acidentes. A implantação e manutenção de ferramentas como 5s devem auxiliar para um ambiente seguro. (Silva, 2024)

Bortoluzzi (2021) esclarece que é necessário garantir a confiabilidade dos equipamentos, prevenir erros humanos e evitar acidentes. Com auxílio dos pilares de manutenção autônoma e planejada, as áreas mais críticas devem ser destacadas.

4.4.3.8. *TPM administrativo*

Possui principal objetivo a organização e eliminação das perdas na rotina administrativas que podem afetar a produtividade. (Gomes, 2020). O pilar administrativo visa que as atividades sejam eficientes e os resultados nítidos para o gerenciamento. Sendo a aplicação desse pilar ativa o conceito que todos os setores são participantes do programa TPM. (Bortoluzzi, 2021)

4.4.4. *Ferramentas de auxílio ao TPM*

Para Santos e Andrade (2021) há três ferramentas de extrema importância para o sucesso da implementação do TPM: 5s, lição ponto a ponto, *just-in-time* e controles visuais.

4.4.4.1. *5 sensos*

As primeiras impressões de uma organização quando se adentra suas instalações são: limpeza, organização e ordem. Essas características podem não ser sinônimo de qualidade, contudo, não praticá-las resulta em perda de qualidade e redução da produtividade (Vieira, et al, 2019).

O 5s é uma prática japonesa simples que é passada entre gerações cujo principal objetivo é a melhoria da qualidade de vida. No Japão, as crianças são ensinadas a essa metodologia desde o ensino fundamental, reforçando sua disciplina e cultura. (Vieira, et al, 2019; Salomão et al, 2024).

Segundo Silva (2020) o 5s surgiu na década de 50 no Japão com finalidade de elevar a produtividade das empresas e melhorar os produtos. Desse modo, cada pessoa era responsável pelo zelo em seu local de trabalho, através da limpeza, organização, disciplina e padronização. Para Santos e Andrade (2021), as melhorias geradas pelo 5s são: aumento da qualidade, melhoria na produtividade, desenvolvimento da criatividade, disciplina, melhoria da cultura e melhoria da utilização de ativos.

Damasceno (2021) afirma que os problemas só podem ser vistos se tiver um local limpo e organizado que auxilie a equipe a determinar falhas, sendo esse o primeiro passo para a melhoria. Assim, se tiver fontes de sujeira, desorganização e evidência de descansa no local de trabalho expressa-se que o TPM não está bem difundido.

A sigla 5s deriva de 5 sensos devido sua representação ser oriunda de 5 palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke. Cada palavra representa um conceito individual. Ao adaptar a metodologia ao Brasil inseriu-se a palavra “Senso” para remeter a

origem mesmo com as traduções. Dessa maneira, tem-se: Senso de utilização, Senso de ordenação, Senso de limpeza, Senso de saúde e Senso de autodisciplina, visualizados na figura 16. (Ribeiro, 2022) .

Figura 16 - Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2022)

Para inserir o 5S no meio de trabalho, deve-se iniciar separando o útil do inútil, ou seja, aplicando o senso de utilização. Esse senso baseia-se em retirar do local de trabalho os itens que não são necessários de maneira rotineira naquele local. (Silva, 2020). Ribeiro (2022) esclarece que não se deve desfazer ou descartar os materiais que não são úteis, mas sim classificá-los de maneira controlada, exemplos: organizando em armários, almoxarifados ou fazendo doações. Ribeiro (2022) fornece maneiras de exercer o Seiri:

- Verificar o que é útil;
- Separar o que não faz mais sentido;
- Dá destino ao que não serve;
- Eliminar tarefas desnecessárias;
- Tornar de fácil acesso materias utilizados com frequência;
- Melhorar o aproveitamento dos recursos humanos e materiais.

Realizar a limpeza é essencial para eliminar pensamentos negativos liberando espaço para outras atividades e hábitos mais saudáveis (Ribeiro, 2022).

O segundo senso que será aplicado é o *Seiton* ou senso de ordenação. Esse senso consiste em deixar cada objeto em seu devido local, otimizando tempo durante a busca. Para Ribeiro (2022), ordenar é unir objetos que realmente são necessários, visando a facilitação do acesso, com lógica na distribuição. Devendo ocorrer padronização e ordenação com comunicação visual. Para Silva (2020), o senso de ordenação significa otimização de tempo na execução das atividades, auxiliando na preservação da cultura de segurança.

Ribeiro (2022) explica formas de se praticar o senso seiton:

- Analisar onde e como guardar coisas;
- Definir padrões de organização;
- Definir como e onde guardar;
- Padronizar nomenclaturas;
- Desenvolver identificações visuais;
- Evitar duplicação em estoques.

O *Seiso* ou senso de limpeza é definido por Santos e Andrade (2021) a busca por manter o ambiente e materiais limpos, sempre eliminando fontes de sujeiras. Assim, preservando as características dos equipamentos evitando acidentes e perdas de qualidade. Com isso, deve ocorrer alterações culturais dos colaboradores que sempre é melhor não sujar do que limpar. Tem-se três tipos de limpezas que podem ser realizadas: sonora (relacionada a ruídos), bagunça e sujeiras e ambiental. (Damasceno, 2021; Silva, 2020).

Ribeiro (2022) explica formas de se praticar o senso seiso:

- Realizar uma faxina, em horários pré estabelecidos, com durações pequenas;
- Desenvolver hábitos de limpeza que é melhor não sujar;
- Limpar objetos antes de guardar-los;
- Desenvolver checklist com os locais que necessitam ser limpos diariamente, semanalmente, quinzenalmente ou mensalmente.

Para Ribeiro (2022) o quarto senso, senso de higiene e saúde, é atingido quando praticado os outros 3 sentidos, com ações inseridas na rotina com conceitos de higiene, segurança e saúde. Santos e Andrade (2021) definem o *Seiketsu* como senso de padronização, com objetivo de manter o ambiente de trabalho saudável e organizado.

Ribeiro (2022) explica formas de se praticar o senso seiketsu:

- Melhorar as condições ambientais do trabalho, retirando as fontes de perigo;
- Cuidar sempre o asseio pessoal;
- Melhorar a saúde dos colaboradores;

- Facilitar as relações humanas;
- Tornar o ambiente de trabalho agradável.

A autodisciplina é como chama-se o senso *shitsuke*, sendo denominado de disciplina, educação e comprometimento. Esse senso possui característica de alterar hábitos e melhorar ações comportamentais visando atingir bons resultados, além de buscar desenvolver e atingir hábitos para seguir os padrões de limpeza, ordenação e utilização. (Silva, 2020; Santos e Andrade, 2021; Ribeiro, 2022).

Ribeiro (2022) explica formas de se praticar o senso *seiketsu*:

- Compartilhar objetivos;
- Difundir conceitos;
- Cumprir rotinas;
- Treinar e persistir;
- Facilitar execução de tarefas;
- Melhoria contínua a nível organizacional

Silva (2020) explica que o 5s eleva a qualidade não apenas dos produtos, mas também dos colaboradores, que é um fator estratégico para elevar a produtividade e eficiência. Contudo, é necessária modificação de postura e paradigmas culturais.

4.4.4.2. *Lição ponto a ponto*

Pode-se definir lição ponto a ponto ou (LPP) como uma ferramenta aplicada para auxiliar na distribuição de conhecimento em ambiente fabril. Se baseia em uma maneira simples e fácil de representar de forma visual e objetiva, para leitura rápida e de forma descontraída, visando o auto aprendizado. Pode ser realizada para transmissão de conhecimento básico, disseminar uma melhoria realizada ou uma problemática. As lições devem ser elaboradas pelos próprios colaboradores. (Silva, 2020; Santos e Andrade, 2021)

4.4.4.3. *Just-in-time*

Viera et al (2019) traduz o *just-in-time* como uma movimentação rápida mas coordenada pelo sistema de produção e cadeia de suprimentos. Existindo três operações principais: *keijunka* que é caracterizado pelo fluxo nivelado e ordenado de materiais, pelo *kanban* que se trata da sinalização para o processo. O *just in time* objetiva produzir somente o necessário e quando for necessário, na quantidade correta e momento correto para reduzir estoques. (Santos e Andrade, 2021)

4.4.4.4. *Check-lists*

A aplicação das ferramentas que auxiliam na padronização das rotinas dos operadores é de suma importância. Bortoluzzi (2021) elege a elaboração de duas ferramentas para serem referências aos operadores. Os checklists operacionais e os padrões provisórios.

Os checklists operacionais são ferramentas elaboradas com auxílio da manutenção, onde se contemplam itens que precisam ser verificados ou ajustados de forma rotineira pelos operadores. (Bortoluzzi, 2021)

Já os padrões provisórios podem ser do tipo de inspeção, onde irá demonstrar como inspecionar os itens dispostos no check-list operacional, o check list diz o que fazer e o padrão provisório explica como fazer. O padrão provisório de operação é o documento que deixa claro o que se deve fazer, como se deve fazer e quando fazer as rotinas operacionais de equipamentos. E os padrões de lubrificação apresenta aos operadores quais os pontos devem ser lubrificados, quais tipos de lubrificantes utilizar. (Bortoluzzi, 2021)

4.4.4.5. *Controles visuais*

Os controles visuais são meios de facilitar o controle de parâmetros e a inspeção dos operadores. Devem ser de fácil interpretação que auxiliem até pessoas sem conhecimento técnico a perceber a situação.

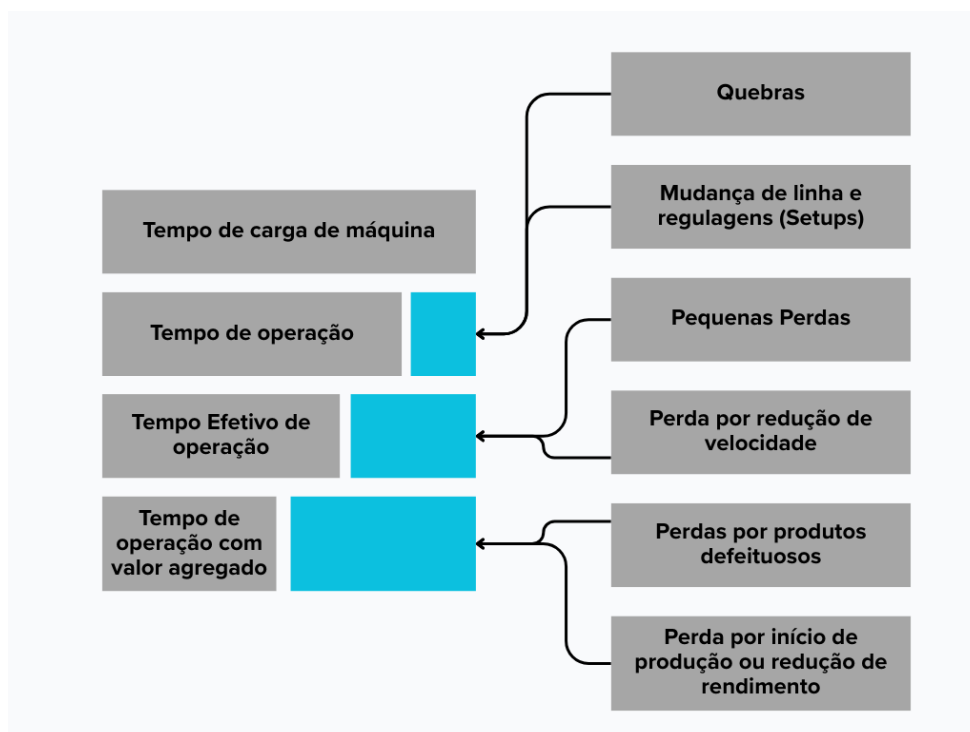
4.4.5. *As Seis Grandes Perdas e o Impacto no OEE*

Para o TPM, um dos principais objetivos é que as máquinas trabalhem 100% do tempo que se é programado. Alves e Oliveira (2014) comentam que o OEE é um indicador que possui visão do desempenho dos equipamentos, desse modo, o indicador considera a evolução do TPM, a partir da estratificação de seis perdas específicas.

Santos e Andrade (2021) explicam que para atingir o desempenho das máquinas é necessário a utilização máxima das capacidades, sem as perdas que atrapalham a utilização 100%.

Gomes (2020) traz as 6 principais perdas produtivas, vistas na figura 17, que impactam diretamente nos tempos de produção. Sendo elas as perdas por quebra, perdas por mudança de linha e regulagens, o chamado setup, pequenas perdas, perda por queda de velocidade, perda produtos defeituosos e retrabalho, perda de início da operação e queda do rendimento.

Figura 17 - As 6 principais perdas que impactam no OEE



Fonte: Adaptado de Gomes (2020)

A chamada perda por quebra ocorre quando há perda total da capacidade, ou seja, a máquina quebra de forma inesperada e não há possibilidade de produção. Ou quando ocorre perda parcial da capacidade se houver um desgaste reduzindo as condições de rendimento e de produção (Bortoluzzi, 2021). Para Assunção et al (2019) essa perda é gerada por falta de manutenção ou manutenções realizadas de maneira inadequada. Sendo o objetivo do TPM eliminá-las, sendo esse papel do pilar de manutenção planejada.

Para Bortoluzzi (2021) a perda por mudança de linha/regulagens (setups) ocorre quando há mudanças na linha de produção, sendo alterações de produtos onde é necessário a troca de equipamentos, regulagens e ajustes. Durante as trocas pode-se observar possíveis melhorias nos equipamentos e nas atividades que necessitam ser desempenhadas buscando a gestão de produção, essa missão é do pilar de melhoria específica. (Assunção et al, 2019).

As pequenas paradas são pequenos instantes de interrupção para solucionar um problema que não é considerado quebra, normalmente ocorre intervenção a nível do operador e o equipamento retorna normalmente. São exemplos desse tipo de perda: entupimento da alimentação, sobrecarga no sistema (Bortoluzzi, 2021).

Perda de velocidade é a quando ocorrer irregularidade na produção e os equipamentos operam com velocidade inferior ao normal (Santos e Andrade, 2021)

A perda por não segmentos com os padrões de qualidade é a chamada perda por produtos defeituosos, é ocorrido devido à fabricação de produtos que fogem do padrão. O

TPM atua prevenindo essa perda por meio da garantia da confiança dos equipamentos, operadores com domínio das suas atividades e inspeções do produto, processo e das matérias primas utilizadas (Assunção et al, 2019).

Por fim, a perda por redução do rendimento ou início de produção ocorre devido a não utilização da capacidade nominal do equipamento, pode ser classificado como o tempo que falta para iniciar o processo produtivo.

4.5. Cultura de melhoria contínua e o engajamento pessoal

4.5.1. O Papel do TPM na Criação da Cultura

Segundo Assunção et al (2019), o recurso humano é a base para a aplicação da filosofia TPM, onde todas as ferramentas estão ligadas a utilização do público operacional, principalmente.

Neto (2019) ressalta que para ocorrer uma mudança cultural real necessita que as condições de atuação da operação seja estável com espaço para solução de problemas e realização de melhorias. Permitindo assim uma menor dependência de cargos superiores para solução básica de problemas diários.

Salomão et al (2024) direcionam que muitos pensamentos enraizados na cultura organizacional necessitam ser refeitos. Exemplo de comentários acerca de atrasos dos serviços de manutenção ou pouca habilidade dos operadores lidarem com o maquinário. Para atingir níveis de excelência operacional utilizando TPM como filosofia essa forma de se portar deve ser substituída pela visão que todos estão em busca dos menos objetivos, alinhando as metas e trabalhando em conjunto.

4.5.2. Educação, treinamento e desenvolvimento de habilidades

Segundo Bortoluzzi (2021), as grandes empresas demonstram preocupação com segurança e postura dos colaboradores durante a realização de suas atividades para executá-las com confiança e eficiência. Dessa forma, parte uma necessidade de investir em estudos que forneçam conhecimentos ao funcionário, visto que quanto maior a singularidade das atividades elaboradas maior a necessidade de conhecimento.

Bortoluzzi (2021) ainda complementa que os operadores autônomos necessitam ser capacitados em conhecimento técnicos de lubrificação, conhecimento básico dos maquinários, montagem e desmontagem dos equipamentos, pneumática e hidráulica, noções de eletrotécnica e instrumentação. Esse resumo teórico e prático é fundamental para a execução

do escopo da autonomia no trabalho, sendo um pré requisito para a gestão autônoma, ou seja, passo 07 do pilar de manutenção autônoma.

Além desses fatores Damasceno (2021) comenta que com a automatização das indústrias 4.0 e 5.0 ocorre a necessidade de um público operacional mais qualificado para a gestão bem como a operação de equipamentos com maior grau de tecnologia e sofisticação. Assim a operação e a manutenção devem possuir olhar técnico dos sistemas e processos, senso crítico para analisar dados e equipamentos, capacidade de solucionar pequenos problemas. Além de conhecimento relacionados a segurança da informação, comunicação e coleta de dados.

O conceito do TPM é que ocorra interação dos funcionários com as máquinas, para isso, a metodologia pede que sejam fornecidos treinamentos de qualificação e que ocorra incentivo para que os operadores se tornem “donos” de suas máquinas e que ocorra aumento da produtividade. Com essa aplicação, as equipes de manutenção poderão focar em problemas mais específicos que necessitam de maior rigor técnico. (Damasceno, 2021)

Para atingir níveis de excelência operacional necessita o desenvolvimento de equipes com determinação para seguir a trilha para a excelência, visto que é da equipe que vai fundamentar a aplicação das ferramentas que auxiliam os níveis de excelência. Desse modo, para resistir a mudanças é necessário a participação de grupos que possuam variedades de habilidades (Neto, 2019).

4.6. Integração do TPM com normas de gestão e segurança alimentar

4.6.1. Padronização e certificação de qualidade (ISO 9001 e ISO 22000)

Obara (2019) comenta que a International Organization for Standardization (ISO) é uma organização internacional, sediada na Suíça, que atua de maneira independente sendo composta por um vasto grupo de especialistas que formulam as normas com base nas exigências mundiais visando a inovação e viabilizar desafios. A ISO em território brasileiro possui representação pela ABNT, sendo a responsável pela adaptação ao Brasil e sua disseminação.

A família ISO 9000 é a base, sendo composta por diversas normas técnicas que traduzem a definição de gestão da qualidade. A ISO 9001 é conceituada como um sistema de gestão que promove a otimização de processos para elevar a produtividade no desenvolvimento de produtos e garantir a satisfação do cliente final, desse modo, fidelizando-o e promovendo o crescimento da companhia, objetivando a melhoria em todos os

aspectos e maior eficácia da companhia. Já a ISO 9004 possui objetivo a melhoria contínua na atuação da empresa, sempre tendo como base a eficácia e a eficiência. (Obara, 2018; Nogueira, 2022).

Machado (2012) ressalta que a família da ISO 9000 é fundamentada na gestão de documentação de maneira acessível, rápida e de fácil entendimento. É recomendado a aplicação de quatro níveis de documentos: manual da qualidade, procedimentos, instruções de trabalho e registros de qualidade. Ademais, a certificação ISO evita que os colaboradores se confundam ou percam nas suas atividades.

A ISO 22000 surgiu da preocupação mundial de garantir a qualidade e segurança alimentar, sendo uma resposta a preocupação mundial em alinhar conceitos a partir de processos rastreáveis e em gerenciamento contínuo. Essa norma segue os princípios do sistema APPCC, para garantir que os processos tenham os perigos inerentes ao processamento controlados. Nos requisitos solicitados pela norma estão: planejamento, implementação, operação e atualização do sistema de segurança; demonstração da conformidade do produto segundo a legislação; avaliação das solicitações dos clientes e garantia da conformidade da organização com a política de segurança de alimentos implementada. (Machado, 2020; Obara, 2018; Nogueira, 2022).

Nogueira (2022) traz os benefícios da implementação das normas de qualidade presentes no Quadro 11.

Quadro 11: Benefícios das implementações das ISO's

Norma	Benefícios
ISO 9001	Produção controlada e otimizada
	Maior produtividade do colaborador com conhecimentos dos processos
	Redução de riscos de contaminação
	Comunicação assertiva melhorando a compreensão de processos
ISO 9004	Desenvolvimento de novas técnicas
	Maior credibilidade no mercado
	Identificar pontos de melhoria na produção
	Desenvolver novas tecnologias
ISO 22000	Avaliar riscos ao consumidor

	Atender conformidades exigidas por lei, com relação a segurança alimentar
	Corrigir as não conformidades
	Estruturar um sistema de gestão com estrutura definida e clara aos funcionários

Fonte: Nascimento (2022)

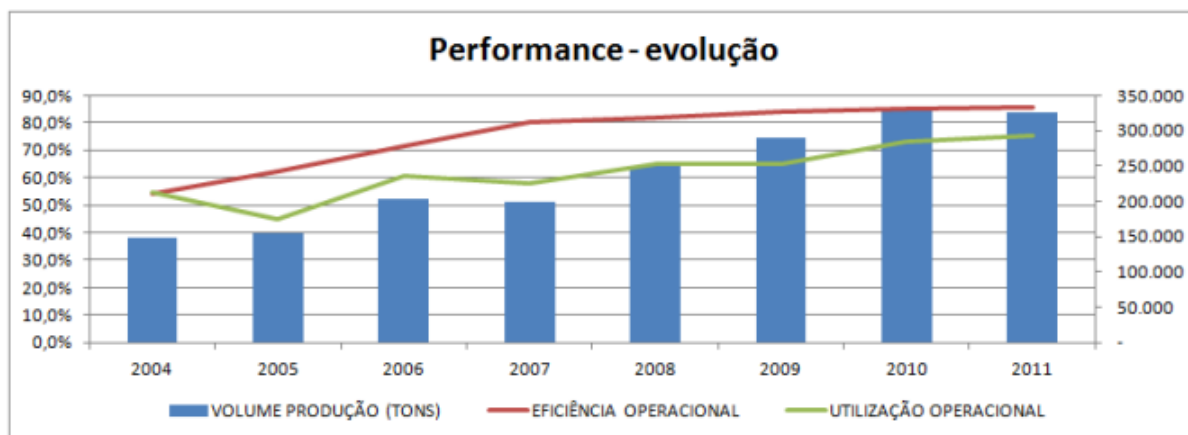
A Manutenção Produtiva Total, embora não seja uma norma certificável, apresenta forte relação com os sistemas de gestão baseados nas normas ISO, ao contribuir para a padronização dos processos, a melhoria contínua e o controle operacional. Na indústria de alimentos, o TPM auxilia no atendimento aos requisitos da ISO 9001 ao promover a redução de falhas, o registro sistemático das atividades de manutenção e o uso de indicadores de desempenho, enquanto, em relação à ISO 22000, contribui para a segurança de alimentos ao garantir maior confiabilidade dos equipamentos, estabilidade dos processos produtivos e prevenção de riscos que possam comprometer a qualidade e a integridade do produto.

4.7. Análise da aplicação: TPM no chão de fábrica de alimentos

4.7.1. Casos de sucesso e boas práticas documentadas

Alves e Oliveira (2014) realizaram estudos sobre a implementação do TPM em uma indústria de alimentos. Segundo seus resultados, a indústria apresentou evolução nos indicadores de desempenho, principalmente o indicador de performance (OEE), como também aumento na capacidade produtiva para a mesma quantidade de equipamentos do inícios do estudo. Os resultados estão expostos na Figura 18. Nesse estudo, os autores concluíram que a evolução dos indicadores está diretamente relacionada à aplicação da filosofia TPM, obtendo seus impactos não apenas no chão de fábrica mas em todos os setores que compõem a empresa. As melhorias refletiram no aumento na capacidade e das vendas, obtendo assim, maiores margens de lucro que por consequência captaram a atenção de acionistas e investidores.

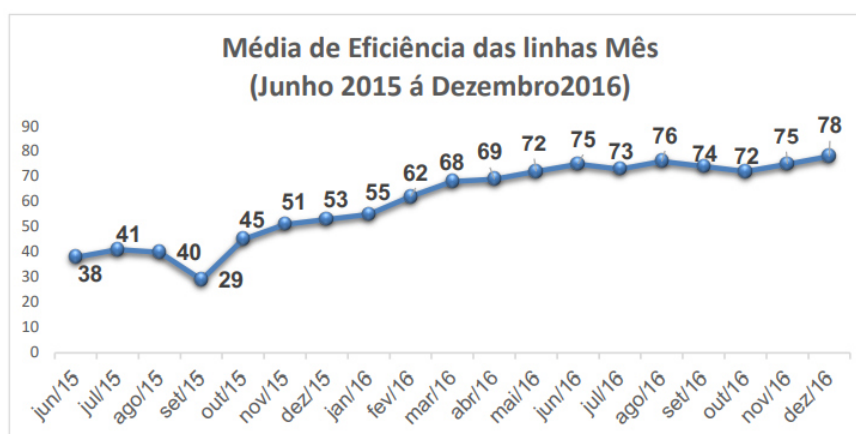
Figura 18 - Evolução de uma indústria de alimentos com aplicação do TPM



Fonte: Alves e Oliveira (2014)

Nos estudos de Nascimento et al (2017), onde verificou-se a implementação do TPM em uma indústria de bebidas, conclui-se que ocorreu melhora na percepção da necessidade de manutenção nos equipamentos, ocasionando maior disponibilidade dos recursos por meio de ações preventivas e melhorias, reduzindo a quantidade de quebras. Além desses resultados, observou-se que os colaboradores se encontram mais satisfeitos com melhor ambiente de trabalho e qualidade de vida. Tais resultados refletiram no indicador de eficiência operacional, demonstrados na Figura 19.

Figura 19 - Evolução de uma indústria de bebidas com aplicação do TPM



Fonte: Nascimento et al (2017)

Para a implementação do TPM em uma manufatura de biscoitos durante os anos de 2013 a 2019 Assunção et al (2019) observaram uma melhoria nos indicadores de performance (Figura 20) além de uma economia total de R\$ 720.000,00 correlacionada à redução de paradas, aumento da produtividade e redução dos custos de manutenção. Os autores comentam ainda que a redução dos custos devido ao aumento do OEE e da

produtividade permitiu que a manufatura repassasse os ganhos aos consumidores com preços dos produtos mais acessíveis. Observaram-se também a redução dos acidentes em linha.

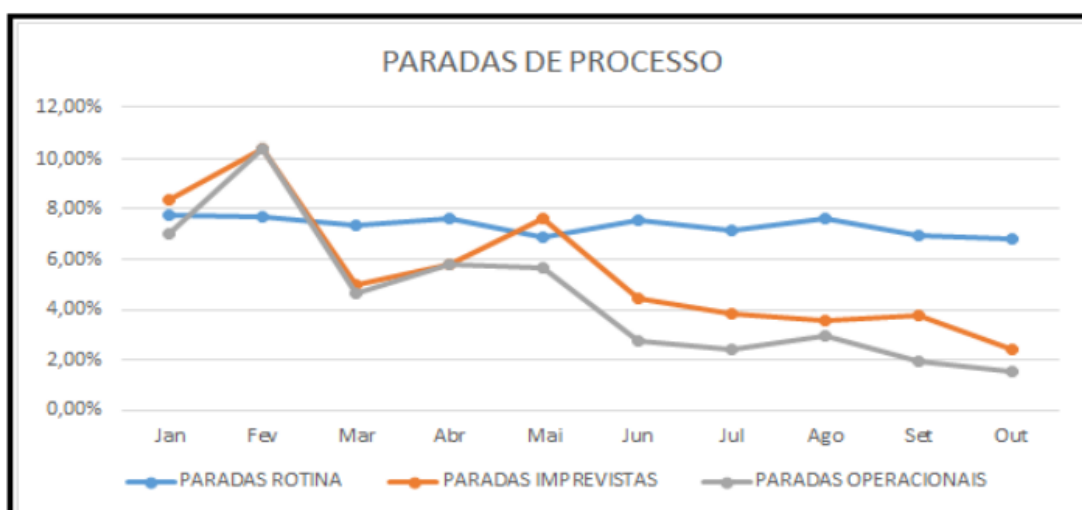
Figura 20 - Aumento do OEE em uma manufatura de biscoitos



Fonte: Assunção et al (2019)

Bortoluzzi (2021) observou a implementação dos pilares do TPM em uma linha de processamento de aves de uma grande marca de produtos animais. Concluiu-se que para obtenção de resultados expressivos é necessário não apenas investimento em estrutura e equipamentos, mas também em conhecimento e envolvimento dos operadores e manutenedores para melhorias na produtividade, qualidade e segurança. É necessário despertar o espírito de donos de suas devidas áreas de trabalho. Tais mudanças estão presentes nos resultados de paradas do processo, sendo elas de rotina, imprevistas e operacionais, onde houve expressivas reduções, como presentes no Figura 21.

Figura 21 - Redução das paradas em uma linha de processamento de aves

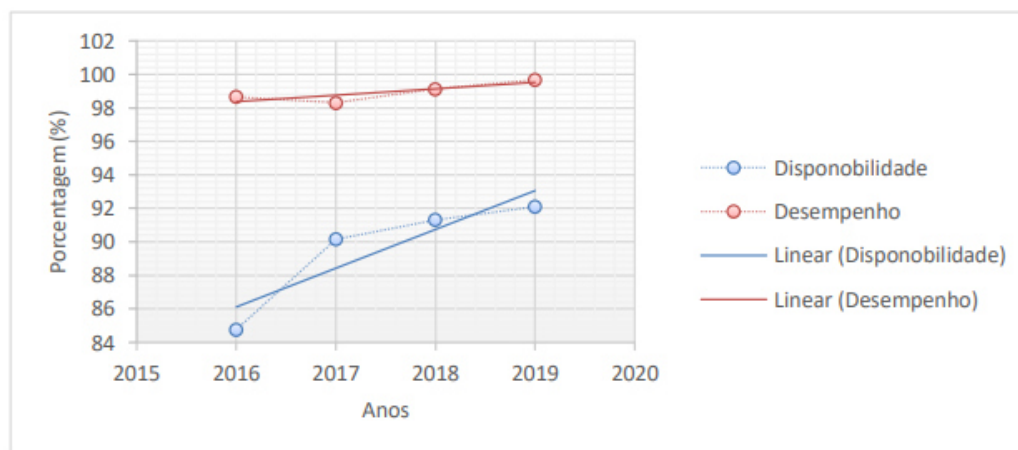


Fonte: Bortoluzzi (2021)

Já Silva (2020) que verificou o processo de adesão do TPM a uma linha de

produção de uma indústria de alimentos, analisando de 2016 a 2019, constatou-se um ganho linear e crescente da eficiência operacional, o que demonstrou que as ferramentas aplicadas e a atuação do time de gestão autónoma reduz de forma eficaz as perdas do processo e aumento da disponibilidade da linha. No Figura 22 estão os indicadores de disponibilidade de desempenho para esse processo produtivo.

Figura 22 - Indicadores de disponibilidade e desempenho



Fonte: Silva (2020)

Damasceno (2021) expressou em seu trabalho, onde ocorreu a implementação do TPM em uma unidade industrial de uma grande cooperativa brasileira de tecnologia agropecuária, laticionios e lofística, onde concluiu-se que a manutenção produtiva total possibilitou aumento da disponibilidade dos equipamentos, melhoria do OEE, redução do tempo de paradas não planejadas gerando assim ganho de produtividade, além de capacitação técnica e comportamental dos colaboradores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão bibliográfica realizada, permitiu contextualizar a indústria de alimentos como um setor complexo, competitivo e estrategicamente relevante, que enfrenta desafios produtivos e tecnológicos contínuos, além de rigorosas exigências relacionadas à qualidade e à segurança dos alimentos.

A análise do conceito de excelência operacional evidenciou que ferramentas como Lean Manufacturing, Kaizen, Six Sigma, PDCA, 5W2H e Kanban exercem papel fundamental na melhoria dos processos da indústria de alimentos. Quando aplicadas de forma integrada e sistemática, essas ferramentas contribuem para a redução de desperdícios, a padronização das operações, o aumento da eficiência produtiva e o suporte à tomada de

decisão baseada em indicadores, favorecendo resultados mais consistentes e sustentáveis.

No que se refere à Manutenção Produtiva Total, observou-se que seus fundamentos, evolução histórica e pilares estão diretamente associados à melhoria da confiabilidade dos equipamentos e à eliminação das principais perdas produtivas. A literatura analisada demonstra que a aplicação do TPM na indústria de alimentos contribui para a prevenção de falhas, a redução de paradas não planejadas e a manutenção das condições operacionais necessárias para assegurar a qualidade e a segurança dos alimentos ao longo de todo o processo produtivo. Além dos aspectos técnicos, verificou-se através dos estudos analisados que a cultura organizacional, a presença da liderança aliada a programas de educação e treinamento e ao comprometimento da gestão, fortalece a implementação tanto das ferramentas de excelência operacional quanto dos pilares do TPM no ambiente industrial.

Por fim, a integração entre os princípios da excelência operacional e o TPM mostrou-se essencial para o fortalecimento do desempenho produtivo da indústria de alimentos. A combinação dessas abordagens possibilita ganhos relevantes em eficiência, competitividade e confiabilidade operacional, evidenciando que sua aplicação conjunta no chão de fábrica contribui para a construção de um sistema produtivo mais robusto, seguro e orientado à melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

- ALESSIO, Laura; SINKERE, Leticia Moreira; SOUZA, Bárbara Bruna de; RIBEIRO, Danilo Ribamar Sá. Proposta de implementação de tecnologias da indústria 4.0 em uma produção alimentícia utilizando o mapeamento de fluxo de valor. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 5316, 2024. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/5316>. Acesso em: 23 out. 2025
- ALVES DE OLIVEIRA, Paulo Ellery; DE SANTANA, Nathaly Silva; DE BRITO, Arthur Arcelino; TEIXEIRA DE LIMA, Alessandro Jackson; ARRUDA, Guilherme Mentges. Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade: um caso no setor alimentício. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, [S. l.], v. 7, n. 12, p. 20–30, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/70204>. Acesso em: 23 out. 2025
- ALVES, Leandro Martins; OLIVEIRA, Francisco de Paula. Estudo de implementação do sistema tpm na indústria de alimentos e seus ganhos. **Revista do Curso de Administração - PUC Minas**. ed. 2014. Disponível em: https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo26_2014.pdf. Acesso em: 14 out. 2025.
- ALHEIROS, Rafaella Sales Mendonça. Implementação do conceito de excelência operacional em um indústria no ramo alimentício, 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - **Universidade Federal Rural do Semi-Árido**, Mossoró, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/c114e693-8889-4b90-a3cd-0380ddea7232>. Acesso em: 14 out. 2025.
- ARTILHA-MESQUITA, Carla Adriana Ferrari, et.al,. Avaliação da gestão da qualidade e suas ferramentas: aplicabilidade na indústria de alimentos para animais. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e20210111248, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/11248>. Acesso em: 23 out. 2025.
- ASSUNÇÃO, K. S; Silva, A. F; GOMES, R. L; Implantação da TPM em um processo de manufatura de biscoitos e seus resultados obtidos. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, n. 7, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9089184>. Acesso em: 14 dez 2025.
- BARTZ, T; SILUK, J. M. S; BARTH, L. E. Importância da mensuração de desempenho industrial na indústria: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estratégia**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 91-104, 2011. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/REBRAE/article/view/13634/13055>. Acesso em 12 dez. 2025.
- BASTOS, R. M; QUARESMA, S. F. D. S; OLIVEIRA, K. B; MAGALHÃES, E. M. A comunicação como nova ferramenta da produção enxuta para aumento de um KPI principal. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 6, pág. 35223–35245, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-166. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11272>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- BEZERRA, Juliano Cesar Santos; RODOLPHO, Daniela. CULTURA ORGANIZACIONAL E MELHORIA CONTÍNUA. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 19, n. 2, p.

489–500, 2022. DOI: 10.31510/inf.v19i2.1533. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1533>. Acesso em: 12 dez. 2025.

BORTOLUZZI, O. Implementação de pilares do método de manutenção produtiva total em uma linha de processamento de aves. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) - **Universidade de Caxias do Sul**, Bento Gonçalves, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/13903/TCC%20Odirlei%20Bortoluzzi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 dez 2025.

BRIALES, Julio Aragon; FERRAZ, Fernando Toledo. Melhoria contínua através do kaizen. **Revista eletrônica de economia**, v. 7, 2006. Disponível em: https://www.mccpconsultoria.com.br/wp-content/uploads/arquivos/downloads/01-artigo_melhoria_continua_kaizen.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

BRITO, Francisco Oliveira. A manufatura enxuta e a metodologia seis sigma em uma indústria de alimentos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - **Universidade Federal do Amazonas**, Manaus, 2008. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3577>. Acesso em: 23 nov. 2025.

BUENO, G. W. BRAND, M. R.; NAOE, R. K.; MACHADO, L. P.; TROMBETA, T. D.; MATIAS, J. F. N.; GAONA, C. A. P.; TERAMOTO, Érico T. Transformação agrícola com o uso de tecnologias 5.0: a digitalização da aquicultura. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. e9331, 2025. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/9331>. Acesso em: 14 nov. 2025.

CARNEIRO, L. A. Análise de eficiência de um processo produtivo em uma indústria de alimentos no estado do Ceará. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - **Universidade Federal do Ceará**, Russas, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75272>. Acesso em: 11 dez. 2025.

CARVALHO, J. M. de; ARAÚJO, L. O. de. Inovação na indústria de alimentos e sua interface com o setor regulador no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 405, 2017. DOI: 10.9771/cp.v10i3.23062. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/23062>. Acesso em: 23 out. 2025.

CESARIO, L. M. B. Aplicação de Kaizen em um setor de manufatura fabril. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Londrina, 2024. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/34846/1/aplicacaokaizenmanufaturafabril.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

CIOFFI, Lucas Gualande; OKADA, Roberto Hirochi. Implementação da ferramenta 5w2h no processo de produção para a obtenção de resultados e melhorias no processo. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 19, n. 2, p. 974–984, 2022. DOI: 10.31510/inf.v19i2.1505. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1505>. Acesso em: 24 nov. 2025.

COSTA, T. B. S.; MENDES, M. A. Análise da causa raiz: utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. In: **Simpósio de engenharia de produção de sergipe**, 10., 2018, São Cristóvão, SE. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/10450>. Acesso em 07 dez. 2025

DAMASCENO, F. F; Referencial teórico sobre a importância da manutenção produtiva total (TPM) na indústria. Monografia (Bacharel em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rura do Semi Árido, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/2613af32-df7c-4815-addc-3baad21a775d>. Acesso em: 13 dez. 2025.

DE SOUZA, Ruy Victor. Aplicação do método FMEA para priorização de ações de melhoria em fluxos de processos, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - **Universidade de São Paulo**, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/originais/18/18156/tde-15012013-103231/DissertSouzaRuyVictorBdeOrig.pdf>. Acesso em 09 dez. 2025.

DIAS, F. T; FERNANDEZ, F. C. F; FILHO, M. G. Uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação da implementação da manufatura enxuta: proposta e estudo de caso. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, PR, v. 04, n. 02: p. 104-122, 2008. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/22/19>. Acesso em 10 dez. 2025.

FARIAS, V. S. Aplicação do ciclo pdca e lean six sigma no setor alimentício na última década: uma revisão bibliográfica, 2025. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - **Universidade Federal do Ceará, Fortaleza**, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/80472?mode=full>. Acesso em: 14 de out. 2025.

GAMBOA-ROSALES, N. K; LÓPEZ-ROBLES, J. R. Evolução da indústria 4.0 para a indústria 5.0: avaliação da estrutura conceitual e perspectivas de um campo emergente. **Transinformação**, [S. l.], v. 35, 2023. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/transinfo/article/view/7319>. Acesso em: 29 out. 2025.

GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria; BORSARI, Jocasta Valéria. As melhores práticas do lean manufacturing na indústria alimentícia. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 20, n. 1, p. 697–707, 2023. DOI: 10.31510/infa.v20i1.1690. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1690>. Acesso em: 26 out. 2025.

GOMES, L. A. X; A importância da aplicação da metodologia TPM (manutenção produtiva total) na indústria contemporânea. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) - **Faculdade Vale do Cricaré**. São Mateus, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ivc.br/bitstream/handle/123456789/357/TCC%20-%20LEANDRO%20-%200ENG%20MEC%20c3%82NICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 de dez de 2020.

JÚNIOR, Emmanuel Artur Róseo. O comprometimento organizacional em empresas lean: um estudo no setor da construção civil no ceará. Dissertação (mestrado) – **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/29059/1/2013_dis_eaeroliveirajunior.pdf. Acesso em: 26 out. 2025.

LAURENTI, R. I; VILLARI, B. D; ROZENFELD, H.. Problemas e melhorias do método FMEA: uma revisão sistemática da literatura. **P&D em Engenharia de Produção**, v. 10, n.1, p. 59-70, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <https://flexmethod4innovation.com/wp-content/uploads/2024/02/MF.DOC044-Laurenti-Villari-Rozenfeld-2012-Problemas-e-melhorias-do-metodo-FMEA-uma-revisao-sistematica-da-literatura.pdf>. Acesso em 09 dez. 2025.

LINDBERG, C. F.; TAN, S.; YAN, J.; STARFELT, F. Key performance indicators improve industry. **Procedia de energia**, v. 75, p. 1795-1790, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215012424>. Acesso em 12 dez. 2025.

LOUREIRO, Ricardo Golin. Aplicação das ferramentas para prova de falha "Poka-Yoke" como ações resultantes do FMEA de processo em unidades produtivas do setor automobilístico, 2012. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - **Centro Universitário Eurípides De Marília**, Marília, 2013. Disponível em: <https://aberto.univem.edu.br/handle/11077/1090?locale-attribute=en>. Acesso em: 07 dez. 2025.

MACHADO, Simone Silva. Gestão da Qualidade. **Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, 2012. Disponível em: https://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prd_industr/tec_acucar_alcool/161012_gest_qual.pdf. Acesso em: 22 nov. 2025.

MARINATO, D. da F. V. J.; RIBEIRO, L. F. de A. P.; FELIX, E. R. de S.; SOARES, A. P. L.; SBRANA, C. Análise do indicador overall equipment effectiveness (OEE) em um setor de envase da indústria de alimentos. **Brazilian Applied Science Review**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 20–38, 2021. DOI: 10.34115/basrv5n1-003. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/22542>. Acesso em: 11 dez. 2025

MENDOZA, Montesdeoca. Mejora de la eficiencia de producción en la industria de alimentos mediante un sistema tres componentes orientados al ser humano. 2025. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Politécnica Salesiana Equador**, 2025. Disponível em: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/31692>. Acesso em: 14 nov. 2025.

MOTTA, M. C; ALMEIDA, J. S. Importância dos indicadores de desempenho nas pequenas empresas. **Associação Paranaense de Engenharia de Produção**, IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: http://aprepro.org.br/combrep/2019/anais/arquivos/10262019_211052_5db4e53c37aec.pdf. Acesso em 12 dez. 2025.

NASCIMENTO, Danielle Maria do; DINIZ, Helder Henrique Lima; GABÚ, Adilson Bezerra da Silva. Manutenção produtiva total (tpm): estudo de caso em uma indústria de bebidas. **Revista de Trabalhos Acadêmicos Universo Recife**, Recife, v. 4, n. 2-1, 2017. ISSN 2179-1589. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180424165853id_/http://www.revista.universo.edu.br/index.php?journal=1UNICARECIFE2&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=5138&path%5B%5D=3020. Acesso em: 23 out. 2025.

NASCIMENTO, J. C. Ferramentas da qualidade e implementação de certificações na indústria de alimentos: uma revisão, 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/71513/3/2022_tcc_jcnogueira.pdf. Acesso em: 17 dez. 2025.

NETO, Ricardo Borgatti. Implementação da excelência operacional: conceito, modelo, estrutura, tarefas e evolução. **BB Consult**, 2018. Disponível em:

<https://borgatti.com.br/wp-content/uploads/2022/12/implementacao-da-excelencia-operacional-rev2.pdf>. Acesso em 27 out. 2025.

NOGUEIRA, C. F. GUIMARÃES, L. M.; SILVA, M. D; Manutenção Industrial; Implementação da manutenção produtiva total (TPM). **E-xacta**, v. 5, n. 1, p. 175-197, 2012. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/dcet/article/view/42512/37208>. Acesso em: 13 dez. 2025.

OBARA, Thalita Riquelme Augusto. Qualidade na indústria de alimentos: contexto atual e oportunidades, 2018. Trabalho de conclusão de curso (Especialista em Engenharia da Qualidade) - **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23214/1/ENG_QUALI_2018_19.pdf. Acesso em: 23 out. 2025.

OLIVA, Leonardo da Costa. Aperfeiçoamento da qualidade dos dados do indicador overall equipment effectiveness em uma indústria do ramo alimentício, 2024. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica) - **Universidade Federal da Paraíba**, João Pessoa, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/31904>. Acesso em: 14 out. 2025.

OLIVEIRA, Adeline de. Excelência operacional: definição, metodologias e passos para alcançá-la. **Proaction International**, 2025. Disponível em: <https://blog.proactioninternational.com/en/operational-excellence-definition>. Acesso em: 27 out. 2025.

TIPAN, Andrea Valeria Travez; GARZON, Cristian Moises Villafuerte. Industria 5.0, revisión del pasado y futuro de la producción y la industria. **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, v. 7, n. 1, p. 1059-1070, 2023. Disponível em: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4457>. Acesso em: 13 nov. 2025.

PEREIRA, Ricardo; SANTOS, Neri dos. Indústria 5.0: reflexões sobre uma nova abordagem paradigmática para a indústria. **ANPAD. EnANPAD**, p. 2177-2576, 2022. Disponível em: <https://anpad.com.br/uploads/articles/120/approved/5cdf0f9533d6b4c0984fc5ae00913459.pdf>. Acesso em: 13 de nov. de 2025.

PIERETTI, R. F. et. al. Análise de indicadores de desempenho individual aplicado à manutenção industrial. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/3660>. Acesso em: 10 dez. 2025.

RIBEIRO, K. G; A ferramenta 5S como base para aplicação das boas práticas de manipulação em alimentos e estudo de caso utilizando 5s em uma empresa do setor cárneo. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/68263/4/2022_tcc_kgribeiro.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

ROCHA, Sonielly Alencar. A importância da gestão dos processos de produção na indústria alimentícia. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Empresarial) - **Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente**, Presidente Prudente, SP, 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/29386>. Acesso em: 27 de out. de 2025.

SANTOS, M. I; ANDRADE, R. L. TPM (manutenção produtiva total): conceito e implantação. Projeto de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial), **Faculdade de Tecnologia de Americana** – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2021. Disponível em: <http://ric-cps.eastus2.cloudapp.azure.com/handle/123456789/10730>. Acesso em: 13 de dez. de 2025.

SANTOS, Murilo Mantovan; DAMY-BENEDETTI, Patrícia de Carvalho. Sistemas e métodos de gerenciamento na busca incessante pela melhoria contínua e excelência operacional. **Revista Científica Unilago**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/586>. Acesso em: 25 out. 2025.

SALOMÃO, Janike; ROSSETO, Leonardo; Costa, Venicio; TARGINO, Yunare. O poder da melhoria contínua: transformando pessoas e processos. 1ª ed. Fortaleza: Ummehara Parente, 2024.

SALVIANO, Latas Karolina; BILAC, Doriane Braga. Inovação no setor alimentício: estratégias competitivas e tecnológicas. **Revista Humanidades & Inovação**, v. 6, n. 12, 2019. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/1213>. Acesso em: 27 de out. 2025.

SILVA, A. P. M. Análise de implementação do TPM em uma indústria de alimentos do estado do Ceará. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Administração), **Centro Universitário Christus**, Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unichristus.edu.br/jspui/handle/123456789/1092>. Acesso em: 13 dez. 2025.

SILVA, Bruno Henrique da. Gestão da manutenção para melhoria do sistema produtivo em uma indústria farmoquímica. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Londrina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27158/1/gestaomanutenciamelhoriasistema.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2025.

SILVA, Isabela Moreira; CASAGRANDE, Diego José. A utilização das ferramentas da qualidade diagrama de ishikawa e fmea-análise de modos e efeitos de falhas nas empresas. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 19, n. 2, p. 961–973, 2022. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1503>. Acesso em: 7 dez. 2025.

SILVA, Marcos Meurer; CAMPAROTTI, Carlos Eduardo Soares; ENAMI, Lorena Mazia; GUEDES, Karoline; REIS, Beatriz Lavezo; ORDENO, Thiago de Souza Borges. Aplicação da metodologia seis sigma para melhoria contínua da qualidade em uma indústria alimentícia. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 546–574, 2020. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3622>. Acesso em: 23 nov. 2025.

SILVA, R. L. R; SILVA, W. A.C. Avaliação dos fatores críticos para a excelência operacional: um estudo com micro e pequenas empresas mineiras. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, v. 10, n. 10, Mar. 2021, p. 612-629, 2021. Disponível em: https://fatece.edu.br/arquivos/arquivos-revistas/empreendedorismo/volume10/Ricardo%20Lui%20Rodrigues%20da%20Silva_%20Wendel%20Alex%20Castro%20Silva.pdf. Acesso em: 25 out. 2025.

- SOUZA, M. M. C. Melhoria contínua e aprendizagem organizacional. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, **Universidade Federal de Ouro Preto**, Mariana, 2018. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/1261>. Acesso em: 12 dez. 2025.
- STORTTE, J. M. C; Aplicação do indicador oee como ferramenta para aumento da eficiência em uma caldeira. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - **Centro Universitário Eurípides De Marília**, Marília, 2013 Disponível em: <https://aberto.univem.edu.br/handle/11077/1075>. Acesso em: 11 dez. 2025.
- VARBANOVA, M.; BARCELLOS, M. D. de; KIROVA, M.; STEUR, H. de; GELLYNCK, X. Successful factors for industry 4.0 circularity in agri-food companies. **RAE - Revista de Administracao de Empresas**, [S. l.], v. 65, n. 4, p. e2024-0245, 2025. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rae/article/view/94345>. Acesso em: 15 nov. 2025.
- VIANA, Fernando Luiz E. Indústria de alimentos. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/3085>. Acesso em: 7 out. 2025.
- VIEIRA, A. F; et al. Estudo analítico sobre a aplicação das ferramentas 5S e 5 porquês: uma revisão literária. II Simpósio Nacional de Engenharia de Produção. **Universidade Federal de Grande Dourados**, 2019. Mato Grosso do Sul. Disponível em: <https://ocs.ufgd.edu.br/index.php?conference=sinep&schedConf=IISINEP&page=paper&op=view&path%5B%5D=1200>. Acesso em: 07 dez. 2025.
- YAMAGUCHI, C. T. Tpm- Manunção Produtiva Total. **Instituto de Consultoria e Aperfeiçoamento Profissional**, São João del Rei, 2005. Disponível em: https://www.academia.edu/download/53842832/Manutencao_Produtiva_Total_TOSHIO_6.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.
- YEN-TSANG, Chen. Melhoria Contínua Continua! Uma análise sob a ótica de capacidades operacionais. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - **Escola de Administração de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas**, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/a7666e46-2fdc-4a58-af55-0fc55284edb8/content>. Acesso em: 16 nov. 2025.