



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

ALEXANDRE DE ARAÚJO BANDEIRA FILHO

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA OTIMIZAÇÃO DO
PROCESSO DE DOSAGEM DE MARGARINAS EM UMA INDÚSTRIA DE
ALIMENTO: UM ESTUDO DE CASO**

Recife, PE

2025

ALEXANDRE DE ARAÚJO BANDEIRA FILHO

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA OTIMIZAÇÃO DO
PROCESSO DE DOSAGEM DE MARGARINAS EM UMA INDÚSTRIA DE
ALIMENTO: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Química na Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Profa. Dra. Mayara Ferreira Barbosa

Recife, PE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Bandeira Filho, Alexandre de Araújo.

Aplicação de ferramentas da qualidade para otimização do processo de dosagem de margarinas em uma indústria de alimento: um estudo de caso / Alexandre de Araújo Bandeira Filho. - Recife, 2025.

55 : il., tab.

Orientador(a): Mayara Ferreira Barbosa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Química - Bacharelado, 2025.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Ferramentas da qualidade. 2. Metodologias da qualidade. 3. indústria alimentícia. 4. Bico dosador. 5. Otimização de processos. 6. Indicadores. I. Barbosa, Mayara Ferreira. (Orientação). II. Título.

660 CDD (22.ed.)

ALEXANDRE DE ARAÚJO BANDEIRA FILHO

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA OTIMIZAÇÃO DO
PROCESSO DE DOSAGEM DE MARGARINAS EM UMA INDÚSTRIA DE
ALIMENTO: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Química na Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Aprovado em: 04/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **MAYARA FERREIRA BARBOSA**
Data: 11/04/2025 12:50:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Mayara Ferreira Barbosa (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Documento assinado digitalmente
 **DANIELLA CARLA NAPOLEAO**
Data: 15/04/2025 07:56:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Daniella Carla Napoleão (Examinadora)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Documento assinado digitalmente
 **FABIO MACHADO CAVALCANTI**
Data: 15/04/2025 16:46:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fábio Machado Cavalcanti (Examinador)

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que se fizeram presentes na minha jornada durante este estágio.

Inicialmente, agradeço aos meus pais, Márcia e Alexandre, por serem minha base sólida durante toda a minha vida, sempre se sacrificando para me ver bem e com as condições necessárias para que eu conseguisse atingir meus objetivos. Agradeço também à minha irmã, Alinne, que sempre me apoiou e me animou mesmo nos momentos difíceis.

À minha namorada, Júlia, por sempre estar ao meu lado, incentivando, me erguendo, motivando e sendo crucial nos momentos mais difíceis, por ser meu porto seguro, minha melhor amiga e por nunca desistir de mim. Agradeço à minha segunda mãe, Christiane, pelo apoio, orações e por sempre me querer bem, e mesmo estando longe fisicamente, se faz presente em vários momentos importantes da minha vida. Sou grato ao meu segundo pai, Fred, por todo o suporte na minha vida pessoal e profissional, pelos conselhos e direcionamentos ao longo da minha trajetória.

Agradeço aos meus amigos e colegas de trabalho, em especial ao Marivaldo, Swami e Evaldo, que me orientaram durante todo o período. Agradeço também à professora Dra. Mayara, minha orientadora e pessoa essencial para minha formação acadêmica, cujos ensinamentos tornaram esse momento possível. Ao professor Dr. Felipe, que não virou as costas quando mais precisei e, junto com a professora Mayara, são dois dos responsáveis por tornar esse momento concreto.

Agradeço ao meu amigo Alexandre, meu parceiro da faculdade, que durante todo o curso levou o “ninguém solta a mão de ninguém” a sério e segurou minha mão até alcançarmos o diploma.

RESUMO

Diante da necessidade de aprimorar a precisão e a eficiência do processo produtivo, uma indústria alimentícia multinacional buscou otimizar a dosagem de margarinas por meio da aplicação de ferramentas e metodologias da qualidade. Este estudo apresenta as etapas envolvidas nessa otimização, utilizando metodologias como 5 Porquês e 5W1H, e ferramentas como o diagrama de Ishikawa e o Gráfico de Pareto, para mapear o processo atual, diagnosticar inconsistências e desperdícios, e desenvolver soluções eficazes. O foco do trabalho foi o desenvolvimento e a avaliação de um novo design para o bico dosador, visando reduzir perdas de material e melhorar o desempenho operacional. A implementação da solução proposta foi analisada com base em indicadores como Eficiência Global do Equipamento ou *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), rendimento e número de bloqueios, permitindo mensurar os ganhos obtidos. Como resultados, observou-se uma redução de 65% no número de perdas, além da diminuição de 30 minutos no tempo de setup da linha, o que contribuiu diretamente para a melhoria da produtividade. O impacto negativo no OEE da linha foi reduzido em 77%, e o número de bloqueios apresentou queda de 70%, evidenciando melhorias significativas no desempenho operacional. Ao documentar todas as fases do estudo, desde a identificação dos problemas até a avaliação do protótipo, foi possível demonstrar a eficácia da aplicação das ferramentas e metodologias da qualidade como estratégia para a melhoria contínua dos processos industriais. Os resultados obtidos confirmam a efetividade do projeto na geração de valor para a operação, fortalecendo a cultura de excelência e inovação dentro da organização.

Palavras-chave: Ferramentas da Qualidade. Metodologias da Qualidade. Indústria Alimentícia. Bico Dosador. Otimização de Processos. Indicadores.

ABSTRACT

Faced with the need to improve the precision and efficiency of the production process, a multinational food industry sought to optimize margarine dosing by applying quality tools and methodologies. This study 7roject7n the steps involved in this optimization, using methodologies such as 5 Whys and 5W1H, and tools such as the Ishikawa diagram and Pareto Chart, to map the current process, diagnose inconsistencies and waste, and develop effective solutions. The focus of the work was the development and evaluation of a new design for the dosing nozzle, aiming to reduce material losses and improve operational performance. The implementation of the proposed solution was analyzed based on indicators such as Overall Equipment Effectiveness (OEE), yield and number of blockages, allowing the measurement of the gains obtained. As a result, a 65% reduction in the number of losses was observed, in addition to a 30-minute reduction in the line setup time, which directly contributed to the improvement in productivity. The negative 7roject7n the line's OEE was reduced by 77%, and the number of blockages dropped by 70%, demonstrating significant improvements in operational performance. By documenting all phases of the study, from problem identification to prototype evaluation, it was possible to demonstrate the effectiveness of applying quality tools and methodologies as a strategy for continuous improvement of industrial processes. The results obtained confirm the effectiveness of the 7roject in generating value for the operation, strengthening the culture of excellence and innovation within the organization.

Keywords: Quality Tools. Quality Methodologies. Food Industry. Dosing Nozzle. Process Optimization. Indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 –	Processo de produção de margarina	17
Figura 02 –	Esquema de um diagrama de Ishikawa	21
Figura 03 –	Exemplo de gráfico de Pareto	22
Figura 04 –	Etapas do projeto	31
Figura 05 –	Principais causas de descarte de potes	34
Figura 06 –	Diagrama de Ishikawa para selo deslocado	35
Figura 07 –	Diagrama de Ishikawa para peso baixo	35
Figura 08 –	Formação de bico de margarina no pote	36
Figura 09 –	5 Porquês para o problema da formação do bico na dosagem de margarina	37
Figura 10 –	5 Porquês para o problema da utilização do bico dosador incorreto	38
Figura 11 –	Diagrama de Ishikawa para tempo excessivo de setup	38
Figura 12 –	5 Porquês para o problema de tempo excessivo de setup	39
Figura 13 –	Comparativo de formato e dimensões entre o bico antigo (à esquerda) e o bico novo (à direita)	41
Figura 14 –	Doze bicos novos para utilização na envasadora de estudo	42

Figura 15 –	Comparativo de quantidade de potes descartados em unidades por semestre antes e depois do projeto	43
Figura 16 –	Perda de emulsão em kg por tonelada de margarina produzida por semestre antes e depois do projeto	44
Figura 17 –	Tempo de setup de produto em horas por lote antes e depois do projeto	45
Figura 18 –	Comparativo entre o percentual de paradas de máquina para limpeza de linha no OEE por semestre antes e depois do projeto	46
Figura 19 –	Comparativo do número de lotes bloqueados por semestre antes e depois do projeto	47
Figura 20 –	Toneladas de margarina bloqueadas por semestre antes e depois do projeto	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 –	Explicação de cada “M” do diagrama de Ishikawa	21
Quadro 02 –	Exemplo de utilização da ferramenta 5W1H	27
Quadro 03 –	Plano de ação em 5W1H para o problema do bico dosador	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIA	Associação Brasileira da Indústria de Alimentos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
BPF	Boas Práticas de Fabricação
FSSC	<i>Food Safety System Certification</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI's	<i>Key Performance Indicators</i>
NCP	Número de Não Conformidades de Produto
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
5W1H	<i>What, Who, Where, When, Why e How</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA	15
2.1.1	Produção de margarina	16
2.1.2	Boas práticas de fabricação	18
2.2	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE	19
2.2.1	Ferramentas de qualidade	19
2.2.1.1	Diagrama de Ishikawa	20
2.2.1.2	Diagrama de Pareto	22
2.2.2	Metodologias de qualidade	23
2.2.2.1	5 Porquês	24
2.2.2.2	5W1H	25
2.3	INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO	27
2.3.1	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	28
2.3.2	Rendimento	28
2.3.3	Número de não conformidades de produto	29
3	METODOLOGIA	31
3.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	31
3.2	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	32

3.3	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DO BICO DOSADOR	32
3.4	TESTES E AVALIAÇÃO	33
3.5	COMPARATIVO E ANÁLISE CRÍTICA	33
3.6	DOCUMENTAÇÃO E RECOMENDAÇÕES	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	MAPEAMENTO DAS OPORTUNIDADES NO PROCESSO DE DOSAGEM	34
4.2	DESENVOLVIMENTO DO NOVO BICO DOSADOR	40
4.3	ANÁLISE COMPARATIVA DOS INDICADORES DE DESEMPENHO ANTES E APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO	42
4.3.1	Rendimento	43
4.3.2	OEE	44
4.3.3	Número de bloqueios	46
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia é um dos setores mais dinâmicos e complexos, sendo responsável por atender a uma demanda crescente por produtos que não apenas satisfaçam as exigências de sabor e textura, mas também garantam segurança alimentar, qualidade e consistência (ABIA, 2024). Nesse cenário, a aplicação de ferramentas da qualidade tem se tornado um aspecto fundamental para garantir a excelência dos processos e a satisfação dos consumidores. As ferramentas da qualidade são instrumentos que auxiliam as empresas na análise, monitoramento e melhoria contínua dos processos, garantindo a eficiência operacional, a redução de desperdícios e a minimização de falhas (Carpinetti, 2016).

Um dos segmentos dentro da indústria alimentícia que se beneficia significativamente do uso dessas ferramentas é a produção de margarinas. Nos últimos anos, a indústria de margarina tem experimentado uma crescente demanda, impulsionada por fatores como a mudança no comportamento do consumidor, o aumento da conscientização sobre alimentação saudável e as tendências alimentares que priorizam a conveniência e praticidade (Business Research, 2024). A busca por opções mais saudáveis e com menor teor de gorduras saturadas, por exemplo, tem levado as indústrias a reformular suas receitas e processos, criando margarina com melhores perfis nutricionais, como versões enriquecidas com ômega-3, com menos sódio e com zero teor de gordura trans (Vidale, 2024). Essa crescente demanda por margarina mais saudável também é acompanhada de uma pressão constante para manter a produção eficiente e sustentável, sem comprometer a qualidade do produto (Freire, 2021).

A fabricação de margarina envolve processos delicados, como a dosagem precisa de ingredientes e de emulsão, além da necessidade de controle rigoroso de parâmetros como temperatura, viscosidade e umidade (Dorsa, 2004). A dosagem inadequada de margarina durante o envase pode gerar uma série de problemas, como a alteração nas propriedades sensoriais do produto (como sabor, textura e aparência), aumento de custos devido ao desperdício de matérias-primas e até mesmo o risco de não conformidade com as normas regulatórias, o que pode prejudicar a imagem da empresa e sua posição no mercado (Silva, 2015).

Diante disso, a expansão do mercado global e o aumento da concorrência têm incentivado as indústrias de margarina a melhorar a competitividade, tanto por meio

da inovação de produtos quanto pela otimização de processos produtivos (Freire, 2021). A necessidade de aumentar a produção para atender a essa crescente demanda, ao mesmo tempo em que se mantém a qualidade e a consistência, exige soluções mais sofisticadas e a aplicação de metodologias de melhoria contínua (Silva; Queiroz, 2022). É neste contexto que o uso das ferramentas e metodologias da qualidade se torna ainda mais relevante, pois ajudam a diagnosticar e resolver problemas que podem surgir em um processo de produção intensivo, como falhas na dosagem de margarina, garantindo que os padrões exigidos sejam sempre atendidos (Carpinetti, 2016).

Além dos desafios operacionais, a indústria de margarina também enfrenta questões ambientais e de sustentabilidade, uma vez que há uma crescente pressão por parte dos consumidores e regulamentações para reduzir o impacto ambiental gerado pelo alto consumo de água e energia e geração de resíduos nos processos de produção (Freire, 2021). Nesse sentido, a utilização de ferramentas da qualidade não apenas contribui para a resolução de problemas técnicos, mas também para a melhoria de processos que impactam diretamente na eficiência energética, na redução de desperdícios e no uso responsável dos recursos naturais (Silva; Queiroz, 2022).

A aplicação dessas ferramentas identifica e corrige falhas e, de forma complementar, as metodologias proporcionam uma abordagem sistemática e eficiente para a melhoria contínua (Andrade, 2017). Esse processo de análise e aprimoramento contínuo é fundamental não apenas para garantir a qualidade da margarina produzida, mas também para a competitividade e sustentabilidade da indústria no mercado (Vidale, 2024). Assim, a resolução de problemas relacionados à dosagem de margarina, por meio da aplicação de ferramentas da qualidade, pode levar a ganhos significativos em termos de eficiência operacional, redução de custos, aumento da satisfação do cliente e conformidade com normas e regulamentos, contribuindo para o sucesso da empresa a longo prazo (Oliveira, 2021).

O objetivo geral deste trabalho é avaliar os principais desafios associados ao processo de dosagem de margarinas, com ênfase na utilização de ferramentas e metodologias da qualidade para identificar problemas e implementar soluções eficazes. Para atingir esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos: mapear o processo atual de dosagem de margarinas; desenvolver um novo design para o bico dosador; realizar testes e avaliação do protótipo do novo bico

dosador; comparar os resultados obtidos entre o novo design e o modelo anterior; e documentar todas as etapas do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Devido ao aumento da poluição, mudanças climáticas forçadas e todas as modificações ao meio natural ocasionadas pela globalização, a indústria alimentícia possui um papel fundamental no processamento do alimento, que consiste em alterar sua forma original de forma intencional (ABIA, 2024). Essa modificação utiliza da ciência para selecionar, transformar, conservar, acondicionar e distribuir o alimento da melhor forma possível, preservando suas qualidades nutricionais, aumentando o tempo de duração delas ou criando qualidades que antes não existiam (Viana, 2019).

De acordo com o relatório anual da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), referente ao ano de 2023, o faturamento da indústria alimentícia, distribuído em 41 mil empresas, representa 10,7% do PIB nacional. No ano de 2023, foram investidos 35,9 milhões nesse ramo, dos quais 19,1 milhões em pesquisa e inovação, mostrando uma tendência de crescimento ainda maior nos próximos anos (ABIA, 2024).

O Brasil lidera o ranking mundial de exportação de alimentos industrializados em volume e, atualmente, é o quinto colocado em valor (ABIA, 2024). Dentre os alimentos que são exportados com maior destaque no Brasil têm-se: suco de laranja e açúcar, que lidera tanto a produção como exportação mundial; carne bovina e de aves, o qual é o maior exportador e segundo maior produtor; café e óleo de soja, sendo o segundo maior exportador do mundo (ABIA, 2024).

Dentre as indústrias de alimentos que estão em ascensão, a indústria de margarinas aparece nesse cenário como uma das mais promissoras (Mordor Intelligence, 2024). Devido a diversos fatores como: crescimento populacional, preocupação com saúde e bem-estar pela sociedade e busca por produtos mais sustentáveis, o mercado de margarinas cresce ano após ano (Alfa Laval, 2023). Com o crescimento da população mundial, com mais pessoas adeptas ao estilo de vida vegetariano e vegano, a necessidade de opções de alimentos à base de vegetais se tornou presente na sociedade, o que faz com que a escolha da margarina (origem vegetal) ao invés da manteiga (origem animal) se torne mais comum (Alfa Laval,

2023). Além disso, a expectativa é que o número de pessoas com mais de 65 anos dobre até 2050, o que significa que os idosos estão sendo grande parte da população mundial, fazendo com que os hábitos alimentarem mudem e a busca por alimentos mais saudáveis e sustentáveis sejam mais fortes, o que contribui para a evolução das indústrias de margarina (Alfa Laval, 2023).

2.1.1 Produção de margarina

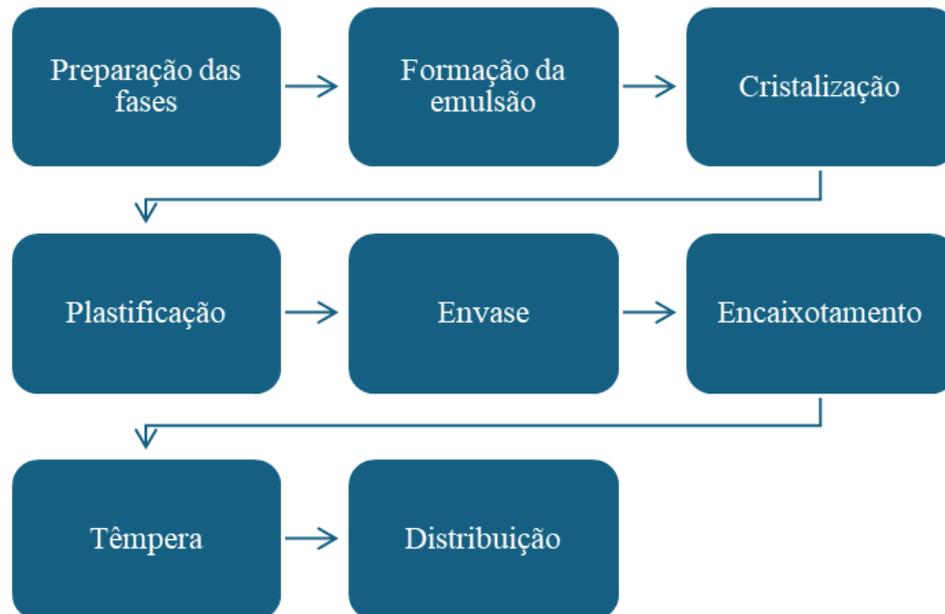
De acordo com a Portaria nº 43, de 22 de março de 2019, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2019), a margarina é definida como um produto gorduroso de emulsão do tipo água em óleo, caracterizado pela mistura estável de dois líquidos que normalmente não se misturam. Ela é constituída por óleos ou gorduras de origem animal ou vegetal e demais ingredientes, podendo conter leite e seus derivados ou não (BRASIL, 2019).

A produção de margarina consiste na preparação de uma base, podendo essa ser de um único tipo de óleo vegetal refinado ou uma mistura de vários óleos após o processo de refino, sendo os principais óleos utilizados: óleo de soja, palma, palmiste e algodão (Dorsa, 2004). Além da base, a preparação de outras três fases compõem o processo produtivo da margarina, são elas: oleosa, emulsificante e aquosa. A primeira delas é formada por óleo vegetal, que servirá de base para a adição dos outros ingredientes lipossolúveis, corantes, aromas e antioxidantes (Dorsa, 2004).

A fase aquosa é constituída pelos ingredientes hidrofílicos (ingredientes que possuem afinidade com a água) que compõem a emulsão, são esses: água ou leite como base, sequestrantes, antioxidantes e sais. A fase emulsificante, é responsável por unir as fases lipofílicas à fase hidrofílica por meio de um emulsificante ou um mix deles (Machado *et al.*, 2004).

Após o processo de preparação das fases, o processo produtivo segue o fluxo indicado na Figura 01.

Figura 01. Processo de produção de margarina



Fonte: O autor (2025)

Na etapa de formação da emulsão, apresentada na Figura 01, a base formada por óleos e gorduras é depositada em um tanque balanço juntamente com as fases oleosa, aquosa e emulsificante preparadas anteriormente. Neste tanque balanço há homogeneização e, posteriormente, formação da emulsão através da mistura de todos os componentes. (Li *et al.*, 2018)

Após formação da emulsão, o produto é destinado ao cristalizador e depois até o plastificador ou bateadeira. No primeiro, há o processo de troca térmica em que ocorre o resfriamento da emulsão utilizando amônia como líquido refrigerante (Salas Sotaminga, 2011). Já no plastificador, a emulsão já resfriada é submetida ao esforço mecânico através da bateadeira que irá dar cremosidade à margarina fazendo com que seu aspecto se torne mais parecido com o que os consumidores estão acostumados (Salas Sotaminga, 2011).

Posteriormente, a emulsão segue para o envasadora, onde é dosada na embalagem primária, ou seja, é colocada no pote em uma quantidade específica dependendo do corte (250 g, 500 g, 1 kg, 3 kg ou 15 kg). Depois é selada com a utilização do *coverseal* e, por fim, fechada. Após esse processo, a margarina já formada, segue para o encaixotamento, em que é armazenada na embalagem secundária (caixa). Por último, a margarina é colocada em têmpera, que consiste em um armazenamento refrigerado com duração entre 36 e 48 horas antes de ser

destinada para distribuição. Na têmpera que a margarina alcança suas características finais, como: cor, odor, cremosidade e aroma específicos antes de chegar ao consumidor. (Gao *et al.*, 2022)

2.1.2 Boas práticas de fabrica o

De acordo com a Resolu o da Diretoria Colegiada (RDC) número 216 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), publicada em 15 de setembro de 2004, boas práticas de fabrica o são procedimentos que devem ser adotados por todo e qualquer serviço de alimenta o com a finalidade de garantir a qualidade higi nico-sanitária do alimento e a conformidade dos alimentos com a legisla o sanitária (Brasil, 2004).

Atualmente, todas as indústrias de alimentos devem possuir algumas certifica es que estão diretamente relacionadas com as boas práticas de fabrica o. A Certifica o da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC),   um reconhecimento que visa garantir a utiliza o de métodos preventivos e sistemáticos para proteger os alimentos e os consumidores de perigos e contaminantes físicos, químicos e biológicos (Awuchi, 2023). A APPCC foi criada nos anos de 1960 pelas forças armadas norte-americanas e pela *Pillsbury Company*, renomada indústria de alimentos (Bureau Veritas, 2022). No Brasil, as regras e diretrizes para controle da produ o de alimentos foram implementadas em 1993 a partir da Portaria número 1.428 do Ministério da Saúde, sendo mandat rio   ado o de um sistema de segurança alimentar para toda e qualquer indústria de alimentos (Brasil, 1993).

Além disso, outras certifica es muito importantes para as indústrias alimentícias que estão correlacionadas com as boas práticas de fabrica o são: ISO 22000 e FSSC 22000. A ISO 22000   uma norma que especifica os requisitos para o sistema de gestão da segurança dos alimentos, em que a indústria precisa possuir o controle dos perigos associados ao alimento que produz para garantir a plena segurança do mesmo para consumo (ABNT, 2006). Enquanto, a FSSC 22000,   uma deriva o da ISO 22000 com alguns adicionais (Martins, 2020).

Primeiramente, para a certifica o nesta norma   necessário que a empresa já tenha implementado o Sistema de Gestão e Segurança de Alimentos (SGSA), ou seja, precisa ser certificada na ISO 22000 (FSSC, 2023). Assim, também   indispensável evidências de procedimentos e todo tipo de documento encontrado na indústria.

Alguns requisitos adicionais que não existiam na norma anterior, como: Gerenciamento de Serviços; Supervisão de Pessoal; Gerenciamento de Materiais Fornecidos; Gerenciamento de Recursos Naturais (apenas para produção animal); Defesa Alimentar; Prevenção de Fraude Alimentar; Formulação de Produtos (apenas para ração de cães e gatos); Gerenciamento de Alérgicos; Rotulagem de Produtos; e gerenciamento ambiental; também são necessários para certificação na norma FSSC 22000 (Martins, 2020).

2.2 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

O sistema de gestão da qualidade (SGQ) é um conjunto estruturado de políticas, processos e procedimentos utilizados por uma organização para assegurar que seus produtos ou serviços atendam aos requisitos previamente estabelecidos, promovendo a satisfação do cliente e a melhoria contínua. Fundamentado em princípios como foco no cliente, liderança, abordagem por processos e tomada de decisão baseada em evidências, o SGQ contribui para a padronização das atividades, a otimização de recursos e o aumento da eficiência operacional. Além disso, a adoção de normas reconhecidas internacionalmente, como a ISO 9001, favorece a competitividade no mercado e fortalece a credibilidade da organização perante seus públicos de interesse (CORREIA; MÉLO; MEDEIROS, 2006).

Nesse contexto, o sistema de gestão da qualidade atua como base para a aplicação de práticas que auxiliam no controle e na melhoria dos processos organizacionais. Dentre essas práticas, destacam-se as ferramentas da qualidade e as metodologias associadas, que oferecem suporte prático para a identificação de problemas, análise de causas, padronização de atividades e monitoramento de resultados, contribuindo de forma efetiva para a eficácia do SGQ (CORREIA; MÉLO; MEDEIROS, 2006).

2.2.1 Ferramentas de qualidade

As ferramentas da qualidade desempenham um papel fundamental na gestão das organizações, fornecendo uma maneira estruturada para identificar, analisar e solucionar problemas, assim como promover melhorias contínuas (Penedo, 2020). Desenvolvidas ao longo dos anos como parte de um sistema de gestão da qualidade, essas ferramentas têm sido amplamente utilizadas em diversos setores, contribuindo

para ajudar a melhorar a eficiência operacional, a satisfação do cliente e a redução de custos (Augusto, 2021).

A aplicação das ferramentas da qualidade permite que as empresas superem desafios complexos de maneira sistemática, garantindo a tomada de decisões baseada em dados (Penedo, 2020). As sete ferramentas da qualidade: Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa, Folha de Verificação, Gráfico de Controle, Folha de Estratificação, Histograma e Gráficos de Dispersão (Silva, 2022). Cada uma delas possui características específicas que auxiliam na análise de dados, reconhecimento de padrões e priorização de ações.

2.2.1.1 Diagrama de Ishikawa

Segundo Santos e Okada (2021), o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta utilizada para identificar e organizar as possíveis causas de um problema ou efeito específico. Desenvolvido pelo professor Kaoru Ishikawa na década de 1960, esta ferramenta tornou-se uma maneira visual e eficaz de analisar problemas e promover a solução de forma estruturada e colaborativa (Costa, 2018).

Sua estrutura é semelhante a uma espinha de peixe, em que no eixo principal se encontra o problema ou efeito a ser analisado, enquanto as "espinhas" menores são ramificações que indicam categorias ou grupos de causas relacionadas (Santos; Okada, 2021). Essas categorias podem variar dependendo da situação, porém as mais comuns são: método, mão de obra, materiais, máquinas, meio ambiente e medidas, conhecidas como os "6 M's" na manufatura, no entanto, também podem ser utilizados apenas os primeiros "4 M's" (Silva, 2022). No Quadro 01 pode-se observar a possível relação de cada M do diagrama.

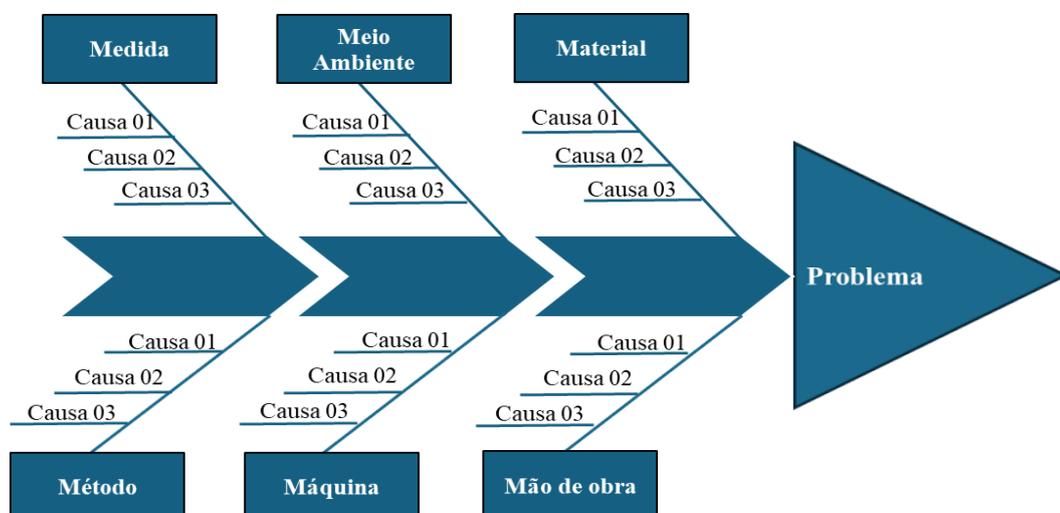
Quadro 01. Explicação de cada “M” do diagrama de Ishikawa

GRUPO DE CAUSA	RELAÇÃO
Método	Falha devido à forma de execução, no processo o na metodologia aplicada.
Mão de obra	Falha devido à ação indevida do colaborador, execução de forma incorreta, habilidade e conhecimento técnico da equipe.
Material	Falha devido ao material ou matéria-prima não conforme.
Máquina	Falha devido a quaisquer fatores atrelados à máquina: defeito elétrico ou mecânico, ajustes etc.
Meio Ambiente	Falha devido às condições ambientais e aspectos externos ao processo produtivo.
Medida	Falha devido às métricas utilizadas, dados e análise incorretas.

Fonte: O autor (2025)

O objetivo do diagrama de Ishikawa é facilitar a identificação das causas raízes do problema, permitindo que sejam exploradas todas as possíveis causas e priorizadas aquelas que têm maior impacto (Costa, 2018). Um exemplo geral desta ferramenta, também conhecida como diagrama de causa e efeito, pode ser observado na Figura 02.

Figura 02. Esquema de um diagrama de Ishikawa



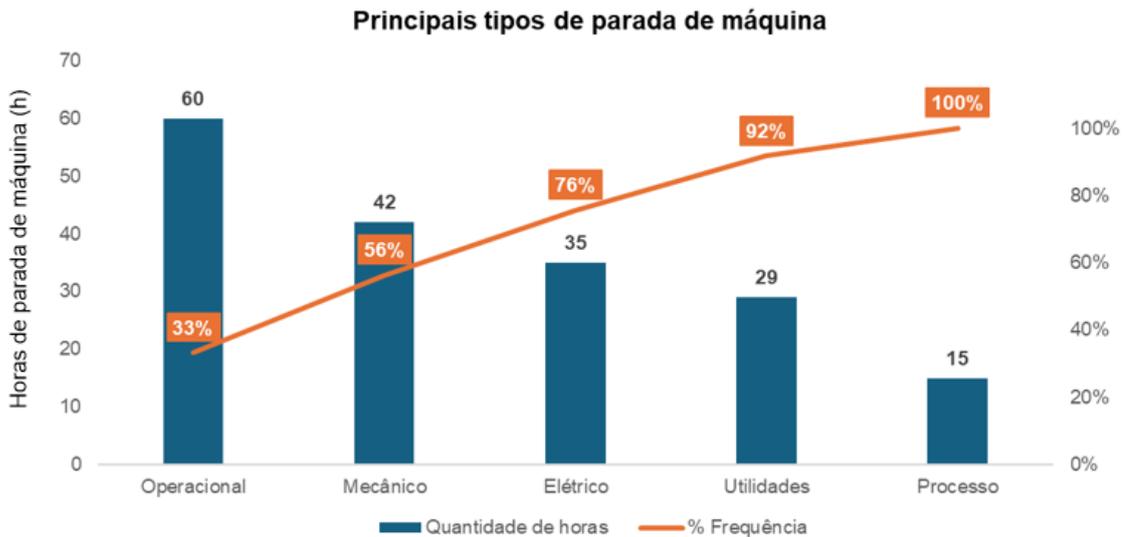
Fonte: O autor (2025)

2.2.1.2 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma ferramenta da qualidade utilizada para identificar e priorizar os problemas mais relevantes dentro de um processo (Inácio, 2023). Baseado no princípio 80/20, criado pelo economista Vilfredo Pareto, esse método sugere que 80% dos efeitos são originados por 20% das causas (Ponciano *et al.*, 2021). Ao utilizar esse conceito, o diagrama ajuda as empresas a concentrarem esforços nas áreas que têm maior impacto (Inácio, 2023).

O diagrama é representado por um gráfico de barras em que as categorias de problemas ou causas são organizadas em ordem decrescente de frequência ou impacto (Lélis, 2018). Além disso, há uma linha que mostra a porcentagem acumulada, permitindo uma análise visual clara e objetiva (Ponciano *et al.*, 2021). O objetivo principal é identificar as poucas causas críticas que geram a maioria dos efeitos, distinguindo-as das causas menos importantes (Lélis, 2018). Na Figura 03 pode-se observar um exemplo da aplicação do gráfico de Pareto.

Figura 03. Exemplo de gráfico de Pareto



Fonte: O autor (2025)

A aplicação envolve etapas simples como a coleta de dados, a categorização das causas, a construção do gráfico e a análise dos resultados (Inácio, 2023). A partir dessa análise, as equipes podem priorizar ações corretivas ou de melhoria, focando nos problemas que mais contribuem para os resultados indesejados (Inácio, 2023).

Uma das principais vantagens do diagrama de Pareto é a sua capacidade de fornecer uma visão rápida e clara das questões mais críticas em um processo (Ponciano *et al.*, 2021). Isso torna a ferramenta útil em contextos de gestão da qualidade, onde a otimização de processos e a eliminação de gargalos são essenciais para a competitividade e a eficiência operacional (Lélis, 2018). Além disso, a simplicidade de seu uso facilita a implementação em diferentes setores e ambientes organizacionais, tornando-a acessível mesmo para equipes sem grande experiência em análise de dados (Ponciano *et al.*, 2021).

Outro benefício significativo é que o diagrama de Pareto pode ser integrado a outras ferramentas da qualidade, como o diagrama de Ishikawa, para uma análise mais aprofundada (Ferreira, 2018). Enquanto o diagrama de Pareto identifica e prioriza os problemas mais relevantes dentro de um processo, o diagrama de Ishikawa ajuda a detalhar e visualizar as possíveis raízes desses problemas (Ferreira, 2018). Os 5 Porquês, por sua vez, permitem que a equipe investigue cada causa identificada, chegando às suas origens mais profundas. Ao combinar essas ferramentas, as empresas podem não apenas priorizar as questões mais críticas, mas também implementar soluções eficazes e duradouras (Ferreira, 2018).

Além disso, o diagrama de Pareto também pode ser útil para monitorar a evolução de um processo ao longo do tempo (Ferreira, 2018). Ao criar diagramas periódicos, as equipes podem comparar os resultados e avaliar se as ações corretivas estão gerando os impactos esperados. Isso permite ajustes contínuos e a melhoria contínua do processo, alinhando a prática da empresa com os princípios da gestão da qualidade (Inácio, 2023). A análise visual também favorece a comunicação dentro da organização, pois facilita a compreensão de todos os envolvidos sobre as prioridades e o progresso das iniciativas de melhoria (Inácio, 2023).

2.2.2 Metodologias de qualidade

As metodologias da qualidade são estratégias estruturadas aplicadas na gestão de processos com o propósito de promover a melhoria contínua, a prevenção de falhas e a padronização de atividades dentro das organizações. Elas fornecem uma base lógica para a identificação de problemas, análise de causas e desenvolvimento de soluções eficazes, contribuindo para o aumento da eficiência e da competitividade. Entre as metodologias mais conhecidas estão o PDCA, MASP, Seis Sigma, Lean

Manufacturing, bem como abordagens mais diretas e acessíveis, como os “5 Porquês” e o “5W1H” (Ferreira; Freitas; Almeida, 2011). Estas últimas se destacam pela simplicidade de aplicação e pela capacidade de direcionar a análise de problemas e a definição de planos de ação de forma clara e objetiva, o que justifica sua ampla adoção em diversos contextos organizacionais (Carpinetti, 2016).

2.2.2.1 5 Porquês

Para Carpinetti (2016), os 5 Porquês é uma ferramenta simples e utilizada para identificar a causa raiz de um problema. A mesma foi desenvolvida por Taiichi Ohno, um dos fundadores do Sistema Toyota de Produção, essa ferramenta se baseia em uma abordagem iterativa de questionamento, em que o problema é analisado por meio de sucessivas perguntas "por quê?" (Rocha, 2022). A ideia principal é que, ao questionar continuamente, seja possível aprofundar-se nas causas subjacentes ao problema até identificar sua origem (Prado, 2021).

A estrutura dos 5 Porquês é clara e direta (Carpinetti, 2016). O processo começa com a definição do problema, seguido de uma sequência de perguntas em que cada resposta serve como base para o próximo "por quê?" (Vieira *et al.*, 2022). Embora o número 5 seja uma diretriz, o objetivo é continuar o questionamento até que a causa raiz seja encontrada, podendo variar o número de perguntas dependendo da complexidade do problema (Rocha, 2022).

Uma das principais vantagens dos 5 Porquês é sua eficácia em evitar soluções superficiais, ajudando as organizações a tratar as verdadeiras causas dos problemas e não apenas seus sintomas (Serrat, 2009). Porém, para que a ferramenta seja aplicada com sucesso, é importante que as respostas sejam baseadas em dados coerentes e na experiência dos envolvidos, evitando suposições que possam comprometer a análise (Serrat, 2009).

Para utilizar a ferramenta dos 5 Porquês de forma coerente e eficaz, é fundamental iniciar o processo com uma sessão de *brainstorming*. O *brainstorming* permite que a equipe explore diversas perspectivas sobre o problema, gerando uma ampla variedade de possíveis causas antes de aplicar a análise estruturada dos 5 Porquês (Ferreira, 2018). Sem essa etapa inicial, há o risco da investigação seguir um caminho limitado, deixando de considerar fatores relevantes (Ferreira, 2018). Ao

reunir diferentes insights e experiências, o *brainstorming* amplia a visão sobre o problema e evita vieses que poderiam comprometer a busca pela causa raiz (Ferreira, 2018). Dessa forma, a combinação dessas ferramentas garante um processo mais completo, onde a criatividade e a colaboração orientam a análise lógica e sequencial dos 5 Porquês, resultando em diagnósticos mais precisos e soluções mais assertivas (Sousa; Mota, 2022).

Além disso, a simplicidade e a flexibilidade dos 5 Porquês permitem sua aplicação em diversos setores, desde a indústria até os serviços, sendo uma abordagem valiosa para equipes de diferentes níveis organizacionais. No entanto, sua eficácia pode ser comprometida caso o processo não seja conduzido de maneira estruturada, ou se houver influência de pensamentos enviesados (Serrat, 2009). Por isso, recomenda-se que a técnica seja utilizada em conjunto com outras ferramentas da qualidade, como o diagrama de Ishikawa, para garantir uma análise mais robusta e confiável (Carpinetti, 2016).

Outro desafio dessa metodologia está na dificuldade de lidar com problemas complexos que possuem múltiplas causas inter-relacionadas. Como a técnica se baseia em uma única linha de questionamento, pode não ser suficiente para investigar situações em que diversos fatores contribuem para o problema. Nesses casos, uma abordagem mais abrangente, como a Análise de Causa e Efeito, pode ser mais adequada para fornecer um diagnóstico preciso (Prado, 2021).

Apesar dessas limitações, os 5 Porquês continua sendo essencial para ajudar no processo de melhoria contínua e a resolução de problemas no ambiente organizacional. Quando aplicada corretamente, permite que as empresas tomem decisões mais assertivas, baseadas em evidências concretas, e promovam uma cultura de aprendizado e aperfeiçoamento constante. Dessa forma, essa metodologia se alinha aos princípios da gestão da qualidade, contribuindo para a eficiência e competitividade das organizações (Vieira *et al.*, 2022).

2.2.2.2 5W1H

Já a ferramenta 5W1H é uma técnica eficaz e utilizada para planejamento, análise de problemas e gestão de projetos. Seu nome vem das iniciais de seis perguntas em inglês: *What* (O que?), *Why* (Por quê?), *Who* (Quem?), *Where* (Onde?), *When* (Quando?) e *How* (Como?) (Augusto, 2021). Essas perguntas orientam a

compreensão e a organização de informações, facilitando a definição de estratégias e ações claras.

A ferramenta é estruturada para explorar cada aspecto essencial de uma situação:

- *What* (O que?): define o problema ou objetivo que está sendo trabalhado;
- *Why* (Por quê?): investiga as razões que justificam a ação ou o problema identificado;
- *Who* (Quem?): identifica os responsáveis e as partes envolvidas no processo;
- *Where* (Onde?): indica o local ou o ambiente relacionado ao problema ou à solução;
- *When* (Quando?): estabelece os prazos e o cronograma para as ações;
- *How* (Como?): descreve os métodos ou etapas necessárias para alcançar o objetivo.

Devido a sua simplicidade e abrangência, o 5W1H pode ser utilizado para a elaboração de projetos, melhoria de processos e planejamento estratégico (Augusto, 2021). Esta ferramenta organiza informações de forma clara, facilitando a comunicação e incentivando a colaboração entre equipes (Stort, 2022).

No Quadro 02, pode-se observar a aplicação dessa ferramenta dentro de uma unidade de alimentação e nutrição, mostrando que a 5W1H é aplicada também fora do ambiente industrial para esquematizar planos de ação.

Quadro 02. Exemplo de utilização da ferramenta 5W1H

O que fazer (What)?	Onde (Where)?	Por que (Why)?	Quando (When)?	Quem (Who)?	Como (How)?
Reduzir os gastos com a aquisição de carnes	Empresa	Manter o consumo dentro do orçamento planejado	Mensalmente	Nutricionista responsável	Elaborando plano de ação
Treinar açougueiro	Área do açougue	Para padronizar os cortes do tamanho das porções	Diariamente	Nutricionista responsável	Realizando treinamento prático por vídeo
Treinar cozinheiro	Área de cocção	Para diminuir as sobras de carnes ao final da produção	Diariamente	Nutricionista responsável	Acompanhando a produção
Treinar colaboradora responsável pelo posicionamento	Atendimento ao cliente	Para servir a porção contratual correta	Diariamente	Nutricionista responsável	Acompanhando o atendimento no horário do almoço
Monitorar o desperdício e a produção de carnes	Áreas de devolução de pratos e higienização de panelas	Para reduzir o desperdício de carnes	Diariamente	Nutricionista responsável	Acompanhando o descarte de sobras
Pesar as porções de carnes para padronização	Área do açougue	Para padronizar os cortes do tamanho das porções	Diariamente	Nutricionista responsável	Consertando a balança de precisão
Adquirir novas facas de corte	Área do açougue	Para melhorar a técnica de corte das carnes	Mensalmente ou quando necessário	Nutricionista responsável	Comprando utensílios novos

Fonte: Stort (2022)

2.3 INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO

Os Indicadores-Chave de Desempenho, conhecidos pela sigla em inglês *Key Performance Indicators* (KPI's), são ferramentas essenciais para a gestão organizacional, permitindo o monitoramento e a avaliação do desempenho de processos, equipes e estratégias (Parmenter, 2015). Esses indicadores fornecem dados quantitativos e qualitativos que auxiliam na tomada de decisões, possibilitando ajustes e melhorias contínuas nos processos empresariais (Parmenter, 2015).

A definição de KPI's deve estar alinhada aos objetivos estratégicos da organização, garantindo que as métricas escolhidas sejam relevantes e contribuam diretamente para o alcance das metas estabelecidas (Ferreira, 2019). Para isso, é fundamental que os indicadores sejam específicos, mensuráveis, atingíveis,

relevantes e temporais, seguindo o conceito *SMART* (do inglês: *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, and Time-bound*) (Ferreira, 2019).

2.3.1 Overall Equipment Effectiveness

Um dos indicadores mais utilizados nas indústrias alimentícias no geral é a Eficiência Global dos Equipamentos, do inglês *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é um indicador de desempenho utilizado na gestão industrial para avaliar a eficiência dos equipamentos produtivos (Busso; Miyake, 2013). O *OEE* permite medir a utilização dos recursos de produção, identificando perdas e oportunidades de melhoria nos processos operacionais (Hedman, 2016). Seu objetivo é garantir que os equipamentos operem com o máximo de eficiência, contribuindo para a redução de desperdícios e o aumento da produtividade (Almeanazel, 2010).

O cálculo do *OEE* é baseado em três fatores principais: disponibilidade, performance e qualidade (Hedman, 2016). A disponibilidade refere-se ao tempo em que o equipamento está realmente disponível para operação, considerando paradas planejadas e não planejadas (Hedman, 2016). A performance mede a velocidade de operação em relação à capacidade ideal do equipamento, levando em conta atrasos e paradas menores (Zepf, 2013). Já a qualidade avalia a quantidade de produtos conforme em relação ao total produzido, considerando rejeições e retrabalhos (Zepf, 2013).

A aplicação do *OEE* permite que as empresas identifiquem e eliminem as chamadas "seis grandes perdas" da produção, que incluem falhas em equipamentos, ajustes, paradas menores, velocidade reduzida, defeitos de fabricação e perdas durante a inicialização (Singh, 2021). Dessa forma, o indicador contribui para o aprimoramento contínuo dos processos produtivos e para a maximização da eficiência operacional (Singh, 2021).

2.3.2 Rendimento

Além do *OEE*, outro indicador que é presente na indústria é o rendimento (Wietcovsky; Mendonça, 2022). Esse indicador é uma métrica amplamente utilizada na gestão industrial e empresarial para avaliar a eficiência de um processo produtivo, medindo a relação entre a quantidade de insumos utilizados e a quantidade de produtos gerados (Wietcovsky; Mendonça, 2022). É fundamental para identificar

desperdícios, otimizar recursos e aumentar a eficiência operacional, contribuindo para a melhoria contínua e a redução de custos (Almeida, 2020).

O cálculo do rendimento é feito por meio da relação entre a produção obtida e a produção teórica esperada, sendo expresso geralmente em forma de porcentagem. A fórmula mais comum para determinar o rendimento é através da Equação 01 (Sírio, 2023):

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Teórica}} \times 100 \quad (\text{Equação 01})$$

Onde a produção real é a quantidade efetivamente produzida em um determinado período e a produção teórica é a quantidade que deveria ser produzida em condições ideais.

Para calcular a produção teórica, utiliza-se, normalmente, uma formulação ou também chamada de lista técnica, em que é descrito todas as matérias primas que serão utilizadas para produzir determinado volume (SAP, 2025). A produção real, é calculada a partir do quanto realmente foi utilizado para produzir determinado volume levando em consideração as perdas do processo (Almeida, 2020).

2.3.3 Número de não conformidades de produto

O indicador de Número de Não Conformidades de produto (NCP) é essencial para monitorar a qualidade de processos, produtos ou serviços. Ele mede o número de vezes em que o resultado de um processo não atende aos padrões ou requisitos estabelecidos (ABNT, 2008). Esse indicador é fundamental para identificar falhas e desvios, oferecendo uma base para a implementação de ações corretivas e preventivas. Ao rastrear e analisar o NCP, as organizações conseguem observar quais áreas ou processos estão apresentando mais problemas, permitindo que a gestão da qualidade tome decisões mais informadas e direcionadas (Ferreira, 2018).

Entretanto, a análise do NCP deve ser feita com cautela, considerando o contexto em que as não conformidades ocorrem. Um aumento no número de não conformidades pode indicar que as inspeções e auditorias estão mais rigorosas, enquanto uma queda repentina pode sugerir que falhas estão sendo negligenciadas ou não registradas corretamente (Ferreira, 2018). Dessa forma, é importante interpretar o NCP junto a outras métricas e informações de qualidade, garantindo que

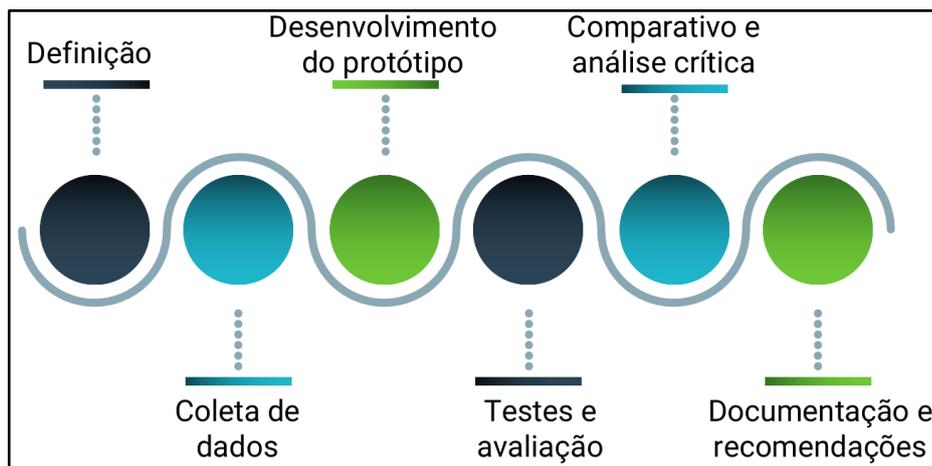
ele não seja analisado de maneira isolada, mas sim em conjunto com outros indicadores que ajudam a entender as causas e os efeitos das falhas (Costa, 2016).

Além disso, para que o NCP seja mais eficaz, é importante realizar uma análise detalhada das não conformidades, segmentando-as por tipo, origem e impacto no processo (Costa, 2016). Isso permite identificar padrões e áreas específicas que necessitam de melhorias. Em vez de apenas contar as falhas, a análise aprofundada das causas subjacentes possibilita uma gestão mais proativa e assertiva, direcionando os esforços para as ações corretivas mais relevantes e contribuindo para a melhoria contínua dos processos dentro da organização (Costa, 2016).

3 METODOLOGIA

Com o objetivo de avaliar as etapas necessárias para o redesenho do bico dosador utilizado no processo de dosagem de margarinas, foi realizado um estudo de caso em um ambiente fabril. A metodologia foi cuidadosamente estruturada em etapas, visando a aplicação sistemática de ferramentas e metodologias da qualidade para identificar os problemas existentes, propor soluções eficazes e avaliar os resultados alcançados. As etapas que nortearam este estudo estão demonstradas na Figura 04 e detalhadas nos tópicos a seguir.

Figura 04. Etapas do projeto



Fonte: O autor (2025)

3.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A primeira etapa consistiu em identificar e compreender os problemas relacionados ao processo atual de dosagem de margarinas. Para isso, foram realizadas visitas ao ambiente de produção com o objetivo de observar o funcionamento do bico dosador e coletar dados iniciais. Aspectos como desperdícios de material e impacto na eficiência produtiva foram analisados detalhadamente.

Além disso, entrevistas estruturadas foram conduzidas com operadores, técnicos e gestores para obter diferentes perspectivas sobre as dificuldades enfrentadas e os pontos que necessitavam de melhoria. Essa etapa foi fundamental para estabelecer um panorama claro e detalhado do problema, permitindo delimitar o foco do trabalho.

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Com base nas informações levantadas na etapa anterior, foram realizadas medições quantitativas e qualitativas sobre o desempenho do bico dosador. Entre os dados registrados, destacam-se o peso médio dos potes, as perdas de emulsão, os tempos de parada do equipamento e o número de bloqueios por não conformidade do produto.

Para a análise desses dados, foram empregadas 2 ferramentas e 2 metodologias da qualidade definidas internamente pelo sistema de gestão integrada da empresa que esse estudo se baseia. Essas ferramentas e metodologias foram aplicadas na seguinte ordem:

- a) Gráfico de Pareto: aplicado juntamente com o time de produção para priorizar as principais causas de inconsistência e desperdício, possibilitando um foco direcionado nos problemas mais impactantes;
- b) Diagrama de Ishikawa (ou Espinha de Peixe): utilizado em conjunto com os times de manutenção, qualidade e produção para identificar as causas raízes dos problemas observados no processo;
- c) 5 Porquês: uma abordagem sistemática para investigar profundamente as causas raízes dos problemas identificados, buscando soluções fundamentadas. Essa ferramenta, assim como o diagrama de Ishikawa, foi aplicada em parceria com os times de manutenção, qualidade e produção;
- d) 5W1H: metodologia utilizada para planejar as ações corretivas, definindo de forma clara o que será feito, por que, onde, quando, quem será responsável e como será executado. Assim foi possível abranger todas as áreas participantes das etapas anteriores.

3.3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DO BICO DOSADOR

A partir dos resultados obtidos na análise de dados, foi iniciado o desenvolvimento do projeto de um novo bico dosador. Essa etapa incluiu:

- Revisão das especificações técnicas e funcionais para atender às demandas identificadas na etapa de coleta e análise;
- Consulta a operadores experientes e técnicos de produção, para avaliação preliminar do design proposto e coleta de sugestões de melhorias.

3.4 TESTES E AVALIAÇÃO

A etapa seguinte envolveu a implementação experimental do protótipo do novo bico dosador no ambiente fabril. Foram realizados testes práticos que permitiram avaliar:

- Precisão na dosagem: por meio de medições comparativas entre o protótipo e o modelo anterior;
- Redução de desperdícios: verificando a quantidade de material desperdiçado antes e após a implementação;
- Eficiência: analisando o impacto do novo design no indicador de *OEE* e no tempo de *setup*, que, neste caso, se refere à desinfecção do equipamento, especificamente.

Os resultados foram documentados e submetidos a uma análise por meio de gráficos para garantir sua validade e fundamentar as conclusões do estudo. Para garantir a confidencialidade dos resultados obtidos, os dados para construção dos gráficos foram multiplicados por um fator.

3.5 COMPARATIVO E ANÁLISE CRÍTICA

Com os resultados em mãos, foi realizada uma comparação entre o desempenho do bico dosador original e o novo protótipo. Foram utilizados os indicadores KPI: eficiência, perda de emulsão (rendimento) e número de não conformidades de produto (NCP) para mensurar os ganhos obtidos.

Essa análise crítica permitiu identificar os principais benefícios do novo design e apontar oportunidades de melhoria adicional, garantindo que o resultado estivesse alinhado às expectativas e às necessidades do processo produtivo.

3.6 DOCUMENTAÇÃO E RECOMENDAÇÕES

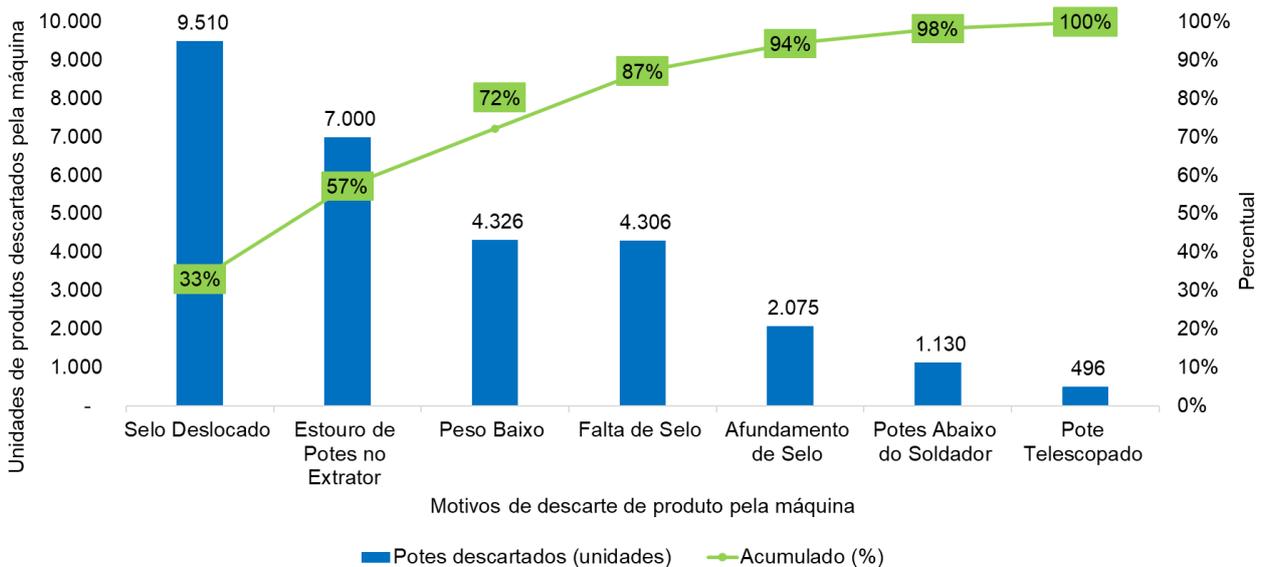
Por fim, todas as etapas e resultados do trabalho foram minuciosamente documentados. Essa documentação inclui não apenas os métodos aplicados e os resultados obtidos, mas também as propostas de melhorias identificadas durante o estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MAPEAMENTO DAS OPORTUNIDADES NO PROCESSO DE DOSAGEM

Para identificar as principais causas de desperdícios tanto de produto, quanto de eficiência, foram utilizadas as ferramentas da qualidade Gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês, respectivamente. O gráfico de Pareto com as principais causas de desperdício de produto na envasadora pode ser observado na Figura 05.

Figura 05. Principais causas de descarte de potes



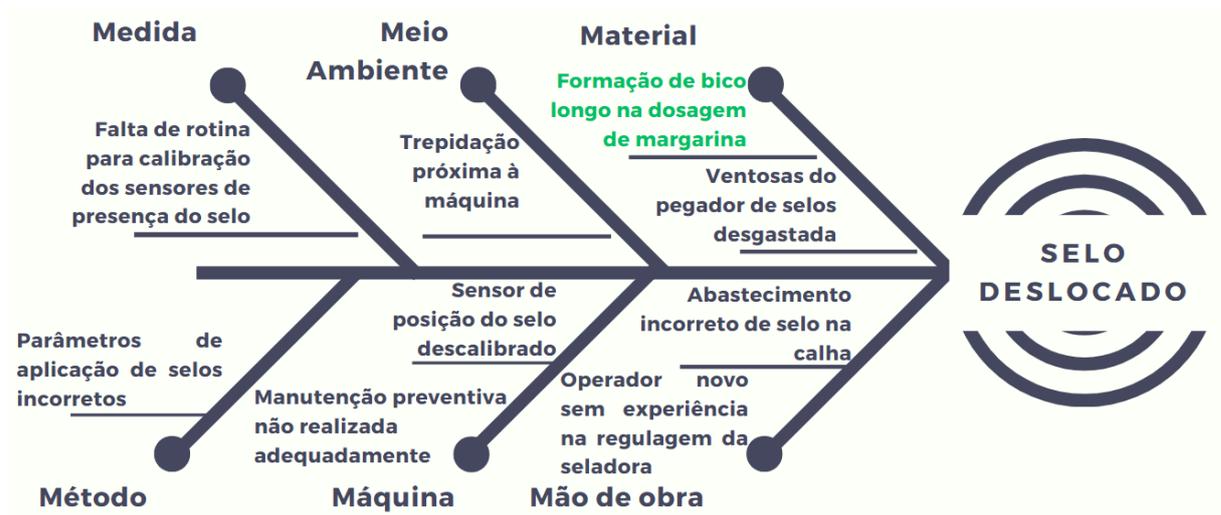
Fonte: O autor (2025)

A partir da análise do gráfico de Pareto (Figura 05), foi possível identificar os motivos que acarretam em praticamente 80% do total de unidades descartadas na linha de produção, os quais são apenas três: selo deslocado (9.510 unidades), estouro de potes no extrator (7.000 unidades) e peso baixo (4.326 unidades). Os motivos selo deslocado e peso baixo, juntos, representam uma parcela significativa das perdas, totalizando aproximadamente 48% de todos os descartes registrados, e possuem uma forte relação entre eles, uma vez que ambos ocorrem em etapas muito próximas dentro do processo produtivo (envase e selagem) e frequentemente as causas do problema de ambos coincidem. Considerando então o impacto numérico e a possibilidade de obter maiores resultados reduzindo os esforços, a empresa optou

por, no presente projeto, priorizar a investigação apenas dos motivos de selo deslocado e peso baixo.

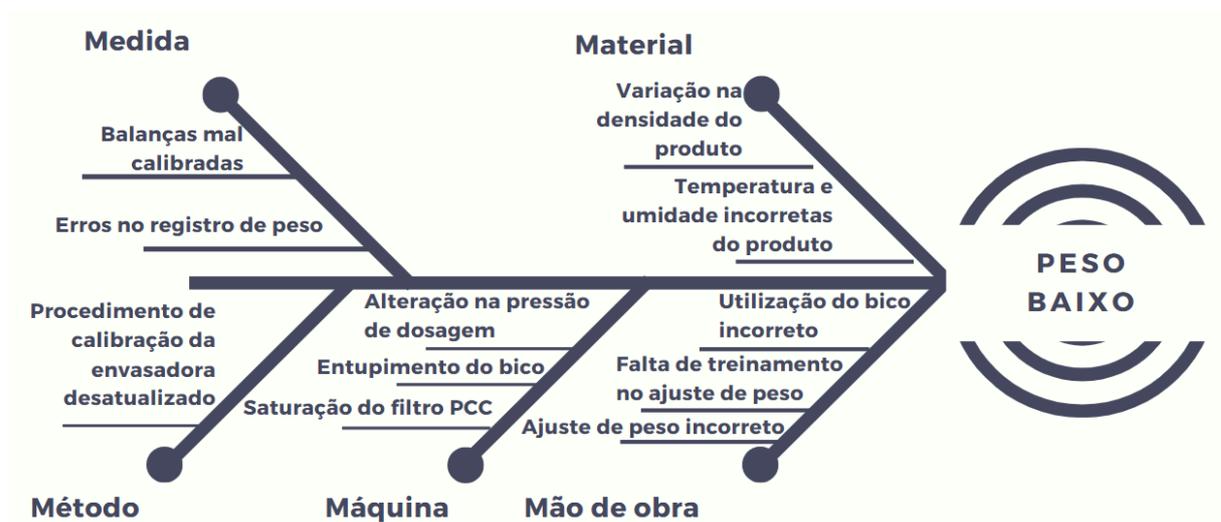
Após a definição dos motivos que seriam investigados, utilizou-se o diagrama de Ishikawa para aprofundar e estratificar a análise realizada para identificar a causa raiz do problema. Através dos diagramas de Ishikawa mostrados nas Figuras 06 e 07, observou-se a estratificação de cada motivo designado anteriormente no gráfico de Pareto.

Figura 06. Diagrama de Ishikawa para selo deslocado



Fonte: O autor (2025)

Figura 07. Diagrama de Ishikawa para peso baixo



Fonte: O autor (2025)

Conforme observado na Figura 07, para o motivo de peso baixo, optou-se por não utilizar o “M” referente ao “Meio ambiente”, visto que não foram identificadas hipóteses para esta categoria no problema em questão. A partir dos dois diagramas de causa e efeito (Figuras 06 e 07), foi possível identificar duas causas que são presentes em ambos os diagramas e se relacionam: formação de bico longo na dosagem de margarina (presente em “Material” no diagrama em que o problema principal é selo deslocado) e utilização do bico dosador incorreto (em “Mão de obra” no diagrama do peso baixo).

A formação de um bico longo de margarina pode ser observada na Figura 08.

Figura 08. Formação de bico de margarina no pote



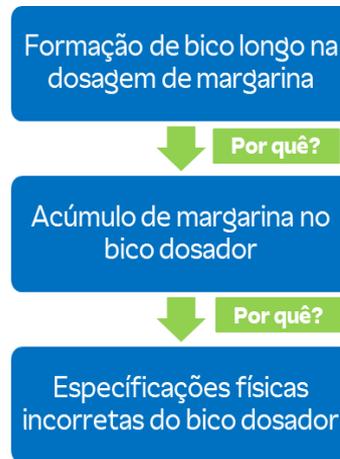
Fonte: O autor (2025)

Observando a Figura 08 tem-se que o processo de formação de bico longo de margarina resulta em potes de margarina com produto proeminente acima da altura máxima ideal de produto no interior do pote para garantir conformidade do produto nas etapas posteriores do processo. Considerando o desvio observado, verificou-se que, na etapa de selagem, o aplicador do selo entra em contato com excesso de margarina e esse contato compromete a aderência adequada, provocando o deslizamento do selo durante o processo de aplicação. Como consequência, ocorre o posicionamento incorreto do selo, caracterizado como "selo deslocado".

Para estratificar ainda mais e identificar a causa raiz do problema, foi aplicada a metodologia dos 5 Porquês para investigar a causa da formação do bico longo de

produto acabado no momento da dosagem. A investigação pode ser observada na Figura 09.

Figura 09. 5 Porquês para o problema da formação do bico na dosagem de margarina



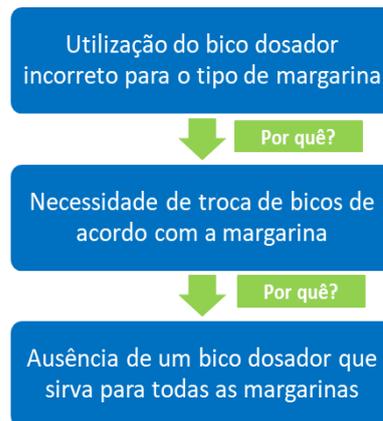
Fonte: O autor (2025)

Com essa última investigação, observou-se que a causa-raiz para um dos problemas iniciais, selo deslocado, é uma falha nas especificações físicas do bico dosador (comprimento e diâmetro).

Em relação a outra causa, Utilização do bico dosador incorreto, foi observado que os operadores, na necessidade de troca de bico em todo *setup* de produto entre margarinas com diferentes viscosidades, por vezes não realizam a troca para o bico correspondente, fazendo com que ocorresse dosagem de margarina fora do pote.

Com isso, foi aplicada a metodologia dos 5 Porquês também para esse problema e a investigação pode ser observada na Figura 10.

Figura 10. 5 Porquês para o problema da utilização do bico dosador incorreto

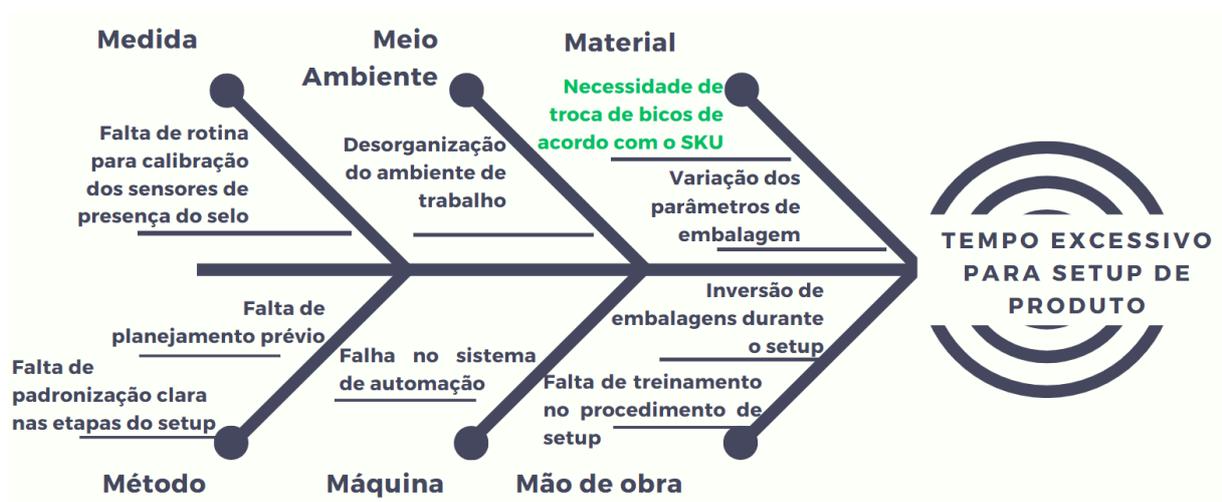


Fonte: O autor (2025)

Diante desse cenário, foi observado que a causa-raiz para o problema é a ausência de um bico dosador padrão para todas as margarinas. Logo, a partir dos dois problemas apresentados, chegou-se a conclusão que a causa-raiz principal para o grande número de potes descartados, é o bico dosador utilizado.

Como a ausência de um bico dosador unificado também faz com que seja necessário a troca dos bicos no *setup*, foi verificado se esse problema impactava no tempo de *setup* maior. Logo, foi aplicado o diagrama de Ishikawa para o tempo excessivo de *setup*. Essa investigação pode ser observada na Figura 11.

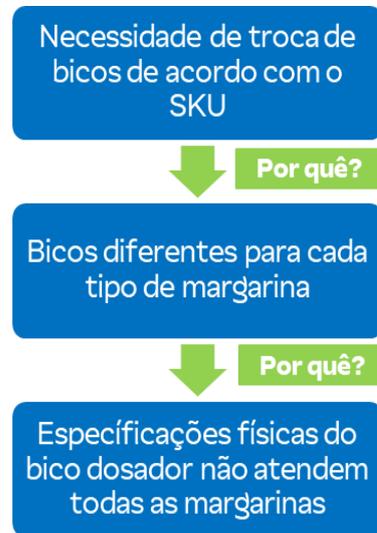
Figura 11. Diagrama de Ishikawa para tempo excessivo de *setup*



Fonte: O autor (2025)

Portanto, verificou-se que o bico dosador realmente impactou no tempo excessivo do *setup* de produto. Com isso, também foi realizado os 5 Por quês para confirmar a causa-raiz e a aplicação da ferramenta pode ser observada na Figura 12.

Figura 12. 5 Porquês para o problema de tempo excessivo de *setup*



Fonte: O autor (2025)

Analisando a Figura 12, observa-se que o bico dosador impacta tanto na quantidade de potes descartados quanto no tempo de *setup* de produto da linha de produção de estudo, uma vez que há a necessidade de substituição manual de todos os bicos da máquina a cada troca de produto, e este processo demanda um tempo considerável, além de exigir elevada atenção e esforço por parte da equipe operacional.

Além disso, durante uma investigação independente realizada pelo setor de qualidade, observou-se que o bico dosador era um dos responsáveis pelo problema de contaminação microbológica, uma vez que a necessidade de troca dos bicos e, conseqüentemente, a manipulação desses componentes pelos operadores causava a contaminação (Lopes; Medeiros; Vigoder, 2024).

A partir das análises de causa observadas, foi criado um plano de ação utilizando a ferramenta 5W1H para designar as ações que deveriam ser realizadas, assim como o responsável por cada uma delas. O plano de ação pode ser observado no Quadro 03.

Quadro 03. Plano de ação em 5W1H para o problema do bico dosador

O que fazer (What)?	Onde (Where)?	Por que (Why)?	Quando (When)?	Quem (Who)?	Como (How)?
Fabricar parte inferior (base) do bico dosador	Empresa terceira de usinagem	Parte inferior atual serve apenas para um único tipo de margarina por vez	15/05/2024	Supervisor de manutenção	Contratando empresa terceira de usinagem para fabricar base
Adequar bicos com a nova parte inferior	Caldeiraria	Descasamento entre bicos dosadores e nova base fabricada pela usinagem	30/05/2024	Caldeireiro	Fabricando internamente novos bicos via caldeiraria
Ajustar comprimentos dos novos bicos	Caldeiraria	Comprimento e diâmetro do bico atual causando problemas na dosagem de produto	20/06/2024	Caldeireiro	Alterando comprimento do bico de 80 mm para 70 mm e diâmetro de 27 mm para 18 mm
Definir procedimento para uso do levantador de potes	Área de envase da margarina	Com a modificação do bico, levantador de potes não é mais necessário para todas as margarinas	30/06/2024	Analista de produção	Estabelecendo padrão de acordo com as margarinas

Fonte: O autor (2025)

O método de aplicação das ferramentas e metodologias utilizadas durante o estudo foi devidamente registrado e utilizado como procedimento padrão para resolução de anomalias futuras. Foi elaborado passo a passo e entregue fisicamente durante o treinamento realizado com toda a operação e time de supervisores.

4.2 DESENVOLVIMENTO DO NOVO BICO DOSADOR

A partir da aplicação das ferramentas e metodologias da qualidade, foi possível identificar a causa-raiz dos desvios no processo de dosagem de margarinas: as especificações físicas inadequadas dos bicos dosadores atualmente utilizados. As análises demonstraram que a ausência de um bico de especificações físicas únicas gerava descartes de produto acabado, perda de tempo no *setup* de produto e contaminação microbiológica devido à necessidade de manuseio dos bicos para troca regular.

Com base nesses resultados, foi iniciado o desenvolvimento de um novo bico dosador, com o objetivo de eliminar as perdas, reduzir tempo de *setup* e contaminação microbiológica. Foram realizados estudos dimensionais considerando os dois bicos usados atualmente (um para margarinas mais cremosas e outro para margarinas menos cremosas).

Prototipagens iniciais foram confeccionadas em aço inoxidável, com diâmetro de saída diminuído em 9 mm (de 27 mm para 18 mm) e comprimento reduzido em 12,5%, de 80 mm para 70 mm. Na Figura 13, é possível visualizar a diferença entre o bico antigo utilizado para margarinas menos cremosas e o bico novo.

Figura 13. Comparativo de formato e dimensões entre o bico antigo (à esquerda) e o bico novo (à direita)



Fonte: O autor (2025)

Foram fabricados doze bicos novos para substituir todos os bicos dosadores da linha de estudo com o objetivo de eliminar a variação de dosagem causada pela utilização de bicos distintos. Os bicos podem ser observados na Figura 14.

Figura 14. Doze bicos novos para utilização na envasadora de estudo



Fonte: O autor (2025)

Após definição do novo bico dosador, a documentação relativa à padronização do novo formato foi organizada de forma detalhada e abrangente. Ela foi disponibilizada em formato físico para os operadores após treinamento.

4.3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS INDICADORES DE DESEMPENHO ANTES E APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

A fim de mensurar os resultados obtidos com as ações desenvolvidas ao longo deste estudo, foi realizada uma análise comparativa dos principais indicadores de desempenho do processo de dosagem de margarinas. Essa comparação permite avaliar de forma objetiva os ganhos alcançados em redução de perdas, eficiência operacional e redução no número de bloqueios por contaminação microbiológica, evidenciando o impacto positivo das melhorias implementadas com base na aplicação das ferramentas da qualidade. A seguir, são apresentados os resultados obtidos antes e após a execução do projeto.

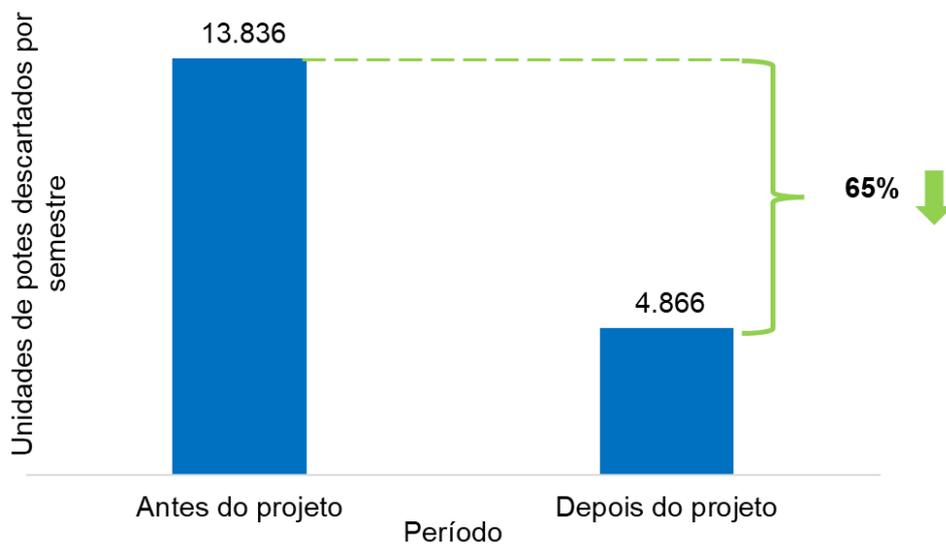
4.3.1 Rendimento

Entre os indicadores analisados, o rendimento (perda de emulsão) apresentou uma melhora significativa após a implementação do novo bico dosador. Antes do projeto, a linha de produção apresentava um elevado índice de descartes relacionados a selos deslocados.

Com a otimização do bico dosador, observou-se uma redução de aproximadamente 65% no número de descartes, o que impactou positivamente na redução do indicador de perda de emulsão. Esse resultado reflete não apenas a melhoria no processo de dosagem, mas também na diminuição de retrabalhos, desperdícios e paradas corretivas.

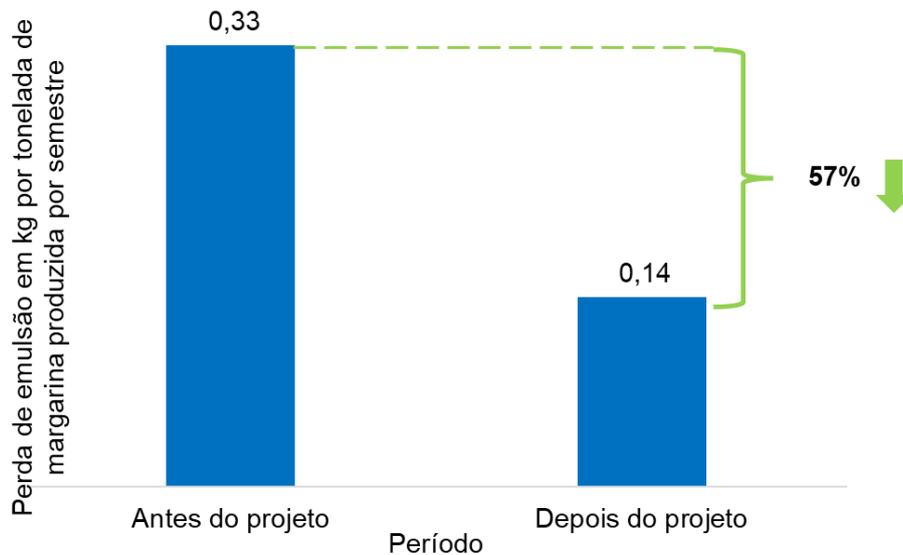
Nas Figuras 15 e 16, é possível observar os comparativos da quantidade de descarte e do impacto no indicador de perda de emulsão, respectivamente.

Figura 15. Comparativo de quantidade de potes descartados em unidades por semestre antes e depois do projeto



Fonte: O autor (2025)

Figura 16. Perda de emulsão em kg por tonelada de margarina produzida por semestre antes e depois do projeto

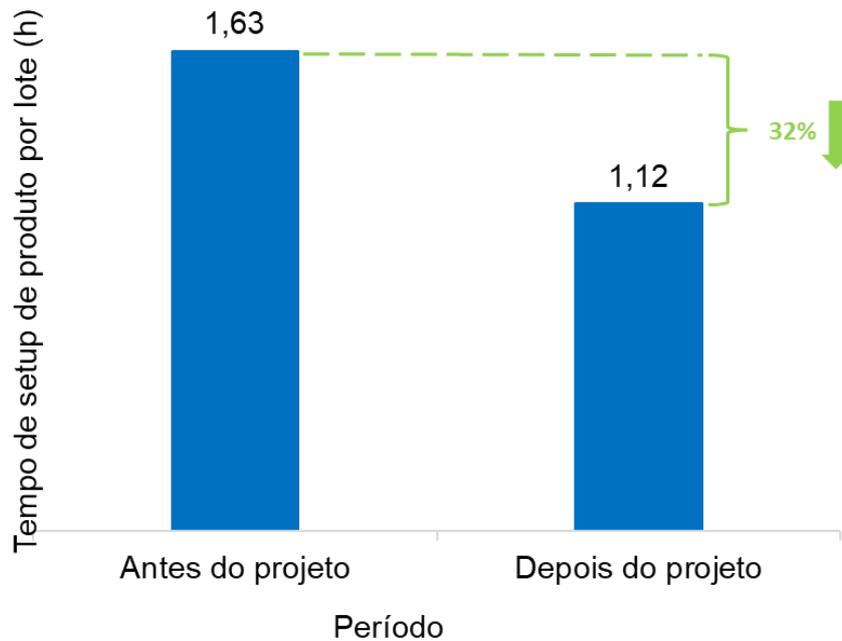


Fonte: O autor (2025)

Os dados da Figura 15 evidenciam uma redução expressiva, passando de 13.836 unidades descartadas para 4.866 unidades, o que representa uma diminuição de aproximadamente 65%. Esse resultado é bastante satisfatório, visto que a redução impacta positivamente no indicador de perda de emulsão apresentado na Figura 16, saindo de 0,33 kg/ton de descarte na linha de produção para 0,14 kg/ton, mostrando uma redução de 57% neste subgrupo.

4.3.2 OEE

Outro indicador de destaque na análise comparativa foi o OEE, que apresentou melhora significativa após a implementação do projeto, visto que com a unificação de um bico dosador padrão para todas as margarinas, os operadores não realizaram mais a troca de bicos dosadores durante *setup* de produto. Na Figura 17, é possível observar o comparativo do tempo gasto para realização de um *setup*.

Figura 17. Tempo de *setup* de produto em horas por lote antes e depois do projeto

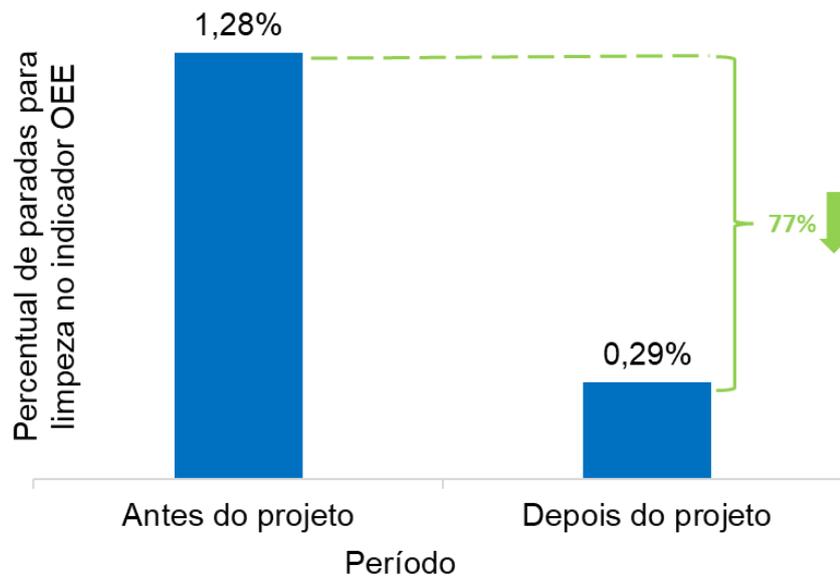
Fonte: O autor (2025)

De acordo com os dados apresentados, o tempo de *setup* reduziu de 1,63 h para 1,12 h, representando uma redução de aproximadamente 0,5h (30 min) ou 32% no tempo de *setup* de produto na linha de estudo.

Além disso, no decorrer da análise, foi identificado que outro aspecto relacionado ao bico dosador antigo impactava na eficiência da linha. Devido a dosagem de margarina fora do pote, as régua que transportavam os potes de margarina ficavam sujas, sendo necessário que o operador parasse a máquina para realizar a limpeza da linha.

Os dados em relação a esse segundo problema foram levantados e podem ser verificados na Figura 18, que mostra o impacto de parada de máquina para limpeza de linha no OEE antes do projeto e pós projeto.

Figura 18. Comparativo entre o percentual de paradas de máquina para limpeza de linha no OEE por semestre antes e depois do projeto



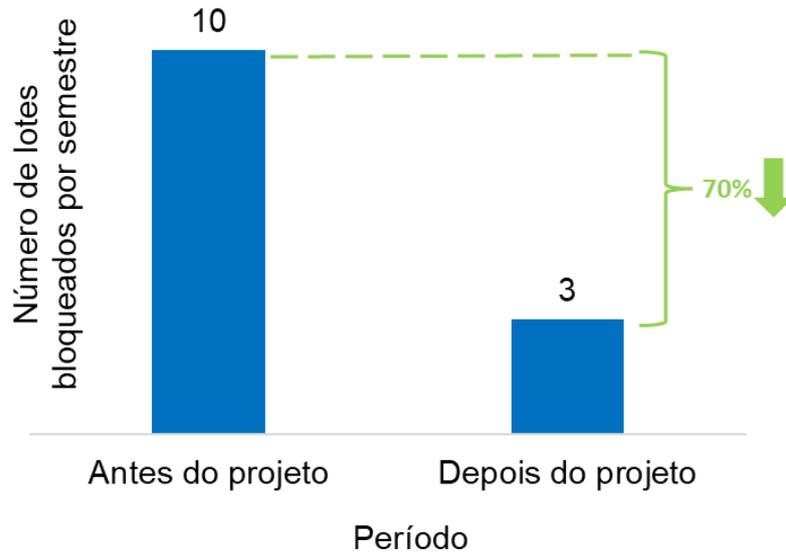
Fonte: O autor (2025)

Diante dos dados apresentados na Figura 18 pode-se concluir que o impacto da parada de máquina por limpeza decorrente da dosagem de margarina fora do pote reduziu consideravelmente de 1,28% de impacto no OEE geral da máquina para 0,29%, mostrando uma redução de 77% do impacto relacionado a esse tipo de parada, isso indica que o trabalho realizado impactou positivamente a produtividade da fábrica uma vez que houve aumento na eficiência dos ativos e o tempo de parada foi convertido em tempo de envase.

4.3.3 Número de bloqueios

Além dos indicadores de rendimento e OEE, o número de bloqueios do produto também apresentou uma redução significativa após a implementação do projeto. No período acumulado de seis meses antes do projeto, foram registrados 10 bloqueios de produção, totalizando aproximadamente 25 toneladas de produtos bloqueados. Após as melhorias implementadas, esse número caiu para 3 bloqueios no mesmo período, com um volume bloqueado reduzido para cerca de 4,5 toneladas. Nas Figuras 19 e 20, pode-se verificar a redução do número de bloqueios e de toneladas bloqueadas.

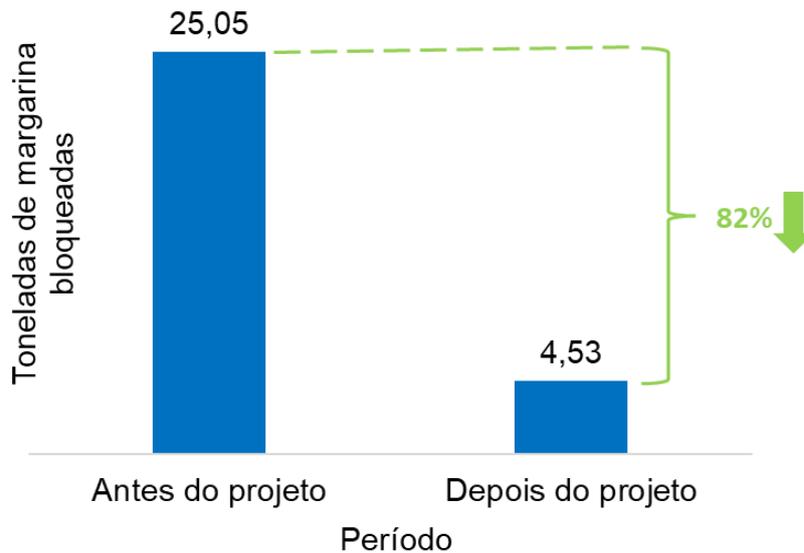
Figura 19. Comparativo do número de lotes bloqueados por semestre antes e depois do projeto



Fonte: O autor (2025)

Através dos dados evidenciados no gráfico, nota-se que o número de bloqueios reduziu cerca de 70%, sendo um resultado bastante satisfatório para esse indicador.

Figura 20. Toneladas de margarina bloqueadas por semestre antes e depois do projeto



Fonte: O autor (2025)

Essa redução expressiva de 82% na quantidade de toneladas bloqueadas, reflete o aumento da estabilidade do processo e a maior uniformidade na dosagem, fatores que diminuem as ocorrências de não conformidades críticas detectadas

durante as inspeções de qualidade. A queda no número de bloqueios não apenas reforça a confiabilidade do processo, mas também reduz perdas financeiras e operacionais.

O projeto, juntamente com os resultados expressivos obtidos nos três principais indicadores da empresa — rendimento, OEE e NCP — foi apresentado em auditório aos gestores e operadores da fábrica. O objetivo da apresentação foi não apenas divulgar os ganhos obtidos, mas também compartilhar as metodologias e ferramentas aplicadas durante sua execução. Além da redução significativa das paradas de linha, o projeto trouxe benefícios operacionais relevantes, como a diminuição do esforço físico exigido dos colaboradores com a eliminação de necessidade de troca de bicos e redução da frequência necessária de limpeza da máquina. Dessa forma, consolidou-se como uma iniciativa de alto impacto, promovendo maior eficiência produtiva, padronização e sustentabilidade do processo ao longo do tempo.

5 CONCLUSÃO

A aplicação das ferramentas e metodologias da qualidade no processo de dosagem de margarinas em ambientes fabris demonstrou ser fundamental para a identificação e análise das principais causas de ineficiências e não conformidades. Por meio do Gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa, análise dos 5 Porquês e estruturação do plano de ação utilizando o 5W1H, foi possível conduzir um estudo sistemático e direcionado, resultando em melhorias concretas no processo produtivo.

O desenvolvimento de um novo bico dosador, com dimensões menores de comprimento e diâmetro interno, mostrou-se uma solução eficaz e versátil para atender a diferentes tipos de margarinas, contribuindo para a padronização do processo. Para avaliar a eficácia da melhoria implantada, utilizaram-se indicadores de rendimento (perda de emulsão), OEE e número de bloqueios (não conformidades), que comprovaram resultados expressivos: redução de 65% na quantidade de potes descartados, 32% na diminuição do tempo de *setup*, 77% na redução de paradas de máquina para limpeza e 70% na redução de bloqueios por contaminação microbiológica.

A partir da revisão da documentação de qualidade (procedimentos, instruções de trabalho, entre outros) do estudo realizado foi possível realizar sua replicabilidade em outras linhas de produção, demonstrando que a implementação do novo bico dosador é uma solução adequada para outros contextos operacionais. Esse resultado reforça o caráter robusto e versátil da proposta, possibilitando benefícios contínuos para a indústria. A utilização das ferramentas da qualidade, aliada a uma abordagem estruturada e orientada por dados, garantiu uma análise abrangente e fundamentada, proporcionando soluções eficazes, viáveis e sustentáveis, perfeitamente alinhadas às necessidades do ambiente fabril.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Relatório Anual da Indústria de Alimentos**, São Paulo; 2024. Disponível em: <https://www.abia.org.br/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15419**; Sistemas de gestão da qualidade - Diretrizes para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2000 nas organizações educacionais. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ALFA LAVAL. **As 4 tendências da indústria que estão moldando o futuro da produção de margarina**. São Paulo: Alfa Laval 2023. Disponível em: <https://www.alfalaval.com.br/produtos/solucoes-para-processos/solucoes-para-oleos-vegetais/sistemas-para-planta-de-margarina/tendencias-da-industria-para-a-producao-de-margarina/>. Acesso em: 03 mar. 2025.

ALMEANAZEL, O. T. R. Total productive maintenance review and overall equipment effectiveness measurement. **Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering**, Zarqa, v. 4, n. 4, p. 517-522, set. 2010. Disponível em: [https://jjmie.hu.edu.jo/files/v4n4/JJMIE-129-08_Revised\(11\)/JJMIE-129-08_modified.pdf](https://jjmie.hu.edu.jo/files/v4n4/JJMIE-129-08_Revised(11)/JJMIE-129-08_modified.pdf). Acesso em: 3 fev. 2025.

ANDRADE, D. F.. **Seis Sigma**: coletânea de artigos. Belo Horizonte: Poisson, 2017. v.1. ISBN 978-85-93729-06-5. DOI 10.5935/978-85-93729-06-5.2017B001. Acesso em: 22 jan. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001:2008**: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008

AUGUSTO, C. **Ferramenta da qualidade**. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) — Instituto Politécnico de Tomar, Tomar, Portugal, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/44167>. Acesso em: 20 jan. 2025.

AWUCHI, C. G. HACCP, quality, and food safety management in food and agricultural systems. **Cogent Food & Agriculture**, v. 9, n. 1, 2023. Disponível em: 10.1080/23311932.2023.2176280. Acesso em: 18 jan. 2025.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, 16 set. 2004. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html. Acesso em: 22 jan. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria nº 43, de 22 de março de 2019. Regulamento Técnico de Margarina. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/2019/>

portaria-no-43-de-22-de-marco-de-2019-regulamento-tecnico-de-margarina. Acesso em: 3 mar. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 1.428, de 26 de novembro de 1993. Aprova o Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos, Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos, e o Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ's) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos. **Diário Oficial da União** (DOU). Brasília, DF, 2 dez. 1993. Seção I, p. 18415-18419.

BUREAU VERITAS. **Shaping a Word of Trust**. Disponível em: <https://www.bureauveritas.com.br/pt-br>. Acesso em: 15 jan. 2025.

BUSINESS RESEARCH INSIGHTS. **Margarina e tamanho do mercado e tendência de encurtamento [2032]**. [S.l]: [s.n] 2024. Disponível em: <https://www.businessresearchinsights.com/pt/market-reports/margarine-and-shortening-market-102326>. Acesso em: 20 jan. 2025.

BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. Análise de aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Produção**, v. 23, n. 2, p. 205 - 225, abr./jun. 2013.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CONHEÇA a Certificação HACCP. Disponível em: <https://www.bureauveritas.com.br/en/node/4606>. Acesso em: 14 jan. 2025.

COSTA, A. P.; GASPAROTTO, A. M. S. UMA ANÁLISE CRÍTICA DO CICLO PDCA NA ABNT NBR ISO 9001 (2015) PARA AUXILIAR NA REDUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 13, n. 1, p. 107–118, 2016. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/129>. Acesso em: 5 mar. 2025.

CORREIA, L. C. da C.; MÉLO, M. A. do N.; MEDEIROS, D. D. de. **Modelo de diagnóstico e implementação de um sistema de gestão da qualidade: estudo de um caso**. **Produção**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 115–129, 2006. DOI: 10.1590/S0103-65132006000100010. Acesso em: 10 abr. 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. **Anais [...]**. São Cristóvão, SE, 2018. p. 1 - 11.

DA ROCHA, T. S.; PAKES, P. Renato; SILVA, B. B.. Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de melhoria contínua na engenharia de produto em uma empresa de produtos hospitalares. **Revista Foco**, v. 15, n. 3, p. e397-e397, 2022.

DO PRADO, M. B.; JUNIOR, J. da S. F.; RAPHANHIN, J. F.; SARRETA, M. D. Ângela M. Determination and management of failure root causes and improvement proposal using 5W2H in the service sector of a pizza restaurant in Minas Gerais. **Brazilian**

Journal of Business, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 3295–3305, 2021. DOI: 10.34140/bjbv3n4-034. Acesso em: 22 jan. 2025.

DORSA, R. **Tecnologia de óleos vegetais**. Campinas: [s.n.], 2004. v. 1.

FERREIRA, K. J.; FREITAS, A. L. P. de; ALMEIDA, D. A. de. Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 857–870, 2011. DOI: 10.1590/S0104-530X2011000400002. Acesso em: 10 abr. 2025.

FERREIRA, R. G. **Definição e monitoramento de indicadores-chave de desempenho (KPI) para controle de operações na indústria corticeira**. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) — Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/122396/2/353386.1.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

FERREIRA, R. **Gestão pela qualidade**. Belo Horizonte: Poisson, 2018. v. 4. DOI: 10.5935/978-85-7042-025-1.2018B001. ISBN 978-85-7042-025-1. Acesso em: 5 mar. 2025.

FREIRE, L. **A evolução na produção das margarinas**. Sao Paulo: Stilo, 2021. Disponível em: <https://www.editorastilo.com.br/oleos-e-gorduras/destaque-secundario-categoria-oleos-e-gorduras/a-evolucao-na-producao-das-margarinas/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

FSSC. **FSSC 22000 Scheme documents V6.0**. The Netherlands: Standards, 2023. Disponível em: <https://www.fssc.com/schemes/fssc-22000/documents/fssc-22000-version-6/>. Acesso em: 23 mar. de 2025.

GAO, H.; GAO, W.; YANG, X.; LIU, Y.; WANG, Z. *Effects of different tempering temperatures on the properties of industrial sheet margarine*. **RSC Advances**, v. 12, p. 23311-23321, 2022. DOI: 10.1039/D2RA03999K. Acesso em: 26 de mar. 2025.

HEDMAN, Richard; SUBRAMANIYAN, Mukund; ALMSTRÖM, Peter. Análise de fatores críticos para a medição automática do OEE. **Procedia CIRP**, v. 57, p. 128-133, 2016. DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.023. ISSN 2212-8271. Acesso em: 22 jan. 2025.

HIGA, C. M. L.; SIQUEIRA, F. R. R.; TAIR, L. S. P.; BENITES, P. T. Falling damage incident: Ishikawa diagram and action plan. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 3231–3239, 2021. DOI: 10.34119/bjhrv4n1-255. Acesso em: 22 jan. 2025.

INÁCIO, L. C. dos R.; AVELINO, S. F.; SANJULIÃO, L.-R. K. A.; REIS, M. J.; BORGES, V. de O.; PIANTINO, L. F. M.; PINTO, R. A. N.; DA Silva, H. M. Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 14, n. 10, p. 17413–17427, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i10.2890. Acesso em: 22 jan. 2025.

LI, Y.; ZHAO, J.; XIE, X.; ZHANG, Z.; ZHANG, N.; WANG, Y. *A low trans margarine fat analog to beef tallow for healthier formulations: optimization of enzymatic*

interesterification using soybean oil and fully hydrogenated palm oil. Food Chemistry, [s. l.], v. 255, p. 405–413, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.02.086. Acesso em: 26 de mar. de 2025.

LOPES, Barbara Ramona da Silva; MEDEIROS, Maria das Graças Gomes de Azevedo; CEOTTO-VIGODER, Hilana. Fatores de risco associados à contaminação bacteriana das mãos de manipuladores de alimentos: uma revisão de literatura. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/alimentos/article/view/2616>. Acesso em: 06 mar. 2025.

MACHADO, Cecília Eizerik; HECKLER, Kátia Suzana; Fauth, Patrícia. **Margarina**. Site: Processamento de Alimentos Vegetal. Porto Alegre: o autor, 2004. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prlegum/margarina/emulsificacao.htm>. Acesso em: 13 jan. 2025.

MORDOR INTELLIGENCE. Tamanho do mercado de margarina e análise de ações – Tendências e previsões de crescimento (2024 – 2029). [S.l.]: Mordor Intelligence, 2025. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/margarine-market>. Acesso em: 3 mar. 2025.

MARTINS, B. P. *et al.* FSSC 22000 CERTIFICATION: Study of Implementation in a Brazilian Agroindustrial Cooperative located in the Southwest Region of the State of Sao Paulo. **IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)**, v. 22, n. 4, p. 53-66, 2020.

MINAS LABOR. **O que é Yield Calculation**: entenda o cálculo de rendimento. Viçosa: Minas Labor, 2024. Disponível em: <https://www.minaslabor.com.br/glossario/o-que-e-yield-calculation-calculo-de-rendimento>. Acesso em: 20 jan. 2025.

OLIVEIRA, R. M. **Gestão da qualidade na indústria de alimentos**: desafios e benefícios. Blog da Qualidade, 2021. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/gestao-da-qualidade-na-industria-de-alimentos/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

PARMENTER, D. *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPI's*. 3. ed. **John Wiley & Sons**, 2015.

PENEDO, L. S. *et al.* Utilização das ferramentas da qualidade nos processos de manutenção, visando o desperdício de tempo e a produtividade. **Revista Teccen**, v. 13, n. 1, p. 16-24, 2020.

PONCIANO, K. R.; SENA, Jéssica Rocha; PEREIRA, Lilian Shirley; MOREIRA, Silvio. Aplicação do diagrama de Pareto e a metodologia TPM como forma de melhoria do processo produtivo e redução downtime. **South American Development Society Journal**, [S. l.], v. 7, n. 21, p. 173, 2021. DOI: 10.24325/issn.2446-5763.v7i21p173-189.

ROCHA, Fernando Nascimento; LIMA, Leonardo Di Nizo; SOUSA, Tarcísio Silva de; LÉLIS, Eliacy Cavalcanti. **Análise da eficiência na logística interna em uma fábrica de confecções com aplicação do PDCA**. São Paulo: [s.n.], 2018. Disponível em: https://www.fateczl.edu.br/engetec/engetec_2018/ENGETEC_2018_paper_62.pdf. Acesso em: 05 jan. 2025.

ROCHA, T. S. da.; PAKES, P. R.; SILVA, B. B. Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de melhoria contínua na engenharia de produto em uma empresa de produtos hospitalares. **Revista Foco**, v. 15, n. 3, e397, 2022. DOI: 10.54751/revistafoco.v15n3-004. Acesso em: 15 jan. 2025.

SALAS SOTAMINGA, Y.; TAPIA, I.; GARZÓN, M. Cristalización y Plastificación de Margarina Industrial para Panificación. **Química Central**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 39–47, 2011. DOI: 10.29166/quimica.v2i1.569. Acesso em: 23 mar. 2025.

SANTOS, E. de S.; OKADA, R. H. Sugestão de melhoria no processo de forjamento de uma empresa com a utilização da ferramenta de qualidade Diagrama de Ishikawa. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 500–512, 2021. DOI: 10.31510/infa.v18i1.1118. Acesso em: 15 jan. 2025.

SAP. **Ajuda do SAP S/4HANA Cloud**. 2025. Disponível em: https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_CLOUD/4032610758dc437089f0c28320eec93f/89f3aca4a1ae43e2b383839366092251.html?version=2408.500. Acesso em: 22 jan. 2025.

SERRAT, O. *The five whys technique*. **Knowledge Solutions**. Philippines: Asian Development Bank, 2009. Disponível em: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27641/five-whys-technique.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SILVA, C. E. C. L.; QUEIROZ, E. S. A importância das ferramentas de gestão de qualidade na indústria alimentícia. **Natural Resources**, v. 12, n. 2, p. 1-9, 2022. DOI: 10.6008/CBPC2237-9290.2022.002.0001. Acesso em: 15 jan.2025

SILVA, D. B. da. **Avaliação da estabilidade de margarina de mesa armazenada à temperatura de 30°C**. 2015. Dissertação (Mestrado em engenharia de processos químicos e bioquímicos) – Universidade Mauá, São Caetano do Sul, 2015. Disponível em: <https://maua.br/files/dissertacoes/avaliacao-da-estabilidade-de-margarina-de-mesa-armazenada-a-temperatura-de-30oc.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SILVA, I. M.; CASAGRANDE, D. J. A utilização das ferramentas da qualidade Diagrama de Ishikawa e FMEA-Análise de Modos e Efeitos de Falhas nas empresas. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 961–973, 2022. DOI: 10.31510/infa.v19i2.1503. Acesso em: 14 jan. 2025.

SINGH, S.; KHAMBA, J. S.; SINGH, D. Analysis and directions of OEE and its integration with different strategic tools. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, v. 235, n. 2, p. 594-605, 2021. DOI: 10.1177/0954408920952624.

SÍRIO, M. B. de O.. **Aplicação do ciclo PDCA visando a redução de perdas por descartes de matéria-prima na produção de envoltórios naturais**. 2023. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2023

SOUSA, J. C. de; MOTA, L. O.. Aplicação das Sete Ferramentas da Qualidade nas Organizações na Área da Produção. Id on Line: **Revista de Psicologia**, v. 16, n. 60, p. 123-140, maio 2022. DOI: 10.14295/idonline.v16i60.3406. Acesso em: 26 de mar. 2025

STORT, L. G. .; LISBOA, F. C. . Quality tools application to improve cost management in food and nutrition unit: A case study. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e128111335254, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35254. Acesso em: 22 jan. 2025.

VIANA, F. L. E. Indústria de alimentos. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. **Caderno Setorial Etene**, ano 4, n. 80, maio 2019.

VIDALE, G. **Manteiga ou margarina: qual é a mais saudável, afinal?**. São Paulo: O Globo, 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/saude/bem-estar/noticia/2024/04/14/manteiga-ou-margarina-qual-e-a-mais-saudavel-afinal.ghtml>. Acesso em: 14 jan. 2025.

VIEIRA, D. M.; MORRA, L. F.; CARVALHO, L. G. T.; RODRIGUES JÚNIOR, A. S. Estudo de caso: aumento da produtividade através das metodologias do Lean Manufacturing. *Revista REASE*, [local], v. 8, n. 8, p. 1082-1092, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i8.6603.

WIETCOVSKY, M.; MENDONÇA, A. K. de S. Implementação do método PDCA para melhoria no processo de recebimento de milho para armazéns terceiros em filial de grãos do Mato Grosso. **Produto & Produção**, vol. 23, n.3, p.36-55. 2022. DOI: 10.22456/1983-8026.124261.

ZEPF, P. J. How to calculate overall equipment effectiveness: A practical guide. *Packaging Machinery Automation Playbook*, [S.l.], 2013.