



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GIOVANNA ASFORA DE MACEDO FALABELLA

**USO DA METODOLOGIA DMAIC PARA REDUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES
EM LINHA DE PRODUÇÃO DO SETOR ALIMENTÍCIO**

RECIFE

2025

GIOVANNA ASFORA DE MACEDO FALABELLA

**USO DA METODOLOGIA DMAIC PARA REDUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES
EM LINHA DE PRODUÇÃO DO SETOR ALIMENTÍCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador(a): Profa. Dra. Fernanda Araújo Honorato.

RECIFE

2025

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

Falabella, Giovanna Asfora de Macedo.

Uso da metodologia DMAIC para redução de não conformidades em linha de produção do setor alimentício / Giovanna Asfora de Macedo Falabella. - Recife, 2025.

52 p. : il.

Orientador(a): Fernanda Araújo Honorato

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

Inclui referências, apêndices.

1. DMAIC. 2. Indústria alimentícia. 3. Melhoria Contínua da Qualidade. I. Honorato, Fernanda Araújo . (Orientação). II. Título.

670 CDD (22.ed.)

GIOVANNA ASFORA DE MACEDO FALABELLA

USO DA METODOLOGIA DMAIC PARA REDUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES EM LINHA DE PRODUÇÃO DO SETOR ALIMENTÍCIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Aprovado em: 11/04/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 FERNANDA ARAUJO HONORATO
Data: 16/05/2025 06:26:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Fernanda Araújo Honorato

Documento assinado digitalmente
 ANDRELINA MARIA PINHEIRO SANTOS
Data: 20/05/2025 14:20:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Andrelina Maria Pinheiro Santos

Documento assinado digitalmente
 MAYARA FERREIRA BARBOSA
Data: 20/05/2025 15:39:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Mayara Ferreira Barbosa

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me concedeu saúde, força e sabedoria para enfrentar os desafios e concluir esta etapa tão importante da minha jornada profissional. Sem Sua graça e orientação, nada disso seria possível.

À minha família, em especial aos meus pais Sergio Asfora Falabella e Glauca Lino de Macedo Falabella, à minha irmã Gabriele Asfora de Macedo Falabella, ao meu noivo Gilberto Silva do Nascimento Júnior, expresso minha eterna gratidão pelo apoio incondicional, pelas palavras de incentivo e pela paciência ao longo deste período. O carinho e a confiança de vocês foram essenciais para que eu seguisse em frente com determinação.

Aos meus colegas, minha gratidão pela parceria, apoio e troca de experiências ao longo desta jornada. Cada um de vocês foi essencial para o crescimento pessoal e acadêmico que vivenciei durante esse período. Um agradecimento especial à Brenda Costa, Manuela Duarte, Vinícius Cardeal e Vinícius Silva. Sem o apoio mútuo e as discussões construtivas, este trabalho não teria sido possível.

Agradeço também aos meus professores, que, com dedicação e paciência, me guiaram ao longo dessa jornada acadêmica. Suas orientações e ensinamentos foram essenciais para o aprimoramento do meu conhecimento e a realização deste trabalho.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) por me proporcionar um ambiente de aprendizado estimulante e de alta qualidade, que foi crucial para o meu crescimento acadêmico e profissional. A todos, meu muito obrigado por todo o apoio e incentivo, que fizeram a diferença neste momento tão importante da minha trajetória.

RESUMO

As indústrias alimentícias têm buscado aprimorar seus processos devido à crescente exigência dos consumidores por produtos de maior qualidade. Para isto, diferentes estratégias e ferramentas para melhoria de processos têm sido aplicadas nas linhas de produção. Uma estratégia atrativa, eficiente e iterativa é a metodologia DMAIC (do inglês, *Define, Measure, Analyze, Improve e Control*). Seu uso mais comum é em projetos que utilizam a metodologia Six Sigma. Este estudo teve como objetivo aplicar a metodologia DMAIC em um processo produtivo de biscoitos *Cream Cracker* coberto para melhorar a sua qualidade, e, portanto, reduzir não conformidades. Durante a fase Definir, foi realizado um levantamento das principais queixas registradas pelos consumidores, com destaque para a textura dos biscoitos. Na etapa Medir, um mapeamento detalhado do processo produtivo foi feito para identificar as áreas críticas. Na fase Analisar, o diagrama de Ishikawa foi utilizado para entender as causas raízes do problema identificado. Na etapa Implementar, foram estabelecidos planos de ação utilizando a ferramenta 5W2H. Finalmente, na fase Controlar, um plano de monitoramento foi elaborado para assegurar que as não conformidades identificadas não se repetissem. Após implementação, observou-se uma melhoria significativa na redução de não conformidades dos biscoitos, e redução de mais de 60% nas reclamações de SAC, verificando-se a eficácia da aplicação da metodologia DMAIC no processo de produção dos biscoitos *Cream Cracker* coberto.

Palavras-chave: DMAIC; Indústria alimentícia; Melhoria Contínua da Qualidade.

ABSTRACT

Food industries have been striving to improve their processes due to the increasing demands of consumers for higher-quality products. To achieve this, various strategies and process improvement tools have been applied on production lines. An attractive, efficient, and iterative strategy is the DMAIC methodology (an acronym for Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). Its most common use is in projects that adopt the Six Sigma methodology. This study aimed to apply the DMAIC methodology to the production process of coated Cream Cracker biscuits in order to improve their quality and, consequently, reduce non-conformities. During the Define phase, the main complaints registered by consumers were surveyed, with a particular emphasis on the texture of the biscuits. In the Measure phase, a detailed mapping of the production process was carried out to identify critical areas. In the Analyze phase, the Ishikawa diagram was used to understand the root causes of the identified problem. In the Improve phase, action plans were developed using the 5W2H tool. Finally, in the Control phase, a monitoring plan was established to ensure that the identified non-conformities would not recur. After implementation, a significant improvement was observed in the reduction of non-conformities in the biscuits, along with a decrease of over 60% in customer service complaints, demonstrating the effectiveness of applying the DMAIC methodology to the coated Cream Cracker biscuit production process.

Keywords: DMAIC; Food Industry; Continuous Quality Improvement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Modelo de sistema de gestão da qualidade baseado em melhoria contínua.
- Figura 2 - Ilustração representativa do biscoito *Cream Cracker*.
- Figura 3 - Ilustração representativa do biscoito *Cream Cracker* coberto.
- Figura 4 - Processo de preparação da esponja do biscoito *Cream Cracker* coberto.
- Figura 5 - Processo de preparação do reforço do biscoito *Cream Cracker* coberto.
- Figura 6 - Misturador de massa para a etapa de batimento.
- Figura 7 - Esquema de laminação: (1) Esteira de transporte, (2) Rolos estiradores, (3) Distribuidor de farofa (4) Rolos redutores.
- Figura 8 - Forno industrial para biscoitos.
- Figura 9 - Transportadores aéreos de resfriamento.
- Figura 10 - Embaladora industrial para biscoitos.
- Figura 11- Gráfico de Pareto para cenário hipotético.
- Figura 12- Representação gráfica do diagrama de Ishikawa.
- Figura 13- Fluxograma de funcionamento da metodologia DMAIC.
- Figura 14 - Principais defeitos reclamados via SAC no período de fevereiro a outubro de 2024.
- Figura 15 - Estratificação por linha de produção em relação ao defeito de queimado nas linhas de biscoito *Cream Cracker* coberto.
- Figura 16- Mapeamento do Processo Produtivo do Biscoito *Cream Cracker* Coberto.
- Figura 17 - Diagrama de Ishikawa para o forno.
- Figura 18 - Modelo do Plano de Higienização de Equipamentos.
- Figura 19 – Número de reclamações na linha 2 de biscoitos queimados durante a execução dos planos de ação.
- Figura 20- Modelo de checklist de funcionamento do forno.
- Figura 21 - Histórico das reclamações de SAC durante a aplicação da metodologia DMAIC.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios do método 5W2H.

Quadro 2 – *Brainstorming* das possíveis causas para o problema.

Quadro 3 – Planos de Ação a serem implementados no processo produtivo do biscoito *Cream Cracker* Coberto.

LISTA DE SIGLAS

ABIMAPI – Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados.

CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos.

DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar.

LSS - *Lean Six Sigma*.

SAC – Serviço de Atendimento ao Consumidor.

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Gestão da qualidade na indústria de alimentos.....	14
2.2 Indústria de Biscoitos.....	16
2.2.1 Processo Produtivo do Biscoito <i>Cream Cracker</i> coberto.....	18
2.3 Melhoria Contínua da Qualidade.....	23
2.4 <i>Lean Six Sigma</i>	24
2.4.1 <i>Lean</i>	24
2.4.2 <i>Six Sigma</i>	24
2.4.3 <i>Lean Six Sigma</i>	25
2.5 Metodologia DMAIC.....	25
2.6 Ferramentas da Qualidade.....	27
2.6.1 Diagrama de Pareto.....	28
2.6.2 Diagrama de Ishikawa.....	29
2.6.3 Fluxograma.....	29
2.7 Ferramentas auxiliares de gestão.....	30
2.7.1 <i>Brainstorm</i>	30
2.7.2 5W2H.....	31
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 Coleta de Dados.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 DEFINIR.....	34
4.2 MEDIR.....	36
4.3 ANALISAR.....	37
4.4 IMPLEMENTAR.....	39
4.5 CONTROLAR.....	42
4.6 VERIFICAÇÃO dos Resultados.....	43
5 CONCLUSÃO.....	45
6 REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O termo qualidade tem destaque crescente no cenário industrial, sendo amplamente reconhecido como uma das principais chaves para a sobrevivência e competitividade no mercado atual. Entretanto, a preocupação com a qualidade de bens e serviços não é recente. Os consumidores sempre tiveram o cuidado de inspecionar os bens e serviços que recebiam em uma relação de troca. Essa preocupação caracterizou a chamada era da inspeção, que se voltava para o produto acabado, não produzindo assim qualidade, apenas encontrando produtos defeituosos na razão direta da intensidade da inspeção (LONGO,1996).

A gestão da qualidade pode ser entendida como um conjunto de práticas, processos e ferramentas, funcionando como um sistema integrado, com o objetivo de garantir que os produtos ou serviços de uma organização atendam às expectativas dos clientes e estejam em conformidade com os padrões exigidos. Segundo Juran (1990), a gestão da qualidade envolve três processos fundamentais: planejamento da qualidade, controle da qualidade e melhoria da qualidade, formando o que ele denomina de "Trilogia da Qualidade".

A qualidade está diretamente relacionada à busca contínua pela satisfação dos clientes, atendendo às suas expectativas, sejam eles internos ou externos. Para isso, é fundamental antecipar-se aos desejos e necessidades dos consumidores, garantindo não apenas o atendimento de suas demandas, mas também sua fidelização (PEINADO, 2007).

Nesse contexto, a indústria alimentícia realiza a análise dos dados de reclamações registradas no Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) com o objetivo de identificar soluções que melhorem a qualidade de seus produtos, aumentem a satisfação do cliente e conseqüentemente, os resultados da empresa. Para alcançar esses objetivos, podem ser aplicadas ferramentas de melhoria contínua, que, de maneira prática e simples, promovem benefícios em diversos aspectos, como a redução de defeitos nos produtos, contribuindo para tornar as empresas mais competitivas no mercado (COSTA, 2018).

O conceito de Seis Sigma surgiu na década de 1980, desenvolvido pela empresa norte-americana Motorola, como uma resposta aos desafios de reduzir a variabilidade nos processos produtivos e melhorar a qualidade dos produtos. Segundo Harry e Schroeder (2000), o Seis Sigma é uma abordagem gerencial baseada em dados e focada na redução de defeitos por meio de uma metodologia estruturada, como o ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar). A metodologia Seis Sigma une ferramentas estatísticas avançadas e princípios de gestão com foco na melhoria contínua, sendo vastamente utilizada em indústrias como um diferencial competitivo (HARRY E SCHROEDER, 2000).

Diversos setores industriais fazem uso das ferramentas estatísticas para controle e melhoria dos seus processos e produtos. O mercado de biscoitos no Brasil também se vale dessas ferramentas, sendo um setor que continua sua trajetória de crescimento em 2024. Segundo dados da ABIMAPI, Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados, o setor de biscoitos e massas industrializadas registrou o movimento de R\$70,4 bilhões em 2023, onde este valor representa um aumento de 9,6% em relação ao ano de 2022. Desse total, os biscoitos representaram R\$32,5 bilhões em faturamento, com um consumo de 1,5 milhão de toneladas. E a expectativa é que esse crescimento continue em 2025 impulsionado pela busca por praticidade e satisfação.

1.1 OBJETIVOS

O projeto visa utilizar a ferramenta DMAIC em uma indústria alimentícia no ramo de biscoitos, em conjunto com outras ferramentas de qualidade e gestão disponíveis em metodologias de planejamento a fim de minimizar não conformidades no produto, utilizando como indicador as reclamações de mercado. Como objetivo específico, o projeto visa implementar ações para melhorar a qualidade dos produtos e reduzir 50% do número de reclamações de mercado relacionadas especificamente ao caso de biscoitos queimados em relação à média de reclamações dos meses de agosto a outubro de 2024.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

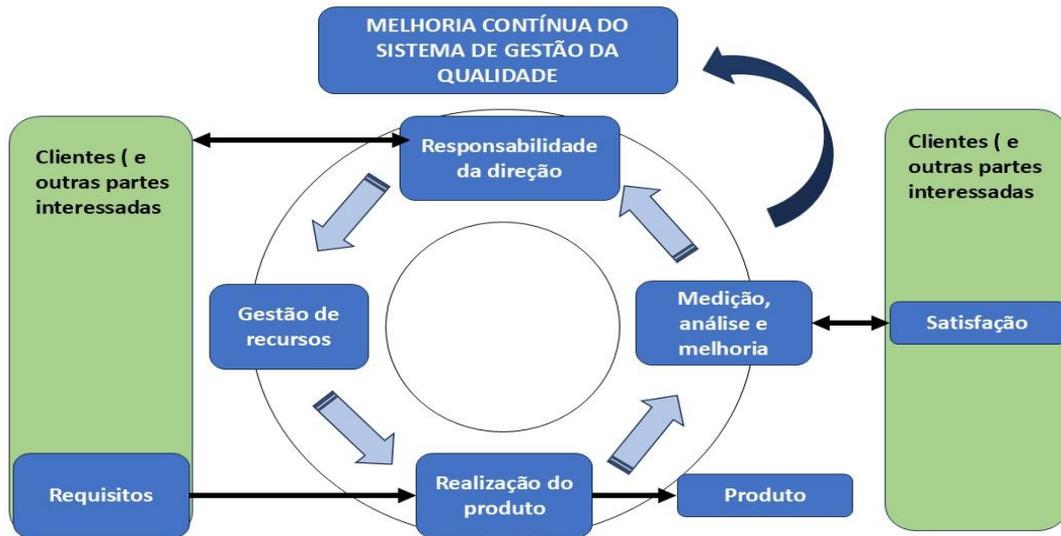
2.1 GESTÃO DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

O advento da globalização trouxe diversas transformações para a economia mundial, conectando mercados, ampliando o fluxo de bens e serviços e aumentando as expectativas dos consumidores em relação à qualidade e segurança dos produtos. No Brasil, o setor de alimentos enfrenta grandes desafios em um cenário de alta competitividade, exigências regulatórias mais rigorosas e consumidores cada vez mais informados e exigentes (CARPINETTI, 2010).

Segundo o gestor da qualidade Juran (1993), a satisfação do cliente ou consumidor quanto à qualidade de um produto pode ser desdobrada em dois componentes básicos: presença de atributos e ausência de deficiências. Os atributos de um produto são características ou propriedades que o definem e que influenciam a percepção e escolha do consumidor (KOTLER & KELLER, 2012). Logo, no contexto atual, onde as empresas precisam competir não apenas com o mercado interno, mas também com produtos importados, a qualidade é um fator crítico de diferenciação.

No setor de alimentos, questões relacionadas à segurança alimentar, rastreabilidade e conformidade com normas nacionais e internacionais são ainda mais relevantes. Reclamações frequentes podem afetar diretamente a reputação da marca, comprometer a confiança do consumidor e reduzir a competitividade no mercado. A NBR ISO 9001:2008 mostra como é importante o foco no cliente, pois determina melhoria contínua no sistema de gestão da qualidade. O modelo de sistema de gestão da qualidade onde é possível a importância do cliente para o processo de melhoria (Figura 1).

Figura 1- Modelo de sistema de gestão da qualidade baseado em melhoria contínua.



Fonte: Adaptado de NBR ISO 9001.

Altos índices de reclamação acarretam custos significativos para as indústrias, incluindo gastos com devoluções, substituições, retrabalho e ações corretivas. No contexto brasileiro, com um mercado pressionado pela alta inflação e instabilidade econômica, a gestão eficiente desses custos é essencial para a sobrevivência e o crescimento das empresas (ALENCAR, 2023).

Dentre os ramos de produção de alimentos, a indústria de biscoitos representa um segmento de grande relevância econômica, impulsionado pela alta demanda dos consumidores e pela diversificação de produtos. Segundo Silva *et al.* (2020), esse setor tem investido em tecnologias e práticas de melhoria contínua para garantir qualidade e segurança alimentar. Além disso, estudos indicam que a adoção de metodologias como o Six Sigma tem contribuído para a otimização dos processos produtivos e a redução de desperdícios (SANTOS & OLIVEIRA, 2021).

2.2 INDÚSTRIA DE BISCOITOS

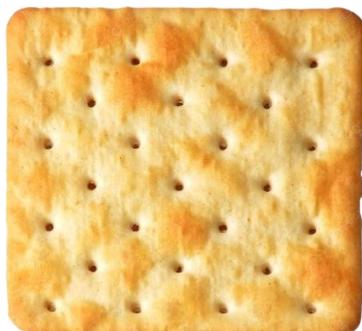
Pela legislação brasileira, conforme Resolução 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), "biscoito ou bolacha é o produto obtido pelo amassamento e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, amidos, féculas, fermentadas ou não, e outras substâncias alimentícias".

Os biscoitos podem ser classificados de várias maneiras, mas uma das classificações mais comuns é baseada na forma como a massa é manipulada. Existem os biscoitos moldados (como os recheados e amanteigados), os laminados (como os biscoitos maisena e *cream cracker*), os extrusados e cortados (como rosquinhas e cookies) e, por último, os depositados ou pingados (como os biscoitos champanhe e *Wafer*). O termo "pingados" se refere ao fato de que a massa é quase líquida e é depositada sobre a esteira do forno, em formas ou bandejas (BERTOLINO & BRAGA, 2017).

Os Biscoitos *Cream Cracker* foram lançados pela primeira vez em 1885 pela empresa irlandesa Jacobs. Desde então, eles conquistaram um espaço importante nas vendas de biscoitos na Grã-Bretanha e se tornaram populares em diversos países. Muitas vezes, sua introdução em outras regiões se deu pela influência britânica e pela transferência de tecnologia. Diferentemente de outros biscoitos, os *Cream Crackers* se destacam por serem feitos a partir da fermentação da massa (MANLEY, 2011).

As características do *Cream Cracker* incluem sua textura crocante, sabor neutro e a presença de ingredientes simples, como farinha de trigo, água e fermento, como visualizado na Figura 2. Esses biscoitos são frequentemente utilizados como base para aperitivos, podendo ser acompanhados de queijos, patês ou até mesmo consumidos sozinhos.

Figura 2 - Ilustração representativa do biscoito *Cream Cracker*.



Fonte: Designi (2025).

Entre os diversos tipos de cream cracker, como a tradicional e a integral, destaca-se a versão coberta com açúcar, como pode ser visto da Figura 3. Essa variante traz uma camada doce e crocante que contrasta com a leveza do biscoito, proporcionando um sabor equilibrado que agrada tanto aos amantes de doces quanto aos que preferem um lanche salgado (ORLOSKI *et al.*, 2016).

Figura 3 - Ilustração representativa do biscoito *Cream Cracker* coberto.



Fonte: ISTOCK (2023).

2.2.1 Processo Produtivo do Biscoito *Cream Cracker* coberto

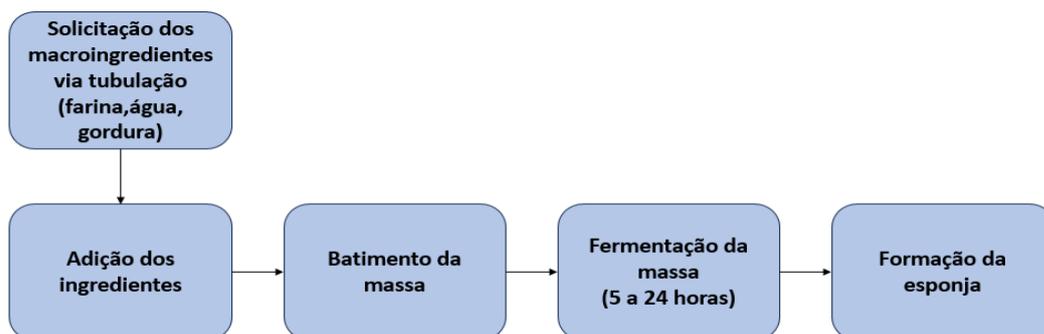
Embora o termo *Cream* seja amplamente associado ao uso de leite em biscoitos, a designação *Cream Cracker* é tradicional e não implica a presença desse ingrediente. Na realidade, a massa desse biscoito é composta basicamente por farinha, gordura e sal, sem adição de leite. O processo de produção inclui a fermentação da massa, seguida de laminação, corte em pequenas fatias e posterior assamento. Durante a fermentação e a laminação em camadas, ocorre a modificação das proteínas da farinha, resultando nas características distintivas do produto, como lâminas, colmeias e bolhas (MANLEY, 2011).

Segundo Manley, as etapas do processo de produção de biscoito *Cream Cracker* são:

I. Preparação da massa: é realizada em duas etapas sequenciais denominadas esponja e reforço.

I.I Preparação da esponja: Nesta etapa, são adicionados farinha de trigo, água, fermento biológico, extrato de malte não diastático, enzimas, sal e gordura. A massa passa por um longo período de fermentação, essencial para o desenvolvimento do sabor característico do produto. As principais variáveis controladas neste processo são o pH e a temperatura. A fase da esponja recebe esse nome por causa da textura aerada e porosa que a massa adquire após o período de fermentação. Durante essa etapa, o fermento biológico metaboliza os açúcares presentes na farinha, liberando gás carbônico (CO_2), que fica retido na rede de glúten formada pela farinha de trigo. Esse gás gera pequenas bolhas que fazem com que a massa cresça e fique com aparência semelhante a uma esponja natural (Figura 4).

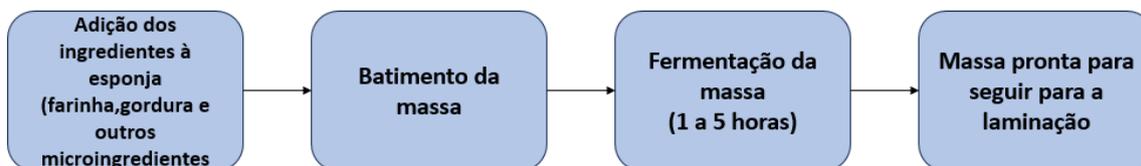
Figura 4 - Processo de preparação da esponja do biscoito *Cream Cracker* coberto.



Fonte: Autora (2025).

I.II Preparação do reforço: consiste na adição de ingredientes à esponja para obter a consistência, elasticidade e plasticidade da massa final (Figura 5).

Figura 5 - Processo de preparação do reforço do biscoito *Cream Cracker* coberto.



Fonte: Autora (2025).

O equipamento utilizado para realizar o batimento pode ser denominado masseira, misturador ou batedeira. É nesta máquina que os macroingredientes (como farinha e gordura), dosados por meio de tubulação, são combinados com os microingredientes (como sal, fermento). A Figura 6 ilustra um modelo de misturador empregado no processo de batimento.

Figura 6 – Misturador de massa para a etapa de batimento.

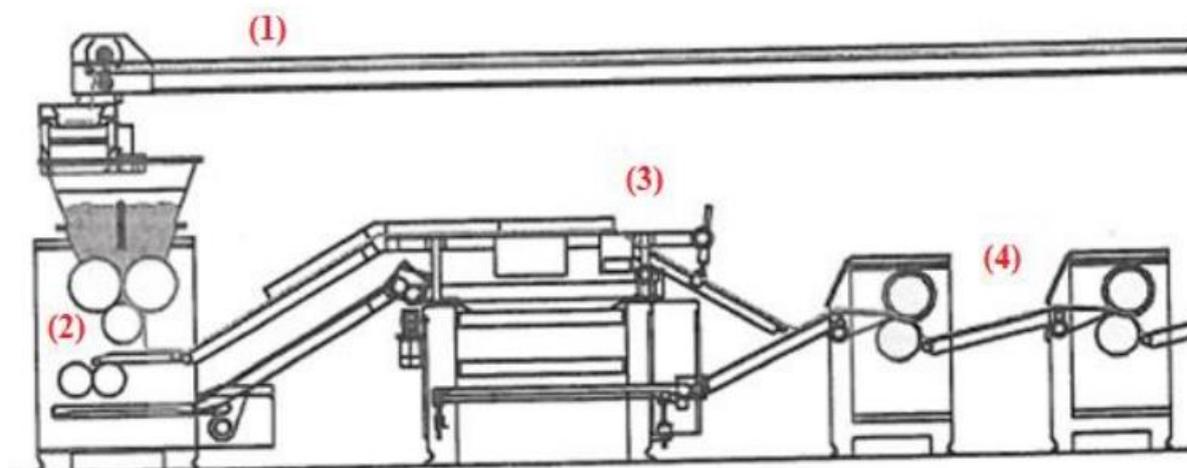


Fonte: Peerless (2015).

Vale ressaltar que esse tipo de biscoito exige um controle de processo mais rigoroso, pois a fermentação pode alterar o pH da massa, e variações no pH afetam o sabor do produto após o assamento. Caso os valores de pH fiquem fora da faixa estabelecida no procedimento, a correção é feita com bicarbonato de sódio (MELO; LIMA; PINHEIRO, 2004).

II. Laminação: A massa é submetida a rolos laminadores para reduzir sua espessura, definindo as camadas e conferindo ao produto seu formato característico. Um exemplo de sistema de laminação (Figura 7).

Figura 7 – Esquema de laminação: (1) Esteira de transporte, (2) Rolos estiradores, (3) Distribuidor de farofa (4) Rolos redutores.



Fonte: Adaptado de Bertolino, Braga (2017).

Neste sistema de laminação, a massa é depositada na esteira de transporte (1), que a conduz até os rolos estiradores (2), responsáveis por formar uma lâmina espessa de massa. Entre os alimentadores, há um distribuidor de farofa (3) utilizado exclusivamente na produção de biscoitos *cream cracker*. A distribuição da farofa – uma mistura de farinha, gordura e sal – deve ser a mais homogênea possível, pois sua quantidade afeta diretamente o sabor do produto. Esse fator constitui um ponto crítico de controle no processo, exigindo dosagem constante e uniforme. Em seguida, a massa passa pelos rolos redutores (4), que diminuem sua espessura. A lâmina fina resultante é então dobrada sobre si mesma, formando uma pilha de 4 a 6 camadas de massa na dobradeira (BERTOLINO; BRAGA,2017). Um pouco antes da entrada do forno, a massa já porcionada recebe uma camada de açúcar através de um classificador, para formar posteriormente uma camada crocante açucarada.

III. Forneamento: Após a laminação, a massa é submetida ao processo de cocção. Na Figura 8 é possível observar os biscoitos na saída do forno. Nesse tipo de equipamento, o cozimento ocorre por meio da aplicação de calor à massa. Esta etapa é responsável por reduzir a umidade, além de desenvolver a cor, o sabor e a textura típica do biscoito. Durante o processo de forneamento, a massa passa por diversas transformações físicas, químicas e físico-químicas devido à ação do calor. As diferentes zonas do forno desempenham um papel fundamental nessas mudanças, influenciando diretamente as características finais do produto (SILVINA *et al.*, 2022). O processo de cozimento varia conforme o tipo de biscoito, sendo influenciado tanto pela proporção dos ingredientes básicos (farinha, açúcar, gordura, enzimas e água) quanto pelo método de fermentação, que pode ser química ou biológica. Além disso, o tempo de batimento e a temperatura da massa após a mistura são fatores essenciais que devem ser avaliados (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Figura 8 - Forno industrial para biscoitos.



Fonte: Gea (2020).

IV. Resfriamento: O produto percorre uma esteira por alguns minutos antes da embalagem, permitindo a redução da temperatura e da umidade. O resfriamento dos biscoitos após o forneamento é uma etapa essencial, pois, ao saírem do forno, ainda estão moles e contêm umidade residual, o que impede sua embalagem imediata. Durante esse processo, ocorre a equalização da umidade, em que a umidade presente no interior do biscoito migra para a superfície. Caso essa redistribuição não aconteça de maneira uniforme, podem surgir tensões internas que resultam em rachaduras no biscoito, um fenômeno conhecido como “*checking*” (MARCELINO; MARCELINO, 2012). A Figura 9 apresenta os transportadores responsáveis tanto pelo resfriamento quanto pela movimentação dos biscoitos até a etapa de embalagem.

Figura 9 – Transportadores aéreos de resfriamento.



Fonte: Liteq (2022).

V. Embalagem: No processo de embalagem, os biscoitos são transportados até a máquina embaladora por meio dos transportadores, sendo então puxados, carregados e divididos em porções. Após isso, os biscoitos seguem para a etapa de embalagem, onde, após o processo de selagem e corte, formam-se os pacotes. A embalagem de alimentos é definida como uma solução para proteger o produto contra contaminações físicas, químicas e/ou microbiológicas durante todo o seu tempo de validade, ou seja, o período em que o item pode ser armazenado sem perder a qualidade para uso ou consumo (ALVES, 1998). Após a embalagem, os pacotes são encaixotados, paletizados e se encontram prontos para seguirem até os pontos de distribuição, como comércios, para o consumidor final. A Figura 10 mostra um tipo de embaladora industrial comumente utilizada.

Figura 10 - Embaladora industrial para biscoitos.



Fonte: ULMA Packaging (2025).

2.3 MELHORIA CONTÍNUA DA QUALIDADE

O processo de melhoria pode ser definido como a implementação de uma metodologia de trabalho que permita a coleta de informações confiáveis para embasar a tomada de decisões, com o objetivo de promover a melhoria contínua de processos e procedimentos, resultando em benefícios para a empresa (BRAGA, 2009).

Segundo Nonato (2023), a melhoria contínua é uma abordagem de gestão focada no aperfeiçoamento constante de produtos, processos e serviços dentro de uma empresa. Nesse contexto, a organização conduz uma análise detalhada de suas operações, identifica falhas e gargalos e desenvolve soluções para aumentar a produtividade e a eficiência operacional.

A identificação de problemas, potenciais ocorrências e suas causas possibilita a elaboração de planos de ação voltados à melhoria contínua. Quando esse diagnóstico é realizado pelos próprios envolvidos nos processos, de forma espontânea, há um aumento na probabilidade de reduzir ou eliminar desperdícios e custos (CAMPOS, 1995).

Há diversas estratégias e abordagens que, quando aplicadas ao processo produtivo, têm como objetivo a melhoria contínua. Dentre elas, o Sistema *Lean Six Sigma* se destaca por integrar os princípios do *Lean Manufacturing* e do *Six Sigma*, visando a redução de desperdícios, a minimização de variações e o aumento da eficiência operacional. A adoção dessa metodologia permite que as empresas identifiquem e corrijam falhas no processo, assegurando maior qualidade e satisfação dos clientes. (GANDOLFO & GANDOLFO, 2023).

2.4 LEAN SIX SIGMA

2.4.1 Lean

Estratégias voltadas para o aumento da competitividade e a plena satisfação das necessidades dos clientes têm levado muitas empresas a ajustarem seus sistemas produtivos, com foco na gestão da qualidade e na melhoria contínua de produtos e processos. Essas novas abordagens de mercado frequentemente adotam o chamado sistema *Lean* (CALARGE et al., 2012).

Esse sistema surgiu no final da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria japonesa precisou reformular seu modelo produtivo devido à escassez de recursos, buscando reduzir custos e eliminar desperdícios. Foi nesse contexto que nasceu o Sistema Toyota de Produção (STP). O termo *Lean Manufacturing* foi introduzido no final da década de 1980, em um projeto conduzido pelo *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, que analisou as melhores práticas da indústria automobilística, com destaque para o modelo adotado pela Toyota (SINGH & SINGH, 2015; LUCATO et al., 2014).

2.4.2 Six Sigma

O Seis Sigma, assim como o Lean, é uma das práticas de gestão adotadas pelas empresas atualmente para aumentar a competitividade e a lucratividade de

seus negócios. Desenvolvido pela Motorola em 1987, o método surgiu a partir de diversos estudos sobre a variação dos processos produtivos, com foco na melhoria contínua, baseado, portanto, na redução da variabilidade nas principais características de qualidade do produto ao nível em que falhas e defeitos são extremamente improváveis (MONTGOMERY, 2016). Suas ações visam ampliar a participação no mercado, reduzir custos e aprimorar as operações, elevando a qualidade e minimizando defeitos e falhas por meio da aplicação sistemática e disciplinada de técnicas e ferramentas (FOLARON, 2003).

2.4.3 *Lean Six Sigma*

O *Lean Seis Sigma* (LSS) é uma metodologia voltada para a melhoria de negócios (PAMFILIE et al., 2012), que combina duas abordagens consolidadas: *Lean* e *Seis Sigma*. A implementação do LSS tem como objetivo aprimorar o desempenho dos processos produtivos, minimizando desperdícios, reduzindo a variabilidade e os custos, além de aumentar a satisfação dos clientes (DUL; NEUMANN, 2009).

A combinação do *Lean* com o *Six Sigma* possibilita a melhoria contínua, a eliminação de defeitos e a entrega ágil a um custo reduzido. Além disso, essa integração se destaca por sua eficácia na identificação das causas raízes dos problemas, em vez de apenas abordar os processos em que eles se manifestam (SALAH et al., 2010). De acordo com Salah et al. (2010), o *Lean Manufacturing* e o *Six Sigma* devem ser aplicados simultaneamente, permitindo aproveitar a sinergia entre as duas abordagens e evitando desafios como a priorização de iniciativas e a alocação de recursos.

O programa *Six Sigma* utiliza uma abordagem específica de cinco passos, conhecida pelo acrônimo DMAIC para a solução de problemas, que se apresenta como uma abordagem extremamente eficaz para a melhoria de processos, organização e gerenciamento de qualquer esforço de melhoria (MONTGOMERY, 2016).

2.5 METODOLOGIA DMAIC

A metodologia DMAIC, acrônimo que definem as etapas de implementação –

Define, Measure, Analyze, Improve e Control, é uma ferramenta utilizada na implementação do Seis Sigma para condução dos projetos ou melhoria de processos já existentes. Este modelo oferece uma abordagem lógica e eficiente para a execução de projetos Seis Sigma, facilitando consideravelmente o gerenciamento dessas iniciativas.

Com suas cinco fases bem definidas, ele conduz o projeto de maneira estruturada, focando cuidadosamente no alcance dos objetivos e metas estabelecidos pelas equipes. Essa metodologia traça um caminho claro e consistente, promovendo uma implementação mais eficaz e bem-sucedida das melhorias planejadas (SANTOS e MARTINS, 2003). Comparado ao ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*), o DMAIC pode ser considerado uma evolução, pois suas etapas permitem que as empresas apliquem a técnica de forma lógica e disciplinada. Esse sequenciamento estruturado contribui para a execução eficaz de projetos e processos, aumentando as chances de alcançar os resultados desejados.

Segundo Lucas (2002), o DMAIC tem como fundamento o ciclo de melhorias PDCA, pois ambos compartilham características semelhantes, como a seleção dos pontos a serem aprimorados, a análise, a elaboração de planos de ação e a etapa de verificação e controle. De acordo com Silva (2020) as cinco etapas da metodologia DMAIC se constituem por:

Define, que significa definir, refere-se à primeira etapa em um projeto Seis Sigma. Nesta, deve ser definido de maneira clara qual é o problema a ser resolvido ou eliminado do processo, além de serem estabelecidas as equipes e escopo do projeto.

Measure, que em português significa mensurar, trata-se da etapa onde são determinadas as variáveis para análise estatística do problema e na obtenção de informações sobre o processo que podem estar interferindo no problema estudado.

Analyze, cuja tradução é analisar, consiste na etapa onde acontece a análise das informações e dados obtidos na fase anterior. Nesta etapa é possível tirar conclusões sobre o as possíveis melhorias e quais priorizá-las. Também, é a etapa onde são identificadas as origens dos problemas e como atuam no processo produtivo.

A etapa seguinte é a *Improve*, chamada de melhorar, nesta etapa deve ser

realizada a implementação das melhorias identificadas e constantemente buscar utilizá-las. Portanto, realizar os ajustes necessários nos processos e implementá-los.

Por fim, etapa *Control* (controlar), ou seja, garantir que as melhorias implementadas permaneçam no processo produtivo. Geralmente, busca-se monitorar o andamento dos processos a fim de identificar possíveis “fugas” dos parâmetros estabelecidos para o processo.

A estrutura DMAIC utiliza diferentes ferramentas na sua implementação: gráficos de controle, experimentos planejados, análise de capacidade do processo, estudos de capacidade dos sistemas de mensuração, e muitas outras ferramentas básicas. Essas ferramentas auxiliam na tomada de decisões baseadas em dados, promovendo melhorias contínuas e sustentáveis (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

2.6 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As sete ferramentas da qualidade constituem um conjunto de técnicas estatísticas e gráficas amplamente utilizadas na gestão da qualidade para identificar, analisar e solucionar problemas nos processos produtivos. desenvolvidas com o objetivo de facilitar a compreensão e o controle de variáveis que impactam diretamente o desempenho organizacional, essas ferramentas são consideradas essenciais para a tomada de decisões fundamentadas em dados. As sete ferramentas clássicas da qualidade incluem: o fluxograma, o Diagrama de Ishikawa (ou diagrama de causa e efeito), o Diagrama de Pareto, a folha de verificação, o histograma, o gráfico de controle e o diagrama de dispersão (LIMA *et al.*, 2023).

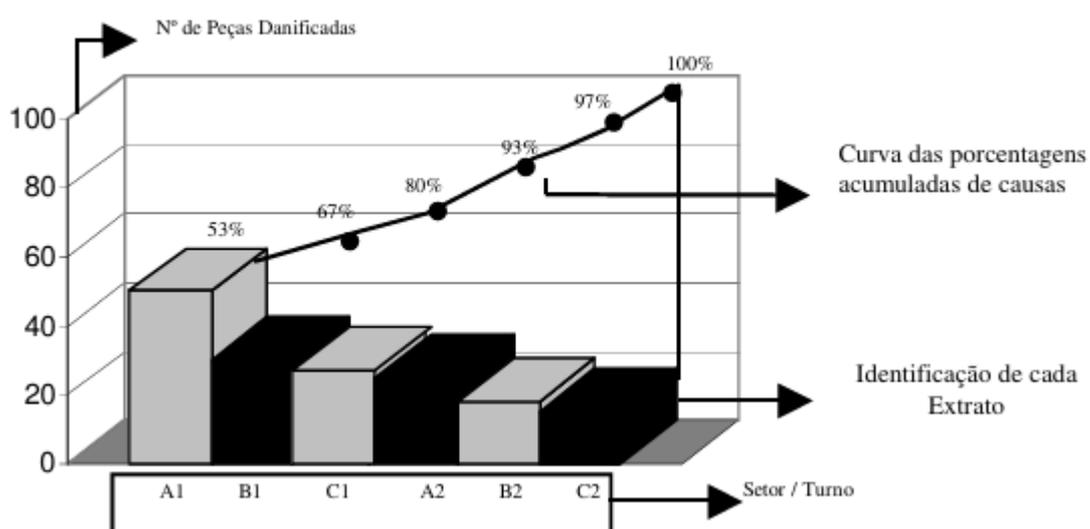
Cada uma dessas ferramentas possui características específicas e aplicações direcionadas conforme a natureza do problema a ser investigado. No presente trabalho, serão utilizadas três dessas ferramentas: o fluxograma, para representar visualmente as etapas do processo analisado; o Diagrama de Ishikawa, que auxiliará na identificação e organização das possíveis causas do problema observado; e o Diagrama de Pareto, que permitirá priorizar as causas mais relevantes com base na frequência ou impacto, segundo o princípio de que uma pequena parcela dos fatores é responsável pela maior parte dos efeitos (LÉLIS, 2023).

2.6.1 Diagrama de Pareto

Vilfredo Pareto, em seus estudos sociais, desenvolveu a teoria das elites, segundo a qual evidenciou que 20% da população concentrava 80% das riquezas, evidenciando uma significativa desigualdade social. Inspirado por essas ideias, Joseph Juran aplicou o conceito de Pareto ao campo da gestão, concluindo que, em situações de melhorias, uma pequena parcela de defeitos era responsável pela maior parte dos problemas. Assim, surgiu o conceito do Diagrama de Pareto, que demonstra que 20% dos defeitos geralmente são responsáveis por 80% dos problemas existentes (MACHADO, 2012).

Essa ferramenta permite priorizar as causas mais relevantes, abordando os problemas com base em sua urgência e necessidade de resolução. Dessa forma, os maiores esforços são direcionados para solucionar os problemas mais importantes, o que leva a empresa a concentrar seus recursos no que é realmente necessário e prioritário, ocasionando em uma melhoria no processo de maneira geral (KOCHEM, 2023). A Figura 11 exibe um modelo do Gráfico de Pareto baseado em um cenário hipotético de alta incidência de peças danificadas em uma linha de produção.

Figura 11- Gráfico de Pareto para cenário hipotético.

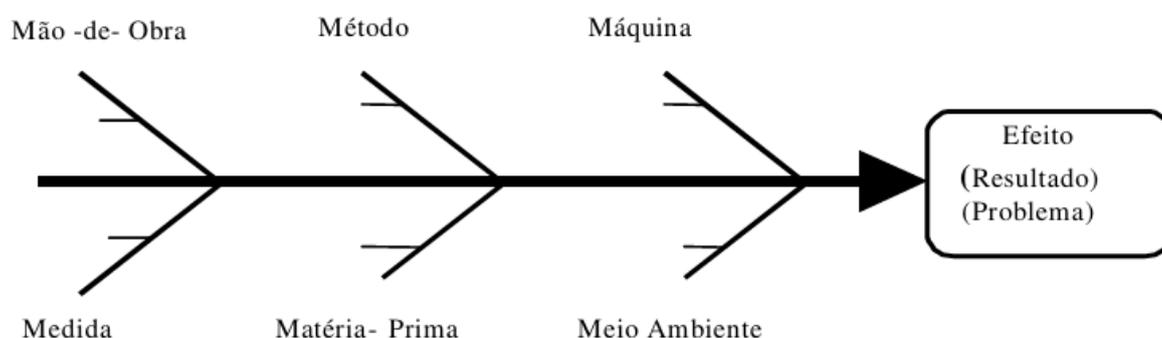


Fonte: Silva (1995).

2.6.2 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como espinha de peixe, foi desenvolvido pelo engenheiro Kaoru Ishikawa em 1943, onde sua principal função é auxiliar os gestores a analisar as causas e efeitos de um problema específico, orientando-os na busca por soluções. Essa ferramenta é amplamente reconhecida como uma das mais eficazes e utilizadas no controle de qualidade e nas ações de melhoria dentro das organizações. O diagrama, Figura 12, permite organizar e visualizar diversas causas relacionadas a um problema ou a um resultado que se deseja aprimorar. Ele classifica os problemas em seis categorias principais, conhecidas como os 6M: método, matéria-prima, mão de obra, máquinas, medição e meio ambiente (CORRÊA, 2019).

Figura 12- Representação gráfica do diagrama de Ishikawa.



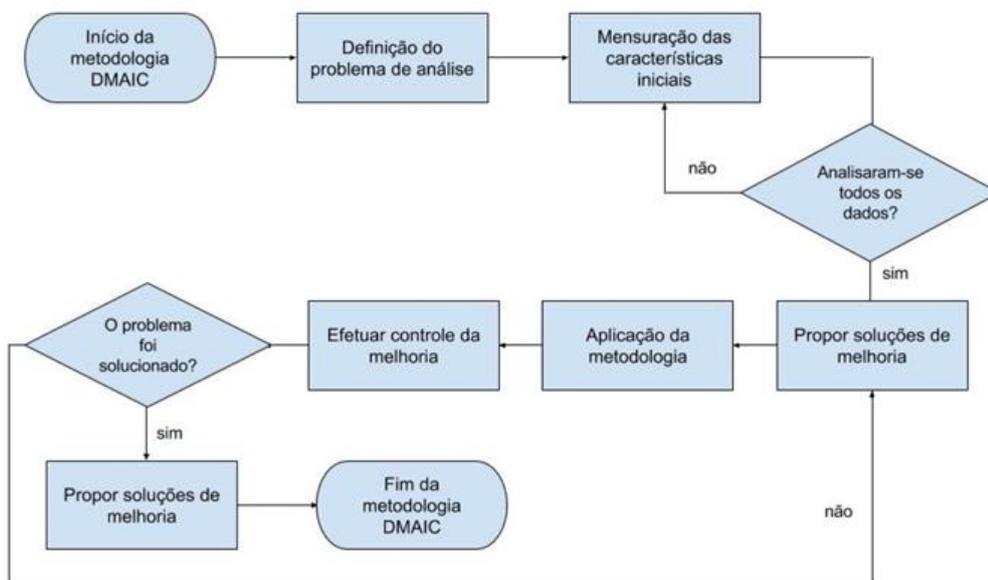
Fonte: Campos (1992).

2.6.3 Fluxograma

O fluxograma é uma representação gráfica que busca oferecer uma visão ampla de uma atividade, ilustrando as diversas etapas de um processo. Embora deva apresentar o máximo de informações relevantes ao usuário, sua simplicidade é essencial para evitar excessos, o que, em alguns casos, leva à integração com outras ferramentas. Sua visualização facilita a identificação de pontos críticos do processo e define claramente seus limites, onde seu principal objetivo é identificar problemas e auxiliar na tomada de decisões pelos gestores. Além disso, é uma ferramenta valiosa para introduzir novos colaboradores aos processos da empresa e para planejar um

layout adequado em setores específicos (BEHR et al.,2008). A Figura 13 apresenta um exemplo de fluxograma utilizado para explicar o funcionamento da metodologia DMAIC.

Figura 13- Fluxograma de funcionamento da metodologia DMAIC.



Fonte: MOREIRA; SOARES (2017).

2.7 FERRAMENTAS AUXILIARES DE GESTÃO

2.7.1 *Brainstorm*

Brainstorming é uma técnica criativa e colaborativa amplamente utilizada para gerar ideias em grupo, com o objetivo de encontrar soluções inovadoras para problemas específicos. A definição básica dessa técnica é permitir que os participantes sugiram todas as ideias que lhes vêm à mente, sem julgamentos ou críticas imediatas, com foco na quantidade, não na qualidade, de ideias. O processo de *brainstorming* é uma maneira de estimular a criatividade, incentivar a troca de perspectivas e evitar a limitação de ideias em uma fase inicial. Durante a sessão, todos os membros devem se sentir à vontade para contribuir livremente. Essa técnica pode ser guiada ou não, onde em versões mais estruturadas, como o "*brainstorming* guiado", os participantes seguem etapas específicas para estimular a geração de ideias. Após a fase de geração de ideias, um processo de convergência é realizado, onde as melhores ideias são selecionadas, refinadas e transformadas em soluções viáveis (BOYLES,2022).

2.7.2 5W2H

O 5W2H, acrônimo para *What, Why, Who, When, Where, How, How much* (Quadro 1), é uma ferramenta prática que ajuda a identificar dados e rotinas essenciais de um projeto ou unidade de produção. Segundo Lucinda (2016), ela opera como um *checklist* de atividades bem definidas e claras a serem executadas em um projeto. Essa metodologia permite resumir as atividades diárias, auxiliando no planejamento, na distribuição de tarefas e na definição dos itens que compõem um plano de ação, além de registrar e estabelecer prazos para sua concretização.

Araújo (2017) destaca que o 5W2H é uma ferramenta essencial para a tomada de decisões na implementação de planos de ação para melhorias, proporcionando uma estruturação clara, planejada e precisa do pensamento estratégico. De acordo com Lucinda (2016), a sigla 5W2H representa sete perguntas fundamentais que devem ser respondidas para esclarecer dúvidas sobre o que deve ser feito. As iniciais correspondem a termos em inglês que orientam a aplicação da ferramenta: identificar os responsáveis pelas atividades, o que deve ser feito, o tempo disponível para execução, os custos envolvidos, a justificativa para a ação e o momento de sua realização. O Quadro 1 apresenta essas perguntas de forma didática, facilitando sua compreensão e aplicação.

Quadro 1 – Princípios do método 5W2H.

	Termo Original	Termo traduzido	Ação
5W	What?	O quê?	O que vai ser realizado?
	When?	Quando?	Quando essa ação vai ser realizada?
	Why?	Por quê?	Por quê isso será realizado?
	Where?	Onde?	Onde essa ação será desenvolvida?
	Who?	Quem?	Quem é responsável pela ação?
2H	How?	Como?	Como essa ação será feita?
	How much?	Quanto?	Quanto custará para ser realizada a atividade?

Fonte: adaptado de Lucinda (2016).

A ferramenta 5W2H pode ser um suporte para implementação de uma empresa, pois permite de forma simples a garantia de que as informações básicas sejam claramente definidas e as ações propostas sejam minuciosas executadas (LISBOA, 2012).

3 METODOLOGIA

Para avaliar a eficiência das ferramentas aqui apresentadas aplicadas a melhoria de processo. No presente estudo, foi realizado um estudo de caso, onde utilizou-se a metodologia *Lean Six Sigma* para diagnosticar e implementar melhorias no processo produtivo de biscoitos *Cream Cracker* coberto. Para estruturar a análise dos problemas, foi adotado o método DMAIC, possibilitando o desenvolvimento de planos de ação voltados à melhoria contínua da qualidade. Além disso, ferramentas da qualidade (Diagrama de Ishikawa, fluxograma, Diagrama de Pareto) e de gestão (*Brainstorming* e 5W2H), foram aplicadas para auxiliar na identificação das causas e no planejamento das soluções.

3.1 Coleta de Dados

Este estudo foi baseado em dados coletados através de um levantamento das reclamações do SAC em uma indústria situada na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, no setor alimentício, com foco na produção de biscoitos. A planta industrial possui quatro linhas de produção dedicadas exclusivamente à fabricação de biscoitos *Cream Cracker* cobertos.

O objetivo do estudo foi implementar ações para melhorar a qualidade dos produtos e reduzir 50% do número de reclamações de mercado relacionadas especificamente ao caso de biscoitos queimados em relação à média de reclamações dos meses de agosto a outubro de 2024. Para isso, a análise foi estruturada com base nas cinco etapas da metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar).

Na fase Definir, foi realizada uma avaliação detalhada do histórico de reclamações registradas no Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) da empresa através de dados compilados em planilhas, referente ao período de fevereiro a outubro de 2024. O intuito foi identificar a principal queixa dos consumidores, servindo como ponto de partida para o processo de melhoria. A partir das reclamações dos consumidores, utilizou-se a ferramenta da qualidade Diagrama de Pareto e foi possível concentrar os esforços em uma única linha de produção. Para isso, foi formada uma equipe multidisciplinar, composta por profissionais de diferentes

setores da empresa, e elaborado um cronograma de atividades para guiar as ações de melhoria.

Na etapa de Medir, foi realizado um mapeamento detalhado do processo produtivo dos biscoitos *Cream Cracker*, a fim de identificar os pontos mais vulneráveis a falhas que poderiam estar relacionados às reclamações. Esse levantamento contou com a realização de um *brainstorming* e o Diagrama de Ishikawa, conduzido pela equipe de melhoria, composta por representantes das áreas de produção, manutenção e qualidade.

No processo de Analisar, os pontos identificados na fase anterior foram organizados e categorizados usando o diagrama de Ishikawa. Os elementos do *brainstorming* foram classificados nos 6M (mão de obra, máquina, meio ambiente, método, material e medida), com o objetivo de encontrar as causas raízes das reclamações.

Durante a fase de Implementar, foram desenvolvidos planos de ação utilizando a ferramenta de gestão 5W2H, com o objetivo de resolver os problemas principais identificados na análise. Por fim, na etapa de Controlar, foi criada uma folha de controle no formato de *checklist* para auxiliar a equipe na execução das ações implementadas. Além disso, as reclamações foram monitoradas até o mês de fevereiro de 2025 para avaliar se as ações implementadas a partir do uso destas ferramentas foram efetivas para a melhoria do processo.

Cabe destacar que, para fins de análise, foi adicionado um fator de correção à quantidade de reclamações, com o objetivo de preservar a confidencialidade dos dados reais da empresa. Além disso, os custos associados às ações propostas não foram detalhados neste trabalho, em razão de restrições internas de divulgação de informações financeiras. Essas medidas visam assegurar a integridade das informações estratégicas da organização, sem comprometer a consistência da análise realizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

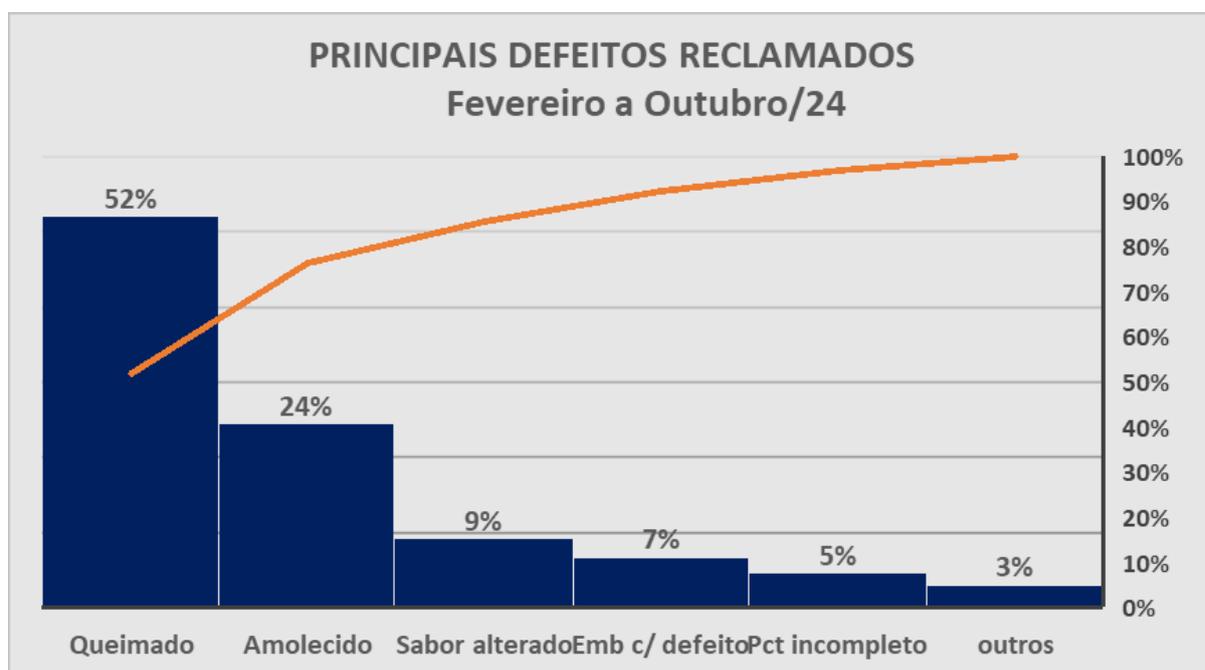
Este tópico apresentará a aplicação prática da metodologia DMAIC, detalhando passo a passo sua utilização na resolução do problema em questão:

biscoitos queimados.

4.1 DEFINIR

O estudo de caso iniciou-se a partir da análise da quantidade de reclamações recebidas através do SAC, onde foi identificado um volume significativo de reclamações relacionadas a biscoitos queimados (Figura 14). Entre os meses de fevereiro e outubro, foram registradas 327 reclamações de clientes, das quais 170 estavam associadas a biscoitos com excesso de queimado. Esse número representa mais da metade das queixas, evidenciando a necessidade de uma investigação detalhada e de ações corretivas para reduzir a ocorrência do problema.

Figura 14 - Principais defeitos reclamados via SAC no período de fevereiro a outubro de 2024.

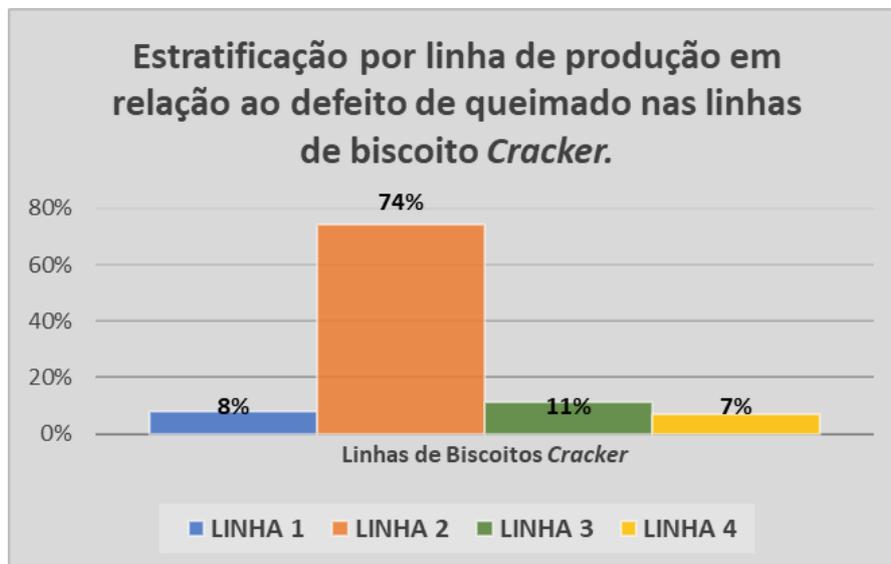


Fonte: Dados históricos cedidos pelo parque industrial (2024).

Ao realizar uma estratificação das reclamações apenas de biscoitos queimados nas linhas de produção, observa-se que a linha 2 apresentava o maior número de reclamações (Figura 15), totalizando 126, ou seja, mais de 70% do total de reclamações. Para isso, foram utilizados os lotes dos produtos reclamados pelos consumidores, com o objetivo de identificar, entre as quatro linhas existentes na fábrica, qual destas seria a causa da não conformidade. Diante desse cenário, concluiu-se que a linha 2 concentrava o maior número do defeito de queimado e,

portanto, o ponto de estudo, avaliação e implementação de melhorias.

Figura 15 - Estratificação por linha de produção em relação ao defeito de queimado nas linhas de biscoito *Cream Cracker* coberto.



Fonte: Dados históricos cedidos por parque industrial (2024).

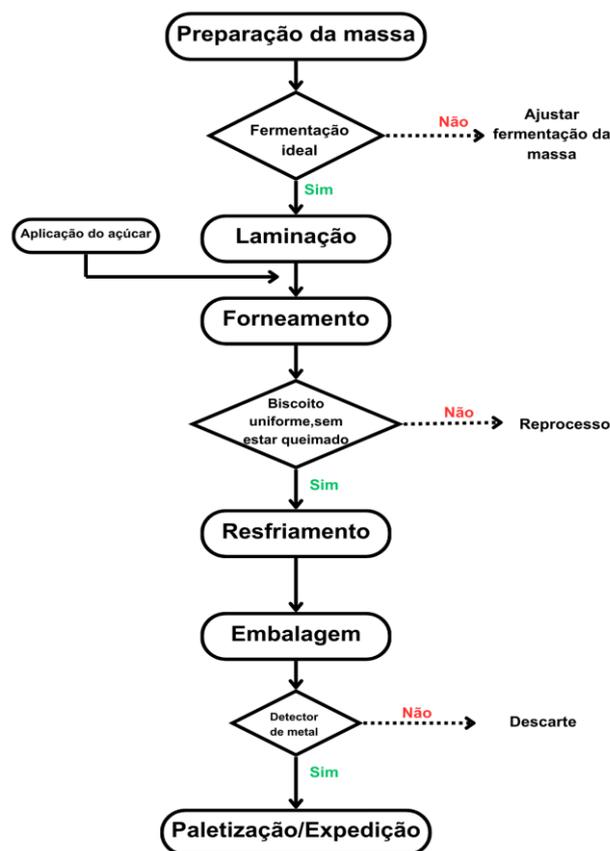
Com a causa definida, foi formada uma equipe multidisciplinar com o objetivo de reunir profissionais com diferentes habilidades, conhecimentos e experiências para a execução do projeto. A equipe foi composta por 1 analista da qualidade, 1 coordenador de processos, 1 analista de P&D (Pesquisa e desenvolvimento), 1 engenheiro mecânico, o líder de produção da linha 2 e 1 estagiário da qualidade.

O analista da qualidade foi incluído para monitorar os padrões do produto e validar as soluções propostas, enquanto o coordenador de processos contribuiu com a otimização da linha produtiva. O engenheiro mecânico auxiliou na análise e ajuste dos equipamentos, especialmente do forno, e o líder de produção da linha 2 trouxe a experiência prática do dia a dia operacional, garantindo a viabilidade das mudanças. O analista de P&D pôde garantir que qualquer mudança implementada na linha de produção (como ajustes de tempo e temperatura) não afete a qualidade sensorial e a conformidade do produto com os padrões da empresa. Por fim, o estagiário da qualidade apoiou na coleta e análise de dados, fortalecendo o monitoramento das melhorias implementadas. Essa equipe diversificada permitiu uma abordagem eficaz para a identificação e correção das causas do problema.

4.2 MEDIR

Após definir a causa da melhoria e formar a equipe, foi iniciada a fase de medição do processo, conforme a metodologia DMAIC. Para isso, realizou-se um levantamento detalhado do processo produtivo do biscoito *Cream Cracker* Coberto (Figura 16), com o objetivo de identificar as etapas mais vulneráveis à geração do defeito biscoitos queimados.

Figura 16- Mapeamento do Processo Produtivo do Biscoito *Cream Cracker* Coberto.



Fonte: Autora (2025).

A equipe realizou uma reunião e através de um *brainstorming*, com o objetivo de levantar possíveis causas para o problema em questão, identificou que seria necessário priorizar a etapa de forneamento (Quadro 2). O forno é dividido em zonas, onde cada zona possui queimadores que atingem temperaturas diferentes, necessitando sempre de um acompanhamento dos seus parâmetros de operação.

Quadro 2 – *Brainstorming* das possíveis causas para o problema.

Relação de causas que podem estar provocando o problema		Causas mais prováveis
1	Granulometria do açúcar fora do padrão	
2	Falha na pesagem de macro e microingredientes na masseira, alterando o padrão do produto	
3	Entupimento da peneira de retorno do açúcar, dificultando a dosagem	
4	Falta de padronização entre os turnos dos parâmetros de operação do forno	X
5	Falha dos queimadores e sensores	X
6	Sujidades no equipamento, comprometendo seu funcionamento ideal	X
7	Posição dos caramelizadores	X

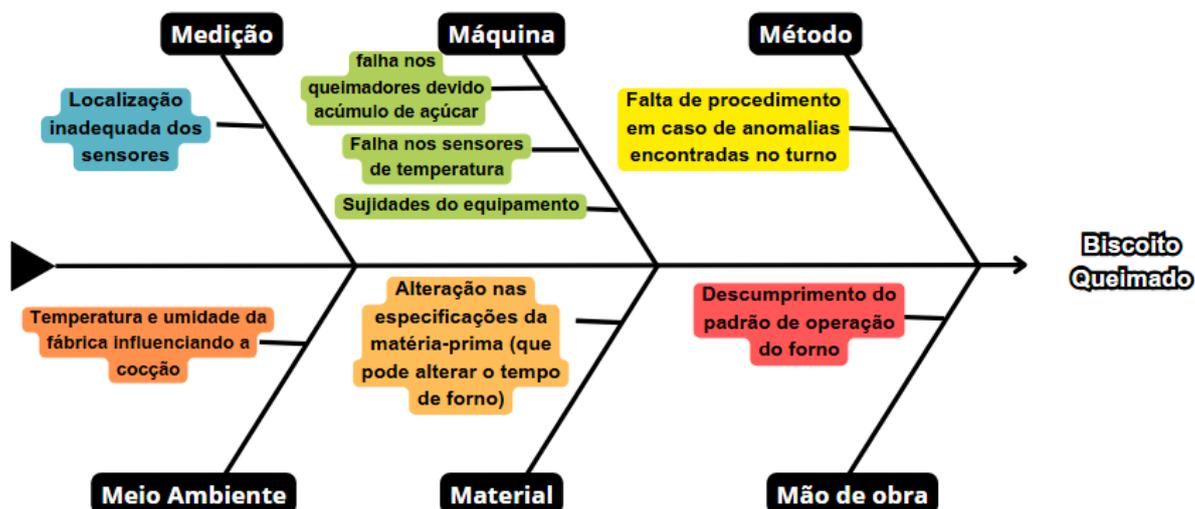
Fonte: Autora (2024).

Para mensurar esses parâmetros é necessário fazer o acompanhamento da temperatura de cada zona e coloração do biscoito na saída do forno. Para o acompanhamento da coloração, era realizada uma análise de colorimetria utilizando-se um colorímetro, a cada 30 minutos. Essa análise é de suma importância pois o colorímetro fornece uma medida objetiva e quantitativa da cor, eliminando a subjetividade na avaliação visual. Isso garante consistência nos resultados, uma vez que a percepção humana pode variar, principalmente em condições de iluminação diferentes.

4.3 ANALISAR

Com o objetivo de realizar uma análise mais aprofundada da área selecionada para melhoria, o grupo iniciou um estudo sobre a operação da entrada até a saída do forno. O foco era entender como esse equipamento poderia estar contribuindo para o aumento do número de biscoitos queimados. As questões e informações levantadas pela equipe durante uma sessão de *brainstorming* foram organizadas em um diagrama de Ishikawa (Figura 17).

Figura 17 - Diagrama de Ishikawa para o Forno.



Fonte: Autora (2025).

Segundo TURHAM e OZILGEN (1991), o processo de assamento ou forneamento constitui a etapa mais importante e complexa da produção de biscoitos. A partir do Diagrama de Ishikawa identificou-se pontos de melhoria relacionados ao equipamento citado. Na etapa da medição, verificou-se que alguns dos sensores não estavam posicionados em pontos estratégicos, ocasionando em variações entre a temperatura real e a temperatura lida. Na etapa da máquina, foi verificado também que alguns dos queimadores estavam quebrados devido ao acúmulo de açúcar e falta de uma rotina de limpeza.

Os sensores de temperatura do forno são essenciais para manter o controle adequado do processo de cocção. Se esses sensores estiverem com defeito, o forno pode não atingir a temperatura ideal ou pode operar de forma inconsistente, causando variação no tempo de cocção e, conseqüentemente, defeitos nos biscoitos.

Um outro ponto de melhoria observado foi a localização dos caramelizadores. O forno é dividido em 7 zonas, onde cada zona apresenta temperaturas diferentes com objetivos diferentes (para evolução correta das medidas dimensionais do biscoito). Os caramelizadores eram posicionados na 7ª zona, com temperaturas muito altas, com o objetivo de caramelizar o biscoito na saída do forno. Porém, foi proposto uma mudança na posição para a 4ª zona, para que essa caramelização iniciasse

neste ponto com temperaturas menores e continuasse ao longo do caminho do forno.

Na etapa do método foi identificado que não existia um procedimento padrão caso alguma anomalia fosse identificada, as anomalias eram apenas apontadas para posterior discussão do ocorrido. Devido às variações existentes, também foi vista a necessidade de ajustar os parâmetros do forno. Já na etapa de mão de obra, foram observados problemas de sujeira nas esteiras do forno, devido a incrustações do açúcar, assim como a frequência com que são limpas. Quando a limpeza for comprometida, não há uma distribuição uniforme do calor, dificultando a operação do equipamento.

4.4 IMPLEMENTAR

Depois de identificar os problemas e mapear os principais fatores que influenciaram o aumento das reclamações sobre biscoitos *Cream Cracker* cobertos queimados, tornou-se necessário desenvolver planos de ação. Para assegurar a eficácia da implementação dessas ações, foi aplicada a ferramenta de gestão 5W2H. Essa escolha se deve à sua capacidade de facilitar o acompanhamento das atividades e garantir que cada integrante da equipe multidisciplinar compreenda com clareza suas responsabilidades para atingir os objetivos definidos. Assim, as demais medidas foram estruturadas com base na ferramenta mencionada e estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Planos de Ação a serem implementados no processo produtivo do biscoito
Cream Cracker Coberto.

WHAT (O QUE ?)	WHY (POR QUE?)	WHO (QUEM?)	WHERE (ONDE?)	WHEN (QUANDO?)	HOW (COMO?)	HOW MUCH (QUANDO)
Troca da posição dos sensores	Para que a leitura da temperatura do forno seja a mais próxima da temperatura real	Manutenção	Forno	10/11/2024	Será efetuada a troca da posição dos sensores quando a linha estiver parada para manutenção	-
Substituição dos sensores quebrados		Manutenção		10/11/2024	Será efetuada a aquisição de sensores para substituição dos antigos	Custo médio
Troca da posição dos caramelizadores	Para que o processo de caramelização se inicie antes	Manutenção		10/11/2024	Será efetuada a troca da posição dos sensores quando a linha estiver parada para manutenção	-
Elaborar um plano de higienização para a esteira do forno	o plano de higienização irá permitir uma melhor padronização e eficiência na limpeza dos equipamentos	Analista de processos industriais		05/12/2024	Mapeando todo o processo e efetuando testes de limpeza nos equipamentos	-
Elaborar um plano de higienização para os sensores e queimadores do forno		Qualidade		05/12/2024		-
Elaborar um procedimento padrão em casos de anomalia	A elaboração de um procedimento é realizada para que em caso de anomalias sejam evitadas perdas desnecessárias	Qualidade		10/12/2024	Mapeando o processo e determinando ações eficazes para as possíveis anomalias	-
Ajuste da curva do forno	O ajuste na curva do forno se adequa as mudanças realizadas para melhoria no processo	P&D		15/11/2024	Fazendo testes no forno até se obter os valores ideais	-
Treinamento dos operadores do forno às novas condições estabelecidas	É necessário treinar os operadores para que não se tenha variações no processo em diferentes turnos	Estagiário		20/11/2024	Será realizado um treinamento com a operação sobre os novos parâmetros do forno	-
		Líder de produção				

Fonte: Autora (2025).

Após a definição dos planos de ação, deu-se início à sua implementação. O primeiro passo foi a criação de um plano de limpeza para os equipamentos envolvidos. Para essa etapa, foi elaborado um documento, apresentado na Figura 18, que organiza todas as informações de maneira clara e objetiva, garantindo que o procedimento seja compreendido e executado corretamente por todos os responsáveis. Para garantir a execução correta, foi feito um treinamento dos operadores no novo plano de higienização.

Figura 18 - Modelo do Plano de Higienização de Equipamentos.

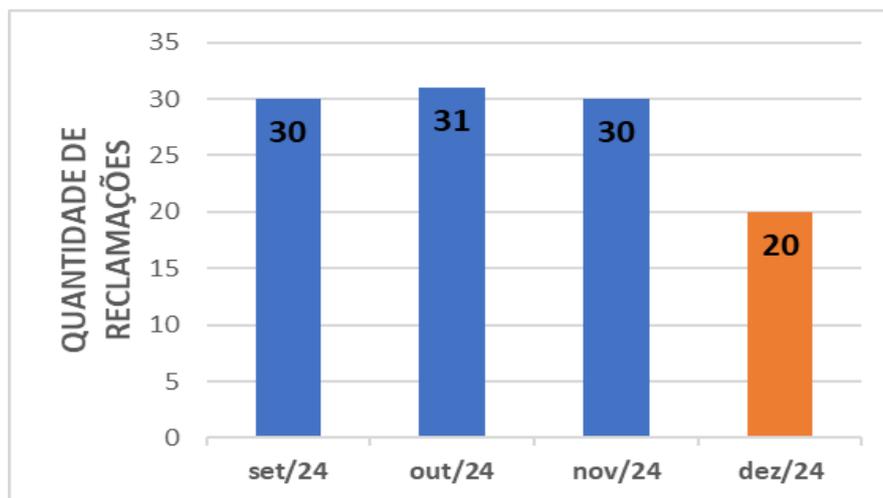
PLANO DE HIGIENIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS BISCOITOS CRACKER									REV.: 01
EQUIPAMENTO :									
LINHA:									
N°	COMPONENTE	NATUREZA DA SUPERFÍCIE	MATERIAIS PARA LIMPEZA	MÉTODO DE LIMPEZA	EPFS	FREQUÊNCIA			RESPONSÁVEL PELA LIMPEZA
						DIÁRIA	SEMANAL	MENSAL	
1	Queimadores	Aço carbono	Espátula Vassoura	Com a espátula de cabo alongado, remover os biscoitos e o residual de açúcar acumulado	Luva descartável Óculos de proteção Bota Protetor auricular			X	Operador do forno
2	Esteiras do forno	Aço carbono	Escova de aço Pano	Após posicionar as escovas, ligar a esteira e deixar a velocidade reduzida. Ao finalizar a limpeza, passar o pano para retirar os resíduos	Luva descartável Óculos de proteção Bota Protetor auricular		X		Operador do forno

Fonte: Autora (2025).

Um plano de limpeza é essencial para garantir a qualidade dos biscoitos, prevenir defeitos como queima irregular, reduzir desperdícios e prolongar a vida útil dos equipamentos. Além disso, assegura a conformidade com normas sanitárias, evita contaminações e melhora a segurança dos colaboradores, prevenindo acidentes, e contribuindo diretamente para a eficiência da produção e a satisfação do consumidor.

À medida que os planos de ação foram sendo concluídos dentro do prazo estabelecido pela equipe de melhoria, já pôde ser observada uma redução significativa nas reclamações de mercado relacionadas ao aspecto queimado dos biscoitos da linha 2. A Figura 19 apresenta os resultados obtidos até um mês após a implementação das ações, evidenciando sua eficácia. Além disso, o monitoramento continuou até fevereiro para garantir que os objetivos propostos fossem alcançados.

Figura 19 – Número de reclamações na linha 2 de biscoitos queimados durante a execução dos planos de ação.



Fonte: Dados históricos cedidos pelo parque industrial (2025).

4.5 CONTROLAR

Após a implementação e execução de todos os planos de ação, a fase de monitoramento foi essencial para assegurar a execução eficaz e a sustentabilidade dos resultados alcançados.

Para isso, foi criado um *checklist* de funcionamento do forno, como ilustrado na Figura 20. Esse documento foi utilizado no início de cada produção, com o objetivo de verificar os pontos críticos da linha de produção que podem resultar em biscoitos *Cream Cracker* queimados.

Figura 20- Modelo de *checklist* de funcionamento do forno.

CHECKLIST DE FUNCIONAMENTO DO FORNO- LINHA 02				REV.: 01
DATA : _____		RESPONSÁVEL PELA AUDITORIA : _____		
EQUIPAMENTO	VERIFICAÇÃO	CONFORMIDADE		OBSERVAÇÕES
		CONFORME	NÃO CONFORME	
Esteira do forno	O equipamento encontra-se limpo,sem sujidades ou resíduos			
Esteira do forno	As condições de integridade do equipamento estão estabelecidas			
Queimadores	O equipamento encontra-se limpo,sem sujidades ou resíduos			
Queimadores	O equipamento encontra-se funcionando			
Sensores de temperatura	O equipamento encontra-se limpo,sem sujidades ou resíduos			
Sensores de temperatura	O equipamento encontra-se funcionando			

Fonte: Autora (2025).

A criação de um *checklist* de funcionamento do forno foi importante para assegurar a consistência e qualidade dos biscoitos produzidos, pois contribui para a eficiência operacional e padronização dos processos, oferecendo uma ferramenta clara e objetiva para os operadores, o que facilita o treinamento de novos colaboradores. Também serve como uma ferramenta de controle de qualidade, criando um histórico de verificações que pode ser usado em auditorias e revisões de processos, além de auxiliar na manutenção preventiva dos equipamentos.

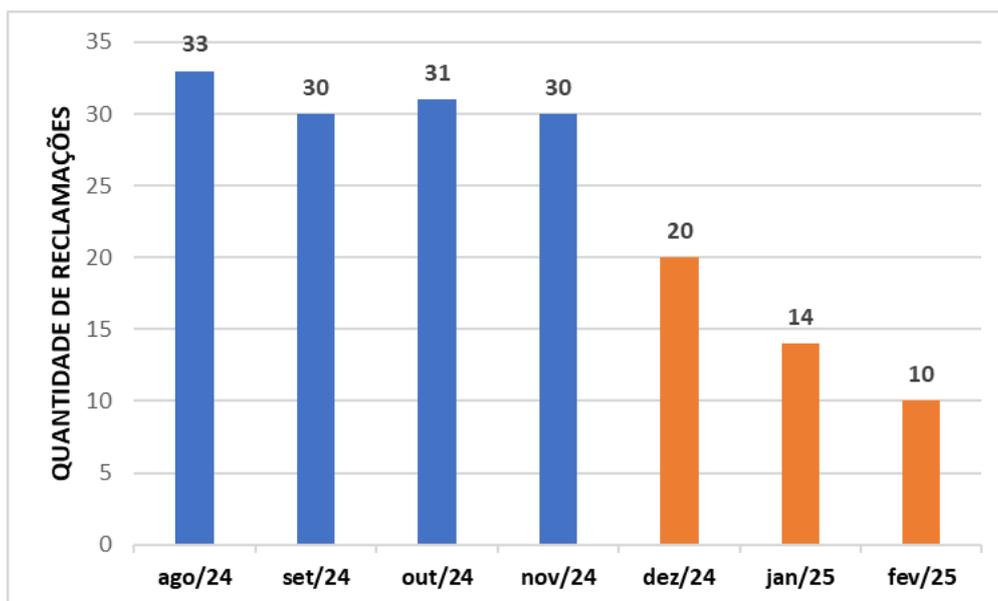
Após a implementação de todos os planos de ação e a aplicação do plano de controle desenvolvido, o SAC foi monitorado até a conclusão do projeto. Os resultados mensais foram compartilhados e acompanhados de perto pela equipe multidisciplinar, com o objetivo de realizar ajustes nas ações, se necessário, para garantir que o número de reclamações de biscoitos queimados não aumentasse e que os objetivos estabelecidos fossem alcançados.

4.6 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

Realizado todo o trabalho de identificação dos pontos críticos e a implementação dos planos de ação, houve uma redução significativa nas não conformidades e uma melhoria no processo produtivo e no produto final, refletindo diretamente no aumento da satisfação do cliente (Figura 21). Dessa forma, os resultados esperados com a aplicação da metodologia DMAIC demonstram a eficiência da ferramenta no cumprimento das metas para melhoria da qualidade.

O monitoramento contínuo e a abordagem sistemática de ajustes nos processos produtivos foram essenciais para garantir a qualidade e a consistência do produto final.

Figura 21 - Histórico das reclamações de SAC durante a aplicação da metodologia DMAIC.



Fonte: Dados históricos cedidos pelo parque industrial (2025).

O projeto inicialmente tinha como objetivo a redução de 50% do número de reclamações mensais em relação à média de reclamações dos meses de agosto a outubro de 2024, porém os resultados obtidos superaram o valor da meta estabelecida, mostrando a eficiência do projeto, ações corretivas e comprometimento da equipe na manutenção das ações.

5 CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia DMAIC mostrou-se altamente eficiente na redução das não conformidades relacionadas à biscoitos queimados na linha de produção. As etapas de Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar permitiram uma abordagem estruturada e baseada em dados, garantindo que as soluções adotadas fossem direcionadas às reais necessidades da produção.

Por meio da identificação das causas raízes do problema e da implementação de ações corretivas, foi possível alcançar uma redução superior a 60% nas ocorrências, demonstrando a eficácia do método na melhoria contínua dos processos.

Além disso, o monitoramento contínuo e a padronização das boas práticas asseguraram que os resultados fossem sustentáveis ao longo do tempo, reduzindo desperdícios e aumentando a satisfação dos consumidores.

6 REFERÊNCIAS

ABIMAPI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS. **Setor de biscoitos e massas industrializadas registra R\$70,4 bilhões em 2023, com aumento de 9,6% em relação a 2022.** São Paulo: ABIMAPI, 2024. Disponível em: <https://abimapi.com.br/noticias/setor-de-biscoitos-e-massas-industrializadas-registra-rs704-bilhoes-em-2023-com-aumento-de-96-em-relacao-a-2022>. Acesso em: 05 de abril 2025.

ALENCAR, Roberta Carvalho de. **A mensuração do resultado da qualidade: um estudo sobre os custos da qualidade nas empresas brasileiras.** 2023. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-23102023-155318/publico/MsRobertaCarvalhodeAlencar.pdf>. Acesso em: 9 abril 2025.

ARAÚJO, André Luiz Santos de. **Gestão da Qualidade: implantação das ferramentas 5S's e 5W2H como plano de ação no setor de oficina em uma empresa de automóveis na cidade de João Pessoa-PB.** João Pessoa, 2017 Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

BARREL, Rogério. **Bolacha de biscoito Cream Cracker.** [S.l.]: Designi, [s.d.]. Disponível em: <https://www.designi.com.br/30b98576a2416cbe>. Acesso em: 8 dez 2024.

BEHR, Ariel; MORO, Eliane Lourdes da Silva; ESTABEL, Lizandra Brasil. **Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca.** Ciência da Informação, Brasília, v. 37, n. 2, p. 35-45, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/7qkmKSkzS5xmqhM3FjMnk5t/>. Acesso em: 8 dez. 2024.

BERTOLINO, M. T; BRAGA, A. **Ciência e Tecnologia para fabricação de biscoitos: handbook do biscoiteiro-1-Ed-São Paulo: Livraria Varela: Revista Higiene Alimentar,**

2017.

BOYLES, Michael. **WHAT IS CREATIVE PROBLEM SOLVING**. Harvard Business School Online. Disponível em: <https://online.hbs.edu/blog/post/what-is-creative-problem-solving>. Acesso em: 2 dez. 2024.

BRAGA, Luís Pastorelli, **Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 60-64, jul.-set. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução nº 12, de 24 de julho de 1978**. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 25 jul. 1978.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento pelas Diretrizes**, Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 1995.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CALARGE, F.A.; SATOLO, E.G.; PEREIRA, F.H.; DIAZ, E.C. **Evaluation of Lean Production System by using SAE J4000 standard: Case study in Brazilian and Spanish automotive component manufacturing organizations**. *African Journal of Business Management*, v. 6, n. 49, p. 11839-11850, 2012.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CORRÊA, Fernando Ramos. **Gestão da Qualidade**. Fundação CECIERJ, 2019. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/122019/938bb409a8f309d3d5807f2a663e4e33.pdf>. Acesso em: 08 de dez. de 2024.

COSTA, Ana Clécia Alves. **Gestão da qualidade: estudo das ferramentas de gestão da qualidade aplicadas à indústria alimentícia**. Anápolis: Faculdade Anhanguera, 2018. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/32743/1/ANA_CLECIA_A

LVES_COSTA_ATIVIDADE_DEFESA.pdf. Acesso em: 05 de abril de 2025.

Cream Cracker Isolated Biscuit Cracker With Sugar. [S.l.]: iStock, [s.d.]. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/photo/cream-cracker-isolated-biscuit-cracker-with-sugar-gm1073591870-287394610>. Acesso em: 8 dez 2024.

DUL, J.; NEUMANN, W. **Ergonomics Contributions to Company Strategies.** Applied Ergonomics, v. 40, p. 745-752, 2009.

FOLARON, J. **The Evolution of Six Sigma.** Six Sigma Forum Magazine, v. 2, n. 4, p. 35-45, 2003.

GANDOLFO, André; GANDOLFO, Rafael. **Estratégias Lean Six Sigma para melhoria contínua de processos industriais: uma análise comparativa entre os setores alimentício e automotivo.** Revista FIB Inova, Bauru, v. 8, n. 2, p. 1-15, 2023. Disponível em: <https://revistas.fibbauru.br/fibinova/article/download/765/651/1970>. Acesso em: 04 abril 2025.

GEA. **Líder de mercado indonésio escolhe a GEA para criar uma nova linha de produção de biscoitos,** 2020. Disponível em: <<https://www.gea.com/pt/customer-cases/GEA-has-built-a-complete-cookie-production-line-for-a-leading-Indonesian-manufacturer.jsp>>. A. Acesso em 11 de fev. de 2025.

GOMES, Laerty Keverson dos Santos. **Utilização da metodologia DMAIC para redução de perdas de wafer em uma indústria alimentícia: estudo de caso.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.

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

JURAN, J. M. **Juran na gestão da qualidade.** São Paulo: Pioneira, 1990.

JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade: um guia para executivos.** São Paulo: Pioneira, 1993.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de marketing.** 14. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

LÉLIS, R. M. **Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H.** *Revista Gestão e Secretariado (GeSec)*, São Paulo, v. 14, n. 10, p. 17413-17427, 2023.

LIMA, A. C. et al. **As 7 ferramentas da qualidade.** *Geograficidade*, Niterói, v. 13, n. 1, p. 1-15, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geograficidade/article/view/58132>. Acesso em: 05 maio 2025.

LISBOA, M. D. G. P., & GODOY, L. P. (2012). **Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia.** *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 4(7), 32-47.

LITEQ. **Biscoitos – Transportadores de resfriamento**, 2022. Disponível em: <http://www.liteq.com.br/produto.php?c=3&p=2>. Acesso em 11 de fev. de 2025.

LONGO, Francisco. **Qualidade total na prática**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

LUCAS, J.M. **The Essential Six Sigma.** *Quality Progress*, v. 35, n. 1, p. 27-31. 2002.

LUCATO, W.C.; CALARGE, F.A.; Loureiro Junior Mauro; CALADO, R.D. **Performance evaluation of lean manufacturing implementation in Brazil.** *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 63, n. 5, p. 529-549, 2014.

LUCINDA, Marco Antônio. **Análise e Melhoria de Processos - Uma Abordagem Prática para Micro e Pequenas Empresas.** Simplíssimo Livros Ltda, f. 66, 2016. 106 p.

MANLEY, D. **Technology in biscuits, crackers and cookies.** Cambridge: CRC Press, 2011.

MARCELINO, J. S.; MARCELINO, M. S. **Fabricação de bolachas e biscoitos.** Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 2012. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NjExNg==>. Acesso em 11 de fev. de 2025.

MELO, M. P.; LIMA, D. P.; PINHEIRO, P. R. **Modelos em programação matemática para o processamento do biscoito tipo cracker**. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 24, n. 3, p. 363-368, 2004.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**, 7ª. Edição; Editora LTC/GEN, 2016.

MOREIRA, J. P. S; SOARES, S. F. **Aplicação da metodologia DMAIC no processo de fabricação dos sidecars em uma empresa do setor metalomecânico**. In: Simpósio de engenharia de produção (SIMPEP),24,2017, Bauru. Anais[...]. Bauru: UNESP,2017.

NONATO, Livia. **Melhoria Contínua: o que é, qual o objetivo e os 3 pilares**. AEVO, 2023. 30 de outubro de 2023. Disponível em: <https://blog.aevo.com.br/melhoriacontinua/>. Acesso em 17 de fev. de 2025.

OLIVEIRA, Josenildo Brito; SOUTO, Ricardo Romoaldo; MAIA, Rafaella Dias de Almeida; MEIRA, Julia Alexandre; LIMA, Victor Serrano. **Aplicação do DMAIC na estruturação de um projeto de melhoria de desempenho de malhas de controle em uma planta de processamento de minério de ferro**. In: Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_388_34445.pdf. Acesso em: 05 abril 2025.

OLIVEIRA, J. Q.; GARCIA, V. L. P.; BARRETO, J. N.; LANDULFO, L. N.; CAMPO, A. B. **Estudo sobre a modernização de sistemas de automação e controle num forno industrial**. Revista para graduandos, v. 4, n. 2, p. 80-95, 2019.

ORLOSKI, Ana Raíssa; BEZERRA, José Raniera Mazile Vidal; ROMEIRO, Mirelly Marques; CANDIDO, Camila Jordão; SANTOS, Elisvânia Freitas dos; NOVELLO, Daiana. **Elaboração de biscoito cream cracker adicionado de farinha de linhaça e com teor reduzido de sódio: avaliação físico-química e sensorial**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 75, p. 1692, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314179782_Elaboracao_de_biscoito_cream_cracker_adicionado_de_farinha_de_linhaca_e_com_teor_reduzido_de_sodio_avaliacao_fisico-quimica_e_sensorial. Acesso em: 9 abril 2025.

PAMFILIE, R.; PETCU, A; DRAGHICI, M. **The importance of leadership in driving a strategic Lean Six Sigma management.** Procedia Social and Behavioral Sciences, v. 58, p. 187-196, 2012.

PEERLESS. **Peerless Mixers – More Than Just Slice Bread**, 2015. Disponível em: <https://peerlessfood.com/>. Acesso em 11 de fev. de 2025.

PEINADO, José; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007.

SILVA, Marcos Meurer et al. **Aplicação da metodologia seis sigma para melhoria contínua da qualidade em uma indústria alimentícia.** Revista Produção Online, v. 20, n. 2, p. 546-574, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/44096/pdf>. Acesso em: 02/12/2024.

SILVA, A. et al. **Inovações tecnológicas e qualidade na indústria de alimentos.** *Revista Brasileira de Tecnologia Alimentar*, v. 34, n. 2, p. 145-160, 2020.

SILVA, D. C. **Metodologia de análise e solução de problemas: curso de especialização em qualidade total e marketing.** Florianópolis: Fundação CERTI, 1995.

SILVINA, L. B.; FERRARI, C. T. R. R.; MARCELINO, D.; RECALCATTI, J. F.; CHAVES, M. A.; HANZEN, M.; CAMARGO, O.; ALBANO, S. B. **A influência de matérias primas e insumos no processo de produção de biscoitos laminados.** Europub Journal of Social Sciences Research, v. 3, n. 1, p. 48-58, 2022.

SINGH, J.; SINGH, H. **Continuous improvement philosophy-literature review and directions.** Benchmarking: An International Journal, v. 22, n. 1, p. 75-119, 2015.

SALAH, S; RAHIM, A.; CARRETERO, J.A. **The integration of Six Sigma and lean management,** International Journal of Lean Six Sigma, v. 1, p. 249-274, 2010.

SANTOS, B. Adriana; MARTINS F. Manoel. **A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho.** Revista Pesquisa e Desenvolvimento

Engenharia de Produção, n. 1, p. 1-14, 2003.

SANTOS, B.; OLIVEIRA, C. **Aplicação do Six Sigma na otimização de processos produtivos na indústria de biscoitos**. *Journal of Food Engineering*, v. 42, n. 3, p. 210-225, 2021.

KOCHEM, Angela de Castro. **Melhoria Contínua: impacto da aplicação do PDCA na redução de perdas de processo**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco.

MACHADO, Simone Silva. **Gestão da Qualidade** / Simone Silva Machado. Inhumas: Instituto Fífq-inhumas e A Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

TURHAN, M.; OZILGEN, M. **Effect of oven temperature variations upon the drying behavior of thin biscuits**, *Acta Alimentaria*, 20(3-4), p. 197-203, 1991.