



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

JOSÉ VENÂNCIO DE ABREU RUFINO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA A MELHORIA CONTÍNUA EM  
UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE BISCOITO *WAFER***

**RECIFE**

**2024**

JOSÉ VENÂNCIO DE ABREU RUFINO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA A MELHORIA CONTÍNUA EM  
UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE BISCOITO *WAFER***

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. Mércia Aurélio Gonçalves Leite.

**RECIFE**

**2024**

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

Rufino, Jose Venâncio de Abreu.

Aplicação da metodologia DMAIC para a melhoria contínua em uma linha de produção de biscoito wafer / Jose Venâncio de Abreu Rufino. - Recife, 2024.  
48 : il., tab.

Orientador(a): Mercia Aurelia Gonçalves Leite

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia de Alimentos - Bacharelado, 2024.

Inclui referências.

1. DMAIC. 2. Biscoito Wafer. 3. Melhoria Contínua da Qualidade. I. Leite, Mercia Aurelia Gonçalves. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

JOSÉ VENÂNCIO DE ABREU RUFINO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA A MELHORIA CONTÍNUA EM  
UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE BISCOITO *WAFER***

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: 25/09/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **MERCIA AURELIA GONCALVES LEITE**  
Data: 28/11/2024 14:37:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Dra. Mércia Aurélia Gonçalves Leite (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Andrelina Maria Pinheiro Santos (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente  
 **FERNANDA ARAUJO HONORATO**  
Data: 29/11/2024 20:31:48-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Dra. Fernanda Araujo Honorato (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e sabedoria que me guiaram durante toda a caminhada acadêmica, iluminando meus passos e renovando minha fé nos momentos mais difíceis.

À minha família, em especial aos meus pais Idiana Francisca de Abreu e Sebastião Rufino Ribeiro, à minha irmã Paloma de Abreu Rufino e à minha avó Maria Ferreira de Melo, que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

Aos meus amigos, que me acompanharam durante a graduação. Um agradecimento especial à Lignalva Câmara, João Carlos, Almir Junior, Amanda Lopes e Gabriel Furtado. Vocês tornaram essa jornada muito mais leve e divertida.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a minha orientadora, Mércia Aurélia Gonçalves Leite por toda a orientação, paciência e ensinamentos ao longo deste trabalho. Suas valiosas contribuições e conselhos foram fundamentais para a realização deste projeto.

Aos professores do curso de Engenharia de Alimentos, que compartilharam comigo conhecimentos, experiências e vivências ao longo desses anos. Em especial à Profa. Dra. Neila Melo, Prof. Dr. Rodrigo Simões, Profa. Dra. Fernanda Honorato, Profa. Dra. Jenyffer Medeiros e a Profa. Dra. Andreлина Maria. Cada aula, cada conversa e cada desafio contribuíram para minha formação pessoal e para o profissional que sou hoje.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão à Universidade Federal de Pernambuco por proporcionar um ambiente de muito aprendizado que foi essencial para meu crescimento durante a graduação.

“Você pode ser qualquer coisa que deseja ser, apenas precisa acreditar em si mesmo e ousar.”

*(Sarah. J. Maas)*

## RESUMO

Nas últimas décadas, as indústrias de alimentos têm buscado aprimorar seus processos, já que os consumidores estão cada vez mais exigentes em relação aos produtos. Este estudo teve como objetivo empregar a metodologia DMAIC (definir, medir, analisar, implementar e controlar) visando melhorar a qualidade de biscoitos *wafer*, reduzindo a quantidade de biscoitos com textura alterada (amolecidos/murchos) e, conseqüentemente, diminuindo o número de reclamações via SAC. Para implementar a metodologia DMAIC, na etapa Definir foi realizada uma estratificação das reclamações de mercado, identificando que a principal contestação se referia à textura dos biscoitos *wafer*. Na etapa Medir, foi feito um mapeamento do processo produtivo do biscoito *wafer*, na etapa analisar, utilizou-se o diagrama de Ishikawa para identificar as causas geradoras do problema. Na etapa Implementar, foram criados planos de ação utilizando a ferramenta 5W2H e na fase Controlar, foi elaborado um plano de controle para evitar a recorrência dos problemas apresentados. Após validação dos resultados foi observada uma melhoria na textura do produto e uma redução de 75% nas reclamações de biscoitos *wafer* (amolecidos/murchos), desta forma pode-se constatar que a metodologia utilizada foi eficaz.

**Palavras-chave:** DMAIC; Biscoito Wafer; Melhoria Contínua da Qualidade;

## **ABSTRACT**

In recent decades, food industries have sought to improve their processes as consumers have become increasingly demanding regarding products. This study aimed to apply the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Implement, and Control) to improve the quality of wafer cookies, reducing the number of cookies with altered texture (softened/soggy) and, consequently, lowering the number of complaints through the customer service channel (SAC). To implement the DMAIC methodology, in the Define stage, a stratification of market complaints was performed, identifying that the primary issue was related to the texture of wafer cookies. In the Measure stage, a mapping of the wafer cookie production process was conducted, and in the Analyze stage, the Ishikawa diagram was used to identify the root causes of the problem. In the Implement stage, action plans were created using the 5W2H tool, and in the Control phase, a control plan was developed to prevent recurrence of the issues. After validating the results, an improvement in product texture and a 75% reduction in complaints about wafer cookies (softened/soggy) were observed, confirming the effectiveness of the methodology used.

**Keywords:** DMAIC; Wafer Cookie; Continuous Quality Improvement

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação ilustrativa de um biscoito wafer .....	14
Figura 2 - Representação ilustrativa de um biscoito wafer coberto .....	14
Figura 3 - Processo Produtivo do Biscoito Wafer .....	15
Figura 4 - Representação do Diagrama de Ishikawa .....	21
Figura 5 - Principais defeitos reclamados via SAC no período de janeiro a junho de 2023 .....	26
Figura 6 - Estratificação por linha de produção em relação ao defeito de amolecido/murcho dos biscoitos wafer.....	27
Figura 7 - Mapeamento do Processo Produtivo do Biscoito Wafer .....	29
Figura 8 - Diagrama de Ishikawa para o Refrigerador de Blocos.....	32
Figura 9 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> para a Máquina de Embalagem.....	33
Figura 10 - Modelo do Plano de Limpeza e Sanitização de Equipamentos .....	37
Figura 11 – Anomalias encontradas com a diminuição do Intervalo de 1 hora para 30 minutos do teste de imersão. ....	38
Figura 12 – Ocorrências de biscoito wafer amolecido/murcho durante a implementação dos planos de ação .....	39
Figura 13- Modelo de checklist de funcionamento .....	40
Figura 14 - Histórico Completo do SAC durante a aplicação da metodologia DMAIC .....	41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma do projeto de melhoria.....	28
Quadro 2 - Matriz GUT do Processo Produtivo da Wafer. ....	31
Quadro 3 – Planos de Ação do Biscoito <i>Wafer</i> .....	36

## **LISTA DE ABREVIações**

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

COF – Coeficiente de Atrito

DMAIC – Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar.

DPMO – Defeitos do Produto por Milhão de Oportunidades.

GUT – Gravidade, Urgência e Tendência.

PDCA – Planejar, Fazer, Verificar e Agir.

POP – Procedimento Operacional Padrão.

SAC – Serviço de Atendimento ao Consumidor.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 Biscoitos <i>Wafer</i> .....	13
2.2. Processo Produtivo do Biscoito <i>Wafer</i> .....	15
2.3 Melhoria Contínua da Qualidade .....	16
2.4 Lean Six Sigma .....	17
2.5 DMAIC .....	18
2.5.1 Definir ( <i>Define</i> ) .....	18
2.5.2 Medir ( <i>Measure</i> ) .....	19
2.5.3. Analisar ( <i>Analyse</i> ) .....	19
2.5.4. Implementar ( <i>Improve</i> ) .....	20
2.5.5. Controlar ( <i>Control</i> ) .....	20
2.6 Ferramentas de Qualidade .....	20
2.6.1 <i>Brainstorm</i> .....	21
2.6.2 Diagrama de <i>Ishikawa</i> .....	21
2.6.3 5W2H .....	22
2.6.4 Matriz GUT .....	22
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
3.1 Caracterização da Pesquisa .....	24
3.2. Coleta e Análise de Dados .....	24
<b>4 Resultados e Discussão</b> .....	<b>26</b>
4.1 Definir .....	26
4.2 Medir .....	29
4.3. Analisar .....	32
4.4. Implementar .....	34
4.5. Controlar .....	39
4.6. Validação dos Resultados .....	40
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as indústrias de alimentos passaram por mudanças constantes, adaptando-se às novas tendências de consumo. Essa realidade tem feito com que os processos de produção sejam executados com maior eficiência (ROCHA 2023). Enquanto que o mercado alimentício enfrenta desafios diários pela concorrência, porém conscientes da necessidade de se destacarem, as indústrias de alimentos estão redobrando seus esforços em inovações e aprimoramento contínuo (KOCHEN, 2023).

Os biscoitos são praticamente presentes em quase todos os lares brasileiros, além de serem aceitos e consumidos internacionalmente por diversas classes sociais e faixas etárias. Segundo a ABIMAPI (2023), no ano de 2022, o segmento de biscoitos obteve um crescimento de 22%, ou seja, R\$ 5 bilhões e 26 milhões em comparação com o ano anterior. Esses valores demonstram que esse ramo da indústria de alimentos se mantém em constante expansão a cada ano.

Com o crescimento contínuo desse setor, os consumidores tornam-se mais exigentes em relação aos seus produtos. Conforme destacado por Corrêa & Caon (2009), um cliente insatisfeito com um produto ou serviço tende a compartilhar essa insatisfação com um número significativamente maior de pessoas do que um cliente satisfeito. Nos dias atuais, com a disseminação das redes sociais, um consumidor descontente tem o potencial de causar danos irreparáveis à reputação de uma empresa.

Segundo Kochem (2023), nas indústrias alimentícia, a análise das reclamações no Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) é uma peça-chave para encontrar soluções que beneficiem tanto a empresa quanto o cliente final, buscando sempre elevar a satisfação do consumidor. Para atingir esse objetivo, a aplicação de ferramentas de melhoria contínua torna-se crucial, proporcionando ganhos substanciais em diferentes áreas, como a significativa redução de defeitos nos produtos, conferindo maior competitividade às empresas.

Um dos desafios predominantes enfrentados pelas empresas de biscoitos está relacionado ao problema de produtos que apresentam características de amolecimento. Por essa razão, é imperativo que as empresas dedicadas a esse setor implementem um Sistema de Gestão da Qualidade eficaz para assegurar um controle rigoroso. Uma abordagem comprovada para fortalecer esse sistema é a adoção de

ferramentas e metodologias, sendo o DMAIC uma escolha particularmente recomendada (FIGUEIREDO; COSTA NETO, 2001).

O DMAIC tem como principal objetivo conduzir um projeto de melhoria de acordo com o passo a passo que maximiza as chances de sucesso em um projeto, possuindo em cada etapa ferramentas de melhoria contínua que ajudam a especificar os X's potenciais que estão impactando na saída do processo Y (GOMES, 2023). De acordo com Werkema (2014), o modelo Seis Sigma, cuja principal metodologia é o DMAIC, contempla-se como uma dessas metodologias cruciais empregadas para concentrar esforços na otimização de processos.

Dessa forma, durante a implementação desse modelo, todas as análises feitas devem ser focadas em reduzir ao máximo as perdas no processo, pois são atividades que não agregam valor seja ao produto ao serviço ou ao processo, além de serem acompanhadas de custos adicionais indesejados (SENA, 2021).

Esse estudo teve como objetivo empregar a metodologia DMAIC, em conjunto com outras ferramentas de qualidade, como *brainstorm*, matriz GUT, diagrama de *Ishikawa* e o 5W2H, em uma indústria alimentícia na produção de biscoitos *wafer* a partir das reclamações de mercado relacionadas a biscoitos que apresentam características de não conformidades. Com o objetivo específico de reduzir no mínimo 30% do número de reclamação de mercado de biscoitos *wafer*.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O atual cenário empresarial, marcado pela globalização e pelo contínuo avanço tecnológico, impõe às empresas uma demanda constante por maior competitividade. Isso remete nas indústrias a busca por melhoria em processos de produção, redução de desperdícios e custos, melhoria nas técnicas de vendas para que possam alcançar a sobrevivência no mercado, bem como o alcance dos objetivos traçados (SILVA, 2020). Com isso, a melhoria contínua durante a produção de biscoitos visa aperfeiçoar a qualidade e textura do produto, garantindo uma maior satisfação do consumidor e redução de reclamações (KOCHEM, 2023).

### 2.1 Biscoitos *Wafer*

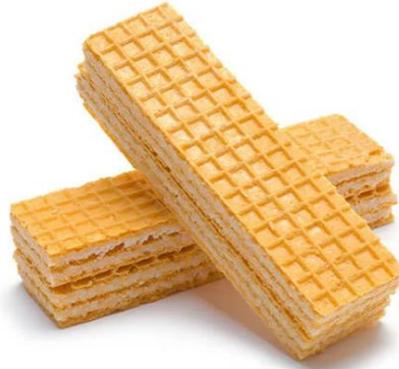
Biscoito ou bolacha são produtos obtidos pela mistura de farinhas, amidos ou féculas com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2022).

Os biscoitos podem ser classificados de diferentes formas, mas uma classificação muito utilizada é a forma pela qual a massa é trabalhada, como os moldados (recheados e amanteigados), os laminados (maria e cream cracker), os extrusados e cortados (rosquinhas e cookies) e por fim os depositados ou pingados (champanhe e *Wafer*). Os pingados recebem esse nome devido a massa ser quase líquida e ser depositada sobre a esteira do forno, em fôrmas ou bandejas (BERTOLINO & BRAGA, 2017).

Os biscoitos *wafer*, foram primeiramente desenvolvidos na Holanda em meados do século XIX, sendo que a automação do processo de produção somente ocorreu a partir do ano de 1950. Os *wafer* são diferentes de qualquer outro tipo de biscoito, tanto na forma quanto na fabricação, pois são feitos de massa e cozidos rapidamente entre duas superfícies metálicas quentes (MANLEY, 2000).

O biscoito *wafer* é popularmente conhecido na forma de folhas prensadas, como demonstrado pela Figura 1, onde esse produto é preparado com folhas superpostas em camadas intercaladas de recheio, podendo ser dos mais diversos sabores e tamanhos (MORETTO; FETT, 2001).

Figura 1 - Representação ilustrativa de um biscoito *wafer*



Fonte: ISTOCK (2017).

Atualmente no mercado, existem diversas variedades de biscoito *wafer*, uma delas é o *wafer* coberto com chocolate, ilustrado na Figura 2. Essa cobertura no exterior do biscoito traz uma ampla gama de formas e sabores, sendo frequentemente disponível em versões de chocolate ao leite, meio amargo ou branco. Além de serem apreciados como lanches, os *wafer* também desempenham um papel versátil em uma variedade de receitas de confeitaria e culinária inovadora, adicionando não apenas crocância, mas também um toque adicional de sabor a pratos criativos. (OLIVEIRA, 2023).

Figura 2 - Representação ilustrativa de um biscoito *wafer* coberto



Fonte: ISTOCK (2017).

A principal característica dos biscoitos *wafer* que fazem com que eles sejam tão populares é a sua crocância, esse aspecto é devido à rápida perda de água em seu processamento. Além disso, suas folhas devem ser resfriadas antes de serem recheadas, para que sua textura não seja afetada (ELDASH; GERMANI, 1994).

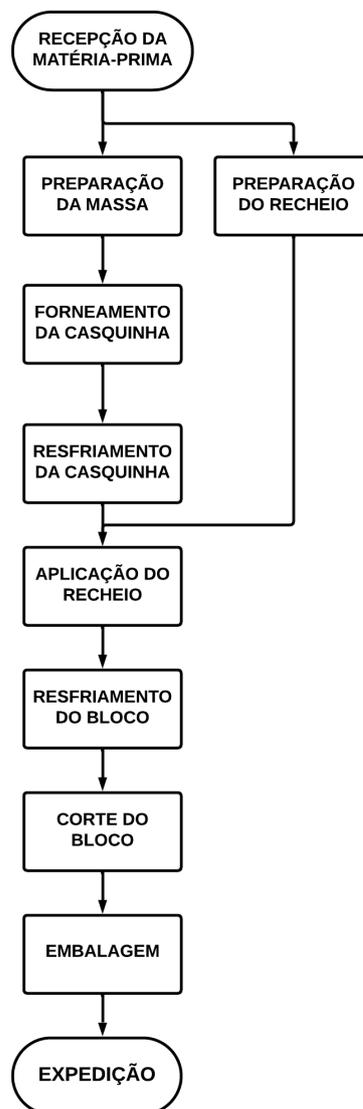
Um dos principais problemas que ocorrem em biscoitos são a textura de amolecido murcho. O biscoito amolecido geralmente ocorre por causa da absorção de umidade durante o seu processo de fabricação, afetando a crocância e deixando o biscoito menos rígido. Já um biscoito murcho pode não estar necessariamente úmido, mas

perdeu sua crocância original devido ao tempo ou condições inadequadas de armazenamento, que comprometeram a textura original sem uma absorção tão evidente de água (CHAMPMAN, 2007).

## 2.2. Processo Produtivo do Biscoito *Wafer*

O processo produtivo do biscoito *wafer*, ilustrado na Figura 3, tem início na masseira, onde ocorre a pesagem e mistura dos principais insumos da massa e do recheio. Em seguida, a massa com baixa viscosidade é depositada em placas metálicas, e levadas posteriormente ao forno, onde será cozida até atingir o percentual de umidade desejado, geralmente entre 0,5% a 1,2% (MENITA et al., 2011).

Figura 3 - Processo Produtivo do Biscoito *Wafer*



Fonte: O autor (2024)

Após saírem do forno, as placas formadas, conhecidas como "casquinhas", serão resfriadas por alguns minutos e, em seguida, serão encaminhadas para a etapa de aplicação do recheio. Durante o processo de aplicação do creme, as casquinhas são sobrepostas umas sobre as outras, formando assim três camadas de casquinhas e duas camadas de recheio, resultando no bloco de biscoito *wafer* (KOCHEM, 2023).

Em seguida, o bloco de biscoito é encaminhado para o resfriamento, permanecendo dentro de um ambiente com temperatura e umidade controladas, para que ocorra a cristalização adequada do recheio dentro do bloco (MANLEY, 2011).

Após a etapa de resfriamento do bloco, ele é encaminhado para o corte, onde é cortado de forma transversal e longitudinal, garantindo que o biscoito final tenha o tamanho desejado pela linha de produção. Posteriormente serão embalados, encaixotados e paletizados, prontos para serem distribuídos para o comércio e chegar ao consumidor final (MANLEY, 2011).

### **2.3 Melhoria Contínua da Qualidade**

A melhoria contínua é uma estratégia de gestão que visa o constante aprimoramento de produtos, processos e serviços dentro de uma companhia. Nesse ciclo, a organização realiza uma análise abrangente de seus processos, identifica falhas e gargalos, e propõe soluções para otimizar a produtividade e eficiência operacional (NONATO, 2023).

O conceito de melhoria contínua pode ser entendido como um ciclo ou um processo dinâmico e sem fim, extremamente envolvente no qual a fonte básica de energia são as pessoas (CUSTODIO, 2015; OLIVEIRA et. Al., 2017). No japonês, a melhoria contínua é relacionada com a palavra Kaizen, onde “Kai” significa mudança e “Zen” que significa melhoria, ou seja, é uma filosofia que fomenta mudanças e aprimoramentos, embasada em um sistema de ideias profundamente estruturado (ORTIZ, 2009).

Para Coutinho (2021), a melhoria contínua é a prática adotada por diversas empresas visando tornar seus resultados cada vez melhores, mais eficientes e eficazes, sejam eles em produtos, processos ou serviços. Segundo o autor, essa filosofia necessita de três fatores básicos, a continuidade, por ser um processo cíclico e interminável, a otimização de processos e por fim devem abranger todas as áreas da empresa.

Segundo Carpinetti (2016), para se implementar a melhoria contínua em um processo é necessário seguir cinco passos essenciais, (1) Identificação de problemas, (2) Coleta, estratificação e análise de dados, (3) Identificação das causas responsáveis por agravar os defeitos, (4) Planejamento, estruturação e implementação de ações para melhorias e (5) Acompanhamento e monitoramento dos resultados por meio de indicadores.

No contexto industrial, esses cinco passos são comumente conduzidos através de metodologias consolidadas, o Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), a metodologia MASP (voltada para solução de problemas por meio de ações corretivas e preventivas) e a metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar). Essas abordagens sistemáticas oferecem uma estrutura sólida para guiar processos de melhoria contínua, assegurando uma gestão eficaz orientada para resultados positivos (CARPINETTI, 2016).

## **2.4 Lean Six Sigma**

O conceito de implementação do Lean Six Sigma surgiu na Motorola, nos anos 80, com o objetivo de reduzir os custos relacionados à qualidade. Especificamente, visava diminuir os custos associados à produção de itens sem defeitos na primeira tentativa, bem como os custos decorrentes de não atender aos requisitos dos clientes. O Lean Six Sigma enfatiza a aplicação ferramentas e técnicas estatísticas para a resolução de problemas. Seu foco principal é obter conhecimento que conduza a melhorias inovadoras e com impacto significativo nos resultados finais (FERREIRA, 2019).

Esse método recebeu esse nome devido ao fato de o “sigma” representar o desvio padrão de um processo, isto é, a capacidade de um processo produtivo e também pela habilidade de tal processo produzir peças não defeituosas. Cabe ressaltar ainda, que a letra sigma, na estatística refere-se a uma medida de variação chamada de desvio-padrão (KLEFSJO, 2001). Para Corrêa (2023), o objetivo dos Lean Six Sigma é chegar próximo ao zero, ou seja, o nível sigma ( $\sigma$ ) representa os “Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)”. O método é usado para medir o nível de qualidade associado a um processo, transformando a quantidade de defeitos por milhão em um número na escala sigma.

O Lean Six Sigma abrange um conjunto de práticas destinadas à melhoria contínua de processos ou produtos. Vai além de ser simplesmente um conceito estatístico de controle de processo, tornando-se uma filosofia que as empresas podem adotar para

a redução de custos em seus processos produtivos. De maneira mais ampla, busca sistematizar a obtenção de resultados positivos na produtividade e eficiência da empresa, proporcionando uma abordagem abrangente para impulsionar o desempenho organizacional. (BETTS et al., 2013).

Na aplicação do Lean Six Sigma é comum os grupos de trabalho ou equipes envolvidas utilizarem a metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar) para conduzir o projeto e permitir uma maior organização durante a execução. Tal ferramenta permite sistematizar em etapas bem definidas a execução do projeto (WERKEMA, 2014).

## **2.5 DMAIC**

A metodologia DMAIC proporciona uma abordagem lógica e eficaz para a execução de projetos do Lean Six Sigma, simplificando significativamente o gerenciamento dessas iniciativas. Ao abranger as cinco fases distintas, o projeto é conduzido de forma estruturada, orientando-se meticulosamente na busca pelos objetivos e metas definidos pelas equipes responsáveis. Essa metodologia estabelece um caminho claro e coerente, contribuindo para uma implementação mais eficiente e bem-sucedida das melhorias propostas (SANTOS e MARTINS, 2003).

Segundo Reis (2011), o DMAIC consiste numa estrutura rigorosa composta por etapas nas quais é colocada em execução, ferramentas estatísticas que visam solucionar problemas e melhorar processos. Além de eliminar defeitos, aumentar a satisfação dos clientes e, principalmente, aumentar a lucratividade das empresas (PRASHAR, 2014).

Segundo Escobar et al. (2012), a metodologia DMAIC, representa um ciclo para desenvolver projetos de melhoria relacionados à qualidade, tanto em redução de defeitos, quanto em aumento de produtividade ou redução de custos. As letras representam a sequências das etapas que devem ser desenvolvidas quando aplicada o método: Definir (Define), Medir (Measure), Analisar (Analyse), Melhorar (Improve) e Controlar (Control). Esse modelo se refere a cinco etapas inter-relacionadas para garantir melhorias sistematicamente (JIRASUKPRASERT et al, 2014).

### **2.5.1 Definir (*Define*)**

Segundo Cabral et al (2018), a etapa definir da metodologia DMAIC envolve avaliar a complexidade do problema e busca definir o projeto de forma a alcançar com êxito

todos os objetivos propostos. Ao final desta etapa, é crucial o engajamento de todos os envolvidos, assegurando que cada um compreenda o que será estudado e aprimorado em conformidade com as metas estabelecidas.

De acordo com Werkema (2013), esta etapa é realmente bem executada quando se consegue definir alguns fatores que são determinantes para seguir com êxito para as próximas fases que são: Descrição do problema, Mapeamento do processo, Definição da meta, Levantamento do histórico do problema, Apresentação de possíveis restrições, Definição dos membros da equipe e suas responsabilidades e por último a Definição do cronograma.

### 2.5.2 Medir (*Measure*)

Na etapa de medir, é necessário que sejam feitas medições pertinentes de modo a adquirir informações sobre as operações e os indicadores de eficiência do processo. Depois das análises e mapeamento do processo são identificadas as variáveis que entram e saem e em seguida relacionadas as causas e efeitos apresentados para então ser estabelecido o sistema de medição adequado de modo que determine a capacidade atual do processo (REIS, 2016).

Segundo Carpinetti (2016), o objetivo dessa etapa de medição é a captação de informações ou dados que permitem o auxílio na análise e investigação dos fatores e características específicas do problema e que consigam fornecer informações relevantes para ser possível um estudo mais aprofundado das causas do problema a ser atacado.

### 2.5.3. Analisar (*Analyse*)

Na etapa de analisar, tem-se como objetivo analisar as principais causas que foram encontradas na etapa anterior e que possam ser analisadas através de ferramentas estatísticas da qualidade de maneira que as causas evidentes e não evidentes sejam abordadas. Deve-se levar em consideração a variabilidade do processo, e é sempre importante a utilização de algum software estatístico que facilite os cálculos e demonstrações gráficas (CARVALHO e PALADINI, 2016).

Segundo Werkema (2004), a etapa de análise é totalmente voltada ao conhecimento do problema exposto de modo que se descubra quais são as causas fundamentais e as quantidades de ocorrências apresentadas. Algumas ferramentas

fazem parte das análises como: brainstorming e diagrama de causa e efeito que juntos geram dados que serão utilizados na criação da matriz gravidade, tendencia e urgência, que sequentemente apresentarão dados para construção do plano de ação da etapa de melhoria.

#### 2.5.4. Implementar (*Improve*)

Segundo Carpinetti (2016), após a conclusão da análise e sugestões de melhorias, é necessário planejar e implementar o plano de ação de melhoria estabelecido. Deve-se lembrar que nessa etapa, pode-se ocorrer a validação das melhorias propostas através de experimentos.

As soluções encontradas deverão ser impostas de modo que facilite a eliminação das causas raízes do problema, portanto é necessário que se priorize as soluções dos problemas considerados relevantes. A ferramenta da qualidade 5W2H servirá de apoio na criação de um plano de ação (WERKEMA, 2004).

#### 2.5.5. Controlar (*Control*)

O principal objetivo dessa etapa é a de promover a garantia de que as melhorias implementadas não se percam. Para isso ser concretizado, deve-se realizar uma revisão dos procedimentos, adicionando novas formas de controle e padronização sobre o processo, como elaboração de instruções de trabalho, procedimentos operacionais padrão (POP), registros, entre outros meios (CARPINETTI, 2016).

Segundo Da Fonte (2008), a etapa controlar tem como meta fazer os conhecimentos e melhorias adquiridas ao decorrer da aplicação do método DMAIC sejam preservados por muito tempo. Algumas atividades estão relacionadas a esta fase, são elas: realizar treinamento aos envolvidos, colocar em prática todo o plano, registrar o novo sistema, efetuar o monitoramento do sistema, expandir todo conhecimento e melhorias obtidas, analisar os benefícios e comemorar as conquistas.

## 2.6 Ferramentas de Qualidade

No método do Lean Six Sigma, a aplicação das ferramentas de qualidade adequadas contribui na identificação, análise e solução dos problemas, além de ajudar na proposição de melhorias. Durante a aplicação da metodologia DMAIC, as ferramentas utilizadas em cada fase são comuns, no entanto, vale ressaltar que não

é necessário a utilização de todas as ferramentas pois cada problema em análise pode precisar de um conjunto diferente de informações e dados (SILVA et al, 2020).

### 2.6.1 *Brainstorm*

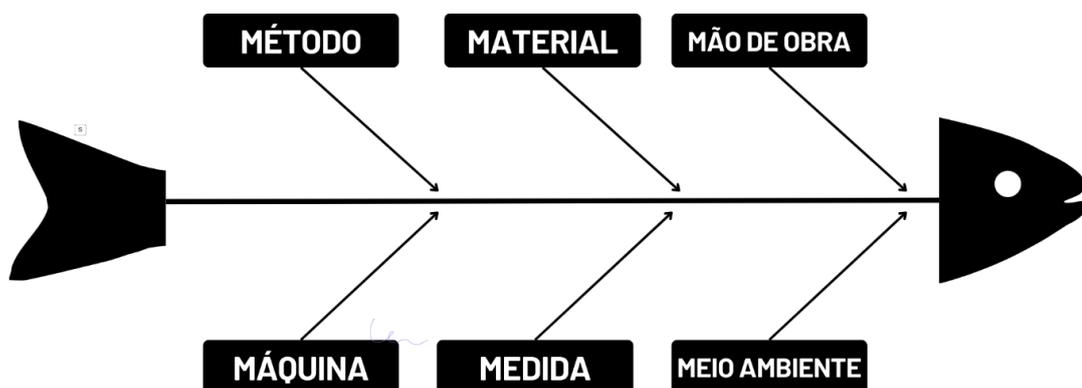
Segundo Maximiano (2004), o *brainstorming* pode ser definido como um conjunto de ideias obtidos a partir de um evento em que os participantes atuam mutuamente, opinando e argumentando a respeito de um determinado tema. A técnica tem a finalidade de explorar a criatividade dos envolvidos na dinâmica para que possam ser exploradas as mais diversas formas de pensamento que gerem soluções eficazes na resolução de problemas (SMITH, 2020).

Existem dois tipos de *brainstorming*, o estruturado, onde cada pessoa do grupo tem a sua vez de falar, de acordo com a ordem que estejam alocados, e o não estruturado, onde as pessoas falam sempre que tem uma nova ideia, não tem ordem exata (LINS, 2019).

### 2.6.2 Diagrama de *Ishikawa*

Diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como espinha de peixe, é um modelo proposto pelo engenheiro Kaoru Ishikawa no ano de 1943 que tem a função de ajudar os gestores a refletir sobre as causas e efeitos de determinado problema e guiá-los na sua solução. O diagrama de *Ishikawa* (Figura 4), é uma das ferramentas mais eficazes e mais utilizadas nas ações de melhoria e controle de qualidade nas organizações, permitindo agrupar e visualizar as várias causas que estão na origem de qualquer problema ou de um resultado que se pretende melhorar (CORRÊA, 2019).

Figura 4 - Representação do Diagrama de Ishikawa



Fonte: O autor (2024).

O diagrama de causa e efeito considera que os problemas sejam classificados em seis categorias de causas, os famosos 6M: método, matéria-prima, mão de obra, máquinas, medição e meio ambiente (CORRÊA, 2019). Segundo Giocondo (2011), o diagrama é utilizado a fim de visualizar de forma agregada as principais causas de um determinado problema, apontar as possíveis causas do problema, prosperar na análise e a identificar as soluções, e assim explorar o processo em buscas de melhorias.

### 2.6.3 5W2H

A ferramenta 5W2H baseia-se em questionamentos que possui o objetivo de adquirir as principais informações que serão importantes para o planejamento de maneira geral. Os termos What (O que?), Who (Quem?), Why (Por que?), Where (Onde?), When (Quando?), How (Como?), How much/How many (Quantos? / Quanto?) nos permitem identificar os dados mais relevantes do processo. Sua aplicabilidade se estende a diversas áreas como: planejamento nas aquisições, planejamento da qualidade, planejamento dos recursos humanos e planejamento de riscos (DAYCHOUM, 2018).

Segundo Martins (2023), o 5W2H consiste em um checklist das atividades que serão executadas trazendo clareza aos envolvidos responsáveis no processo de melhoria contínua. Em síntese, essa ferramenta compreende perguntas feitas a respeito das ações propostas que irão ajudar na identificação das prioridades e melhor entendimento do que será feito a respeito do problema. Porém, quando se está preocupado apenas com as tarefas que serão realizadas de forma organizada e com dados suficientes para que garanta a sua implementação, se utiliza o 5W1H em que o questionamento de quanto custa não possui relevância na execução da atividade. Sendo assim, apenas as 6 perguntas anteriores são suficientes para formular o plano de ação a ser executado.

### 2.6.4 Matriz GUT

A Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) é uma ferramenta de gestão que pode ser aplicada na análise e na priorização de problemas ou de ações de correção a serem implementadas (ALVES, 2017). Muitas organizações aplicam essa técnica

como um meio de definir quais falhas ou atividades devem ser priorizadas na correção ou na realização (PESTANA, 2016).

Basicamente, para a construção da Matriz GUT, utiliza-se a atribuição de notas variando em uma escala de 1 a 5 pontos, de menor intensidade até a maior intensidade ou de pouco importante a muito importante, gerando pontuações em três classes de elementos: gravidade, relacionada ao impacto do problema ou ação, ao prejuízo que a situação pode causar; urgência, relacionada ao prazo de resolução do problema, e tendência, relacionada ao agravamento do problema se nenhuma ação corretiva for efetuada (TRUCOLO, 2016).

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Caracterização da Pesquisa

Pesquisas podem ser classificadas em relação a sua natureza como básica ou aplicada, básica se o foco for uma investigação científica que busca aumentar o conhecimento teórico sobre um determinado assunto, ou de natureza aplicada quando o objetivo é resolver um problema específico ou atender a necessidade de uma determinada área de aplicação.

Segundo Gomes (2023), a pesquisa pode ser classificada de acordo com sua categorização. Uma das formas mais comuns de classificação da pesquisa é com base em seus objetivos ou finalidades. Nesse sentido, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, descritiva ou explicativa. Essas categorias direcionam o foco da pesquisa e determinam as estratégias e métodos a serem empregados para alcançar os resultados desejados.

Neste estudo, foi conduzida uma pesquisa de natureza aplicada e exploratória, e utilizada a metodologia Lean Six Sigma com o propósito de identificar e implementar melhorias em uma linha de biscoito wafer. No decorrer desta investigação empregou-se a metodologia DMAIC para análise de problemas do processo produtivo e formulados planos de ação para conduzir um projeto de melhoria contínua da qualidade. Ferramentas de gestão como Diagrama de *Ishikawa*, *Brainstorm*, Matriz GUT e 5W2H também foram utilizadas.

### 3.2. Coleta e Análise de Dados

Este estudo foi conduzido em uma indústria localizada na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, que atua no setor alimentício, com foco na produção de biscoitos. A planta industrial conta com cinco linhas de produção dedicadas exclusivamente à fabricação de biscoitos *wafer*.

O estudo tem como o propósito de implementar ações de melhoria da qualidade e consequente redução do número de reclamações de mercado relacionadas à textura de amolecido/murcho em biscoitos *wafer*. Para conduzir essa análise de forma mais assertiva, o estudo foi dividido seguindo as cinco etapas da metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar). Primeiramente na fase de definir, realizou-

se uma avaliação detalhada do histórico de reclamações registradas no Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) da empresa, abrangendo o período de janeiro a junho de 2023, o objetivo foi identificar a principal queixa dos consumidores, servindo como ponto de partida para o processo de melhoria.

Com base nos lotes relatados pelos consumidores, referentes ao principal problema apontado, foi possível identificar e direcionar os esforços para uma única linha de produção. Nesse contexto, foi formada uma equipe multidisciplinar composta por profissionais de diferentes setores da empresa. Além disso, elaborou-se um cronograma de atividades, que serviu como guia para orientar as ações de melhoria da equipe.

Na segunda etapa da metodologia DMAIC, medir, foi realizado um mapeamento detalhado do processo produtivo dos biscoitos *wafer* para identificar os pontos mais suscetíveis a falhas que poderiam estar relacionados às reclamações dos consumidores. Essa análise contou com a realização de um *brainstorming* conduzido pela equipe de melhoria, composta por representantes dos setores de produção, manutenção e qualidade. Além disso, foi utilizada a matriz GUT, para determinar os locais de maior priorização da equipe de melhoria diante dos pontos levantados.

Com base nos pontos identificados na etapa anterior, a fase analisar foi iniciada utilizando o diagrama de *Ishikawa*, no qual os pontos proposto durante o *brainstorming* foram organizados e categorizados entre os 6M (mão de obra, máquina, meio ambiente, método, material e medida) para que a causa raiz das reclamações de mercados fossem encontradas.

Na quarta etapa da metodologia DMAIC, implementar, foram elaborados planos de ação com o uso da ferramenta 5W2H, com o objetivo de resolver os principais problemas identificados no diagrama de *Ishikawa*. Na última etapa do estudo, controlar, foi elaborado uma folha de controle em formato de *checklist* com objetivo de auxiliar a equipe do estudo a efetivação das ações implementadas, além disso foi acompanhado o número de reclamações durante 6 meses.

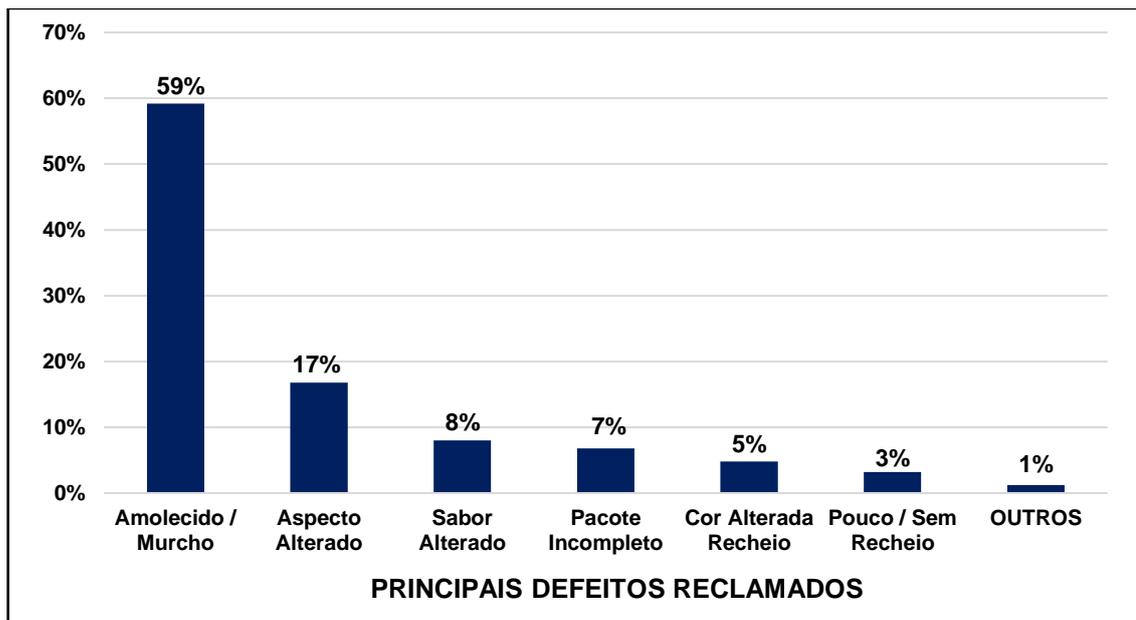
## 4 Resultados e Discussão

Nesta seção são apresentadas de maneira mais detalhada as atividades desenvolvidas durante o planejamento e execução do projeto segmentadas de acordo com as etapas da metodologia DMAIC e os resultados obtidos.

### 4.1 Definir

O estudo de caso teve início com a análise do histórico de reclamações recebidas pelo SAC relacionadas a biscoito *wafer* entre janeiro e junho de 2023, totalizando aproximadamente 350 reclamações. Com base nos dados fornecidos e estratificados na Figura 5, foi possível identificar que 59% das reclamações recebidas, estavam relacionadas ao defeito Amolecido/Murcho dos biscoitos *wafer*.

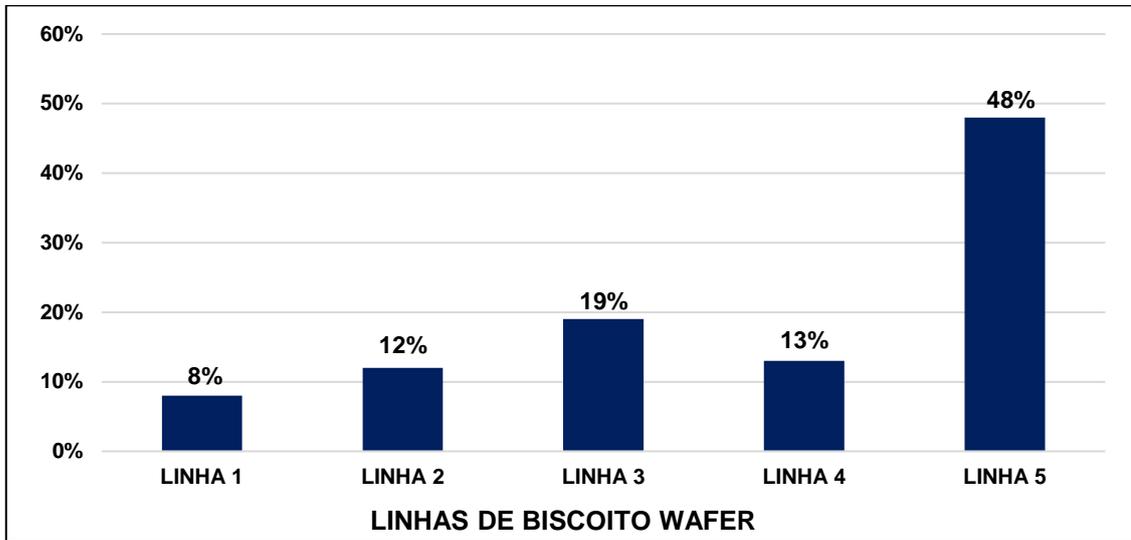
Figura 5 - Principais defeitos reclamados via SAC no período de janeiro a junho de 2023



Fonte: O autor (2024)

Em seguida, foi realizada uma estratificação adicional das reclamações relacionadas ao defeito de amolecido/murcho. Para isso, foram utilizados os lotes dos produtos reclamados pelos consumidores com o objetivo de identificar, entre as cinco linhas existentes na fábrica, qual seria a escolhida para ser o foco do grupo de melhoria. Com base na Figura 6, observa-se que a linha 5 apresentava o maior número de reclamações, totalizando 48%, ou seja, aproximadamente 98 reclamações foram atribuídas à linha 5.

Figura 6 - Estratificação por linha de produção em relação ao defeito de amolecido/murcho dos biscoitos *wafer*



Fonte: O autor (2024)

Após análise dos dados das figuras 5 e 6, concluiu-se que o defeito de amolecido/murcho e a linha 5 de produção do biscoito *wafer* seriam os pontos prioritários para a avaliação e implementação de melhorias. Com isso o objetivo da equipe de melhoria foi a redução do número de reclamações de mercado de biscoito *wafer* murcho/amolecido da linha 5.

Com a definição do foco da melhoria, iniciou-se a formação de uma equipe multidisciplinar, visando reunir membros com diversas habilidades, conhecimentos e experiências para a execução do projeto. A tabela 1 representa os cargos e responsabilidades de cada membro envolvido no projeto.

Tabela 1 - Membros do Projeto de Melhoria Contínua

<b>FUNÇÃO</b>	<b>CARGO</b>
Analista de Qualidade	Líder do Time
Coordenador de Processo Produtivo	Vice-líder do Time
Engenheiro Mecânico	Membro do Time
Operador do Setor de Embalagem	Membro do Time
Estagiário de Qualidade	Membro do Time

Fonte: O autor (2024)

Como visto na Tabela 1, foram selecionadas pessoas de diferentes setores, mas que têm ligação direta com o processo produtivo. Silva (2023) defende que os

membros de um time devem ser capazes de propor sugestões abrangentes e que ofereçam diferentes perspectivas para resolver o problema.

Na Tabela 1, a equipe foi composta por uma analista de qualidade como líder e um coordenador de produção como vice-líder. Essa escolha ocorreu devido ao fato deles terem conhecimento profundo do funcionamento do processo de fabricação de biscoitos e dos parâmetros críticos a serem analisados para resolver a problemática em questão. Um engenheiro mecânico também foi incluído para identificar e implementar melhorias proposta nos equipamentos. Por fim, um operador foi convidado no time por ter conhecimento prático diário dos equipamentos e pode oferecer *insights* valiosos para a melhoria contínua do processo, além de um estagiário para compilar todas as informações e gerenciar o funcionamento do projeto.

Com a definição dos membros da equipe de melhoria, tornou-se evidente que na linha de produção existiam oportunidades para diminuir esse indicador de reclamações de biscoito murchos. Algumas eram de natureza simples, permitindo que a equipe atual resolvesse, enquanto outras eram mais complexas, exigindo recursos financeiros adicionais e a participação de mais colaboradores.

Em complemento ao projeto, foi criado também um cronograma para fornecer uma visão mais clara do prazo para execução de cada etapa. Esse cronograma, demonstrado pelo Quadro 1, foi essencial para o monitoramento do progresso, priorizando o planejamento e a organização, além da adequada alocação de recursos, gestão de riscos e garantia de qualidade da execução, visando atingir as metas definidas inicialmente.

Quadro 1 - Cronograma do projeto de melhoria.

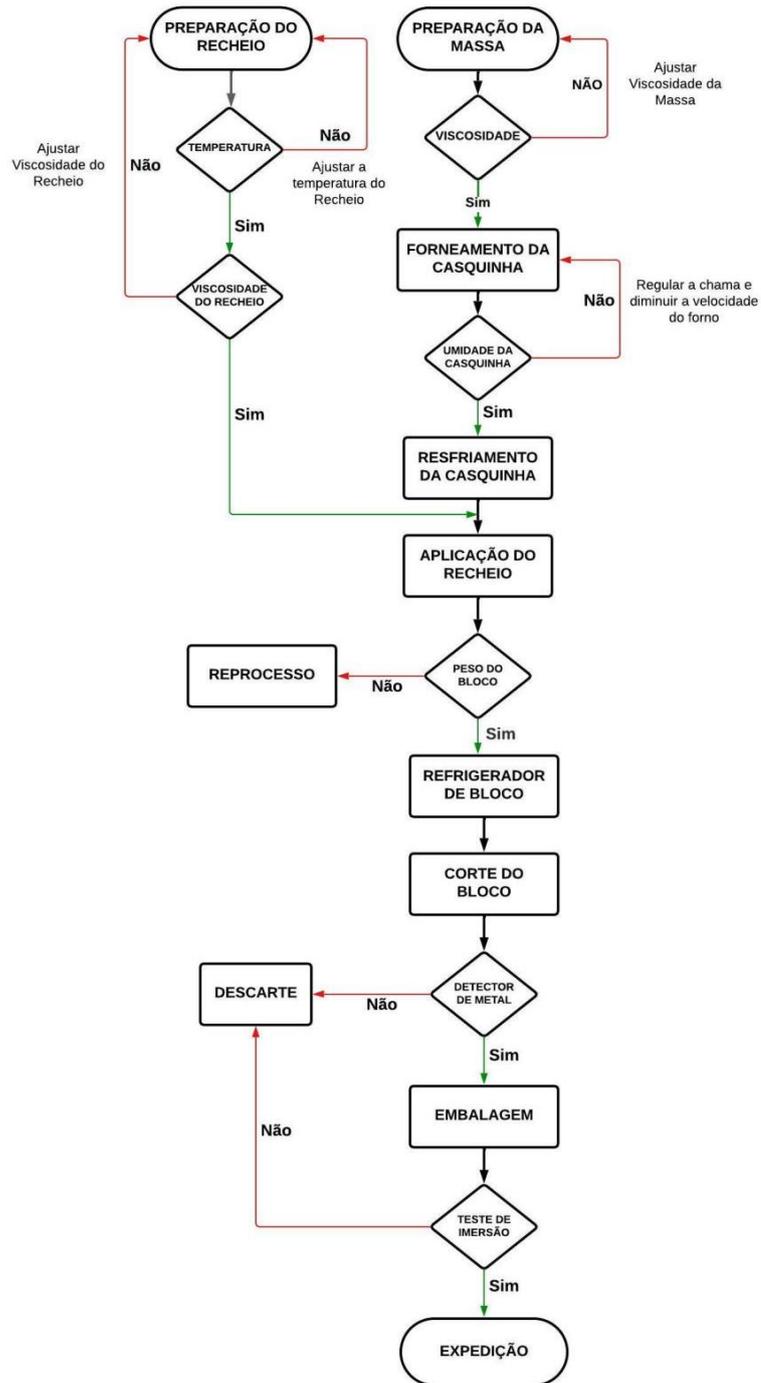
ETAPAS DO PROJETO	2023						2024		
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR
INICIO DO PROJETO	X								
DEFINIÇÃO DO OBJETIVO		X							
ANALISE DO PROBLEMA		X	X						
IMPLEMENTAÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO			X	X	X	X			
ACOMPANHAMENTO DOS RESULTADOS				X	X	X	X	X	
FINALIZAÇÃO DO PROJETO								X	X

Fonte: O autor (2024)

### 4.2 Medir

Com a definição do foco da melhoria e a composição dos membros, iniciou-se a fase de medição da metodologia DMAIC. Para isso, realizou-se um mapeamento do processo produtivo do biscoito *Wafer*, representado na Figura 7, visando identificar os pontos mais propensos a apresentarem esse tipo de defeitos no produto.

Figura 7 - Mapeamento do Processo Produtivo do Biscoito *Wafer*



Fonte: O autor (2024)

Na Figura 7 ficou evidente que no processo de fabricação do biscoito *wafer*, havia variáveis que poderiam influenciar no amolecimento do produto. O principal parâmetro monitorado foi a viscosidade, cuja verificação era realizada a cada 20 minutos por meio do teste do Copo Ford, uma vez que uma massa com viscosidade fora do padrão comprometeria a capacidade da casquinha de atingir a umidade ideal durante a etapa de forneamento.

Na preparação do recheio, é fundamental monitorar tanto a temperatura, com o uso de um termômetro digital, quanto a viscosidade, por meio do teste de Copo Ford. Esses parâmetros são controlados, pois, durante a formação do bloco, caso o recheio apresentasse um desses parâmetros fora do padrão pode ocasionar uma troca de calor indesejada entre a casquinha e o recheio, resultando assim em biscoito amolecido.

Além disso, na saída do forno, seria de suma importância verificar se a umidade da casquinha está dentro dos padrões estabelecidos. Para isso, a medição desse parâmetro era realizada a cada dez minutos utilizando um medidor de umidade específico para alimentos. Essa análise é fundamental, visto que uma casquinha excessivamente úmida pode absorver o recheio líquido durante a formação do bloco de biscoito *wafer*. Quando esse cenário ocorre, é necessário ajustar a chama e reduzir a velocidade do forno, a fim de garantir que a casquinha permaneça com a faixa de umidade adequada.

Após o mapeamento do processo produtivo do biscoito *wafer*, foi conduzida uma reunião com a equipe para identificar a área prioritária de melhoria que mais impactasse no amolecimento do biscoito *wafer*. Para essa priorização, foi utilizada a Matriz GUT, representada no Quadro 2.

Quadro 2 - Matriz GUT do Processo Produtivo da *Wafer*.

SETOR DA ÁREA DE PRODUÇÃO	GRAVIDADE (G)	URGÊNCIA (U)	TENDÊNCIA (T)	GRAU CRÍTICO = G x U x T	RANKING
MASSEIRA	2	2	2	8	4°
FORNO	3	3	3	27	2°
RESFRIAMENTO DA CASQUINHA	2	3	3	18	3°
APLICAÇÃO DO CREME	2	2	1	4	5°
REFRIGERAÇÃO DO BLOCO	5	5	5	125	1°
CORTE DO BLOCO	2	1	1	2	6°
EMBALAGEM	5	5	5	125	1°
ENCAIXOTAMENTO	1	1	1	1	7°

Fonte: O autor (2024)

A partir da avaliação da matriz GUT, ficou evidente que a equipe deve priorizar dois locais na linha de produção do biscoito *wafer*: o resfriamento do bloco e a área de embalagem. Essa decisão foi baseada no mapeamento do processo produtivo da figura 7, onde foi identificado, por exemplo, que no resfriamento do bloco não há nenhum controle de temperatura, umidade e tempo que o bloco permanece dentro do equipamento.

Já no setor de embalagem, foi considerada uma prioridade devido a ser o local onde o alimento é acondicionado durante todo o seu *Shelf-life*. Portanto, é crucial garantir que todas as premissas da embalagem sejam seguidas para que a vida útil do produto seja concluída sem oferecer biscoitos amolecidos ao consumidor. Silva (2021) também priorizou o setor de embalagem em seu estudo, utilizando a metodologia DMAIC em uma indústria de chocolate, devido às diversas variáveis identificadas nesse setor, que coincidiram com as encontradas nesta pesquisa

As demais áreas não foram selecionadas como foco porque já possuem pontos de monitoramento eficientes para monitorar o problema do biscoito murcho. Na etapa de preparação da massa e do recheio, são controlados parâmetros como viscosidade e temperatura, que têm uma influência direta na umidade tanto da casquinha quanto do bloco de *wafer*.

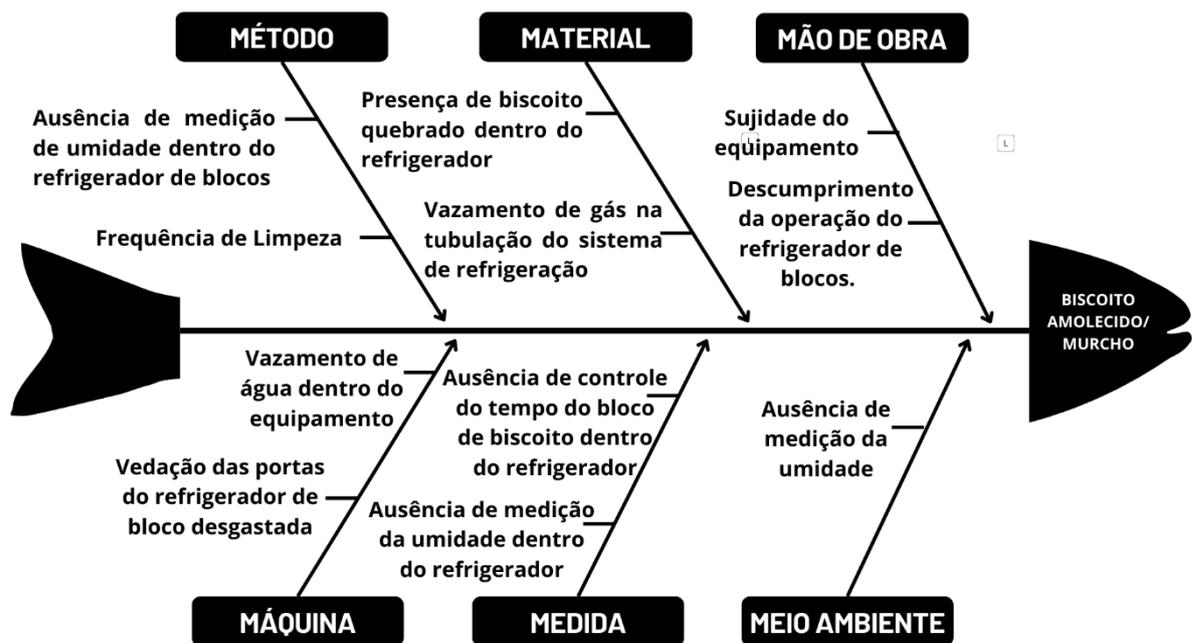
Na saída do forno, a medição da umidade da casquinha é realizada a cada 10 minutos, permitindo assim a identificação rápida de qualquer defeito e a realização

dos ajustes necessários. As etapas de mesa de corte e encaixotamento, foram dispensadas, uma vez só irão gerar biscoito murchos se as etapas anteriores do processo produtivo não estiverem sob controle.

### 4.3. Analisar

Com o intuito de realizar uma análise mais detalhada das áreas selecionadas para a melhoria, o grupo iniciou um estudo sobre o funcionamento do equipamento da refrigeração de blocos. O objetivo era compreender como esse equipamento poderia estar influenciando no aumento do número de biscoito *wafer* amolecidos/murchos. Os questionamento e levantamentos realizados pela equipe através de um *brainstorming* foram organizados em um diagrama de Ishikawa, conforme representado na Figura 8.

Figura 8 - Diagrama de *Ishikawa* para o Refrigerador de Blocos



Fonte: O autor (2024)

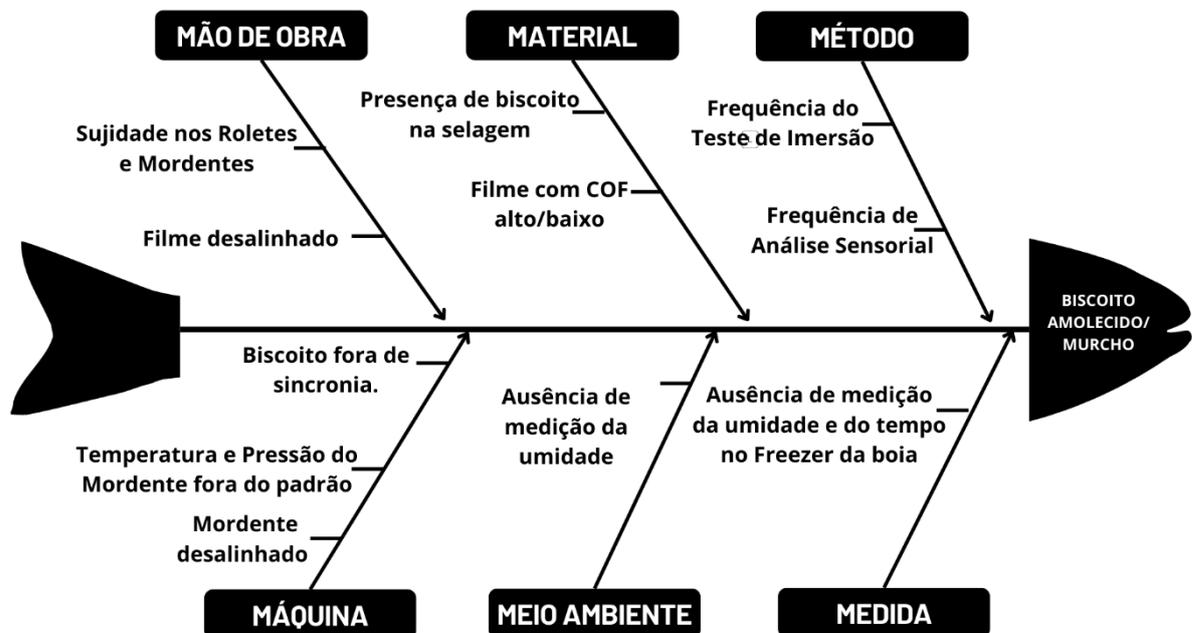
Na Figura 8, evidencia-se que o equipamento em questão apresenta algumas oportunidades de melhoria. Na etapa do método, a falta de monitoramento da umidade dentro do refrigerador de blocos pode resultar em uma tendência maior de biscoitos amolecidos, já que a transferência de calor entre o bloco e o ambiente era comprometida. Além disso, a ausência de uma rotina de limpeza adequada contribuiu para o acúmulo de sujeira e gelo no equipamento, afetando a umidade do ambiente, consequentemente a troca de calor entre o bloco de biscoito *wafer* com a umidade do equipamento.

Outro aspecto crítico evidenciado na Figura 8 na etapa de Medida foi a falta de controle do tempo do bloco de biscoitos dentro do refrigerador. Esse ponto destacado pode resultar em produtos murchos, uma vez que o bloco possivelmente absorveu uma quantidade excessiva de umidade, além do desejado, devido ao fato de ficar mais tempo do que o necessário dentro do equipamento. Na etapa de Máquina, a vedação das portas do equipamento e vazamentos dos evaporadores podem ter contribuído para que o biscoito chegue ao consumidor com aspecto amolecido.

Cardoso (2018), ao utilizar o diagrama de *Ishikawa* em seus estudos sobre a cristalização do recheio em biscoitos, também verificou que a falta de limpeza e o descumprimento dos procedimentos operacionais causavam uma má cristalização do recheio, impactando negativamente na textura do biscoito.

Após a conclusão da análise do refrigerador de blocos, foi realizada uma investigação detalhada da máquina de embalagem, conforme ilustrado na Figura 9. O objetivo, ao empregar essa ferramenta de qualidade, foi reunir os questionamentos através de um processo de *brainstorming* sobre como a embalagem poderia estar contribuindo para o aumento do número de biscoitos Wafer que estavam amolecendo ou ficando murchos.

Figura 9 - Diagrama de *Ishikawa* para a Máquina de Embalagem



Fonte: O autor (2024)

Sobre a máquina de embalagem, foram identificadas várias oportunidades de melhoria. Na etapa de máquinas, foi notado que a temperatura e a pressão

inadequadas do mordente, juntamente com seu desalinhamento, podem resultar em complicações durante a selagem dos biscoitos. Além disso, na etapa de materiais, foi evidenciado que um filme com um coeficiente de atrito (COF) alto ou baixo poderia acarretar problemas durante o processo de selagem da embalagem, assim como a presença de biscoito na selagem.

Silva (2023), em sua pesquisa utilizando DMAIC em uma indústria de chocolate, ao elaborar o diagrama de *Ishikawa* para a máquina de embalagem, observou os mesmos pontos levantados, como o COF alterado e a frequência de limpeza.

Outro aspecto destacado refere-se à etapa de medição, onde freezers industriais são utilizados para armazenar os biscoitos quando a máquina de embalagem apresenta algum defeito. O problema identificado foi a falta de um controle eficaz do tempo que os biscoitos permanecem dentro desses equipamentos até que a embaladora volte a funcionar.

Na etapa de mão de obra, foram observados problemas de sujeira nos roletes e mordentes na máquina de embalagem, assim como a frequência com que são limpos. Uma vez que ambos estejam com a limpeza comprometida, há uma dificuldade significativa para o equipamento garantir uma selagem bem-sucedida. Na etapa de Meio Ambiente, foi notada a falta de medição da umidade na área de embalagem, considerando que os biscoitos ficam em contato com o ar ambiente. A umidade elevada pode levar o *wafer* a absorver água, resultando em produtos com aspecto amolecido.

Por fim, na etapa de método, foi observado que o intervalo entre os testes de imersão poderia estar muito espaçado, sendo realizado a cada 1 hora. Além disso, a frequência da análise sensorial também foi levantada como uma questão importante. Esses dois testes são essenciais para identificar rapidamente problemas de amolecimento no biscoito, assim como problemas na selagem do pacote.

Kochem (2023), em seu projeto de melhoria utilizando o ciclo PDCA, também constatou que uma baixa frequência em testes sensoriais resultava em biscoitos *wafer* amolecidos/murchos após serem embalados.

#### **4.4. Implementar**

Após identificar os problemas e mapear os pontos que mais impactaram no número de reclamações de mercado de biscoito *Wafer* murcho foi necessária a elaboração de planos de ações. Visando garantir a efetividade da implementação dessas ações, foi

utilizado a ferramenta 5W2H. Esta foi escolhida por facilitar o acompanhamento e garantir que cada membro da equipe multidisciplinar saiba exatamente o que precisa ser feito para alcançar os objetivos estabelecidos.

Neste estudo o custo de cada ação não foi mencionado por questões de confidencialidade. Sendo assim, as demais ações foram organizadas seguindo a ferramenta mencionada e estão expostas no Quadro 3.

Quadro 3 – Planos de Ação a serem implementados no processo produtivo do biscoito *wafer*

WHAT (O QUE?)	WHY (POR QUE)	WHO (QUEM?)	WHERE (ONDE?)	WHEN (QUANDO?)	HOW (COMO?)	HOW MUCH (QUANTO)
Adquirir um termo higrômetro para uso interno do refrigerador de blocos	Para ter um controle da umidade e temperatura dentro do equipamento	Coordenador de Produção	Refrigerador de blocos	10/09/2023	Será efetuada a aquisição e calibração do equipamento	Custo Baixo
Determinar um padrão de umidade na saída do refrigerador de blocos	Padronizar a umidade ideal do biscoito wafer ao sair do refrigerador de blocos	Qualidade	Refrigerador de blocos	30/09/2023	Realizar testes de umidade até estabelecer a faixa ideal	-
Trocar as borrachas de vedação das portas do refrigerador de blocos	A troca das borrachas de vedação garantirá um maior controle da umidade interna do equipamento	Manutenção	Refrigerador de blocos	30/09/2023	Será efetuada a aquisição da borracha para vedar todas as portas do equipamento	Custo Médio
Revisar revestimento das tubulações, bandejas e ductos do refrigerador de bloco	A revisão é necessária para evitar que ocorram vazamentos e com isso afetem a umidade dentro do equipamento	Manutenção	Refrigerador de blocos	01/10/2023	Analizando todos os pontos onde pode gerar vazamentos de água no equipamento	-
Elaborar um plano de higienização diário para o refrigerador de blocos e embaladora	O plano de higienização irá permitir uma melhor padronização e eficiência na limpeza dos equipamentos	Analista de Processos Industrial	Refrigerador de blocos e Máquina de Embalagem	15/10/2023	Mapeando todo o processo e efetuando testes de limpeza nos equipamentos	-
Adquirir um temporizador com aviso sonoro para o freezer de boia	Para evitar que os biscoitos fiquem muito tempo submetidos a umidade e temperatura não controladas	Coordenador de Produção	Máquina de Embalagem	10/09/2024	Será efetuada a aquisição do aparelho para medir o tempo do biscoito dentro do freezer	Custo Baixo
Aumentar a frequência do teste de imersão	Com o aumento da frequência do teste, poder-se identificar mais rapidamente se a selagem do pacote está com falha	Operação	Máquina de Embalagem	10/09/2023	Será realizado o teste a cada 20 minutos utilizando dispositivo adequado (Vack Test)	-
Efetuar ajuste na embaladora sempre que a temperatura, pressão ou alinhamento do mordente estiver fora do padrão	Esses ajustes são necessários para garantir uma melhor selagem da embalagem do produto.	Manutenção	Máquina de Embalagem	30/09/2023	Treinar os operadores na verificação dessas variáveis e quando notarem alguma anomalia, acionar imediatamente a manutenção	-
Elaborar, treinar e executar com frequência análise sensorial no setor de embalagem	É necessário estabelecer uma frequência de análises sensoriais para encontrar de forma rápida alguma anomalia no processo	Estagiário	Máquina de Embalagem	15/10/2023	Será realizado um treinamento com a operação sobre como identificar um biscoito murcho através do paladar. Após identificado, deve-se comunicar ao seu superior imediato	-

Fonte: O autor (2024)

Após a elaboração dos planos de ação, foi iniciada a sua execução. Primeiramente, elaborou-se um plano de limpeza dos equipamentos envolvidos. Para essa ação, foi desenvolvido um documento, mostrado na Figura 10, que apresenta todas as informações de forma clara e objetiva, possibilitando a compreensão e execução assertiva do procedimento por todos os envolvidos.

Figura 10 - Modelo do Plano de Limpeza e Sanitização de Equipamentos

	<b>PLANO DE LIMPEZA E SANITIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS BISCOITO WAFER</b>	REV.: 01
--	--	----------

EQUIPAMENTO: REFRIGERADOR DE BLOCOS.

LINHA: 05

AUTOR: \_\_\_\_\_

APROVADOR: \_\_\_\_\_

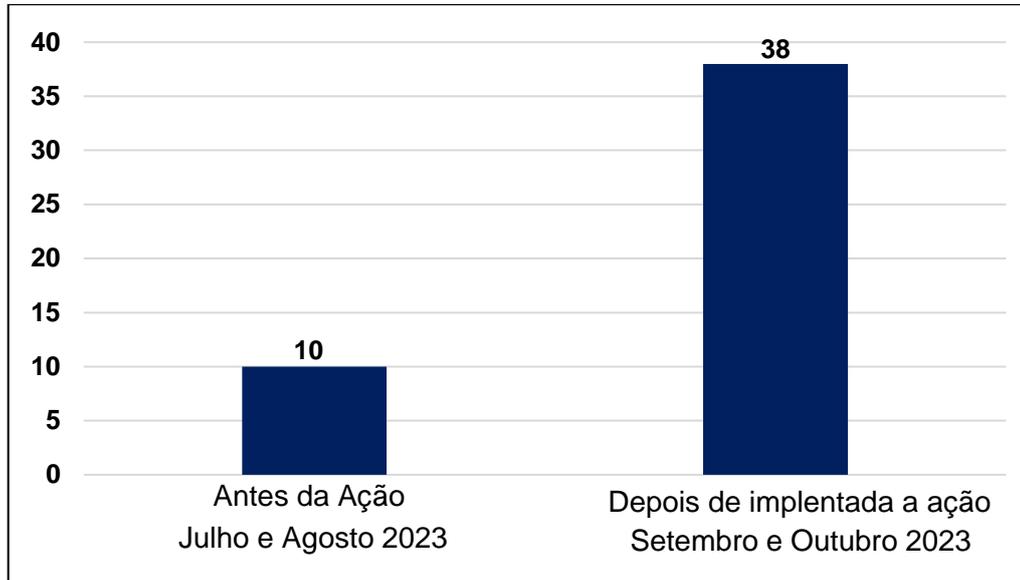
Nº	LOCAL	SUPERFÍCIE	MATERIAIS	EPI	PROCEDIMENTO	FREQUÊNCIA			RESPONSÁVEL
						DIÁRIA	SEMANAL	MENSAL	
1	PORTAS DO REFRIGERADOR DE BLOCOS (Parte Interna)	AÇO-INOX	Detergente Neutro Pano Descartável Água Álcool 70% Balde Esponja	Luva descartável; Bota; Óculos de Proteção;	Aplicar o detergente Neutro na superfície com auxílio da esponja; Deixar o produto agir por aproximadamente 5 minutos; Enxaguar com água quente; Secar com pano descartável; Passar Álcool 70% em toda superfície;		X		Operador do Refrigerador de Blocos
2									

Fonte: O autor (2024)

O plano de limpeza dos equipamentos foi desenvolvido com o objetivo de orientar os operadores na correta higienização de cada componente. Dessa forma, assegure-se que o equipamento permaneça limpo e funcione da melhor maneira possível. realizada, e, por fim, a última coluna designa o responsável pela execução da tarefa.

Outro ponto de ação levantado foi a diminuição do intervalo entre os testes de imersão, que antes era a cada 1 hora, e durante 3 meses foram utilizados 30 minutos. Os resultados expostos na Figura 11 demonstram que esta ação foi eficiente na identificação de problemas na selagem da embalagem do produto.

Figura 11 – Anomalias encontradas com a diminuição do Intervalo de 1 hora para 30 minutos do teste de imersão.

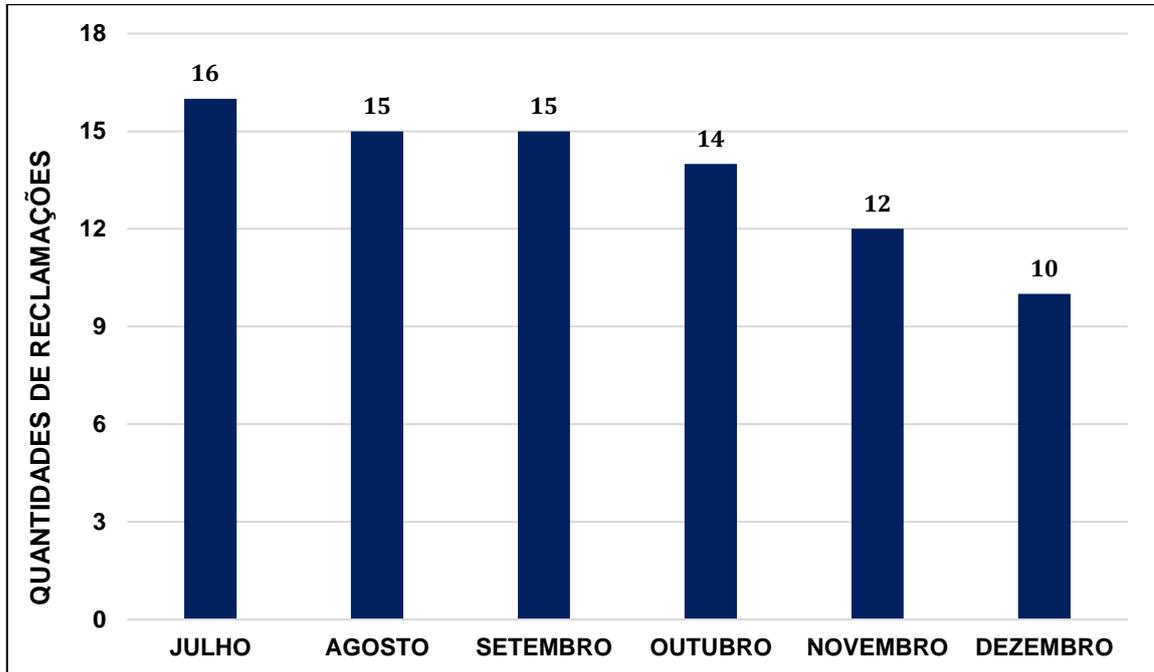


Fonte: O autor (2024)

Na Figura 11, observa-se que ao diminuir o intervalo de realização do teste de imersão para 30 minutos, percebeu-se um aumento significativo no número de defeitos de selagem nos pacotes. Isso demonstra que, ao diminuir o intervalo entre os testes, foi possível identificar e corrigir mais rapidamente os problemas relacionados à selagem dos produtos, sejam eles devido ao desalinhamento do filme na embaladora ou a problemas com mordentes fora do padrão. Além disso, a percepção mais rápida das anomalias evita que produtos com defeitos cheguem ao consumidor, prevenindo que os biscoitos *wafer* fiquem amolecidos ou murchos.

À medida que os demais planos de ação foram concluídos dentro do prazo estabelecido pelo time de melhoria, observou-se uma diminuição significativa no número de reclamações de mercado relacionadas ao aspecto amolecido-murcho da linha 5 de biscoito wafer. A figura 12 ilustra os resultados obtidos até um mês após a implementação de todos os planos de ação.

Figura 12 – Ocorrências de biscoito *wafers* amolecido/murchos durante a implementação dos planos de ação



Fonte: O autor (2024)

Conforme observado na Figura 12, a implementação dos planos de ação resultou em uma redução no número de reclamações de biscoitos amolecidos/murchos. Isso demonstra a eficácia dos planos de ação implementados pelo time de melhoria. Além disso, os resultados foram monitorados até o mês de abril para verificar se os objetivos propostos foram alcançados.

#### 4.5. Controlar

Após a implementação e aplicação de todos os planos de ação elaborados, a fase de monitoramento foi crucial para garantir a efetiva execução e manutenção dos resultados alcançados.

Para isso, foi desenvolvido um *checklist* de funcionamento de linha, conforme ilustrado na Figura 13. Este documento foi utilizado no início de cada produção ou *setup* (troca de sabor do biscoito) visando a verificação de pontos críticos da linha de produção que gerem biscoitos *wafers* amolecidos ou murchos.

Figura 13- Modelo de *checklist* de funcionamento

	<b>CHECK LIST DE FUNCIONAMENTO BISCOITO WAFER - LINHA 05</b>	<b>REV.: 01</b>		
DATA: _____		AUDITOR: _____		
EQUIPAMENTO	PONTO DE VERIFICAÇÃO	CONDIÇÃO*		OBSERVAÇÃO
		C	NC	
Refrigerador de Blocos	As borrachas de todas as portas do refrigerador de blocos estão em boas condições			
Refrigerador de Blocos	O termo higrometro do refrigerador esta funcionando e dentro do padrão estabelecido.			
Refrigerador de Blocos	O equipamento encontra-se limpo, sem sujidade ou pó de biscoito.			
Refrigerador de Blocos	O equipamento não apresenta nenhum vazamento interno.			
Embaladora	A temperatura e pressão do mordente estão dentro do padrão			
Embaladora	O filme de embalagem estão alinhados com o mordente			
Embaladora	O equipamento encontra-se limpo, sem sujidade ou pó de biscoito.			
Vack Test	O Vack Test esta funcionando e dentro do padrão pre-estabelecidos			
<b>Obs.:</b> * C = Conforme e NC = Não Conforme.				
Elaborado por: _____		Revisado por: _____		Aprovador por: _____

Fonte: O autor (2024)

A criação do checklist de funcionamento e sua implementação na linha de produção permitiram a verificação frequente dos pontos cruciais que podem gerar biscoitos wafer amolecidos. Em caso de não conformidade em algum dos pontos monitorados, a manutenção deveria ser imediatamente informada. Este documento facilita uma identificação mais precisa das ações necessárias para aprimoramento.

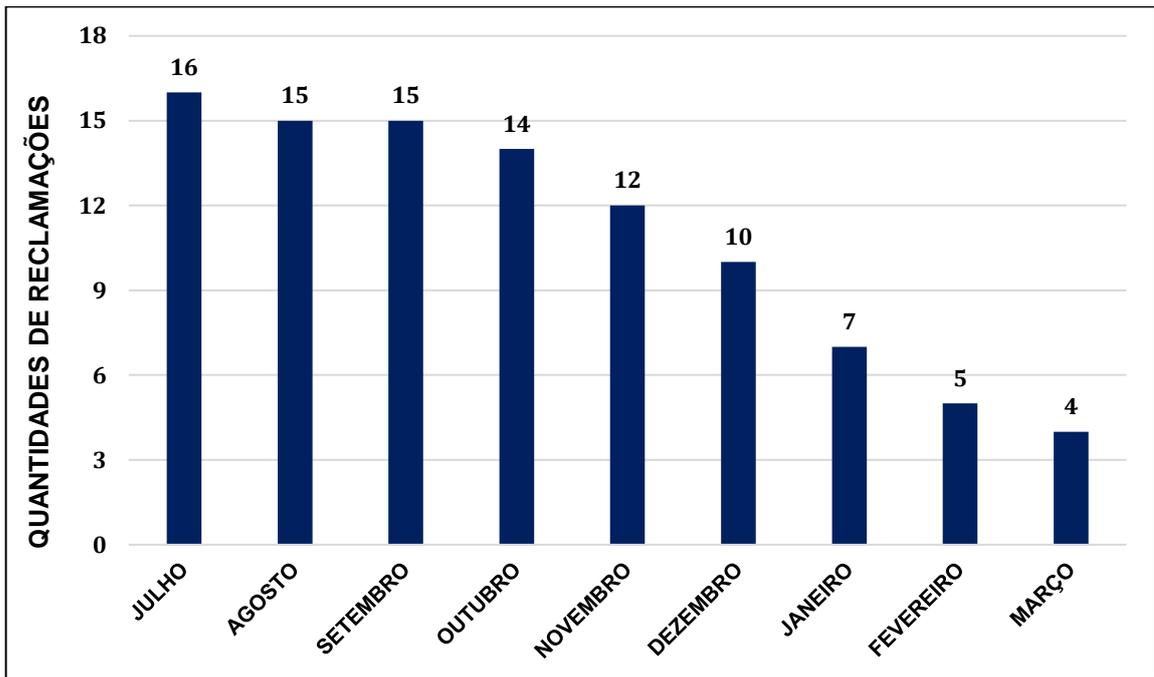
Após a implementação de todos os planos de ação identificados e a aplicação do plano de controle elaborado, o SAC foi monitorado até o encerramento do projeto, conforme indicado na Tabela 1. Os resultados mensais foram divulgados e acompanhados de perto pela equipe multidisciplinar, com o objetivo de realizar ajustes nas ações, se necessário, para garantir que o número de reclamações de biscoitos wafer amolecidos/murchos não aumentasse e os objetivos traçados fossem alcançados.

**4.6. Validação dos Resultados**

Com os pontos cruciais identificados e planos de ação executados pôde-se observar uma significativa redução de não conformidades, uma melhoria na textura

dos biscoitos wafer e isso se refletiu no aumento da satisfação do cliente, conforme demonstrado na Figura 14. Portanto, os resultados esperados com a aplicação da metodologia DMAIC foram alcançados. A abordagem sistemática e contínua de monitoramento e ajuste dos processos de produção foi fundamental para se obter esses resultados positivos, garantindo a qualidade e a consistência dos produtos finais.

Figura 14 - Histórico Completo do SAC durante a aplicação da metodologia DMAIC



Fonte: O autor (2024)

Na Figura 14, pode-se observar que, desde o início do projeto em julho de 2023 até o seu encerramento em março de 2024, houve uma significativa diminuição no número de reclamações de mercado sobre biscoitos amolecidos/murchos produzidos na linha 5.

Inicialmente, a meta estabelecida era reduzir em 30% o índice de reclamações em relação ao início do estudo de caso. No entanto, os resultados obtidos superaram amplamente essa meta, alcançando uma redução de 75% nas reclamações até o mês de fechamento do projeto. Essa redução substancial demonstra a eficácia das ações corretivas e preventivas adotadas e evidencia o compromisso da equipe em melhorar continuamente a qualidade dos produtos oferecidos ao consumidor.

Gomes (2023), aplicando o DMAIC em uma indústria de biscoito *wafer*, alcançou uma redução de 60% em casquinhas mal formadas no forno. Esses resultados

corroboraram com os achados deste estudo, demonstrando a eficiência dessa metodologia em diferentes abordagens.

Além dos resultados verificados, a implementação da metodologia DMAIC melhorou outros indicadores, tais como, a redução nas perdas de embalagens e o reprocesso produzido nas linhas de produção. Outro fator observado foi um aumento notável no engajamento de toda a equipe, situação determinante para obtenção resultados alcançados.

## 5 CONCLUSÃO

Com a aplicação da metodologia DMAIC, foi possível identificar que uma das linhas de produção era a fonte de não conformidades na qualidade do biscoito *wafer*. A cada etapa da metodologia DMAIC se identificou prioridades, se definiu e implementou-se ações para ajuste e correção do processo.

Com a implementação das ações foi possível observar uma significativa redução de não conformidades, uma melhoria na textura dos biscoitos *wafer* e isso se refletiu em uma redução de 75% no número de reclamações de mercado relacionadas a textura de biscoitos *wafer* (amolecidos/ murchos).

Para trabalhos futuros, sugere-se aplicar a metodologia em outras etapas do processo produtivo que possam influenciar na qualidade dos biscoitos *wafer* visando melhorar indicadores que possam impactar nas reclamações de mercado, como o reprocesso, sobrepeso e perda de embalagem.

## REFERÊNCIAS

ABIMAPI. Anuário 2023: Panorama da Indústria de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. São Paulo: ABIMAPI, 2023.

ALVES, Rosangela et al. **Aplicabilidade da matriz GUT para identificação dos processos críticos**: o estudo de caso do departamento de direito da universidade Federal de Santa Catarina. 2017.

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.

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

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 711, de 2022. **Diário Oficial da União**, 6 de junho de 2022.

CABRAL, A. J. C. et al. **Proposta de aplicação da metodologia DMAIC e pensamentos sistêmicos para melhoria contínua em uma empresa de envase de água mineral do interior de Goiás**: um estudo de caso. Revista GeTeC, v. 8, n. 21, 2019.

CARDOSO, Thiago Reis. **DMAIC como modelo para resolução de problemas: estudo de caso em indústria alimentícia**. 2018.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas**. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 2016.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E.P. (Coord.). **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

CHAPMAN, William. **The Science of Bakery Products**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2007.

CORRÊA, F. R. **Gestão da Qualidade**. Fundação CECIERJ, 2019. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/122019/938bb409a8f309d3d5807f2a663e4e33.pdf> . Acesso em 05 de dez. de 2023.

CORRÊA, H. L.; CAON, M. **Gestão de Serviços: Lucratividade por meio de operações e de satisfação dos Clientes**. São Paulo: Atlas, 2009.

COUTINHO, ANDERSON APARECIDO et al. **Ferramentas da Qualidade na Gestão do Processo Produtivo do setor de Vulcanização de uma Empresa Automotiva**. Revista Científica e-Locução, v. 1, n. 20, p. 13-13, 2021.

CUSTODIO, M. F. **Gestão da Qualidade e produtividade**. São Paulo. Pearson Education do Brasil, 2015.

DA FONTE, Mariana O. A. **O Lean Sigma Aplicado a uma Indústria Automobilística**. 2008. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA.

DAYCHOUM, Merhi. **40 + 20 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de Farinhas Mistas: uso de farinhas mistas na produção de biscoitos**. Brasília: Embrapa, 1994.

FERREIRA, Glória Marina Larangeiro da Costa. **Otimização de Processos Analíticos no âmbito da Indústria Farmacêutica com abordagem às Metodologias Lean Seis-Sigma de Gestão da Melhoria Contínua**. 2019. Dissertação de Mestrado.

FIGUEIREDO, V. F.; COSTA NETO, P. L. O. **Implantação do HACCP na Indústria de Alimentos**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 8, n. 1, p. 100-101, abr. 2001

GIOCONDO, F. I. C. **Ferramentas básicas da qualidade: Instrumentos para gerenciamento de processo de melhoria contínua**. 3. ed. São Paulo, 2010.

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.

JURASUKPRASERT, P.; GARZA-REYES, J. A.; KUMAR, V.; LIM, M. K. A. **A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 5, n. 1, p 2-21, 2014.

KLEFSJO, B., WIKLUND, H., EDGEMAN, R.L. **Six Sigma seenas a methodology for total quality management**. Measuring Business Excellence5, p. 31-35, jan. 2001.

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

LINS, Ana Camille da Costa. **Utilização do método MASP para melhoria de produtividade em uma linha de produção de biscoitos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

MANLEY, D. **Technology in biscuits, crackers and cookies**. Cambridge: CRC Press, 2000.

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. **Introdução à administração**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos**. Campinas: Varela, 2001.

MARTINS, Tulio. **5W1H ou 5W2H – O que é, como fazer e quando utilizar?**. Disponível em: <https://tuliomartins.com.br/5w1h-ou-5w2h/>. Acesso em 09 de dez. 2023.

MENITA, P. R. et al. **Fatores determinantes para o desempenho dos processos de produção de fluxo contínuo**: estudo de caso na indústria de biscoitos. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 31.

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/melhoria-continua/> . Acesso em 05 de dez. de 2023.

OLIVEIRA, José. **Bolacha Wafer: Uma Deliciosa História. Cesta Nobre**, 2023. Disponível em: <https://loja.cestanobre.com.br/blog/bolacha-wafer-uma-deliciosa-historia>. Acesso em 08/04/2024

OLIVEIRA, L. R. et al. **Avaliação da maturidade de processos: contribuição para a melhoria contínua da cadeia de valor em um hospital público de minas gerais**. RAHIS. Revista de administração hospitalar e inovação em saúde, v. 14, p. 76, 2017

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e implementação de eventos kaizen**. Bookman Editora, 2009.

PRASHAR, A. **Adoption of Six Sigma DMAIC to reduce cost of poor quality**. International Journal of Productivity and Performance Management, v. 63, n. 1, p. 103-126, 2014.

PESTANA, Marcelo Diniz et al. **Aplicação integrada da matriz GUT e da matriz da qualidade em uma empresa de consultoria ambiental**. Um estudo de caso para elaboração de propostas de melhorias. Gestão de Serviço, p. 6, 2016.

ROCHA, Pedro. **"O impacto da tecnologia na indústria de alimentos e bebidas"**. Indústria 4.0. 2023. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/23436-o-impacto-tecnologia-industria-alimentos-bebidas>. Acesso em 27/01/2024.

REIS, D. D. **Aplicação da metodologia Seis Sigma, modelo Dmaic, na operação de uma empresa do setor ferroviário**. 2011. Trabalho de conclusão de curso.

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.

SENA, Vinicius Desiderio. **Aplicação da metodologia DMAIC em uma fábrica de sorvetes para a redução de desperdício de embalagens de picolé**. 2021.

SILVA, Isabel Cristina Farias da. **Aplicação da metodologia DMAIC para redução de perdas em uma indústria de chocolates**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.

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.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

SMITH, R. **Red, Green, Blue: A Speedy Process for Sorting Brainstorm Ideas**. 2020.

SUDAN, Letícia. Técnica dos 5 porquês: O que é e sua importância. MEREIO, 2021. Disponível em: <https://mereio.com/blog/5-porques/> . Acesso em 10 dez. de 2023.

TRUCOLO, Ana Cristina et al. **Matriz GUT para priorização de problemas**—Estudo de caso em empresa do setor elétrico. Revista Tecnológica, v. 5, n. 2, p. 124-134, 2016.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas do lean seis sigma integrado ao PDCA e DMAIC**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2013.