UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RAQUEL MARIA CRUZ DA SILVA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA DO DESEMPENHO OPERACIONAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PANIFICADORA

Delmiro Gouveia - AL
2024

RAQUEL MARIA CRUZ DA SILVA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA DO DESEMPENHO OPERACIONAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PANIFICADORA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas - Campus Sertão, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Lobo Mesquita.

Delmiro Gouveia - AL

2024

Catalogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia
Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

S586a Silva, Raquel Maria Cruz da
Aplicação de ferramentas da qualidade para melhoria do desempenho operacional: um estudo de caso em uma panificadora / Raquel Maria Cruz da Silva. – 2024.
57 f. : il.

Orientação: Lígia Lobo Mesquita.
Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia de Produção. Delmiro Gouveia, 2024.

1. Engenharia de produção. 2. Desempenho operacional. 3. Ferramentas da qualidade. 4. Processos. 5. Panificadora. I. Mesquita, Lígia Lobo, orient. II. Título.

CDU: 658.562

Folha de Aprovação

RAQUEL MARIA CRUZ DA SILVA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA DO DESEMPENHO OPERACIONAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PANIFICADORA.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 26 de março de 2024.

Documento assinado digitalmente
gov.br
LIGIA LOBO MESQUITA
Data: 28/03/2024 09:38:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Profa. Dra. Lígia Lobo Mesquita
Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão
(Orientadora)

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br
ALLINE THAMYRES CLAUDINO DA SILVA
Data: 28/03/2024 09:44:22-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Profa. Msc. Alline Thamyres Claudino da Silva
Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão

Documento assinado digitalmente
gov.br
JONHATAN MAGNO NORTE DA SILVA
Data: 28/03/2024 09:46:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof. Dr. Jonhatan Magno da Silva
Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus, por ser minha força constante, minha fonte de esperança e meu guia em todos os momentos da minha vida.

Agradeço à minha mãe, Josevânia Maria, por todo amor e por sempre estar por mim em todos os momentos. Suas lutas e seus sacrifícios refletem na pessoa que sou hoje e ser sua filha é a coisa que mais tenho orgulho nessa vida.

Ao meu pai, Manoel Roberto, o grande Zé Araguaia, o homem do coração mais lindo e generoso que já conheci. Aquele que nunca mediu esforços para nos proporcionar tudo aquilo que ele mesmo não teve. Trabalhou incansavelmente, dia e noite, para garantir que nunca nos faltasse nada.

Ao meu irmão, Raphael, que é e sempre será meu exemplo. Seja onde estivermos na vida, sei que você sempre será a primeira pessoa a quem vou recorrer.

Aos Novais, minha segunda família. Em especial à Rosimere Novais, que me acolhe e me ama como uma filha, e à Sabrina Novais, minha irmã de coração, que é meu porto seguro e esteve comigo literalmente minha vida inteira. Seu apoio e sua amizade me tornam melhor a cada dia. Com vocês duas, independente do lugar, sei que também estou em casa.

Aos meus afilhados, Arthur Rafael e Samuel Novais, que possuem todo o meu coração. Vocês são verdadeiros presentes e espero sempre ser motivo de orgulho. Estarei aqui para apoiá-los e amá-los incondicionalmente.

Aos meus amigos de infância, que testemunharam todas as versões de mim. Em especial à Nathália Andrade, Emily Pereira, Maria Juliana e Priscila Carina. Que mesmo com toda distância, sempre se fizeram presentes e nunca medem esforços para me fazer a pessoa mais feliz do mundo. Amo vocês demais meninas, e tenho um orgulho imenso das mulheres incríveis que vocês se tornaram. Obrigada por todas as risadas, choros, amor e cuidado; a Ailton Gabriel, que me conhece como ninguém, afinal, ele é igual a mim. Amigo, obrigada por tanto, você é uma das minhas maiores fortalezas; a Claudio Junior, que com seu carisma e cuidado (do jeito dele), me trouxe a paz que eu precisava para permanecer sã; a Juliane Machado, que é uma inspiração para mim. Sua força, seu incentivo e seu abraço têm sido essenciais na minha caminhada; a Camila Oliveira, que é uma das pessoas mais lindas e doces que conheço. A calma e a paciência dela foram fundamentais para me amparar nos momentos

em que eu mais me sentia perdida; e a Vitor Heitor, minha cara metade, nossa amizade é coisa de destino.

Agradeço também às pessoas que estiveram comigo durante todo esse tempo de graduação. À Vetor, por ter sido por muito tempo meu lar dentro da universidade, ter me dado propósito quando tudo muitas vezes parecia nublado e ter me apresentado as melhores pessoas que conheci nessa trajetória. Em especial a Reginaldo Farias, Alexandre Henrique, Paulo Ricardo, Thomás Duarte, Deividson Fernandes, Matheus Guabiraba, Fabrício Miranda, Edson Victor e Raissa Alves; a Larissa Hora, por ser a maioral e me aguentar mudando o tema deste TCC umas 70 vezes, mas que em todas elas me acalmou com o humor e a sensatez que só ela tem e me mostrou a capacidade que nem eu mesma via em mim; a Claudemirson pela paciência quase inexistente e por todo afeto que surgiu da nossa conexão. Ele é uma peça rara que possui um coração do tamanho do mundo; a Ozeas que com todo seu amor torna tudo mais especial. Amigo, o universo fez questão de juntar nossos caminhos, e eu não poderia ser mais grata, te amo.

Aos Irmãos Machado, Júlia e João Paulo, que acompanharam de perto toda a saga desse TCC. Obrigada por tantos momentos, tantas risadas e tanto companheirismo. A amizade que construímos é uma das coisas mais lindas que levo comigo; também a Artur, Kleivinho e Ulisses que mesmo chegando como agregados, conquistaram um lugarzinho só deles no meu coração. Meninos, tenho muita sorte de ter conhecido vocês; a Jessyca Oliveira, que com nossas conversas gigantes, completamente aleatórias, falando sobre absolutamente tudo e todos e com sua leveza, torna meus dias mais calmos e engraçados; e a ele, minha pessoa, a amizade mais linda que a graduação me proporcionou, minha alma gêmea: Rômulo, obrigada por existir, por ser você e por ser meu pilar em todos os momentos.

Aos meus professores, pelo valioso aprendizado que proporcionaram, não apenas transmitindo conhecimento, mas também compartilhando suas preciosas experiências profissionais e pessoais. Em particular, quero expressar minha profunda gratidão a Jonhatan Magno, Alline Tamyres e Manoel Torres, que se dedicam incansavelmente pelo curso de Engenharia de Produção e para oferecer a melhor formação possível aos seus alunos. Seu comprometimento e carinho demonstrados ao longo desta jornada, foram fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

E por fim, a minha orientadora, Professora Drª. Ligia Lobo Mesquita, que aceitou me orientar e se dispôs a me ajudar nesse momento tão importante. Obrigada por toda paciência e dedicação, sem você, nada disso seria possível.

“Então, acho que somos quem somos por várias razões. E talvez nunca conheçamos a maior parte delas. Mas mesmo que não tenhamos o poder de escolher quem vamos ser, ainda podemos escolher aonde iremos a partir daqui. Ainda podemos fazer coisas. E podemos tentar ficar bem com elas.”

- As vantagens de ser invisível,
de Stephen Chbosky

RESUMO

Este estudo de caso foi dedicado a aplicar ferramentas da qualidade para identificar oportunidades de melhoria na produção do pão francês em uma pequena panificadora. Por meio da utilização do Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), Diagrama de Dispersão e 5W2H, foram identificadas oportunidades de melhorias no processo de fabricação do pão francês. As mudanças implementadas reduziram significativamente a variabilidade do processo e elevaram o nível de qualidade do produto. A simplificação do fluxo de produção e a eliminação de obstáculos contribuíram para a redução de erros, economia de tempo e materiais, melhora no fluxo de produção e aumento da eficiência operacional. Assim, o estudo evidenciou que pequenas mudanças operacionais podem impactar positivamente no desenvolvimento dos processos de uma empresa de pequeno porte, sem necessariamente gerar investimentos adicionais.

Os resultados obtidos revelaram melhorias significativas no desempenho operacional da panificadora. A identificação de problemas críticos, como a falta de uniformidade e a presença de rachaduras na superfície dos pães, permitiram a elaboração de um plano de ação eficaz. A análise e controle das causas desses problemas, como variações na temperatura ambiente, no tempo de fermentação e na temperatura do forno, resultaram na redução de 21,44% dos erros identificados no processo, reduzindo também as Não Conformidades críticas, NC02 e NC03, com reduções de 24,53% e 32,45% respectivamente. Além disso, a simplificação do fluxo de produção e a eliminação de cruzamentos e retornos contribuíram para a melhoria da eficiência operacional, demonstrando que pequenas mudanças podem gerar impactos positivos significativos nos processos de fabricação.

Palavras-chave: Ferramentas da qualidade; Desempenho operacional; Melhoria de processos; Estudo de caso.

ABSTRACT

This case study was dedicated to the application of quality tools in a bakery aiming to improve operational performance. Through the use of Flowchart, Check Sheet, Pareto Diagram, Cause & Effect (Ishikawa) Diagram, Scatter Diagram and 5W2H, opportunities for improvement in the manufacturing process of French bread were identified. The implemented changes significantly reduced process variability and elevated the product's quality level. The simplification of the production flow and the elimination of obstacles contributed to error reduction, saving time and materials, improving production flow, and increasing operational efficiency. Thus, the study highlighted that small operational changes can positively impact the development of processes in a small-scale company without necessarily requiring additional investments.

The obtained results revealed significant improvements in the operational performance of the bakery. The identification of critical issues, such as lack of uniformity and the presence of cracks on the surface of the bread, enabled the development of an effective action plan. The analysis and control of the causes of these issues, such as variations in ambient temperature, fermentation time, and oven temperature, resulted in a reduction of 21.44% in the identified errors in the process, also reducing critical Non-Conformities, NC02 and NC03, with reductions of 24.53% and 32.45% respectively. Furthermore, the simplification of the production flow and the elimination of crossovers and returns contributed to the improvement of operational efficiency, demonstrating that small changes can generate significant positive impacts on manufacturing processes.

Keywords: Quality tools; Operational performance; Process improvement; Case study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Significado dos símbolos do fluxograma 21
Figura 2 – Gráfico das ferramentas utilizadas 26
Figura 3 – Gráficos dos indicadores afetados 27
Figura 4 – Organograma 30
Figura 5 – Etapas do estudo de caso 31
Figura 6 – Protocolo de estudo de caso 32
Figura 7 – Fluxograma do processo produtivo do pão francês 35
Figura 8 – Problemas críticos 37
Figura 9 – Ishikawa NC03 37
Figura 10 – Ishikawa NC02 38
Figura 11 – Relação entre o tempo de fermentação e temperatura do forno 40
Figura 12 – Relação entre temperatura do ambiente e tempo de fermentação 41
Figura 13 – Comparação das não conformidades antes e depois da aplicação das ferramentas da qualidade 45
Figura 14 – Variáveis do Ishikawa NC03 após mudanças 46
Figura 15 – Variáveis do Ishikawa NC02 após mudanças 47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estrutura do trabalho 16
Quadro 2 – Conceitos de qualidade 17
Quadro 3 – Eras da Qualidade de Garvin 18
Quadro 4 – Aplicação das ferramentas da qualidade 24
Quadro 5 – Análise estruturada do pão francês 36
Quadro 6 – Volume de produção 22
Quadro 7 – Receita de vendas 22
Quadro 8 – Plano de ação 42
Quadro 9 – Não conformidades detectadas antes e depois da aplicação das ferramentas 45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP	Controle Estatístico de Processos
CTQ	Controle Total da Qualidade
FMEA	Análise de Efeito e Modo de Falha
TQM	Total Quality Management
LSC	Limites de Controle Superior
LIC	Limites de Controle Inferior
LC	Limite Central
NC	Não Conformidade

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	14
1.1	**Justificativa**.....	15
1.2	**Objetivos**.....	16
1.2.1	Objetivo geral.....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
1.3	**Estrutura do trabalho**.....	16
2	**REFERENCIAL TEÓRICO**	17
2.1	**Gestão da qualidade**.....	17
2.2	**Controle estatístico de processos**.....	19
2.2.1	Ferramentas da qualidade.....	20
2.3	**Ferramentas da qualidade e Desempenho operacional**.....	23
3	**PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**.....	29
3.1	**Caracterização da pesquisa**.....	29
3.2	**Descrição da empresa em estudo**.....	30
3.3	**Etapas do estudo de caso**.....	31
4	**ANÁLISE DOS RESULTADOS**.....	33
4.1	**Plano de ação**.....	42
4.2	**Análise da eficácia das ações**.....	44
5	**CONSIDERAÇÕES FINAIS**.....	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A busca por níveis elevados de eficiência tem impulsionado organizações de todos os tipos e portes a adotarem abordagens de qualidade que melhoram os processos produtivos (Kaplan; Cooper, 1998). Apesar disso, pequenas empresas frequentemente enfrentam desafios ao acessar consultorias especializadas, treinamentos técnicos e o conhecimento de boas práticas de gestão. Estes elementos, considerados essenciais em grandes corporações, representam obstáculos para o aperfeiçoamento dos processos nas organizações de menor porte (Silva et al., 2021).

Com a finalidade de simplificar a aplicação dos princípios da qualidade, o estudioso Kaoru Ishikawa organizou um conjunto de ferramentas que são utilizadas nas diversas áreas do conhecimento. Ishikawa destacou sete ferramentas fundamentais, as quais considerou cruciais para a resolução eficaz de problemas, a saber: folha de verificação, histograma, análise de Pareto, diagrama de causa e efeito, gráfico de controle, diagrama de dispersão e fluxograma (Mach E Guareta, 2001; Martins, 2002).

A implementação dessas ferramentas não apenas identifica e minimiza possíveis falhas, mas também proporciona aprimoramentos contínuos nos processos. A melhoria contínua destaca-se como uma estratégia essencial para elevar a competitividade e assegurar a satisfação do cliente, consolidando a importância da gestão da qualidade no panorama empresarial moderno. Além do foco principal na satisfação dos clientes, a qualidade está diretamente relacionada à saúde e segurança alimentar (Telles, 2014). Portanto, esta pesquisa abordará a aplicação das ferramentas e técnicas da gestão da qualidade no setor de alimentos.

Este estudo de caso descreve a aplicação das ferramentas da qualidade em uma panificadora localizada em Delmiro Gouveia - Alagoas, com o objetivo de encontrar soluções para os problemas identificados no processo de fabricação do seu principal produto, o pão francês. Além disso, dedica-se a apontar possíveis oportunidades de melhoria.

1.1 Justificativa

A aplicação das ferramentas da qualidade como apoio às organizações proporciona o conhecimento analítico dos processos, domínio das fraquezas e a melhoria contínua do desempenho organizacional (Fujimoto, 2017, p. 43). Para além desses pontos de desempenho, a gestão da qualidade está relacionada à saúde e segurança alimentar, abrangendo o setor de alimentos (Telles, 2014).

No Brasil, um dos segmentos mais influentes no gênero alimentício, é a panificação (ABIA, 2020). Segundo a ABIP (2020), o pão francês se destaca como o principal produto do setor de panificação, representando 6,80% das vendas totais. No entanto, esse produto tem enfrentado uma perda de 1,26% no volume de quilos e uma variação de preço de 16,40%. Esses dados revelam que os consumidores estão reconsiderando a aquisição do pão francês, seja devido ao aumento de preço do produto ou à queda da qualidade do item, dando origem a um contexto propenso à substituição (SEBRAE, 2023).

Com aproximadamente 72.000 estabelecimentos, as padarias desempenham um papel significativo no cenário econômico nacional, predominantemente caracterizados como pequenas empresas (ABIP, 2020). O SEBRAE (2018), classifica as organizações com base em seu porte. As pequenas empresas possuem uma equipe de 10 a 49 colaboradores e/ou um faturamento anual situado entre R$360 mil e R$4,8 milhões. Essa classificação fornece uma compreensão clara dos diferentes segmentos empresariais com base em critérios específicos.

Embora a aplicação das ferramentas da qualidade seja essencial para resolução de problemas, possibilitando melhorias nos processos (Revelle, 2012); ainda não são amplamente adotadas no contexto de micro e pequenas empresas (Blanco, 2020). Assim, torna-se necessário realizar estudos de caso com o intuito de evidenciar os benefícios da aplicação destas ferramentas em contextos relevantes (Sousa e Mota, 2022). Surge o seguinte questionamento: Quais oportunidades de melhoria podem ser obtidas no processo de produção do pão francês com a implementação de ferramentas de qualidade?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Aplicar ferramentas da qualidade para identificar oportunidades de melhoria na produção do pão francês em uma pequena panificadora localizada no sertão alagoano.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar principais falhas no processo;
- Quantificar as falhas identificadas no processo;
- Propor melhorias para as oportunidades de melhorias detectadas;
- Identificar ganhos tangíveis e intangíveis para a organização.

1.3 Estrutura do trabalho

O Quadro 1 apresenta a estrutura desse trabalho.

Quadro 1 – Estrutura do trabalho.

Capítulo	Objetivo	Tópicos
1 Introdução	Contextualizar o tema da pesquisa, evidenciar sua importância e apresentar a problemática proposta.	Introdução, justificativa, problema de pesquisa, objetivos e Estrutura do trabalho.
2 Referencial Teórico	Fornecer embasamento teórico explorando conceitos e informações relevantes sobre os constructos que compõem a pesquisa.	Gestão da Qualidade, Controle Estatístico de Processos, Ferramentas da Qualidade e Desempenho Operacional.
3 Procedimentos Metodológicos	Discutir os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento do trabalho.	Caracterização da pesquisa e etapas do estudo.
4 Análise e Discussão dos Resultados	Apresentar os resultados obtidos por meio dos procedimentos metodológicos empregados.	Plano de ação e análise comparativa dos dados.
5 Considerações Finais	Apresentar as conclusões derivadas das discussões realizadas, com base nos resultados obtidos.	Limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

Fonte: Autora (2023).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda a fundamentação teórica apresentando os constructos de pesquisa e explorando a relação entre eles. A seção 2.1 conceitua qualidade e mostra a evolução das suas Eras; A seção 2.2 possui a definição e os objetivos do Controle Estatístico de Processos enfatizando a funcionalidade das ferramentas da qualidade; A seção 2.3 explora as relações entre a aplicação das ferramentas da qualidade e a melhoria no desempenho operacional.

2.1 Gestão da qualidade

O conceito de qualidade evolui refletindo as mudanças nas necessidades da sociedade, nas práticas industriais e nos padrões de consumo. O qual foi desenvolvido e trabalhado por autores como Shewhart, Deming, Juran, Feigenbaum, Crosby, Ishikawa, Taguchi e Garvin a partir da década de 1950, tanto nos Estados Unidos quanto no Japão (Kanji, 1990). O Quadro 2 apresenta a definição da qualidade por alguns desses “gurus”.

Quadro 2 – Conceitos de qualidade.

Autor	Definição
Deming	Grau previsível de uniformização e fiabilidade a um custo baixo, adequado às necessidades do mercado.
Juran	Adequação ao uso.
Feigenbaum	Total das características de um produto ou serviço, referentes a marketing, engenharia, manufatura e manutenção, pelas quais o produto ou serviço, quando em uso, atenderá às expectativas do cliente.
Crosby	Conformidade com as exigências (requisitos, especificações).

Fonte: Adaptado de Lopes (2014).

David Garvin, a partir do entendimento dessas definições, propôs uma das classificações temporais mais adotadas a respeito da qualidade (Carvalho e Paladini, 2012). Garvin classifica a evolução da qualidade em quatro Eras (Quadro 3): Inspeção, Controle Estatístico da Qualidade, Garantia da Qualidade e Gestão da Qualidade Total.

Quadro 3 – Eras da Qualidade de Garvin

Era da Qualidade	Interesse Principal	Ênfase
Inspeção	Verificação	Uniformidade do produto.
Controle Estatístico da Qualidade	Controle	Uniformidade do produto com menos inspeção e ênfase no processo.
Garantia da Qualidade	Coordenação	Impedir falhas de qualidade com a função qualidade assumindo o nível de gestão.
Gestão da Qualidade Total	Impacto Estratégico	Foco nas necessidades do cliente.

Fonte: Adaptado de Carvalho e Paladini (2012).

A primeira Era, *Inspeção*, abrangeu o período entre o final do século XVIII até o início do século XX. Esse ponto inicial da história da Qualidade foi caracterizado pela predominância da produção artesanal, em que o "controle de qualidade" do produto era feito por meio da inspeção. Durante a primeira revolução industrial os produtos com defeitos eram retirados do processo sem investigação prévia das causas, já que não existiam métodos científicos para garantir a qualidade do produto de acordo com especificações. Para Garvin (1992), do ponto de vista do controle da qualidade, a principal conquista foi a criação de um sistema racional de medidas, gabaritos e acessórios no início do século XIX.

No decorrer do século XX, mais precisamente do início dos anos 30 até o final dos anos 40, ocorreu a segunda Era: *Controle Estatístico da Qualidade*. Nesse momento houve uma mudança bastante significativa na abordagem de qualidade. Em 1920 o engenheiro Walter A. Shewhart desenvolveu as cartas de controle dando origem ao Controle Estatístico de Processos (CEP). O CEP introduziu métodos estatísticos para monitorar processos de fabricação, identificar variações e realizar medidas corretivas em tempo real. Isso permitiu um controle mais preciso da qualidade, redução de defeitos e aumento da eficiência na produção. Shewhart ficou conhecido como pai do controle estatístico da qualidade. Nessa época, houve avanço na indústria e na melhoria da qualidade de produtos e serviços em diversas áreas.

Após o final da segunda guerra mundial o mercado apresentou um crescimento gradativo. Nesse cenário, surgiu a terceira Era, *Garantia da Qualidade*. O foco da qualidade se volta para os processos, evoluindo para conceitos mais abrangentes de gestão. Figuras importantes passaram a contribuir com seus trabalhos, ficando conhecidas como "gurus da qualidade". Para assegurar a qualidade na produção, torna-se essencial contar com a utilização de programas e sistemas.

Pacheco (2018) enumera quatro elementos principais da *Garantia da Qualidade*: a. Custos da qualidade e custos da não qualidade, abordados por Juran (1951) na primeira edição do livro "*Quality Control Handbook*", quantificando os custos das falhas de produção; b. O Controle Total da Qualidade (CTQ) desenvolvido por Feigenbaum, modelo que enfatiza a

qualidade de produtos e serviços como responsabilidade de toda a organização; c. Engenharia da Confiabilidade, aplicada no desenvolvimento de técnicas com impacto direto nos projetos dos produtos, usando a ferramenta Análise de Efeito e Modo de Falha (FMEA); d. Programa Zero Defeitos, inspirado no trabalho que Crosby realizou na década de 60, abordando a filosofia "fazer correto da primeira vez".

A *Gestão da Qualidade Total* ou *Total Quality Management (TQM)*, quarta Era, foi crucial na evolução do pensamento sobre qualidade nas organizações. Surgiu nas décadas de 1980 e 1990 e representou uma abordagem em que a qualidade ultrapassou os setores de produção e afeta todos os aspectos das operações empresariais. Estruturaram-se também conceitos na cultura organizacional e houve um avanço na abordagem participativa da qualidade, baseado em experiências de empresas do Japão, o qual teve o interesse do cliente como ponto de partida (Paladini, 2000). Com a visão voltada para a satisfação dos clientes, nessa Era, a qualidade não era vista apenas como uma preocupação do departamento de controle de qualidade, mas como uma responsabilidade de todos os funcionários, desde a alta administração até os trabalhadores de linha de frente. Nesse período destaca-se os trabalhos de Deming, 14 pontos para a gestão da qualidade, e Kaoru Ishikawa, difusão das sete ferramentas da qualidade.

Diante disso, a presente pesquisa é focada na segunda Era da Qualidade, em que o CEP fornece as bases para o controle e a melhoria dos processos de produção tornando-os estáveis e previsíveis ao longo do tempo. Para isso, disponibiliza informações e ferramentas que medem, analisam e controlam as variações nos processos, fazendo com que a busca pela qualidade se torne factual. A base de dados estatísticos é fundamental na jornada contínua das organizações em direção à excelência em qualidade e é nessa perspectiva que está o direcionamento desta pesquisa.

2.2 Controle Estatístico de Processos

O Controle Estatístico de Processos (CEP) ou Statistical Process Control (SPC) é um método caracterizado pelo monitoramento de processos por amostragem, cujo principal direcionamento é averiguar as causas que exercem um impacto negativo na qualidade de um determinado produto ou serviço (Iaros, 2015). O CEP executa o acompanhamento constante com base na estatística. A estatística surgiu para auxiliar indústrias na melhoria da qualidade de seus produtos (Pires, 2000). Para que isso aconteça, é essencial a eliminação da

variabilidade, garantindo a estabilidade e a menor oscilação dos resultados (Addeh et al., 2014).

Yuan, Chung, Cai & Sung (2020) argumentam que a vantagem da aplicação do CEP em relação a outros métodos estaria na detecção precoce e prevenção de problemas, em vez de corrigir defeitos depois que eles ocorrem. Além da manufatura, o Controle Estatístico de Processo também foi expandido para muitos outros campos, como saúde, gerenciamento de energia, mercados financeiros, práticas de serviço, entre outros.

O CEP desempenha um papel importante na redução das variações nos processos de produção, pois utiliza um conjunto de ferramentas para resolução de problemas comumente chamadas de "ferramentas da qualidade". Suas aplicações para melhoria da qualidade são amplamente empregadas nas organizações de manufatura e serviço (MONTGOMERY, 1997).

2.2.1 Ferramentas da qualidade

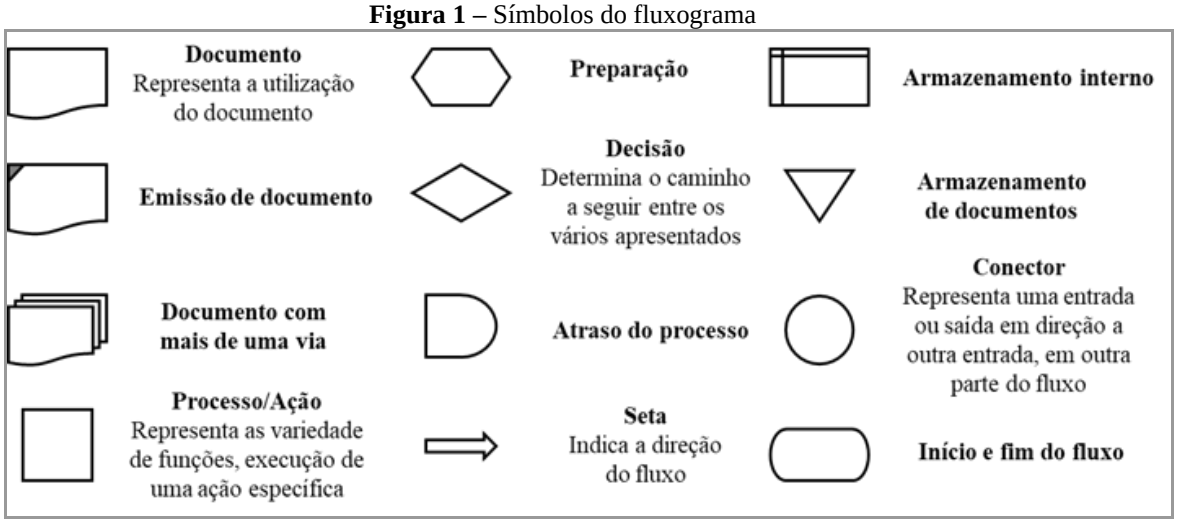
As sete ferramentas tradicionais ou as sete ferramentas básicas de controle de qualidade, aplicadas pelo Dr. Kaoru Ishikawa, são um conjunto de técnicas gráficas identificadas como eficientes na resolução de problemas relacionados à qualidade (KIRAN, 2017).

De acordo com Lélis (2018), as sete ferramentas da qualidade são:

1) Fluxograma;
2) Folha de verificação;
3) Histograma;
4) Gráfico de Pareto;
5) Diagrama de correlação (dispersão);
6) Diagrama de Ishikawa (causa e efeito);
7) Gráfico de controle.

O Fluxograma é uma estrutura em forma de diagrama que demonstra, por meio de símbolos gráficos (Figura 1), o conjunto de todos os passos seguidos em um processo, o que torna mais simplificada a visualização e compreensão do seu funcionamento (Dias et al., 2015).

Figura 1 – Símbolos do fluxograma



Fonte: Coutinho (2020).

Seleme (2012) advoga que os objetivos principais do fluxograma são: padronizar a representação dos procedimentos, facilitar a leitura e o entendimento, facilitar a localização da informação e identificação dos aspectos mais importantes a serem observados, proporcionar maior flexibilidade e melhorar o grau de análise realizada pelo gestor.

Adicionalmente, a folha de verificação é um formulário versátil para organizar a coleta de dados que deve ser feita de maneira simplificada, objetiva e clara, conforme as necessidades do processo de produção. É aplicada em verificações a serem realizadas no decorrer do processo (Corrêa e Corrêa, 2012). Em aplicações mais comuns documenta a classificação de defeitos (Carpinetti, 2010).

Para minimizar a ocorrência de defeitos nos processos, é necessário conhecer o comportamento das variáveis que impactam diretamente o nível de qualidade. Nesse sentido, pode-se fazer uso de histogramas. O histograma consiste em um gráfico de barras, que simula a relação entre intervalos de valores que a variável examinada assume ao longo do processo, e o número de vezes em que os dados correspondentes a esses intervalos são observados, ou seja, reconhece padrões em uma dada amostra (Neto et al., 2017). É inevitável que valores de um certo conjunto de dados apresentem variação, pois não são sempre os mesmos. Entretanto, devem ser determinados de maneira ordenada seguindo uma distribuição, facilitando a análise (Seleme, 2012).

A avaliação por meio de histogramas permite uma melhor compreensão do processo. É possível diagnosticar se existe a necessidade de intervenção para melhorias,

verificar o atendimento às especificações, identificar a ocorrência de não-conformidades que estão relacionadas à média ou à variabilidade do processo (Coelho, 2016).

Além disso, algumas ferramentas direcionam as ações necessárias por meio da priorização. A análise de Pareto foi proposta no século XIX pelo economista italiano Vilfredo Pareto, seus estudos afirmam que a maior parte dos prejuízos originados por questões relacionadas à qualidade resulta de um conjunto limitado de problemas significativos (Carpinetti, 2010). Portanto, identificando essas poucas causas cruciais, é possível eliminar quase todos os prejuízos com um número reduzido de ações.

Carpinetti (2010) reforça que para construção desta ferramenta é necessário coletar dados sobre os tipos de problemas ou categorias de defeitos existentes e suas respectivas frequências de ocorrência, ou qualquer outra unidade de comparação. As categorias devem ser ordenadas de forma decrescente e representadas através de um gráfico, que também mostra a frequência cumulativa das categorias. O intuito principal do gráfico de Pareto é a seleção de um número limitado de tarefas que produzem um efeito global significativo, buscando assim, ser mais assertivo na resolução de problemas.

Por outro lado, o diagrama de dispersão é uma representação de duas ou mais variáveis organizadas em um gráfico, uma em função da outra. É comum utilizá-lo quando se pretende saber se há correlação entre duas variáveis (Costa, 1972). Segundo Abdel-Hamid e Abdelhaleem (2019), o intuito dessa ferramenta é indicar as correlações, podendo ser: 1) Correlação positiva; 2) Correlação negativa e 3) Sem correlação. Assim, a forma do diagrama frequentemente demonstra o grau e a direção da relação entre as variáveis, e a correlação pode revelar as causas de um problema (Montgomery, 2009).

O diagrama de Ishikawa, diagrama de causa e efeito ou diagrama espinha de peixe, é uma representação gráfica que tem como intuito organizar o raciocínio em discussões de um determinado problema prioritário, buscando sua origem (Santos; Silva, 2019). O propósito dessa ferramenta é identificar os fatores que resultam em uma situação não desejada na organização (Higa et al., 2021). Por ser uma representação visual, facilita a identificação das causas raízes que interferem negativamente na produtividade da empresa.

Com a finalidade de monitorar continuamente os processos de produção e antecipar-se à ocorrência de erros, é possível fazer uso das cartas de controle. Os gráficos ou cartas de controle consistem na plotagem de linhas que representam os limites de controle superior (LSC) e limites de controle inferior (LIC), limite central ou a média do processo (LC) e pontos observados, que configuram a estatística relacionada à variável de interesse. Quando um ou mais pontos ultrapassam esses limites, existem indícios que o processo apresenta

algum problema (Henning, 2010). Além disso, essa ferramenta é conhecida como gráfico de comportamento do processo, pois determina o estado de controle. É também um gráfico de tendência, pois esclarece a quantidade de variação no processo conforme a ordem temporal e mostra como o processo está se desenrolando. Estatisticamente e com base em dados históricos, ele mostra se há ou não um problema com a qualidade (Abdel-Hamid e Abdehaleem, 2019).

Além das sete ferramentas tradicionais da qualidade, existem outras que auxiliam e complementam as análises dos processos, como o *5W2H,* que permite o desenvolvimento de planos de ação de uma forma mais completa e direcionada (Mesquita; Vasconcellos, 2009). Kuligovski et al. (2021) expõe que o *5W2H* auxilia no planejamento das atividades de uma empresa ou setor específico, podendo ser usado na etapa de planejamento de ações e tomada de decisões. São questões que fornecem informações através das definições de responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos, a saber: Why (Por que?), What (O quê?), Who (Quem?), When (Quando?), Where (Onde?), How (Como?) e How Much (Quanto?) (LISBÔA, GODOY; 2012).

2.3 Ferramentas da qualidade e Desempenho operacional

O desempenho operacional se apresenta como resultado de quatro conjuntos de interesses: foco no cliente, melhoria contínua, envolvimento dos fornecedores e empoderamento dos empregados (Cupello, 1994). Callado (2007) afirma que os indicadores de desempenho operacional são elementos fundamentais para a mensuração de performance, assim como para a definição das variáveis que melhor representem o desempenho geral de uma empresa. Miranda e Silva (2002) argumentam que se deve considerar indicadores que estão estritamente relacionados à definição das mensurações dos atributos de desempenho relevantes, a serem adotados como referência de avaliação. Nesse contexto, recomenda-se o uso de medidas de avaliação por meio de indicadores de eficácia, eficiência, qualidade, produtividade, inovação, custo e lucratividade (Callado, 2007).

Com o intuito de buscar literatura atualizada sobre a aplicação das ferramentas para melhoria do desempenho operacional, o Quadro 4 compila dados coletados a partir da seleção de 15 artigos acadêmicos, publicados em revistas científicas e congressos, no período de 2020 a 2023. A string (termo de busca) utilizado foi: *Application of seven quality control tools*. As bases de dados utilizadas foram: *Web of Science*, *Scopus e Google Scholar*. O termo de busca foi inserido em cada uma das bases de dados selecionadas, garantindo abrangência

na busca por artigos relevantes. Os resultados obtidos foram filtrados com base em critérios de relevância para o tema e tipo de documento (artigos acadêmicos em revistas científicas e conferências). Cada artigo foi avaliado quanto à sua contribuição para o tema em questão e à qualidade metodológica do estudo. Os 15 artigos mais relevantes e adequados às necessidades da pesquisa foram selecionados para compilar os dados no Quadro 4. Eles abordam as melhorias nos indicadores de desempenho operacional a partir da aplicação das ferramentas da qualidade.

Quadro 4 – Aplicação das ferramentas da qualidade.

Autor/Data	Título	Ferramentas utilizadas	Resultados/Melhorias
Anjos (2020)	Análise e proposta para melhoria da confiabilidade do processo utilizando ferramentas da qualidade e Big Data: estudo de caso em uma indústria de tintas.	Fluxograma, *Brainstorm*, 5 Porquês, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto.	Houve melhora na produtividade e redução no tempo de espera e no Up Time. A padronização da retirada de amostras e o novo processo melhoraram a qualidade do produto, reduzindo desvios e lotes reprovados. O estudo fortaleceu a confiança dos funcionários nos processos produtivos.
Novaski *et al.* (2020)	Aplicação de matriz GUT e gráfico de Pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma panificadora.	Fluxograma, Matriz GUT e Diagrama de Pareto.	Analisou-se as principais perdas no processo e sua priorização com base na importância. A análise revelou que a maioria das perdas na produção estão ligadas a processos inadequados. As correções focadas no processo produtivo, trouxeram justamente a minimização dessas perdas e prejuízos, tornando o processo eficiente e otimizado.
Savedra *et al.* (2021)	Aplicação de ferramentas da qualidade e planejamento para o controle de produção de cerveja artesanal.	Ciclo PDCA, Gráfico de Controle, Folha de Verificação, Histograma, Diagrama de Árvore, Diagrama de Causa e Efeito e Fluxograma.	Demonstrou-se que as metas de processo estabelecidas para ambas as variáveis foram atingidas. Além disso, após a aplicação do plano de ação que padronizou o fornecedor e a quantidade de malte utilizada no processo de fabricação da cerveja Pilsen, a redução do custo com compra de insumos foi de 26%.
Garbi e Reis (2021)	Estudo e melhoria do controle de estoque evitando perdas e divergências em um supermercado.	Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa e 5W2H.	Identificou-se o problema de satisfação do cliente e controle de estoque. Foi realizada a análise de causas e proposta de medidas corretivas e preventivas. Um plano de ação prático, de baixo custo, alcançou o controle de estoque, redução de desperdícios e satisfação do cliente.
Pakes *et al.* (2022)	Análise das ferramentas da qualidade e do ciclo PDCA: estudo de caso em uma empresa do setor têxtil.	Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Estratificação e Diagrama de Ishikawa.	Diagnosticou-se o principal problema no setor de moldação. O problema foi reduzido, promovendo a melhoria da qualidade do produto, a redução de defeitos e, consequentemente, o aumento da produtividade e lucratividade da empresa.
Rocha *et al.* (2022)	Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de melhoria contínua na engenharia de produto em uma empresa de produtos	Diagrama de Ishikawa e 5W2H.	Evidenciou-se que a causa raiz do problema estava no solvente inadequado que era utilizado. Assim, foi possível propor a troca do solvente e verificar que não foram registradas mais reclamações do produto

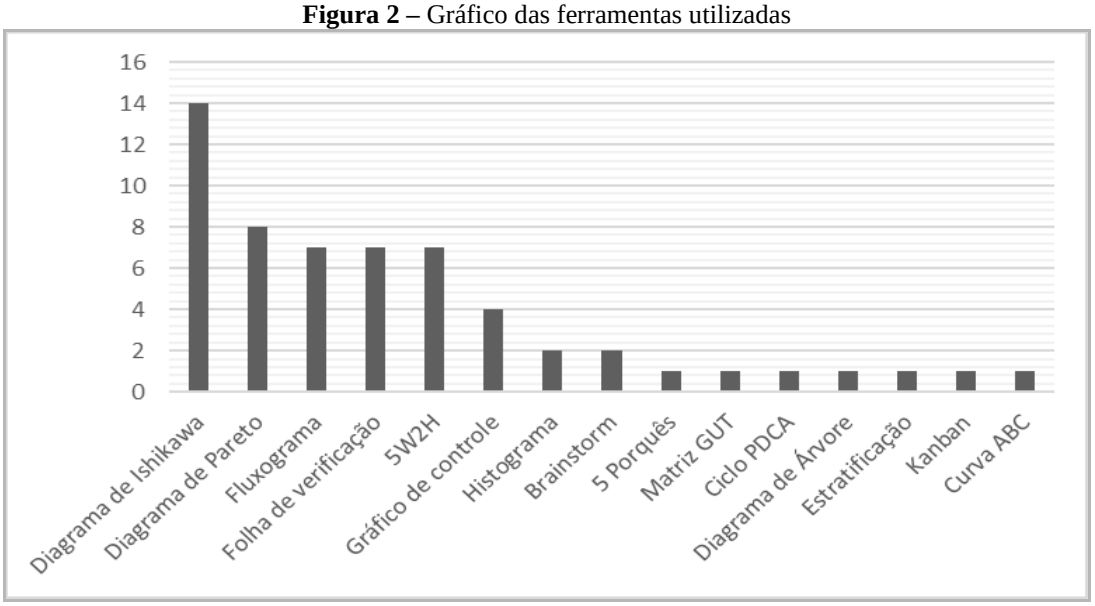
	hospitalares.		devido a rompimento, melhorando e garantindo a qualidade do produto já existente.
Nascimento e Oliveira (2022)	Implantação de ferramentas da qualidade na melhoria do processo produtivo em uma panificadora.	Folha de Verificação, Fluxograma, Diagrama de Pareto e Diagrama de Ishikawa.	Reduziu-se os desperdícios e defeitos do processo do pão francês e houve diminuição da temperatura no ambiente de trabalho, o que proporcionou um ambiente mais confortável para os colaboradores, melhorando o desempenho na jornada de trabalho.
Oliveira *et al.* (2022)	Aplicação das ferramentas da qualidade para elaboração de um planejamento gerencial dirigido à gestão de estoque: estudo de caso de uma empresa de varejo.	Folha de Verificação, Diagrama de Ishikawa, 5W2H, Kanban e Curva ABC.	Definiu-se as principais causas dos problemas nos estoques e foram implementadas ações corretivas. Além disso, reorganizou-se as tarefas que melhoraram a eficiência no uso do tempo e reduziram erros nas atividades diárias, ao mesmo tempo em que o estoque foi ajustado de acordo com a demanda.
Paula e Gambi (2023)	Aplicação de ferramentas da qualidade: estudo de caso em um laticínio.	Folha de Verificação, Carta de Controle, Diagrama de Causa e Efeito e 5W2H.	Identificou-se problemas como: presença de mofo nos palitos, embalagem sem vácuo e oscilações no peso final do produto. As soluções, principalmente no produto principal da empresa, melhoraram o processo e reduziram os problemas e os prejuízos oriundos da desorganização da produção.
Silva *et al.* (2023)	Aplicação de ferramentas da qualidade para minimizar a porcentagem de defeitos em compósitos cimento madeira.	Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa e Histograma.	Identificou-se os defeitos com maior incidência, sendo possível produzir compósitos de cimento-madeira em nível laboratorial com qualidade adequada, melhorando o processo e o produto.
Alves e Ribeiro (2023)	Aplicação das ferramentas da qualidade com melhoria da produção: um estudo de caso em uma empresa do ramo alimentício.	Fluxograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito e 5W2H.	Observou-se grande influência dos fatores humanos nas falhas dos processos, como o treinamento, a capacitação dos funcionários e a implementação de Procedimentos Operacionais Padrões. Houve uma melhora significativa no desempenho geral dos colaboradores, melhorando o ambiente de trabalho e o sistema de produção.
Amorim e Garcia-Amoedo (2023)	Aplicação de ferramentas da qualidade em um desvio de qualidade na indústria farmacêutica: um estudo de caso.	Folha de Verificação, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto e Carta de Controle.	Realizou-se a identificação do problema e de sua causa raiz, assim, ações corretivas e preventivas foram decididas para solucionar o defeito da quebra dos comprimidos. Essa intervenção resultou na diminuição do problema, produtos com maior qualidade e processo com maior segurança e eficácia.
Borba *et al.* (2023)	Aplicação das ferramentas de gestão da qualidade para a otimização nos serviços e melhoria na gestão organizacional em uma academia de ginástica no município de Parauapebas-PA.	Diagrama de Ishikawa e 5W2H.	Encontrou-se deficiências no serviço de mão de obra, devido ao número reduzido de instrutores que realizam atendimento aos alunos. Com o plano de ação, houve melhoria na qualidade do atendimento, principalmente nos horários de pico e no desenvolvimento e eficiência dos profissionais.
Iwabuchi *et al.* (2023)	Análise nos setores de processamento e armazenamento de palmito através da aplicação das ferramentas da qualidade:	Fluxograma, Diagrama de Ishikawa e 5W2H.	Identificou-se fatores que causam desorganização dentro da indústria. A falta de fiscalização e de Procedimentos Operacionais Padrões atualizados possibilitaram muitos problemas. As ações

	um estudo de caso em uma indústria fabricante de palmito no interior do Pará.		para a resolução foram fundamentais para melhoria da produtividade e armazenagem final do produto, bem como para melhorar a disciplina e o treinamento dos colaboradores.
Costa *et al.* (2023)	Aplicação das ferramentas de qualidade – controle estatísticos de processos e diagrama de Ishikawa na determinação da qualidade de um processo produtivo de limão.	Cartas de Controle, Diagrama de Ishikawa e *Brainstorm*.	Descobriu-se uma série de inconsistências no processo produtivo do limão. Após as medidas corretivas, houve melhora significativa na colheita, na seleção do produto e em seu armazenamento final, garantindo um controle maior da qualidade e um aumento da produtividade.

Fonte: Autora (2023).

A análise dos documentos permitiu evidenciar a frequência com que as ferramentas da qualidade são aplicadas para melhoria de processos (Figura 2). Os dados da Figura 2 representam uma amostra dos trabalhos práticos na área da gestão da qualidade. Portanto, não é recomendado generalizar esses dados. A análise indica quais ferramentas foram mais aplicadas nos contextos estudados. Assim, podem servir de guia para novas aplicações.

Figura 2 – Gráfico das ferramentas utilizadas



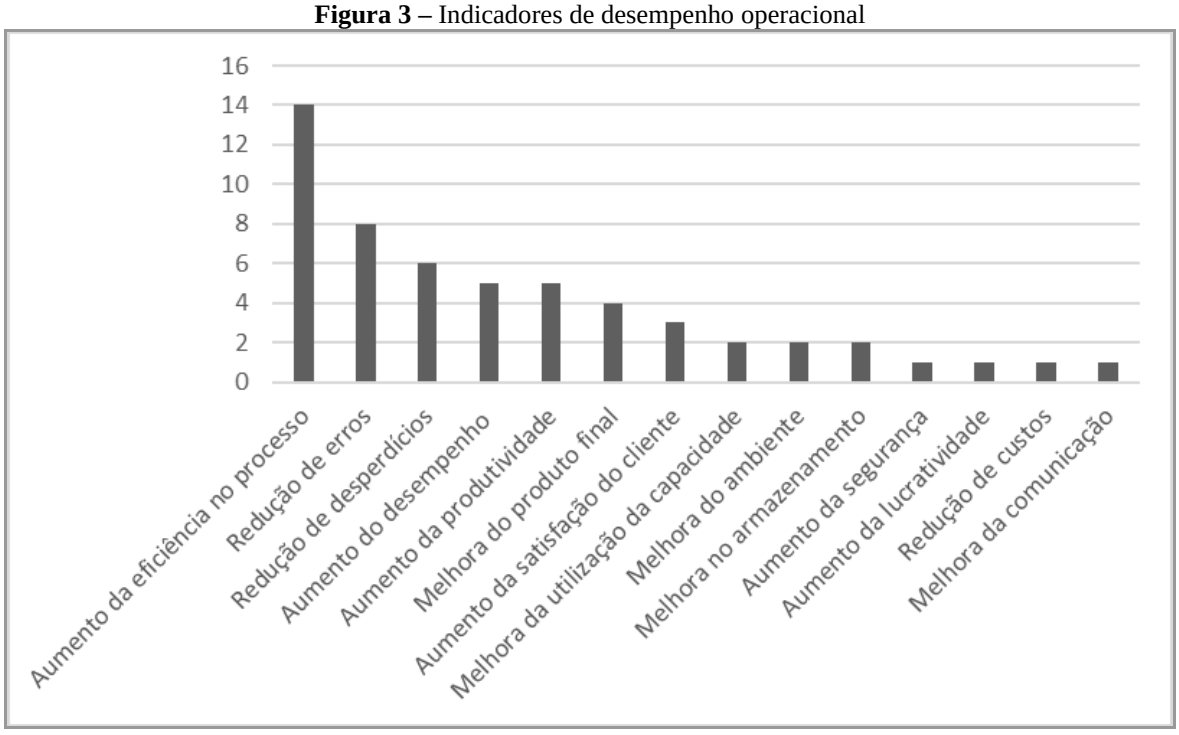
Fonte: Autora (2023)

As ferramentas da qualidade mais frequentemente aplicadas são: Diagrama de Ishikawa (causa e efeito), empregado em 93,33% dos estudos analisados; Diagrama de Pareto usado em 53,33% dos trabalhos; Fluxograma, folha de verificação e 5W2H, utilizados em 46.66% das aplicações. Gráfico de controle em 25,00%; Histograma e *brainstorm* em

12,50%;5 porquês, matriz GUT, ciclo PDCA, diagrama de árvore, estratificação, kanban e curva ABC, identificadas em 6,25% dos estudos.

Os dados demonstram que a identificação dos principais problemas e suas causas raízes, em conjunto com a resolução dessas questões, melhoram os indicadores de desempenho operacional. A Figura 3 apresenta de forma clara quais desses indicadores foram mais impactados pela intervenção no processo de produção, por meio das ferramentas da qualidade.

Figura 3 – Indicadores de desempenho operacional



Fonte: Autora (2023)

O *aumento da eficiência do processo* foi observado em 93,33% dos estudos, enquanto a redução de erros registrou um índice de 53,33%. A *redução de desperdícios* alcançou 40,00% e o *aumento do desempenho*, em conjunto com o *aumento da produtividade*, foram destacados em 33,33% das aplicações. Esses são os indicadores mais afetados pelo uso das ferramentas da qualidade nos casos analisados. *Melhora do produto final* e *aumento da satisfação do cliente* somam 37,50%. Além disso, *melhora da utilização da capacidade, melhora do ambiente, melhora no armazenamento, aumento da segurança, aumento da lucratividade, redução de custos* e *melhora da comunicação*, somam 62,50%.

É notório que a aplicação das ferramentas da qualidade impacta positivamente o desempenho dos processos produtivos. Além disso, pode-se destacar a alta versatilidade e a fácil capacidade de adaptação em qualquer setor, produto ou serviço. Essas ferramentas são essenciais para garantir um controle de qualidade eficaz, pois aprimoram a gestão dos recursos, melhoram a produtividade, o monitoramento do desempenho da qualidade e a identificação e solução de problemas (Oliveira, 2011).

Esta revisão de literatura apresenta-se como uma etapa fundamental no desenvolvimento deste trabalho. Ao examinar os dados relativos às ferramentas da qualidade mais frequentemente aplicadas, é construído um referencial teórico sólido que direciona tanto a análise do processo quanto a aplicação prática das ferramentas, no contexto específico estudado. Além disso, ao comparar os avanços observados na panificadora com os indicadores de desempenho mais impactados na literatura, pode-se avaliar de maneira mais precisa o efeito das intervenções realizadas. Dessa forma, a revisão de literatura não apenas fornece um embasamento teórico, mas também desempenha um papel prático na condução deste estudo de caso, contribuindo para uma abordagem mais informada e eficiente.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente capítulo explora todos os procedimentos metodológicos adotados para atingir os objetivos deste trabalho.

3.1 Caracterização da pesquisa

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo aplicar ferramentas da qualidade para identificar oportunidades de melhoria na produção do pão francês em uma pequena panificadora localizada no sertão alagoano. Para este estudo, foi embasado a compreensão sobre a pesquisa qualitativa. Essa abordagem envolve a interpretação das interações e ações humanas, influenciada pelos significados que as motivam, diferenciando-se substancialmente das abordagens quantitativas, que visam mensurar e quantificar fenômenos de maneira objetiva (Minayo; Sanches, 1993). Assim, a pesquisa qualitativa envolve a interpretação do pesquisador no contexto do objeto investigado.

Bauer, Gaskell e Allum (2008) enfatizam que o pesquisador que recorre à abordagem qualitativa precisa “compreender as interpretações que os fatores sociais possuem do mundo, pois são estes que motivam o comportamento que cria o próprio mundo social”. Flick (2004) afirma que as contribuições da pesquisa (métodos qualitativos), enriquecem constatações obtidas sob condições controladas com dados coletados dentro do contexto natural de sua ocorrência; e a confiabilidade das descobertas pelo emprego de técnicas diferenciadas.

O método aplicado foi o estudo de caso, em que Goode e Hatt (1979) caracterizam o estudo de caso como uma forma para examinar a realidade social. Segundo eles, esse tipo de abordagem não é uma técnica específica, é um meio de organizar dados sociais preservando o caráter unitário do objeto social estudado. Esse método representa a melhor estratégia quando existem questões do tipo "como" e "por que", quando há pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (Yin, 2001).

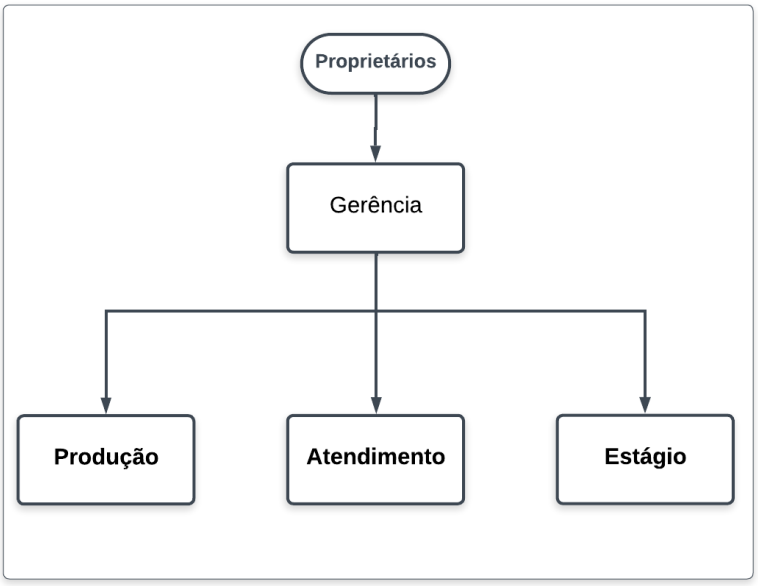
A diversidade de interpretações, sobretudo equivocadas, da metodologia do estudo de caso, revela a carência de amadurecimento metodológico dos pesquisadores. Isso contribui para o desenvolvimento lento de pressupostos teóricos mais robustos, para a continuidade de métodos descritivos e pouco envolvidos com as peculiaridades e contextos naturais dos fenômenos que o estudo de caso pretende complementar (Barbosa, 2008). Como esforço de

pesquisa, o estudo de caso contribui, de forma inigualável, para a compreensão que temos dos fenômenos organizacionais (Yin, 2001). Ao dar forma a um estudo de caso e torná-lo exemplar, se deve considerar perspectivas alternativas, apresentar evidências suficientes e ser elaborado de uma maneira atraente.

3.2 Descrição da empresa em estudo

A panificadora foi fundada em 2010, com a missão de ofertar produtos de panificação, transmitindo confiabilidade e segurança. Tem como visão se tornar referência em qualidade, no setor onde atua. Atualmente com uma equipe de 8 funcionários, sendo 1 na gerência, 3 na produção e 4 no atendimento aos clientes. A empresa prioriza valores como qualidade, integridade e comprometimento. Seu mix de produção inclui uma variedade de pães, bolos, bolachas e salgados, sendo seu “carro chefe”, o pão francês. A organização é uma empresa familiar estruturada conforme a Figura 4 e possui um faturamento anual em torno de 375 mil reais.

Figura 4 – Organograma

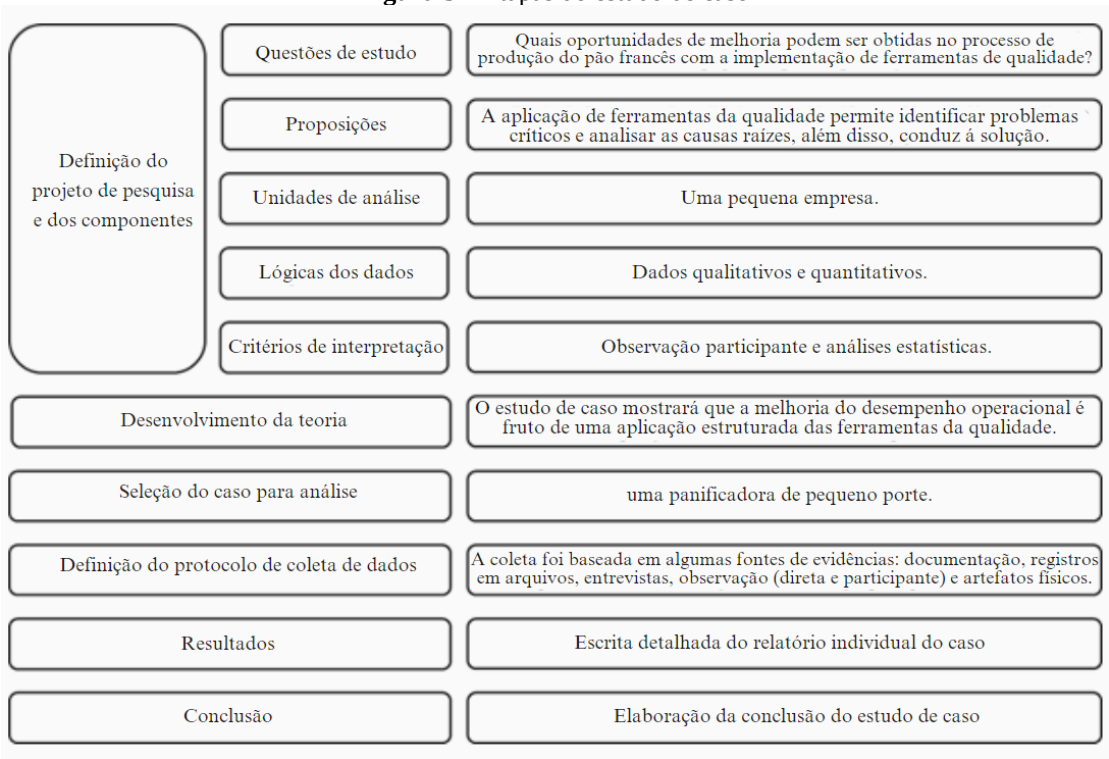


Fonte: Autora (2023)

3.3 Etapas do estudo de caso

Identificadas as ferramentas da qualidade que são frequentemente aplicadas para melhoria dos processos de produção, e os indicadores de desempenho operacional impactados devido à aplicação, um estudo de caso foi realizado para verificar como a aplicação das ferramentas pode melhorar o desempenho operacional na prática. O estudo de caso pode fazer parte de uma avaliação mais ampla, complementando e fornecendo informações explicativas (Yin, 2014). As etapas para a condução deste estudo de caso (Figura 5) estão de acordo com Yin (2001).

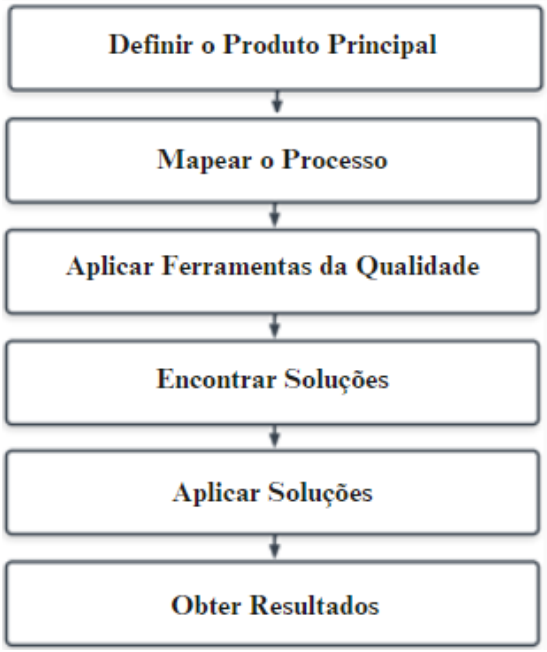
Figura 5 – Etapas do estudo de caso



Fonte: Autora (2023)

O protocolo de pesquisa baseou-se na metodologia de Manojkumar e Kumar (2021), representada na Figura 6, visto que se adequa ao contexto específico desta pesquisa.

Figura 6 – Protocolo de estudo de caso



Fonte: Adaptado Manojkumar e Kumar (2021)

A pesquisa teve início com o reconhecimento de qual era o principal produto a ser estudado e compreensão do processo produtivo. Na segunda etapa houve a estruturação do fluxograma que ocorreu por meio de entrevistas com os funcionários e observação direta. Posteriormente, foi gerada uma representação visual, facilitando a utilização das ferramentas.

A terceira etapa consistiu em aplicar as ferramentas da qualidade adequadas ao processo produtivo. Os passos da investigação respeitaram as seguintes etapas: i) Registrar as não conformidades do produto por meio da *folha de verificação*; ii) Priorizar as não conformidades críticas a serem analisadas com auxílio do *gráfico de Pareto*; iii) Diagnosticar as causas potenciais das falhas (causas raízes) no processo produtivo com a aplicação do *diagrama de Ishikawa*; iv) Identificar relações de causa e efeito entre as causas raízes por meio do *gráfico de dispersão*.

A quarta etapa procurou encontrar soluções para as causas raízes. A quinta etapa buscou implantar as soluções através de um plano de ação (5W2H). Finalmente, a sexta etapa validou os resultados obtidos com a implementação das melhorias.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo de caso foi desenvolvido em um período de 13 semanas, compreendidas entre 01 de junho de 2023 e 01 de setembro de 2023. A primeira análise buscou identificar qual produto era mais relevante para a organização. Para isso, foi feita um levantamento de dados comparando os volumes de produção e vendas, para cada tipo de pão, no período estudado.

Quadro 5 – Volume de produção

Tipos de Pão	Unidades Produzidas	Porcentagem geral
Francês	93126	53,03%
Doce	20107	11,45%
Seda	18492	10,53%
Carteira	15700	8,94%
Hamburguer	15664	8,92%
Crioulo	12521	7,13%
Total	175610	100%

Fonte: Autora (2023)

O volume de produção total no período de análise foi 175.610 unidades. Com o maior percentual do volume total de produção, o pão francês (53,03%) foi considerado o "carro chefe", ou seja, produto principal da organização. O pão doce (11,45%), pão seda (10,53%), pão carteira (8,94%), pão hambúrguer (8,92%) e pão crioulo (7,13%), não foram considerados na investigação.

Além disso, a Quadro 6 apresenta uma análise financeira mostrando os dados do volume de vendas por tipo de pão.

Quadro 6 – Receita de vendas

Tipos de Pão	Unidades Produzidas	Porcentagem geral
Francês	93116	53,96%
Doce	19034	11,03%
Seda	17654	10,23%
Carteira	15169	8,79%
Hamburguer	15082	8,74%
Crioulo	12510	7,25%
Total	17565	100%

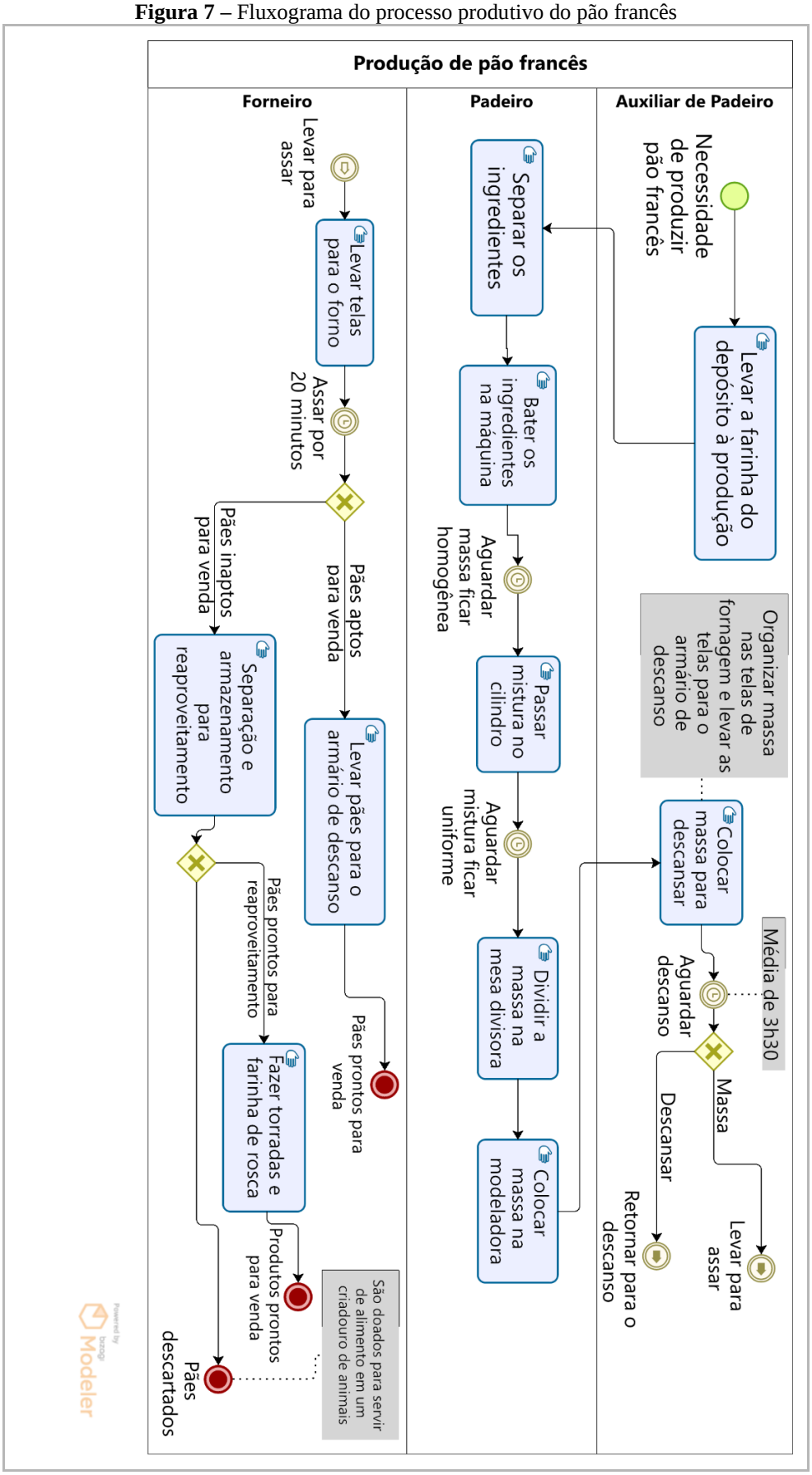
Fonte: Autora (2023)

A receita de vendas total durante o período analisado foi R$103.539,00. O pão francês se destacou como o principal produto, representando 53,96% das vendas totais e gerando uma receita de R$55.869,60. O pão doce (11,03%), o pão seda (10,23%), o pão

carteira (8,79%), o pão hambúrguer (8,74%) e o pão crioulo (7,25%) e geram uma receita de R$47.669,40.

As análises subsequentes priorizam o produto mais representativo em termos de produção e vendas. Um fluxograma da produção do pão francês (Figura 7) foi elaborado para proporcionar uma visão abrangente de cada etapa do processo e facilitar a identificação de erros. A ferramenta foi estruturada em três raias distintas (forneiro, padeiro e auxiliar de padeiro), permitindo uma identificação mais clara das atividades e dos colaboradores no fluxo de produção.

Figura 7 – Fluxograma do processo produtivo do pão francês



Fonte: Autora (2023)

A partir de observações diretas e participantes, foi possível identificar não conformidades que impactam significativamente a qualidade do produto revelando as seguintes características indesejadas: coloração irregular, superfície com rachaduras, falta de uniformidade no tamanho (abaixo ou acima do peso), superfície com deformação, completamente queimado e sem fermentação. Para registrar e quantificar esses problemas, foi aplicada uma folha de verificação (Quadro 7) em uma amostra de 50 lotes produzidos.

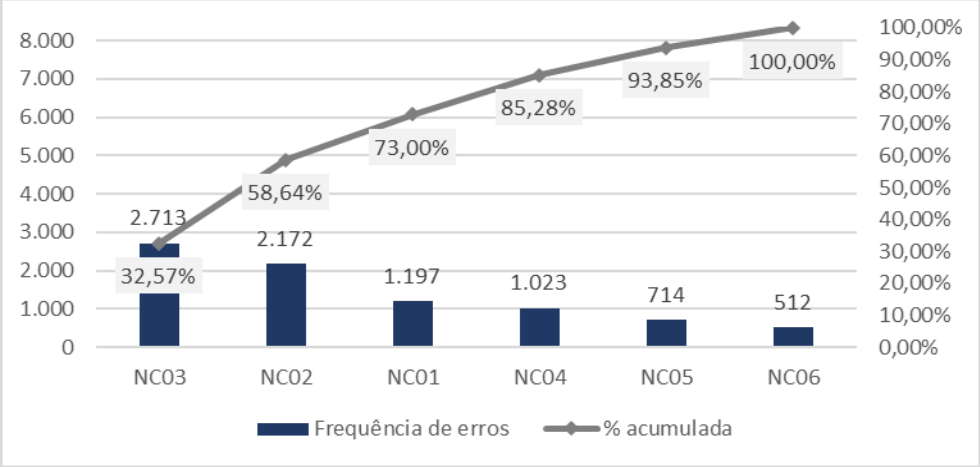
Quadro 7 – Análise estruturada do pão francês

Lotes avaliados: 50		**Total inspecionado: 25.850 unidades.**
Código	**Não conformidade (NC)**	**Quant. de NC encontradas**
NC01	Coloração irregular	1197
NC02	Superfície com rachaduras	2172
NC03	Falta de uniformidade (abaixo ou acima do peso)	2713
NC04	Superfície com deformação	1023
NC05	Completamente queimado	714
NC06	Sem fermentação	512

Fonte: Autora (2023)

Analisando a amostra de 25.850 unidades que representavam 50 lotes do pão francês, foram registradas 8.331 unidades com defeitos variados. Portanto, há uma taxa de erro de 32,23% no processo produtivo do produto estudado. A Figura 10 apresenta uma análise de Pareto com o objetivo de ressaltar os problemas críticos a partir das não conformidades identificadas.

Figura 8 – Problemas críticos

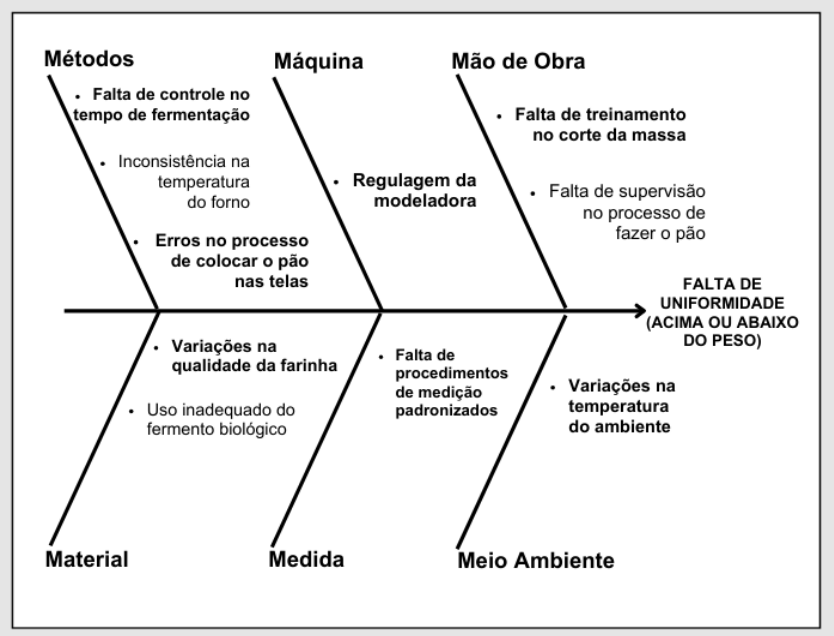


Fonte: Autora (2023)

Duas não conformidades possuem maior frequência e foram consideradas problemas críticos. A *falta de uniformidade (abaixo ou acima do peso)* com 32,57% das ocorrências e as *superfícies com rachaduras* (26,07%). Além disso, são relevantes as seguintes não conformidades: *coloração irregular* (14,36%), *superfície com deformação* (12,28%), *completamente queimado* (8,57%) e *sem fermentação* (6,15%).

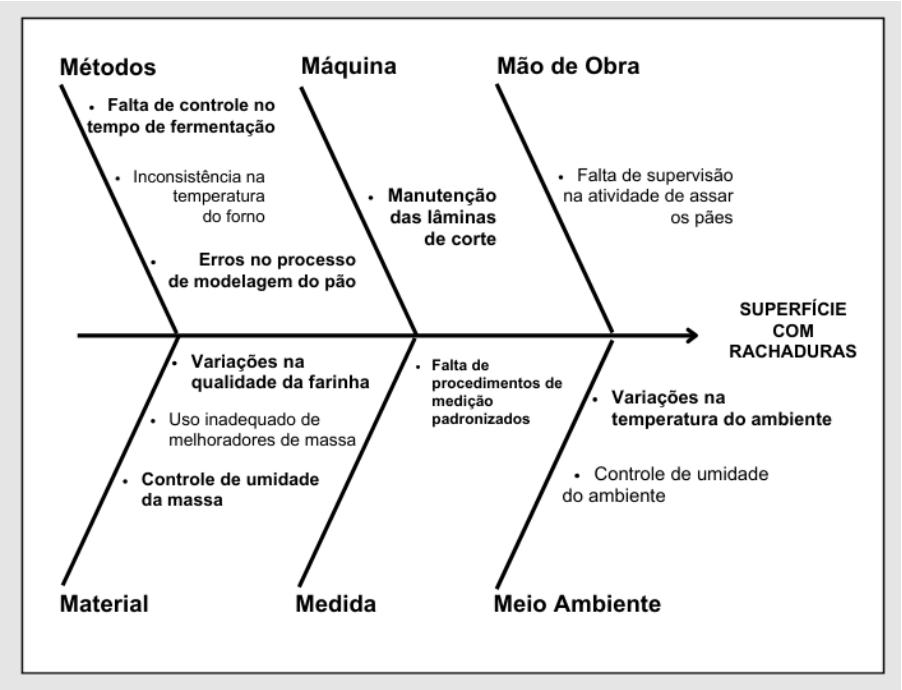
Com as não conformidades críticas identificadas, com a participação da equipe vinculada ao processo, o diagrama de Ishikawa (Figuras 9 e 10) que investigou as causas potenciais para cada problema específico, foram construídos.

Figura 9 – Ishikawa NC03



Fonte: Autora (2023)

Figura 10 – Ishikawa NC02



Fonte: Autora (2023)

Na Figura 9, a *falta de uniformidade* no pão francês pode ser atribuída a vários fatores. Analisando os métodos de trabalho, a *falta de controle no tempo de fermentação* indica uma lacuna na padronização dos processos. A ausência de métodos claros e consistentes para monitorar e controlar o tempo de fermentação leva a variações na qualidade do produto. Além disso, a *inconsistência na temperatura do forno* e os *erros no processo de levar o pão às telas* destacam a importância de estabelecer procedimentos padronizados, para garantir a consistência em cada etapa do processo produtivo.

No eixo *máquina*, a *regulagem da modeladora* representa uma causa potencial para a falta de uniformidade no pão. A máquina desempenha um papel crucial na formação da massa, e qualquer desregulagem resulta em variedade no produto. A falta de manutenção preventiva ou a ausência de um protocolo claro para a regulagem da modeladora contribuem para inconsistências na forma e no tamanho do pão. No eixo de *mão de obra*, tanto *a falta de treinamento no corte da massa* quanto a *falta de supervisão no processo*, são fatores críticos que afetam a qualidade do produto. A habilidade e o conhecimento dos trabalhadores desempenham um papel vital na garantia da uniformidade.

A análise do ambiente de trabalho destaca a influência das *variações na temperatura* na produção de pão francês. Flutuações de temperatura afetam a fermentação da massa e o tempo de cozimento no forno. Além disso, a *falta de procedimentos de medição*

padronizados no eixo *medida* é uma causa que impacta diretamente os padrões de qualidade aceitáveis do lote de produção.

Por outro lado, *variações na qualidade da farinha* e o *uso inadequado do fermento biológico* são fatores críticos no eixo *material*. Garantir fornecedores confiáveis para a farinha e implementar controles rigorosos sobre a qualidade dos ingredientes é essencial. Além disso, treinar a equipe sobre o uso adequado do fermento biológico, incluindo quantidades e momentos apropriados para sua adição, é fundamental para manter a consistência na fermentação e no resultado final do produto analisado.

Na Figura 10, alguns fatores emergem como causas potenciais para as rachaduras na superfície do pão. As investigações sobre os métodos de trabalho revelam que a *falta de controle no tempo de fermentação* pode resultar em uma massa desequilibrada, levando à formação de rachaduras durante o cozimento. A *inconsistência na temperatura do forno* também desempenha um papel crucial, pois variações podem afetar a expansão da massa de maneira irregular. Além disso, *erros no processo de modelagem* podem criar pontos de fraqueza na estrutura do pão, contribuindo para as rachaduras.

No eixo *máquina* é possível identificar a *falta de manutenção das lâminas de corte*. Lâminas desgastadas ou mal ajustadas podem comprometer a integridade da massa durante o corte, resultando em superfícies propensas a rachaduras. No eixo *mão de obra* se destaca a *falta de supervisão durante a atividade de assar os pães*, que pode resultar em variações no processo de cozimento, nas variáveis tempo ou temperatura, impactando negativamente na qualidade final do pão. No eixo *meio ambiente* são identificadas *variações na temperatura* e *controle de umidade*. Variações na temperatura podem afetar a fermentação e o cozimento da massa, enquanto o controle inadequado da umidade pode influenciar a textura da massa.

A *falta de procedimentos de medição padronizados* é identificada no eixo *medida*. Medições imprecisas levam a ajustes inadequados nos ingredientes ou no processo de produção, resultando em uma massa que não atende aos padrões desejados. A investigação de causas no eixo *material* permite identificar que a qualidade da farinha afeta diretamente as propriedades da massa, enquanto o *uso inadequado de melhoradores de massa* pode resultar em alterações indesejadas na estrutura. Além disso, o *controle inadequado da umidade da massa* pode comprometer a elasticidade e a consistência.

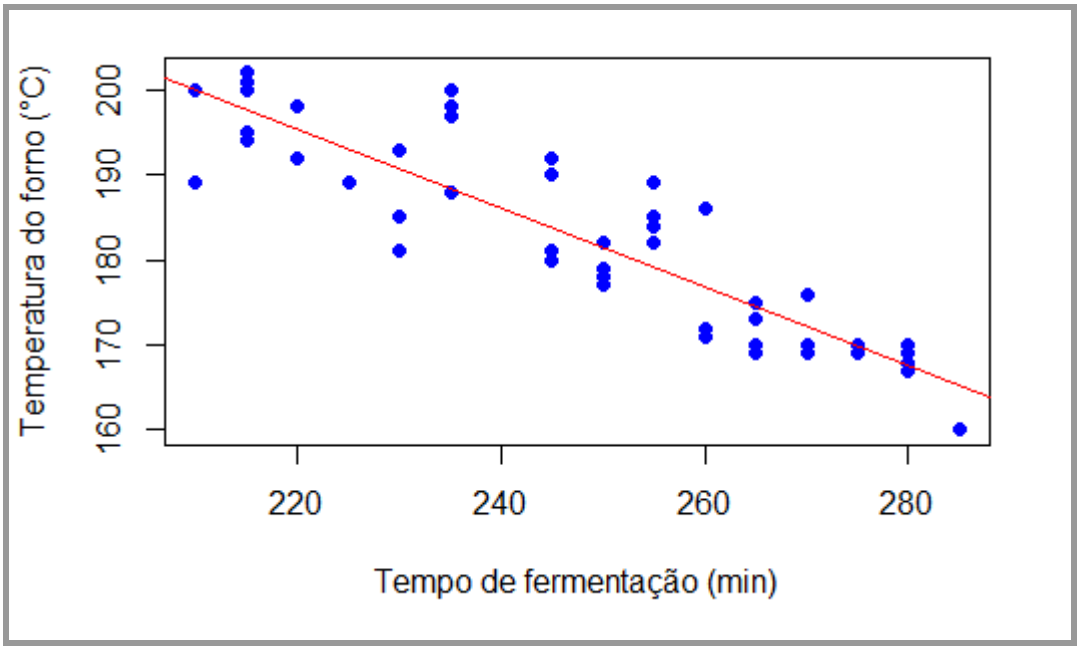
Adicionalmente, a análise dos diagramas de Ishikawa (Figuras 9 e 10) permite identificar as causas comuns para os problemas (falta de uniformidade e superfície com ranhuras), a saber: *falta de controle no tempo de fermentação, inconsistência na temperatura*

do forno, variações da temperatura ambiente, falta de supervisão dos processos, falta de processos padronizados e *variações na qualidade da farinha.*

Falta de controle no tempo de fermentação, inconsistência na temperatura do forno e *variações da temperatura ambiente* são as causas comuns com a maior frequência de ocorrência. Para entender como essas causas se relacionam, ou seja, o impacto de uma sobre a outra, potencializando ainda mais os problemas críticos, e com o intuito de tomar decisões eficazes no desenvolvimento do plano de ação, a aplicação de gráficos de dispersão se apresenta como um caminho viável.

Assim, as correlações entre *falta de controle no tempo de fermentação, inconsistência na temperatura do forno* e *variações da temperatura ambiente* foram analisadas por meio de gráficos de dispersão. Os gráficos (Figuras 11 e 12) foram construídos com auxílio de colaboradores experientes vinculados ao processo. Para isso, a análise de uma amostra de 50 lotes da produção foi realizada. A primeira análise verifica se as variações da temperatura do forno podem ser influenciadas pelo tempo de fermentação da massa. Os resultados estão representados na Figura 11.

Figura 11 – Relação entre tempo de fermentação e temperatura do forno



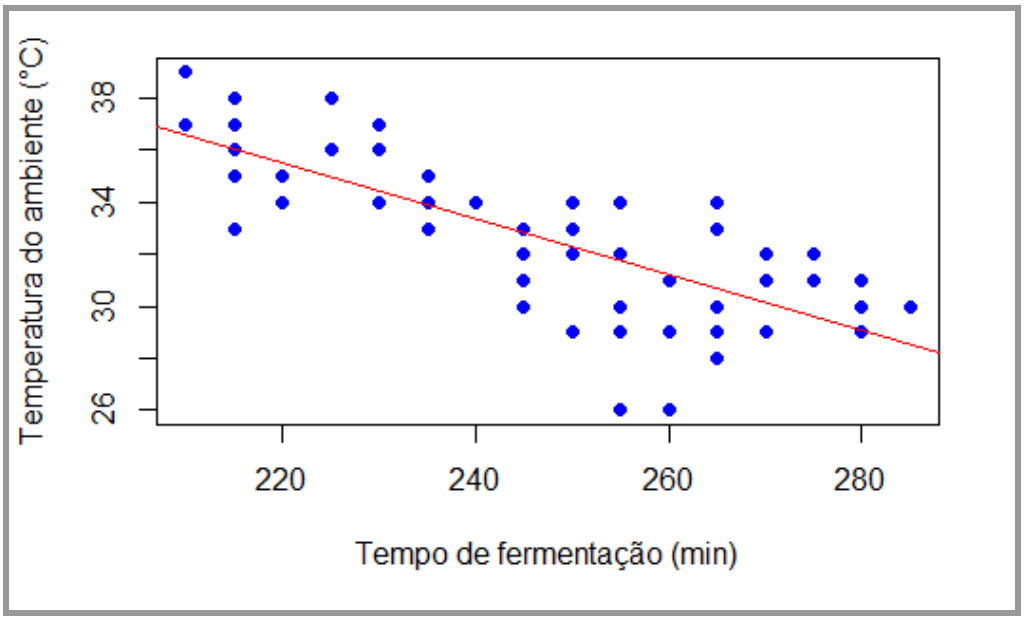
Fonte: Autora (2023)

Uma forte correlação negativa entre essas duas variáveis pode ser verificada. Quanto maior *o tempo de fermentação*, menor é *a temperatura do forno* necessária para assar os pães. Essa relação inversa pode influenciar ainda mais a ocorrência dos defeitos críticos, ou

seja, falta de uniformidade (acima ou abaixo do peso ideal) e rachaduras na superfície do pão. A compreensão dessa correlação reforça a importância do monitoramento preciso dessas variáveis, e destaca a necessidade de implementar estratégias que busquem um equilíbrio entre elas, para alcançar melhores resultados no processo de produção.

A segunda análise (Figura 12) identifica se as variações da temperatura do ambiente podem influenciar o tempo para a fermentação da massa.

Figura 12 – Relação entre temperatura do ambiente e tempo de fermentação



Fonte: Autora (2023)

É possível constatar uma correlação de elevada a moderada, negativa, entre as variáveis. Quanto mais elevada a temperatura do ambiente, menor o tempo necessário para finalizar o processo de fermentação da massa. Portanto, a análise conjunta dos diagramas de dispersão revela que as causas investigadas estão correlacionadas. Um aumento na temperatura ambiente reduz o tempo de fermentação, que por sua vez, eleva a temperatura do forno. Assim, o controle da temperatura ambiente tem o potencial de estabilizar os processos de fermentação da massa, o que leva a necessidades mais brandas de temperatura no forno. Essas ações podem reduzir significativamente os problemas críticos identificados.

O resultado da investigação feita por meio das ferramentas da qualidade, e de reuniões com proprietários, gerência e equipe da panificação, permitem identificar oportunidades de melhorias nos pontos críticos do processo, a saber, *controle das variações na temperatura do ambiente*, *controle no tempo de fermentação* e *consistência na temperatura do forno*. Esta análise detalhada proporcionou um entendimento mais profundo

da dinâmica do processo, e permitiu a elaboração de soluções que estivessem alinhadas aos objetivos estratégicos da organização e às possibilidades de investimentos reais.

4.1 Plano de ação

Um plano de ação *5W2H* (Quadro 8) foi desenvolvido com base na estratégia organizacional, expectativas das partes interessadas (clientes, fornecedores, sócios e colaboradores) e limitações previstas. Além de corrigir e/ou melhorar as questões identificadas, este plano busca otimizar o processo produtivo de modo a atender às metas estabelecidas, proporcionando melhorias no produto final.

Quadro 8 – Plano de ação.

5W					2H	
O que?	**Por que?**	**Onde?**	**Quem?**	**Quando?**	**Como?**	**Quanto?**
Comprar Higrômetro	Medir a umidade relativa do ar e a temperatura em ambientes fechados.	Online	Gerente e estagiária	20/11/23 a 08/12/23	1) Pesquisar preços; 2) Efetuar a compra do equipamento.	R$ 95,00
Rearranjar o Layout do processo produtivo	Estabilizar a temperatura no processo de fermentação.	Sala de fermentação	Sócios, gerente e estagiária	16/12/23 a 18/12/23	1) Mudar armários e equipamentos de sala; 2) Instalar Higrômetro na sala.	Custo operacional
Descrever e mapear os processos de modelagem, medição e transporte do o pão às telas	Padronizar os processos.	Processo produtivo	Estagiária, gerente e equipe de panificação	19/12/23	1) Fazer reunião e documentar o passo a passo dos processos; 2) Aplicar ferramentas para mapear o processo, por exemplo, VSM (*Value Stream Mapping*) e SIPOC (*Suppliers*, *Inputs*, *Process*, *Outputs*, *Customers*); 3) Aplicar melhoria contínua.	Custo de treinamento
Implantar a cultura de monitoramento do processo produtivo	Reduzir a variabilidade do processo e minimizar erros.	Empresa	Estagiária	21/12/23 a 22/12/23	1) Capacitar mão de obra.	Custo de capacitação
Implantar, na alta gerência, a cultura de participação ativa	Demonstrar a importância do envolvimento da alta gerência no processo de mudança. Além de reforçar a necessidade do desenvolvimento de funções gerenciais no monitoramento do processo.	Empresa	Sócios e estagiária	23/12/23	1) Capacitar gerencia.	Custo de capacitação

Desenvolver a semana de treinamentos	Elevar o nível de qualidade nos processos.	Empresa	Sócios e estagiária	26/12/23 a 30/12/23	1) Analisar as necessidades críticas; 2) Desenvolver os cronogramas dos treinamentos.	Custos de gestão
Realizar treinamento para o uso dos procedimentos e equipamentos de medição	Orientar sobre o uso correto dos melhoradores de massa e fermento biológico na receita dos pães.	Panificação	Sócios	02/01/24	1) Capacitar mão de obra.	Custo de capacitação
Realizar treinamento para manutenção das lâminas de corte	Garantir a qualidade e eficiência no corte das massas, evitando desgastes das lâminas, o que impacta diretamente na uniformidade e aspecto do produto.	Panificação	Sócios	03/01/24	1) Capacitar mão de obra.	Custo de capacitação
Realizar treinamento para uso dos processos (novos) de levar o pão à tela e a modelagem	Assegurar que o processo de levar à tela e a modelagem sejam executados de maneira padronizada, evitando variações na forma e no tamanho dos pães.	Panificação	Sócios	04/01/24	1) Capacitar mão de obra.	Custo de capacitação
Realizar treinamento para regulagem da modeladora	Ajustar a modeladora de acordo com as características da massa, fazendo com que a formação dos pães ocorra de maneira adequada.	Panificação	Sócios	05/01/24	1) Capacitar mão de obra.	Custo de capacitação
Realizar treinamento para o corte das massas	Cortar a massa de maneira uniforme, influenciando diretamente no tamanho e forma dos pães.	Panificação	Sócios	06/01/24	1) Capacitar mão de obra.	Custo de capacitação
Coletar dados de 50 lotes de pães	Validar as ações constatando sua eficácia. Para isso, comparar os dados dos 50 lotes investigados antes da implantação, com os dados coletados dos 50 lotes após a implantação das ações.	Panificação	Estagiária e gerente	08/01/24 a 02/02/24	1) Coletar dados da temperatura do forno e do ambiente; 2) Coletar dados do tempo de fermentação; 3) Coletar dados da folha de verificação das não conformidades.	Custo de operação

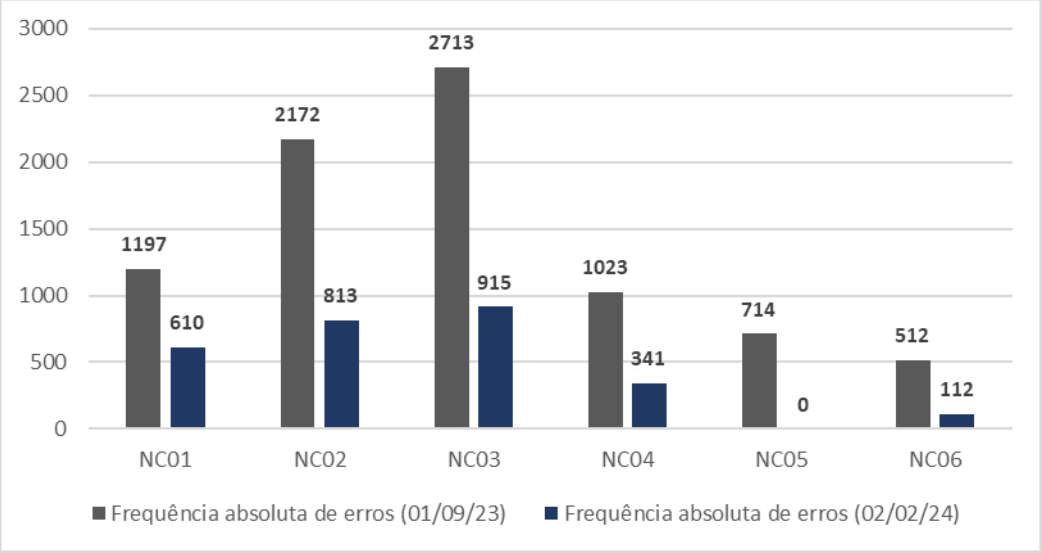
Fonte: Autora (2023).

Neste estudo de caso, a estratégia adotada para o *5W2H* foi a melhoria contínua, onde a implantação das ações propostas é imediata e requer baixo investimento. A saber: i) A compra e instalação do higrômetro permite realizar medições da umidade relativa do ar e da temperatura, para monitoramento e controle dessas variáveis no processo de fermentação; ii) O rearranjo de layout que transfere a área de fermentação para a sala posterior proporciona maior estabilidade à temperatura durante a fermentação dos pães, visto que a área atual, localizada ao lado do forno, apresenta variações consideráveis na temperatura ambiente. Além disso, o novo espaço físico reduz a distância para área de produção, o que simplifica e otimiza o processo de transporte das telas para os armários de descanso; iii) A descrição e mapeamento dos processos de modelagem, medição e transporte do pão às telas permite o conhecimento detalhado de todas as etapas a serem cumpridas. Além disso, facilita a capacitação da equipe na utilização dos equipamentos de medição para controle de qualidade. Além de minimizar erros, a padronização dos processos otimiza o tempo de execução; iv) O treinamento e capacitação de toda a equipe permite a continuidade das ações implantadas, além de elevar os níveis de qualidade. Esse plano de ação foi construído com o auxílio de toda a equipe envolvida no processo e todas as tarefas e mudanças foram implementadas.

4.2 Análise da eficácia das ações

Após a implantação das melhorias propostas no plano de ação, em 08/01/2024 teve início à coleta de dados referente aos 50 lotes para testar a eficácia das ações. Com uma folha de verificação foram registradas 2.791 unidades de pães com defeitos, em uma amostra total de 25.850 unidades analisadas. Esses dados levam à taxa de erros de 10,79%, ou seja, houve uma redução significativa (21,44%) de erros em comparação com a primeira análise. O Quadro 7 e a Figura 15 demonstram a frequência dos erros detectados no processo produtivo do pão francês, antes e depois da utilização das ferramentas da qualidade.

Figura 13 – Comparação das não conformidades antes e depois da aplicação das ferramentas da qualidade



Fonte: Autora (2024)

Quadro 9 – Não conformidades detectadas antes e depois da aplicação das ferramentas da qualidade

Antes: 50 Lotes com o total de 25.850 pães inspecionados.
Depois: 50 Lotes com o total de 25.850 pães inspecionados.
Total de erros detectados antes: 8.331 unidades (32,23%).
Total de erros detectados depois: 2.791 unidades (10,79%).

Não conformidade	Frequência absoluta de erros (01/09/23)	Frequência absoluta de erros (02/02/24)	Frequência absoluta da redução de erros	Frequência relativa da redução de erros
NC01	1197	610	587	10,60%
NC02	2172	813	1359	24,53%
NC03	2713	915	1798	32,45%
NC04	1023	341	682	12,31%
NC05	714	0	714	12,89%
NC06	512	112	400	7,22%
Total:	**8331**	**2791**	**5540**	**100,00%**

Fonte: Autora (2024)

A eficácia das ações corretivas aplicadas às não conformidades críticas são constatadas pelo Quadro 9 e Figura 13. Houve uma redução significativa no total erros após a aplicação das ferramentas da qualidade, de 32,23% para 10,79%. A não conformidade *NC03 (falta de uniformidade)* representa o maior percentual de redução de erros (32,45%), proporcionando uma melhoria no desempenho operacional devido a padronização dos produtos fabricados. Da mesma forma, a avaliação da *NC02 (superfície com rachaduras)*

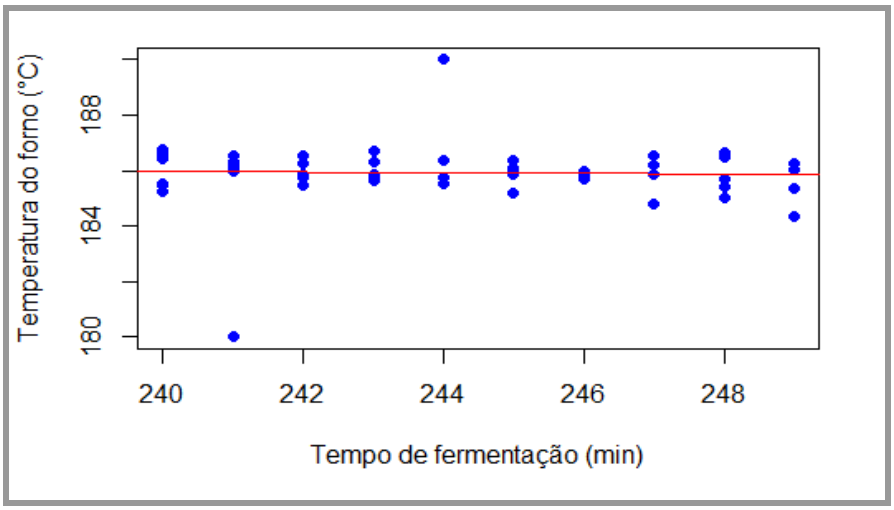
revela um desempenho satisfatório (redução de 24,53% de ocorrências), o que eleva o nível de qualidade da empresa estudada.

A ocorrência da não conformidade *NC05 (completamente queimado)* representa um alto custo para a organização, uma vez que ocasiona perca total do produto. Assim, uma grande contribuição desta pesquisa está na eliminação desse erro. A redução de 100% de pães completamente queimados eleva o nível de confiabilidade do processo e proporciona um notório retorno financeiro. Além disso, ocorrências como a *NC04 (superfície com deformação)*, *NC01 (coloração irregular)* e *NC06 (sem fermentação)* impactam negativamente na satisfação do cliente e consequentemente na imagem da organização. Com o estudo de caso realizado essas não conformidade chegaram a uma redução de 30,13%. Esses dados revelam a validade do estudo e reforçam a necessidade de aplicação das ferramentas da qualidade para melhorar o desempenho geral, também nas pequenas organizações.

Os resultados positivos são corroborados pelos gráficos de dispersão (Figura 14 e 15), que tornam visíveis as relações entre as variáveis. Após as melhorias implementadas houve uma estabilização na temperatura ambiente, que variava de 26ºC a 38ºC (variação de 12ºC) e passou a variar de 28ºC a 32ºC (variação de 4ºC). Essa melhoria causou redução na variação do tempo de fermentação, que variava de 220min a 280min (variação de 60min) e passou a variar de 240min a 248min (variação de 8min).

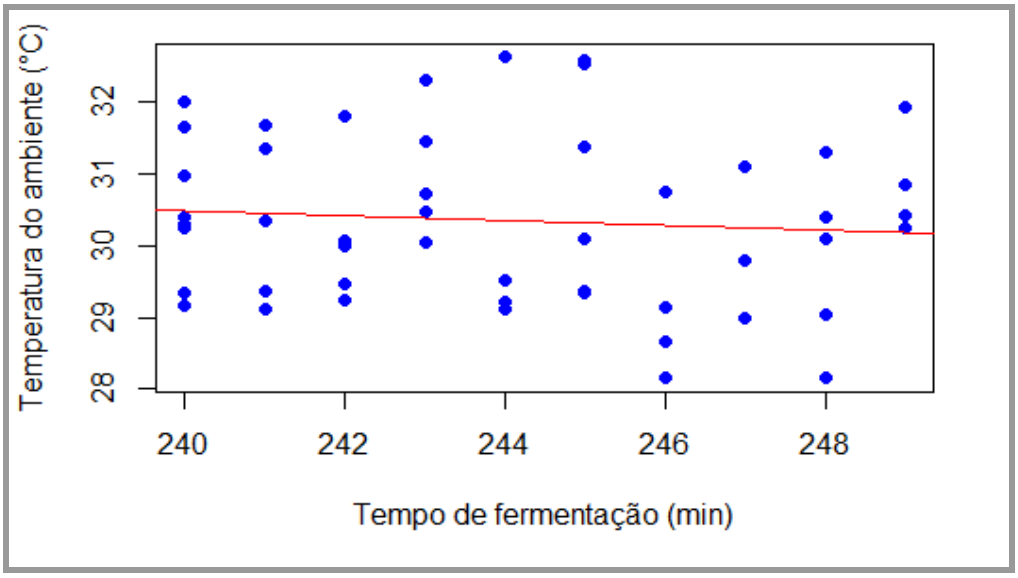
Assim, a Figura 15 demonstra que o controle da variação da temperatura ambiente impacta positivamente no tempo de fermentação; enquanto a Figura 14 revela que a redução da variação no tempo de fermentação influencia na estabilização da temperatura do forno. A temperatura do forno variava de 160ºC a 200ºC (variação de 40ºC) e passou a variar de 180ºC a 188ºC (variação de 8ºC).

Figura 14 – Variáveis do Ishikawa NC03 após mudanças



Fonte: Autora (2024)

Figura 15 – Variáveis do Ishikawa NC02 após mudanças



Fonte: Autora (2024)

As relações de causa e efeito entre temperatura ambiente e tempo de fermentação (Figura 15) e tempo de fermentação e temperatura do forno (Figura 14), com as linhas de tendência próxima a zero, indicam maior estabilidade no processo em comparação com o período anterior. A mudança de *layout* que mantém a área de fermentação das massas distante do forno manteve o equilíbrio entre a temperatura ambiente e o tempo de fermentação, impactando positivamente a temperatura do forno durante o processo de assar pães. Essa ação contribuiu para a redução da quantidade de pães fora dos padrões estabelecidos. O que pode ser percebido pela melhoria significativa na ocorrência das não conformidades críticas. Ou seja, NC02 (superfície com rachaduras) redução de 24,53% e NC03 (falta de uniformidade) redução de 32,45%.

De modo geral, mesmo não executando alterações diretas na estrutura do fluxograma, as ações do *5W2H* permitiram maior fluidez no processo produtivo, que se tornou mais eficiente e livre de obstáculos. Simplificar o fluxo de produção eliminando os cruzamentos e retornos foi um fator determinante para minimizar a ocorrência de erros. Isso não apenas melhorou a eficiência operacional, mas também contribuiu para uma produção mais consistente e de qualidade, uma vez que reduziu as oportunidades para desvios e interrupções no processo.

Portanto, a aplicação das ferramentas da qualidade trouxe ganhos, tangíveis e intangíveis, com pequenas mudanças de projeção estratégica. Os resultados apontam melhoria na produtividade, economia de tempo e materiais, melhoria no fluxo de produção, impacto

positivo na eficiência operacional, aumento no nível de qualidade do produto, melhoria no clima organizacional e na satisfação do cliente. Alguns desses benefícios não foram quantificados neste estudo de caso, mas são perceptíveis no cotidiano da empresa. Pequenas mudanças (melhoria contínua) têm um impacto positivo no desempenho operacional. São ganhos importantes para que as micro e pequenas empresas se motivem a incorporar a cultura de melhoria contínua.

Ao contrastar os resultados obtidos no estudo, com a revisão da literatura realizada para fundamentar o trabalho, constatou-se que cinco das seis ferramentas da qualidade empregadas neste estudo foram exatamente aquelas mais frequentemente utilizadas. A aplicação delas, resultaram em uma redução significativa da variabilidade do processo de fabricação do pão francês, bem como na elevação do nível de qualidade do produto. Em relação aos indicadores de desempenho mais impactados, o estudo de caso também evidenciou melhorias semelhantes a literatura. Aumento da eficiência do processo, redução de erros e desperdícios e aumento do desempenho e produtividade foram os indicadores afetados positivamente. A aplicação dessas ferramentas não apenas contribuiu para a melhoria dos processos da panificadora, mas também ressaltou a importância e eficácia das ferramentas da qualidade na busca pela excelência operacional, corroborando com as tendências observadas na literatura especializada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação das ferramentas da qualidade é uma etapa que deve ser incorporada ao planejamento estratégico das micro e pequenas empresas. Essas ferramentas proporcionam conhecimento e controle dos processos de produção. Este estudo teve objetivo de aplicar ferramentas da qualidade para identificar oportunidades de melhoria no processo de produção do pão francês em uma pequena panificadora.

A partir dos dados coletados, foi possível aplicar seis ferramentas da qualidade *(fluxograma, folha de verificação, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, diagrama de dispersão e 5W2H),* que contribuíram para a identificação de erros e elaboração do plano de ação visando a melhoria do desempenho operacional.

Dois problemas críticos foram identificados, a saber, *falta de uniformidade* e *superfície com rachaduras*. Após análise aprofundada, três causas potenciais foram investigadas: *controle no tempo de fermentação, consistência na temperatura do forno* e *controle das variações na temperatura do ambiente*. A fermentação da massa está relacionada com a temperatura a que ela é exposta, sendo a variação térmica um fator direto para garantir a uniformidade do pão e evitar a formação de rachaduras.

Após a execução das etapas relacionadas a aplicação das ferramentas da qualidade, ou seja, identificar os problemas, priorizá-los, levantar as causas potenciais e analisar a correlação entre elas, foi elaborado um plano de ação *5W2H*. O propósito do plano de ação é a redução e/ou eliminação das não conformidades encontradas.

Os resultados deste estudo de caso demonstram que a aplicação das ferramentas da qualidade pode melhorar o desempenho operacional nas micro e pequenas empresas. A análise no processo produtivo do pão francês, antes e depois das ações implantadas, releva redução significativa na ocorrência de erros. Em 50 lotes inspecionados (25.850 pães) identificou-se 8.331 (32,23%) unidades defeituosas antes da melhoria e 2.791 (10,79%) unidades defeituosas após a melhoria. Houve redução de 21,44% nas não conformidades identificadas.

Esta pesquisa encontrou limitações de tempo e custo. O estudo de caso foi desenvolvido em 6 meses, tempo insuficiente para conclusões mais aprofundadas. As ações propostas não deveriam gerar custos elevados, o que limitou o alcance de melhorias. Além disso, o número reduzido de dados coletados para as análises inviabilizou a utilização de ferramentas estatísticas como o *histograma* e o *gráfico de controle.*

Este trabalho apresenta contribuições significativas tanto no âmbito acadêmico quanto no gerencial. Academicamente, o estudo enriquece o campo da gestão da qualidade ao aplicar e analisar de forma prática as ferramentas da qualidade no contexto das pequenas empresas, algo ainda pouco explorado. Além disso, ao adotar uma abordagem qualitativa, a pesquisa contribui para a compreensão mais aprofundada das interações humanas e dos significados subjacentes às ações no ambiente organizacional. Do ponto de vista gerencial, os resultados obtidos podem auxiliar gestores e proprietários de empresas menores, na implementação eficaz de práticas de gestão da qualidade, possibilitando aprimoramentos nos processos produtivos e na melhoria contínua do desempenho geral e operacional do negócio. Assim, esta pesquisa não apenas amplia o conhecimento acadêmico sobre a aplicação das ferramentas da qualidade, mas também contribui com pontos práticos e aplicáveis para a gestão de empresas.

Para estudos futuros, recomenda-se incorporar ao plano estratégico as melhorias operacionais e a replicação da pesquisa em empresas de diferentes setores, com estudos de casos longitudinais e aplicação de outras ferramentas da qualidade recomendadas para melhoria dos processos de produção, como o histograma, gráfico de controle, diagrama de árvore, análise SWOT, brainstorming, 5 porquês, estratificação, matriz GUT, entre outras.

REFERÊNCIAS

ABDEL-HAMID, M. and ABDELHALEEM, H. **Improving the Construction Industry Quality Using the Seven Basic Quality Control Tools**. Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, 7, 412-420. doi: 10.4236/jmmce.2019.76028, 2019.

ADDEH, J. et al. (2014). **Statistical process control using optimized neural networks: A case study**. ISA Transactions, 53(5), 1489–1499. https://doi.org/10.1016/j.isatra.2013.07.018

ALVES, C. G. M. de F.; RIBEIRO, G. C. de S. **Aplicação das ferramentas da qualidade como melhoria da produção: Um estudo de caso em uma empresa do ramo alimentício.** Qualitas Revista Eletrônica, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 128–142, 2023. Disponível em: https://revista.uepb.edu.br/QUALITAS/article/view/2506. Acesso em: 19 setembro de 2023.

AMORIM, T. S.; GARCIA-AMOEDO, L. H. **Aplicação de ferramentas da qualidade em um desvio de qualidade na indústria farmacêutica: Um estudo de caso.** Infarma - Ciências Farmacêuticas, 2021. doi:http://dx.doi.org/10.14450/2318-9312.v33.e4.a2021.pp345-351. Disponível em: <https://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=2863>. Acesso em: 19 setembro de 2023.

ANTONY, J., MCDERMOTT, O., SONY, M., FERNANDES, M.M. and RIBEIRO, R.V.C. **A study on the Ishikawa's original basic tools of quality control in South American companies: results from a pilot survey and directions for further research**, The TQM Journal, Vol. 33 No. 8, pp. 1770-1786, 2021. https://doi.org/10.1108/TQM-01-2021-0004

ANJOS, T. V. dos. **Análise e proposta para melhoria da confiabilidade do processo utilizando ferramentas da qualidade e Big Data: estudo de caso em uma indústria de tintas.** Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção CnBRepro, 2020. Disponível em: <https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/09272020_230941_5f7147899c6fe.pdf > Acesso: em 19 de novembro de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS (ABIA). **Relatório Anual 2020**. ABIA: São Paulo, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA (ABIP) com apuração do Instituto Tecnológico da Alimentação, Panificação e Confeitaria (ITPC) e Associação Brasileira da Indústria do Trigo (Abitrigo), 2020. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2021/01/Indicadores2020-abip.pdf> Acesso em: 01 de setembro de 2023.

BARBOSA, S. L. O Estudo de Caso da Pesquisa em Administração: Limitações do Método ou dos Pesquisadores? In: XXXII ENANPAD, 2008, Rio de Janeiro. XXXII ENANPAD, 2008.

BAUER, M. W.; GASKELL, G.; ALLUM, N. C. **Qualidade, quantidade e interesses do conhecimento: evitando confusões**. In: _____. (Org.). Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. Petrópolis: Vozes, 2008.

BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GILBERT, J.; HARDING R; WEBB, S. **Rediscovering continuous improvement.** Technovation v. 14, n. 1, p. 17-29, 1994.

BLANCO, B. B. **Gestão de processos em pequenas empresas: resultados de uma pesquisa-ação em uma fábrica de óculos de madeira no Rio de Janeiro.** Produção Online, v. 20, n. 3, p. 923-947, 2020.

BORBA, M. C. et al. **Aplicação das ferramentas de gestão da qualidade para a otimização nos serviços e melhoria na gestão organizacional em uma academia de ginástica no município de Parauapebas-PA**. REMIPE - Revista De Micro E Pequenas Empresas E Empreendedorismo Da Fatec Osasco, 9(1), 118–137, 2023. https://doi.org/10.21574/remipe.v9i1.394

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C.; MACHADO, M. A. V. **Indicadores de desempenho operacional e econômico: um estudo exploratório no contexto do agronegócio. Revista de Negócios**, v. 12, n. 1, p. 3-15, 2007.

CAMPOS, G. **Aplicação de ferramentas da qualidade no atendimento de não conformidades em uma empresa de embalagem no estado do Paraná.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas.** São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro, Elsevier: ABEPRO, 2012.

COELHO, F. P. S.; SILVA, A. M.; MANIÇOBA, R. F. M. **Aplicação das Ferramentas da Qualidade: Estudo de Caso em Pequena Empresa de Pintura**. REFAS: Revista FATEC Zona Sul - ISSN 2359-182X, v.3, n.1, 2016.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, A. A. **Criatividade na Escola. Relatório de Mesa redonda no âmbito do Programa de Trabalhos do CERI/CDE**. Lisboa: Gabinete de estudos e Planejamento da ação educativa, 1972.

COSTA, C. E. S. da. et al. **Aplicação das ferramentas de qualidade - controle estatísticos de processos e diagrama de Ishikawa na determinação da qualidade de um processo produtivo de limão.** Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 2023. https://doi.org/10.51891/rease.v9i5.9916

COSTA NETO, P. L. de O.; CANUTO, Simone A. **Administração com qualidade: conhecimentos necessários para a gestão moderna**. São Paulo: Blucher, 2010.

COUTINHO, T. **Veja como fazer fluxogramas para melhorar seus processos e otimizar seu negócio**. Blog Voitto, 2020.

CUPELLO, J.M.: "**A new paradigm for measuring TQM progress**." Quality Progress, v.27, n.5, p.79-82, May 1994.

DIAS, J. O. et al. **Ferramentas da qualidade na melhoria do processo produtivo: um estudo no processo de panificação em uma rede de supermercados da cidade de Campos dos Goytacazes - RJ**, XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2015.

FIPAN - **Feira Internacional de Panificação, Confeitaria e Food**. Business, Economia, 2017. Disponível em: <https://fipan.com.br/wp-content/uploads/2017/06/FIPAN-2017-Economia.pdf> Acesso em: 02 de setembro de 2023.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FUJIMOTO, D Y. **A importância das ferramentas da qualidade nas indústrias**. 51 f. Monografia de especialização – Departamento de Gestão da Qualidade. Universidade Candido Mendes, 2017. Disponível em: < http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/posdistancia/53152.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2023.

GARBI, J. P. S.; REIS FILHO, R. R. **Estudo e melhoria do controle de estoque evitando perdas e divergências em um supermercado**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 587–599, 2021. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1217> Acesso em: 19 setembro de 2023.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva**, Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, 1992.

GOODE, W. J.; HATT, P. **Métodos em Pesquisa Social**. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 1979.

HENNING, E. **Aperfeiçoamento e desenvolvimento dos gráficos combinados Shewhart-CUSUM binomiais**. 2010.251f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

HIGA, C. M. L. et al. **Incidente de queda com dano: diagrama de Ishikawa e plano de ação.** Brazilian Journal of Health Review, v. 4, n. 1, p. 3231-3239, 2021.

IARO, A. **Cartas de controle em laboratório: Estudo de caso em laboratório de análises de trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

IWABUCHI, S. R. da S. et al. **Análise nos setores de processamento e armazenamento de palmito através da aplicação das ferramentas da qualidade: Um estudo de caso em uma indústria fabricante de palmito no interior do Pará.** Revista Foco, 2023. https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n7-021

JUNIOR P. O.; SCUCUGLIA R. **Mapeamento e Gestão por Processos – BPM (Business Process Management)** São Paulo: M. Books, 2011.

JURAN, J. M. **Quality Control Handbook.** 1951.

KANJI, G. K. **Total quality management: the second industrial revolution. Total Quality Management**. Vol. 1, p. 3-12, 1990.

KAPLAN, Robert S.; COOPER, Robin. **Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo.** São Paulo: Futura, 1998.

KIRAN, D.R., I**n Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies**, ButterworthHeinemann, New York, pp. 270-290, 2017.

KULIGOVSKI, C.; ROBERT, W. A.; AZEREDO, O. M. C.; PALMA, A.; J.; AGUIAR, M. A. S. **5S and 5W2H Tools Applied to Research Laboratories: Experience from Instituto Carlos Chagas - FIOCRUZ/PR for Cell Culture Practices**. Brazilian Archives of Biology and Technology. V. 64. 2021.

LÉLIS, E. C. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education Brasil, 2018.

LISBÔA, M. G. P; GODOY, L. P. **Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a jóia.** Iberoamerican Journal of Industrial Engineering. 4, 7, p. 32-47, 2012.

LOPES, J. C. C. **Gestão da Qualidade: Decisão ou Constrangimento Estratégico**. Dissertação (Mestrado em Estratégia Empresarial). Universidade Europeia: Laureate 50 International Universities, Lisboa, 2014.

MANOJKUMAR, S., & KUMAR, M. **Elimination of visor defects using 7 QC tools.** Materials Today: Proceedings, 45, 8203–8206. doi: 10.1016/j.matpr.2021.03.382, 2021.

MACH, P.; GUAQUETA, J., **Utilization of the seven Ishikawa tools (old tools) in the six sigma strategy**, 24th International Spring Seminar on Electronics Technology. Concurrent Engineering in Electronic Packaging, ISSE 2001, Conference Proceedings (Cat. o.01EX492), pp. 51-55, 2001.

MARCONDES, J. S. **Diagrama ou Gráfico de Pareto: Ferramenta da Gestão da Qualidade.** Blog Gestão de Segurança Privada, 2015.

MARTINS, M. M. **Qualidade de vida e capacidade para o trabalho dos profissionais de enfermagem no trabalho em turnos.** 2002. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Engenharia de Produção – Área de Ergonomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 2002.

MESQUITA, A. M.; VASCONCELLOS, D. S. S. U**tilização do ciclo PDCA e das Ferramentas da Qualidade na elaboração de um Procedimento Operacional Padrão (POP).** In: XVI Simpósio de Engenharia de Produção. Anais. Bauru (SP), SIMPEP, 2009.

MIRANDA, L. C.; SILVA, J. D. G. **Medição de desempenho**. In SCHMIDT (ORG) Controladoria. Porto Alegre: Bookman; 2002.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. John Wiely and Sons, Inc., 1997.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 6th edition, John Wiely and Sons, Inc., Danvers, 2009.

MONTGOMERY, D. C. & Runger, G. C. A**pplied Statistics and Probability for Engineers.** 6th ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2020.

MINAYO, M. C. S; SANCHES, O. **Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239-262, jul./sep.1993.

NASCIMENTO, I. C. B.; DE OLIVEIRA, L. B. **Implantação de ferramentas da qualidade na melhoria do processo produtivo em uma panificadora.** Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 5, n. 4, p. 88-95, 2020.

NETO, R. M. S. et al. **Aplicação das sete ferramentas da qualidade em uma fábrica de blocos standard de gesso**. XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2017.

NOVASKI, V. et al. A. **Aplicação de matriz GUT e gráfico de Pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma Panificadora**. International Journal of Development Research, Paraná, 2020.

OLIVEIRA, J. A. **Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo.** Repositório Institucional da UNESP, 2011.

OLIVEIRA, M. E. C. P. de. et al. **Aplicação das ferramentas da qualidade para a elaboração de um planejamento gerencial dirigido à gestão de estoque: Estudo de caso de uma empresa de varejo.** Revista Gestão e Organizações, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 01-16, 2022. ISSN 2526-2289. doi:http://dx.doi.org/10.18265/2526-2289v7n3p01-16. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/rgo/article/view/6452>. Acesso em: 19 de setembro 2023.

PACHECO, R.R. **Evolução da gestão da qualidade: uma análise por meio da revisão bibliográfica sistemática**. 110 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

PAKES, P. R. et al. **Análise das ferramentas da qualidade e do ciclo PDCA: estudo de caso em uma empresa do setor têxtil.** Alma/SFX Local Collection. GeSec: Revista de Gestão e Secretariado, Vol.13 (3), p.812-827, 2022.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Ed. Atlas, 2000.

PAULA, A. dos S.; GAMBI, L. do N. **Aplicação de Ferramentas da Qualidade: Estudo de Caso em um Laticínio**. DOAJ - Directory of Open Access Journals, Revista FSA, Vol.20 (1), p.309-335, 2023.

PETENATE, M. **Conheça as principais ferramentas da qualidade: Folha de verificação**. Escola EDTI, 2018.

PIRES, V. T. **Implantação do Controle Estatístico de Processo em uma empresa de manufatura de óleo de arroz** - Dissertação de Mestrado. Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre: UFRGS, 2000.

REVELLE, J.B. **Keep your toolbox full**, Quality Progress, Vol. 45 No. 2, pp. 48-49, 2012.

ROCHA, T. S. da. et al. **Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de melhoria contínua na engenharia de produto em uma empresa de produtos hospitalares.** Revista Foco. https://doi.org/10.54751/revistafoco.v15n3-004, 2022.

SANTOS, M. V. S.; SILVA, F. P. **Redução dos desvios de qualidade na fabricação de sacos para lixo com alças utilizando ferramentas do gerenciamento da qualidade**. Episteme Transversalis, v. 10, n. 3, 2019.

SAVEDRA, L. A. et al. **Aplicação de ferramentas da qualidade e planejamento para o controle de produção de cerveja artesanal**. Revista Prociências, v. 4, n. 1, 2021.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - **Anuário do trabalho nos Pequenos Negócios: 2018**. 11.ed / DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos [responsável pela elaboração da pesquisa, dos textos, tabelas e gráficos], 2018. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/anuario/2018/anuarioPequenoNegocio2018/index.html?page=3> Acesso em: 06 de fevereiro de 2024.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – **Projetos Setoriais | UCOP 2023**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/ES/P%C3%A1ginas/Pain%C3%A9is%20Setoriais/Painel%20Setorial%20Panifica%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2023.

SELEME, R. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais** / Robson Seleme, Humberto Stadler. – Curitiba: Ibpex, 2012.

SILVA, M. F. F. et al. **Aplicação de ferramentas da qualidade para minimizar a porcentagem de defeitos em compósitos cimento-madeira.** Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, João Pessoa, 2023. ISSN 2447-9187. doi:http://dx.doi.org/10.18265/2447-9187a2022id7424. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/7424>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

SILVA, M. R. F. et al. **Gestão da qualidade em uma empresa prestadora de serviços na área de consultoria e assessoria em marketing digital**. Brazilian Journal of Business, v. 3, n. 3, p. 2612-2626, 2021.

SILVA, J. M.; LUZ, J. P. **Anais da Jornada Científica de Gestão e Negócios.** LabSiga/IFSul: v. 2, 2019.

SOUSA, J.C., MOTA, L.O, **Aplicação das Sete Ferramentas da Qualidade nas Organizações na Área da Produção** - ID online. Revista de psicologia, 2022. DOI:https://doi.org/10.14295/idonline.v16i60.3406

SYDLE. **Notação BPMN: como aplicar para modelar processos? Entenda etapas**, 2020. Disponível em: <https://www.sydle.com/br/blog/notacao-bpmn5ef510823130175de40cc4c2/>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2024.

TELLES, L. B. **Ferramentas e sistemas de custo aplicados à gestão da qualidade no agronegócio.** Dissertação (Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná), 2014. Disponível em:<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1570/1/PG_PPGEP_M_Telles%2c%20Leomara%20Battisti_2014.pdf>. Acesso em: 05 de setembro de 2023.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**; trad. Daniel Grassi - 2.ed. -Porto Alegre: Bookman, 2001.

YUAN, C.-C., CHUNG, W.-H., CAI, C., & SUNG, S.-T. (2020). **Application of Statistical Process Control on Port State Control**. Journal of Marine Science and Engineering, 8(10), 746. doi:10.3390/jmse8100746