



ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

Redução de sobrepeso na fabricação de biscoitos cobertos: Um estudo de caso usando o método DMAIC

Karine Yamamura Sakamoto

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS

Juliano Endrigo Sordan

Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho - FATEC

Resumo: O sobrepeso de produtos manufaturados na indústria de alimentos é um problema de grande relevância porque leva ao uso excessivo de matéria-prima, aumentando os custos de produção e reduzindo a eficiência industrial. Além disso, o aumento dos custos dos insumos pode impactar negativamente o preço dos produtos, afetando diretamente a competitividade das organizações. Por outro lado, a abordagem Seis Sigma tem auxiliado diversas empresas a reduzirem a variabilidade de seus processos produtivos e melhorando os resultados operacionais e financeiros. Este artigo objetiva apresentar e analisar os resultados de um projeto Seis Sigma direcionado para a redução de sobrepeso na linha de biscoito coberto em uma indústria de alimentos nacional. Para tanto, adotou-se como método de pesquisa o estudo de caso único. A investigação das práticas implementadas no projeto seguiu a sequência estabelecida no método DMAIC (Define-Measure-Analyse-Improve-Control). Os dados foram coletados por meio de reuniões com time multidisciplinar executor do projeto. Após a coleta dos dados, procedeu-se uma análise de conteúdo a respeito das etapas sequenciais estabelecidas no DMAIC e seus resultados. Este estudo pode contribuir com a execução de futuros projetos de excelência operacional, cujo propósito seja a implementação de projetos de melhoria por meio da estrutura DMAIC voltados para os processos de fabricação de alimentos.

Palavras-chave: Seis Sigma, DMAIC, Sobrepeso, Excelência Operacional, Indústria de alimentos.

Overweight reduction in the manufacture of covered biscuits: A case study using the DMAIC method

Abstract: Excess weight in manufactured food products poses a significant challenge, as it results in the overconsumption of raw materials, drives up production costs, and decreases industrial efficiency. Additionally, rising input costs can adversely affect product pricing, directly impacting organizations' competitiveness. On the other hand, the Six Sigma methodology has enabled many companies to minimize variability in their production processes, resulting in enhanced operational and financial performance. This article aims to present and analyze the outcomes of a Six Sigma project designed to reduce excess weight in the coated biscuit line of a national food company. To conduct this research, a single case study approach was utilized. The investigation of the practices implemented in the project followed the sequence established in the DMAIC (Define-Measure-

Analyze-Improve-Control) method. Data were collected through meetings with the multidisciplinary team executing the project. After data collection, a content analysis was performed regarding the sequential steps established in DMAIC and their results. This study can contribute to the execution of future operational excellence projects, whose purpose is to implement improvement projects through the DMAIC structure aimed at food manufacturing processes.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, Overweight, Operational excellence, food industry.

1. Introdução

Os impactos na indústria podem ser profundos e abrangentes, afetando diversos aspectos da sociedade, política e economia. No âmbito da indústria de alimentos, especificamente em relação à produção de biscoitos, a elevação dos custos do cacau e da gordura pode aumentar significativamente o custo operacional, afetando diretamente os consumidores e reduzindo a demanda, uma vez que a margem de lucro das empresas se torna cada vez mais apertada. Para Han (2019) a inovação estratégica estabelece uma mentalidade e uma estrutura de negócios de modo a apoiar o processo de transformação dos recursos e capacidades das empresas, redefinindo sua base de clientes e o mercado em que atuam. Portanto, a inovação e melhoria dos processos de manufatura é essencial em contextos de escassez de recursos.

As principais matérias-primas que formam um biscoito coberto são: água, farinha de trigo, açúcar, aroma, lecitina, gordura e cacau. Nos últimos anos, diversos insumos foram impactados por eventos externos, incluindo a pandemia de Covid-19 e a guerra entre a Rússia e a Ucrânia. No início de 2022, os preços do trigo registraram um aumento notável: em janeiro, atingiram US\$ 374,24 por tonelada; em fevereiro, US\$ 390,50 por tonelada; em março, US\$ 486,30 por tonelada; e em abril, US\$ 495,28 por tonelada (ALVES, 2022).

A indústria de alimentos pode ser caracterizada por meio de rupturas tecnológicas de produto e melhorias incrementais associadas à aquisição de novas tecnologias de processo (RAIMUNDO *et al.*, 2017). Por outro lado, a perecibilidade dos produtos alimentares e as distâncias percorridas na cadeia de abastecimento, demandam inovações nas áreas de logística, organização, produção e marketing (DE MORI, 2011). O problema analisado neste trabalho é o sobrepeso dos produtos, uma vez que, dependendo da magnitude do excesso, o cliente pode recusar a mercadoria devido às limitações de capacidade de seus equipamentos. Além disso, há a questão do prejuízo econômico ocasionado pelo envio de uma quantidade de produto que não será remunerada, resultando em um desperdício de matéria-prima (KAYO, 2010).

Seis Sigma é uma abordagem estratégica que ajuda as organizações a reduzirem a variabilidade dos processos produtivos, integrando estratégias de negócios e melhorando os resultados do planejamento estratégico (SELEME, 2016). Tal abordagem tem ajudado as empresas a produzirem com maior qualidade e melhor performance dos produtos, resultando no aumento de produtividade e redução de custos, além da satisfação dos clientes (ARMANDO, 2021).

A implementação do projeto analisado neste estudo teve como objetivo a redução do indicador de sobrepeso na linha de biscoito coberto, com um enfoque no aumento da eficiência do processo e da qualidade do produto. O artigo está organizado da seguinte forma: A Seção 2 apresenta o referencial teórico, como foco na metodologia DMAIC. A Seção 3 descreve o método de pesquisa. A Seção 4 apresenta os resultados das análises, divididos em cinco subseções: definição, medição, análise, implementação (melhoria) e controle. Por fim, a conclusão do estudo é apresentada na Seção 5.

2. Referencial Teórico

O Programa Seis Sigma foi concebido na Motorola em 1987 com o propósito de melhorar drasticamente a qualidade de seus produtos. Dois anos após essa iniciativa, a empresa recebeu o prêmio Malcolm Baldrige National Quality Award (PANDE *et al.*, 2001). Contudo, o sucesso dessa abordagem foi reforçado na década seguinte, a partir dos resultados obtidos na General Electric, sob a liderança de Jack Welch, que na época ocupava a posição de CEO na empresa (BLACK; REVERE, 2006). Desde então, o Seis Sigma tem sido adotado por organizações de manufatura e serviços em vários países, com o propósito de melhorar produtos, serviços e processos (EVANS; LINDSAY, 2014).

O termo “Seis Sigma” é utilizado para descrever a capacidade de um processo em gerar apenas 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), assumindo uma distribuição normal e média deslocada de $1,5\sigma$ dos limites de especificação (MONTEGOMERY; WOODALL, 2008). A ideia central a respeito da abordagem SS é que a qualidade dos produtos e processos pode ser melhorada drasticamente por meio da compreensão das relações entre as entradas (x 's) que influenciam significativamente as métricas pertinentes às saídas do processo (y 's), assim como do controle dessas entradas, a partir dos limites especificados (MEHRJERDI, 2011).

A utilização do nível sigma como uma métrica de desempenho pode ser um ponto de partida para as estratégias de melhoria contínua e desenvolvimento de um processo por meio da avaliação de erros e resultados, possibilitando alterações sistemáticas para aumentar a confiabilidade do processo (JOHNSTONE *et al.*, 2003). Uma atividade-chave na implementação de projetos Seis Sigma é a formulação da função de transferência, geralmente conduzida na fase de medição e que pode ser explicada em termos matemáticos como $Y = f(x^1, x^2, \dots, x_n)$, onde as prováveis causas “ x 's” representam as principais entradas que são convertidas em saídas do processo (PYZDEK; KELLER, 2003). Diversas organizações têm reportado o desempenho de seus processos entre os níveis sigma 2.0 e 3.0 e melhorado significativamente esse desempenho (BREYFOGLE; CUPELLO, 2001).

Para Oliveira (2024) as ferramentas de qualidade são componentes indispensáveis de um processo e instrumentos fundamentais para o êxito de um programa de gestão da qualidade. Elas possibilitam a mensuração, definição e identificação de problemas, culminando na tomada de decisões informadas. De acordo com Snee (2004) os projetos Seis Sigma apresentam quatro características fundamentais: (1) foco em resultados, com impacto financeiro; (2) integração do elemento humano com o processo de melhoria, reforçando o trabalho em equipe e a cultura de mudança; (3) metodologia específica orientada para a melhoria de produtos e processos existentes (DMAIC) ou para o desenvolvimento de novos produtos e processos (DMADV); e (4) infraestrutura técnica, que envolve um grupo de profissionais capacitados que desempenham papéis específicos para liderar, desenvolver e implementar os projetos, incluindo Champions, Master Black Belts (MBB), Black Belts (BB) e Green Belts (GB).

3. Método de pesquisa

A abordagem de pesquisa empregada neste estudo pode ser caracterizada como qualitativa, visto que tal abordagem, por ser essencialmente interpretativa, faz com que o pesquisador descreva o cenário por meio de uma perspectiva construtivista, recorrendo a análise de dados para identificar temas ou categorias por meio de uma lente pessoal (CRESWELL, 2007). Assim, o estudo de caso envolve uma abordagem detalhada e contextualizada de um fenômeno ou situação específica dentro de um ambiente real. Segundo André (2013), destacam-se três pressupostos fundamentais que precisam ser

considerados ao escolher o estudo de caso qualitativo: (1) o conhecimento está em contínua construção; (2) o caso abrange diversas dimensões interligadas; e (3) a realidade pode ser interpretada a partir de diferentes perspectivas.

O procedimento para coleta e análise dos dados foi conduzido por meio de um estudo de caso único longitudinal, visto que este método é recomendado para trabalhos que tenham como características a necessidade de encontrar respostas às questões “como” e “por que”, pouco ou nenhum controle sobre o evento por parte do pesquisador e foco em problemas contemporâneos dentro de um contexto real (YIN, 2009). O estudo de caso foi conduzido entre agosto de 2023 e junho de 2024, em uma fabricante de biscoitos e balas, a qual será denominada “Beta”. A empresa emprega mais de 350 colaboradores e possui instalações nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Os dados foram coletados através de reuniões com time multidisciplinar e, após a coleta, procedeu-se uma análise de conteúdo a respeito da abordagem adotada pela empresa para a condução do projeto de redução indicador de sobrepeso. Após a coleta dos dados procedeu-se uma análise da abordagem adotada pela empresa para a condução do projeto Seis Sigma, suas etapas e técnicas utilizadas. A análise foi norteadada pelo modelo DMAIC e contraposta com as práticas

4. Resultados

4.1 Fase Definição

A primeira etapa de um projeto DMAIC deve identificar o problema e o objetivo, sendo assim, todas as informações necessárias para essa fase foram registradas em um termo de abertura do projeto (*project charter*), de modo a declarar o problema a ser tratado, a equipe envolvida, o escopo e os indicadores do projeto, além dos benefícios esperados no final do estudo. A Tabela 1 sintetiza as informações contidas no *Project charter*.

Tabela 1. Síntese do *Project Charter*.

Título do projeto		Redução de sobrepeso na linha de palitos	
Descrição do problema	A linha de produção de palitos enfrenta sobrepeso, com o peso do produto excedendo o indicado na embalagem. Isso não prejudica o cliente, mas aumenta os custos de produção ao enviar mais produto sem retorno financeiro.		
Equipe do projeto	1 analista de processos, 1 supervisor, 1 mecânico, 1 eletricitista, 1 operador e 1 assistente da qualidade		
Indicadores	Alto índice de sobrepeso e custo elevado de matéria-prima		
Escopo do projeto	O projeto tem como objetivo a redução de sobrepeso na linha de palitos através de ferramentas da qualidade		
Benefícios esperados	Benefícios financeiros de R\$ 55.000,00 dos custos de insumos e aumento de rendimento dos ingredientes.		
Cronograma	Definição: maio de 2024; Medição e análise: julho de 2024.	Melhoria: agosto de 2024. Controle: setembro de 2024.	

Fonte: Dados da pesquisa

Após a validação do projeto pelo diretor industrial, a equipe elaborou um diagrama SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) a fim de melhor compreender o fluxo do processo de fabricação de biscoito, bem como levantar informações sobre dados, entradas e saídas dos processos. A Figura 1 ilustra a visão clara do processo, além da identificação de entradas e saídas.

Figura 1 – SIPOC realizado na linha de biscoito coberto

S SUPPLIERS	I INPUTS	P PROCESS	O OUTPUTS	C CUSTOMERS
Dosimetria	Disponibilização dos Kits	Preparar a massa	Massa pronta crua	Rotativa (moldadora)
Dosimetria	Disponibilização dos Kits	Preparar a cobertura	Cobertura pronta	Cobrideira
Mezanino	Massa crua	Moldar a massa	Palito moldado cru	Forno
Rotativa	Palito moldado cru	Assar o palito	Palito assado quente	Esteira de resfriamento
Forno	Palito assado quente	Resfriar o palito	Palito assado frio	Cobrideira
Esteira de resfriamento	Palito assado frio	Colocar cobertura no palito	Palito com cobertura mole	Túnel de resfriamento
Cobrideira	Palito com cobertura mole	Resfriamento do palito coberto	Palito com cobertura dura	Agrupador dos palitos (malvadão)
Túnel de resfriamento	Palito com cobertura dura	Agrupar os palito	Palitos agrupados	Pullnose
Malvadão	Palitos agrupados	Abastecimento dos palitos nos berços	Bercinhos abastecidos	Embaladoras Modena e Stylus
Pullnose	Bercinhos abastecidos	Embarcar os palitos	Pacote pronto	Checkweight
Embaladoras Modena e Stylus	Pacote pronto	Checagem de peso	Pacote conferido	Encaixotamento
Checkweight	Pacotes conferidos	Empacotar os pacotes	Caixa pronta	Expedição

Fonte: Dados da pesquisa

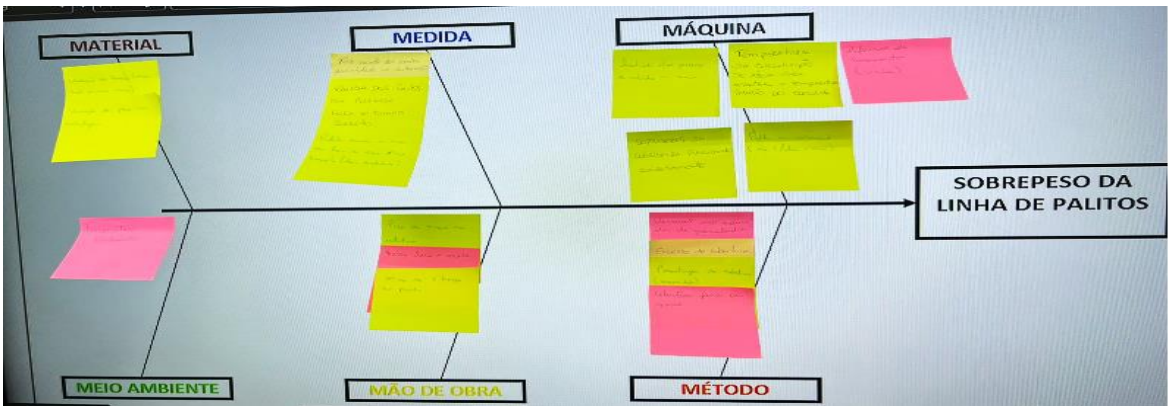
Todas as definições e etapas do estudo de caso foram definidas pela equipe multidisciplinar. Por se tratar de um projeto de curto prazo, o planejamento e ações assertivas foram definidas em uma única reunião, portanto, o objetivo do estudo foi definido como “redução do indicador de sobrepeso na linha de biscoito coberto de 3,3% para 2,20% até setembro de 2024”.

4.2 Fase Medição

A etapa medição tem como propósito coletar dados relevantes para entender o desempenho atual do processo e estabelecer métricas de referência (baseline). Nesta etapa, são identificadas as variáveis críticas para a qualidade (CTQs) e o impacto que elas têm no problema.

Deste modo, procedeu-se uma seção de brainstorming para a elaboração de um diagrama de espinha de peixe, conforme mostrado na Figura 2. Nesta etapa buscou-se entender quais as causas raízes do problema. A ferramenta analisa diversas variáveis para descobrir as possíveis causas raízes do motivo do estudo de caso, sendo elas: meio ambiente, mão de obra, método, máquina, medida e material. O método dos 5 porquês foi utilizado para ajudar a investigar profundamente o problema, perguntando “por quê”? repetidamente, geralmente cinco vezes, até identificar a causa fundamental.

Figura 2 – Ishikawa para descobrir a causa raiz do problema



Fonte: Dados da pesquisa.

A Matriz de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para identificar, organizar e priorizar as possíveis causas de um problema ou de um efeito específico, auxiliando nas tomadas de decisões mais assertivas. Essa metodologia é realizada através de pontuações para indicar sua influência no problema, onde a soma das pontuações de cada causa ajuda a classificar as mais importantes, permitindo que a equipe priorize os fatores mais críticos que devem ser abordados. A metodologia Lean Six Sigma é muito ampla e devido a isso, a ferramenta de matriz de esforço impacto é uma ferramenta visual utilizada em processos de tomada de decisão para priorizar ações ou soluções com base em dois critérios principais: o esforço necessário para implementar uma ação e o impacto esperado dessa ação. As Tabelas 2 e 3 ilustram as priorizações dos levantamentos realizados no diagrama de Ishikawa.

Tabela 2. Diagrama de causa e efeito

Índice de Importância		9	10	8	
X's do Processo		Biscoito com a quantidade ideal, sincronizado e alinhado na esteira	Peso do produto	Porcentagem de cobertura	TOTAL
X9	Peso da massa na rotativa	9	10	8	245
X19	Operador capacitado	9	10	8	245
X10	Massa seca e massa mole	10	8	5	210
X7	Excesso de cobertura (% e viscosidade)	4	9	10	206
X2	Quantidade e presença de tira rabicho	7	10	5	203
X15	Faca fora da posição ou desalinhada (diferença de peso na rotativa)	9	10	2	197
X1	Soprador da cobrideira (ventilador)	2	9	10	188
X33	Palito em V	10	5	6	188

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3. Matriz de esforço impacto.

ESFORÇO (para atuar sobre os "X's")	ALTO	Operador capacitado Soprador da cobrideira (ventilador) Falha na automação (caindo 1 fileira a mais) Viscosidade da cobertura Parâmetros de automação Leitura do sensor da Pullnose	Palito em V
	BAIXO	Peso da massa na rotativa Massa seca e massa mole Excesso de cobertura (% e viscosidade) Quantidade e presença de tira rabicho	Quantidade dos ingredientes
		ALTO	BAIXO
		IMPACTO (nos requisitos do clientes "Y's")	

Fonte: Dados da pesquisa

A utilização das duas ferramentas em conjunto faz com que seja mais visível e fácil a priorização das ações a serem levantadas, uma vez que é possível observar todas as possíveis causas dentro das especificações “alto impacto e baixo esforço”. Além da implementação imediata das ações, a equipe conduziu uma análise mais aprofundada a respeito das causas, que serão discutidas a seguir.

4.3 Fase Análise

Os conceitos estabelecidos para identificar a causa raiz do problema envolvem análises de ações corretivas que sejam focadas nos fatores que realmente impactam o desempenho, pois evitam desperdícios de recursos e tempo, além de resultar em melhorias no processo. Considerando que as causas potenciais relacionadas ao problema tratado no projeto foram identificadas e selecionadas na fase Medição, o objetivo das atividades nesta fase foi direcionado pelo time multidisciplinar através das análises de X potencial e FMEA, conforme mostrado nas Tabelas 4 e 5.

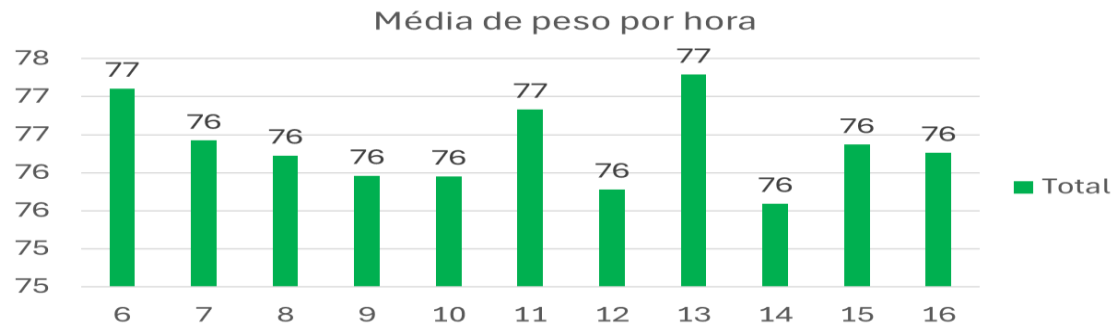
Tabela 4. Análise X Potencial

ITEM	X POTENCIAL	DESCRIÇÃO/HIPÓTESE	TIPO DE DADOS	ANÁLISE A SER REALIZADA
1	Operador capacitado	Os operadores precisam estar atentos a programação, pois o peso na moldagem interfere diretamente no peso final	Atributo	Análise de competência dos operadores
2	Cobrideira em condição de base	O ventilador da cobrideira distribui o vento de Maneira irregular	Atributo	Definir os requisitos de operação (<i>brainstorming</i>)
3	Sincronismo da automação	A automação trava, ocasionando em acúmulo de 1 fileira no bercinho	Atributo	FMEA

Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2023)

A análise realizada na empacotadora mostrou que as maiores variações de peso ocorreram em dois períodos diferentes, sendo eles: início de turno e revezamento de almoço, conforme Figura 3 abaixo. Sendo assim, foi feito um treinamento com os operadores que manuseiam a moldadora nesse intervalo, visto que, foram identificados dois principais fatores através de uma reunião, como: falta de programação no setor e falta de treinamento prático no processo produtivo.

Figura 3 – Média de peso por hora



Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 5. Análise FMEA

Etapa do Processo	Principais Funções / Entradas do Processo	Modo de Falha Potencial	Efeitos das Falhas Potenciais	SEV	Causas Potenciais	OCO	Controles Atuais	DET	NPR
Descreva a Etapa do Processo	Quais são as Entradas (X) do Processo?	Como a Entrada (X) pode falhar?	Quais São os Impactos sob os Processos/ Especificações dos Clientes?	Qual a Severidade?	Descreva Quais São as Potenciais Causas	Qual a Frequência de Ocorrência dos Dados?	Quais São os Controles Atuais do Processo / Produto?	Quão Bem Pode-se Detectar as Falhas?	Número de prioridade de risco
Aplicador de granulado	Variação no aplicador de granulado	Granulado grudado e entupimento do aplicador	Palitos com pesos diferentes entre as fileiras	9	Falta de limpeza	10	Não tem controle	10	900
Abastecimento dos palitos nos berços	Sincronismo dos parâmetros de automação	Espaçamento das fileiras	Fileira inteira caindo no berço	9	Velocidade da linha	10	Inspeção visual	9	810
Cobrideira	Variação no ventilador da cobrideira	Falha na distribuição do vento	Palitos com pesos diferentes entre as fileiras	8	Tubulação do ventilador	10	Não tem controle	8	640

Fonte: Dados da pesquisa

Para concluir a etapa Análise, a equipe multidisciplinar conduziu outra reunião de *brainstorming* a fim de identificar as principais oportunidades para recuperar o indicador de sobrepeso. Essa reunião teve como resultado um plano de ação identificando os responsáveis e adicionando o prazo determinado para a conclusão das oportunidades. O andamento do plano de ação e os conhecimentos adquiridos foram estruturados na fase de melhoria.

4.4 Fase Melhoria

É na etapa de Melhoria que mudanças realmente ocorrem para transformar o processo. Ela foca não apenas em corrigir problemas, mas também em otimizar o desempenho, reduzir a variabilidade, aumentar a eficiência e garantir que as melhorias sejam sustentáveis a longo prazo. A primeira ação de melhoria foi a adição da programação semanal no setor da moldadora, pois a linha de produção do estudo de caso possui nove SKU's, sendo seis com a adição de granulado, o que afeta diretamente o peso do produto. Na primeira semana foram realizadas três ações importantes para o andamento do projeto, além da melhoria citada anteriormente, foi comprado um rádio para o operador de rendimento, a fim de melhorar a comunicação entre os setores do processo produtivo e foram instalados aproximadamente dez computadores para a implementação de uma plataforma de controle

estatístico de processo juntamente com um treinamento e criação de procedimentos, conforme apresentado na Figura 4.

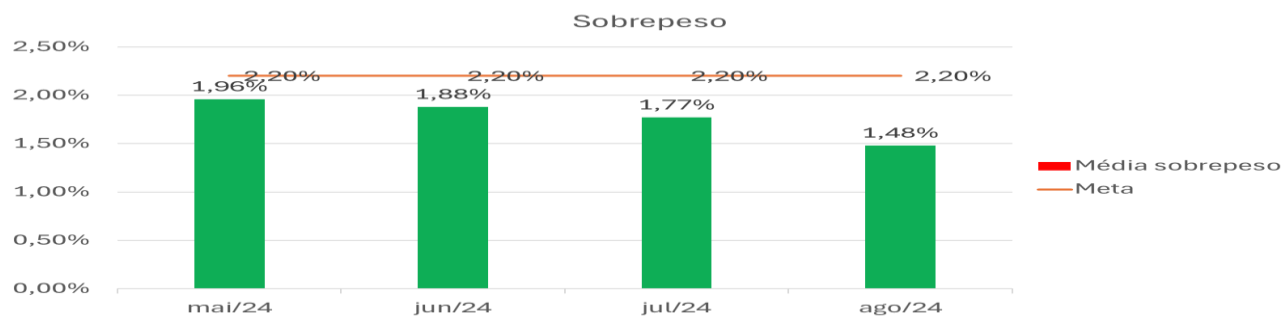
Figura 4 – Procedimento de acesso a plataforma de Controle Estatístico de Processo

PROCEDIMENTO POR FOTOS		INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO PASSO A PASSO	
1a	1b	1 - Após ligar o computador, o operador deverá inserir o Usuário e a Senha do COMPUTADOR, conforme imagens 1a e 1b. Usuário: CEP Senha: cory@2024	
2a	2b	2 - Após abrir o aplicativo, o operador deverá inserir o usuário e a senha do APLICATIVO, como mostrado nas imagens 2a e 2b. Usuário: mezaninopalitos Senha: Cory@1234	
		Foto 3 - No lado esquerdo da página, clicar em "Entrada de dados".	
		Foto 4 - Clicar em "Formulário".	
		Foto 5 - Selecionar a data de entrada dos dados e, em seguida, clicar em "Palitos" "Mezanino" na parte de grupo de coleta/tags.	
		Foto 6 - Clicar em "Adicionar" para adicionar o horário de entrada dos dados. Após esse processo, aparecerá um campo com um horário e outro campo em branco ao lado direito.	

Fonte: Dados da pesquisa

O treinamento dado aos operadores abrangeu conteúdos práticos e teóricos, pois trata-se de uma ferramenta fundamental para garantir a qualidade e a eficiência em uma indústria, através de monitoramento e análise estatística através de apontamentos realizados em tempo real. Com base nas informações geradas nesta fase do projeto, a equipe multidisciplinar decidiu acompanhar o peso do produto através de uma planilha com pesagens a cada hora, proporcionando uma redução de sobrepeso logo no primeiro mês do estudo. As ações realizadas de treinamento, implementação de novas ferramentas e adição de programação nos setores, garantiram uma redução de 3,30% para 1,77%, representando um valor financeiro de R\$ 26.000,00 durante o período, conforme Figura 5.

Figura 5 – Progresso sobrepeso da linha

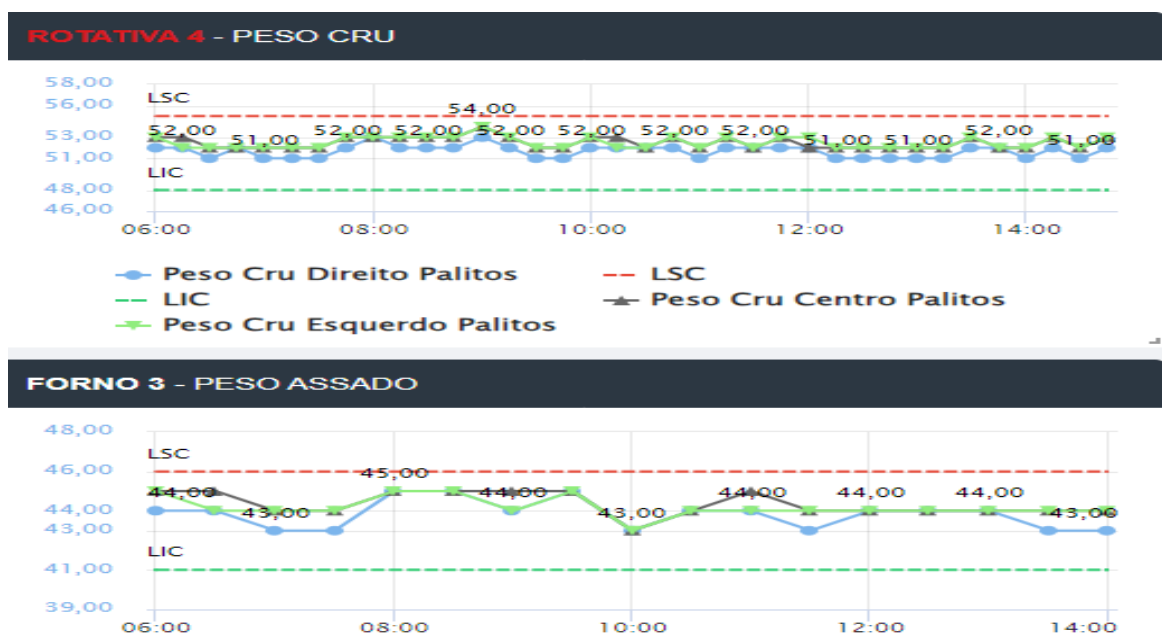


Fonte: Dados da pesquisa

4.5 Fase Controle

Na última etapa do método DMAIC, o objetivo é garantir que as melhorias implementadas na fase de melhoria sejam sustentadas a longo prazo e que os processos permaneçam estáveis e dentro dos padrões desejados. Para isso, foram efetivados dois processos fundamentais que sinalizam os pesos em cada etapa do processo, ou seja, desde o preparo de massa até o produto, sendo assim, todos os setores possuem a ferramenta CEP (Controle Estatístico de Processo) e a última etapa (setor empacotamento) contém uma planilha de sobrepeso hora a hora. As Figuras 6 e 7 ilustram o modelo de CEP informando os pesos nas etapas do processo e os indicadores de sobrepeso por hora.

Figura 6 – Controle estatístico do processo



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 7 – Controle de sobrepeso por hora

07:00		08:00		09:00		10:00		11:00		12:00		13:00		14:00		15:00		16:00		17:00	
M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
78,0	76,0	76,0	77,0	77,0	78,0	77,0	76,0	77,0	78,0	76,0	76,0	77,0	77,0	76,0	75,0	76,0	76,0				
77,0	77,0	76,0	77,0	77,0	77,0	76,0	76,0	77,0	77,0	75,0	76,0	76,0	78,0	75,0	75,0	75,0	76,0				
78,0	78,0	77,0	78,0	77,0	77,0	77,0	78,0	80,0	77,0	76,0	76,0	77,0	77,0	78,0	76,0	76,0	76,0				
77,0	77,0	76,0	77,0	77,0	77,0	76,0	76,0	76,0	76,0	75,0	77,0	77,0	78,0	76,0	78,0	75,0	82,0				
77,0	78,0	77,0	77,0	77,0	77,0	77,0	77,0	77,0	75,0	76,0	78,0	77,0	78,0	75,0	77,0	76,0	76,0				
77,0	76,0	76,0	76,0	77,0	77,0	76,0	76,0	77,0	75,0	76,0	78,0	77,0	77,0	76,0	77,0	76,0	75,0				
76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	77,0	76,0	76,0	77,0	78,0	77,0	75,0	76,0	76,0	76,0	75,0			
77,0	78,0	77,0	78,0	77,0	77,0	77,0	78,0	76,0	77,0	76,0	77,0	77,0	78,0	75,0	76,0	76,0	76,0				
77,0	77,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	77,0	77,0	75,0	76,0	77,0	75,0	76,0	76,0	75,0	75,0				
77,0	77,0	75,0	75,0	78,0	77,0	75,0	75,0	77,0	77,0	76,0	77,0	76,0	76,0	77,0	76,0	76,0	76,0				
78,0	77,0	78,0	77,0	78,0	77,0	78,0	77,0	77,0	76,0	75,0	75,0	77,0	78,0	77,0	75,0	75,0	75,0				
76,0	77,0	76,0	77,0	76,0	77,0	76,0	77,0	77,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	78,0	74,0	76,0	76,0				
77,0	77,0	77,0	77,0	77,0	77,0	77,0	77,0	76,0	76,0	76,0	76,0	77,0	76,0	75,0	77,0	76,0	76,0				
																				Média	
69,5	69,4	68,8	69,2	69,4	69,4	68,9	69,0	69,4	68,8	68,1	69,0	69,3	69,4	68,5	68,4	68,1	68,6				69,0
0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,5	0,8	0,9	1,0	0,9	0,5	0,9	0,6	1,0	1,1	1,1	0,5	1,8				0,8
2,23%	2,12%	1,21%	1,78%	2,00%	2,00%	1,33%	1,44%	2,12%	1,21%	0,19%	1,44%	1,89%	2,12%	0,76%	0,65%	0,19%	0,87%				1,42%
67,5	67,4	67,3	67,3	67,5	67,6	67,3	67,3	67,2	67,3	67,6	67,3	67,5	67,2	67,1	67,1	67,6	66,5				67,3
6D	6N	7D	7N	8D	8N	9D	9N	10D	10N	11D	11N	12D	12N	13D	13N	14D	14N	15D	15N	16D	

Fonte: Dados da pesquisa

5. Conclusões

A implementação de projetos Seis Sigma (ou Lean Six Sigma) nas indústrias pode representar uma estratégia eficaz para a melhoria do processo produtivo, pois a metodologia resulta em melhora de produtividade, qualidade, custo e velocidade. Segundo Silva (2017) o Seis Sigma é um método estruturado e sistemático voltado para a melhoria estratégica de processos e o desenvolvimento de novos produtos. Sua aplicação é baseada no uso de métodos estatísticos e científicos, com o objetivo de alcançar reduções substanciais na taxa de defeitos.

Neste estudo de caso, a implementação de um conjunto de ações estruturadas utilizando a metodologia DMAIC resultou em melhorias significativas no controle do sobrepeso dos biscoitos, reduzindo-o de 3,30% para 1,77%. As principais iniciativas incluíram a implantação de CEP, que permitiu monitorar e ajustar os parâmetros de produção em tempo real, e a análise detalhada hora a hora do sobrepeso, possibilitando a identificação de

padrões e desvios no processo produtivo. Além disso, o treinamento das equipes operacionais desempenhou um papel crucial para garantir que todos os envolvidos no processo estivessem capacitados a identificar e corrigir eventuais problemas de maneira proativa. Conforme Saccol (2006) é essencial proporcionar aos manipuladores o conhecimento teórico-prático necessário para capacitá-los e promover o desenvolvimento de habilidades e atividades específicas no setor de alimentos. A implementação de uma programação na linha de produção também ajudou a padronizar e estabilizar os procedimentos, reduzindo variabilidades no processo.

Como resultado dessas ações, foi possível alcançar uma melhora expressiva na consistência do peso dos biscoitos, gerando um impacto direto na qualidade do produto e no controle de desperdícios, além de melhorar a eficiência operacional. A redução do sobrepeso contribuiu para a otimização do uso de matéria-prima e para o aumento da competitividade da empresa no mercado.

Referências

ALVES, E.; LEMAINSKI, J.; CONTINI, E.; ARAGÃO, A. Trigo, o difícil, mas essencial pão nosso de cada dia. **Revista de Política Agrícola**, n. 2, p. 156, 2022.

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista FAEEBA**. Salvador, v.22, n.40, p. 95-103, jul/dez. 2013.

ARMANDO, J. C. **O impacto das práticas da gestão da qualidade na performance operacional**. Lisboa, 2021. p.25-30. Disponível em: [RCIPL: O impacto das práticas da gestão da qualidade na performance operacional: estudo de caso da empresa Operatec - Máquinas e Representações, Lda.](#) Acesso em: 6 ago 2024.

BLACK, K.; REVERE, L. Six Sigma arises from the ashes of TQM with a twist. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 19, n. 3, p. 259-266, 2006.

BREYFOGLE, F.W.; CUPELLO, J.M. **How Six Sigma compares to other quality initiatives**. Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assessing, and Implementing the Strategy that Yields Bottom-Line Success, John Wiley & Sons, New York, NY, p. 3-30, 2001.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha, 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DE MORI, C. **Capacidade tecnológica em sistemas agroindustriais**: proposição de índice e aplicação a empresas dos segmentos de trigo e leite. São Carlos, 2011. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos.

EVANS, J. R.; LINDSAY, W. M. **An introduction to Six Sigma and process improvement**. Cengage Learning, 2014.

HAN, C.; GAO, S. Um modelo de mediação múltipla em cadeia que vincula as inovações estratégica, de gestão e tecnológica à competitividade de empresas. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 21, p. 879-905, 2020.

JOHNSTONE, P.A., HENDRICKSON, J.A., DERNBACH, A.J., SECORD, A.R., PARKER, J.C., FAVATA, M.A.; PUCKETT, M.L. Ancillary services in the health care industry: is six sigma reasonable? **Quality Management in Healthcare**, v. 12, n. 1, p. 53-63, 2003.

KAYO, M. V. M. **Controle de peso em uma fábrica de chocolates: Utilização de ferramentas da qualidade.** São Paulo, 2010. p. 37. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/003038016>. Acesso em 7 out. 2024.

SELEME, R.; MALACARNE, R.; TAQUETTI, L.B.; MACHADO, L.; CLETO, M.G. Seis sigma no Brasil: Uma revisão bibliométrica da literatura. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, João Pessoa, **Anais...ABEPRO**, 2016.

MEHRJERDI, Y. Z. Six-sigma: methodology, tools and its future. **Assembly Automation**. v. 31, n. 1, p. 79-88, 2011.

MONTGOMERY, D. C.; WOODALL, W. H. An overview of six sigma. *International Statistical Review*, v. 76, n. 3, p. 329-346, 2008.

RAIMUNDO, L. M. B.; BATALHA, M. O.; TORKOMIAN, A. L. V. Dinâmica tecnológica da Indústria Brasileira de Alimentos e Bebidas (2000-2011). **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 24, n. 2, p. 423- 436, 2017.

OLIVEIRA, F, P, M, **Modelo de melhoria contínua aplicando ferramentas da qualidade numa confecção têxtil**, Minho, 2024.

PANDE, P.S.; NEUMAN, R.P.; CAVANAGH, R.R. **Estratégia Seis Sigma**. Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PYZDEK, T.; KELLER, P. A. **The Six Sigma Handbook**: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Level. New York: McGraw-Hill, 2003.

SACCOL, F. L. A; RUBIM, A.B; MESQUITA, O.M. WELTER, L. **Importância de treinamentos de manipuladores em boas práticas.** Santa Maria, v. 7, n.1, p.91-99, 2006. Disponível em: [Vista do Importância de treinamento de manipuladores em boas práticas \(ufn.edu.br\)](http://Vista.do/Importância.de/treinamento.de/manipuladores.em.boas.práticas.ufn.edu.br). Acesso em: 30 set.2024.

SILVA, L; OLIVEIRA, M. C; SILVA, F. A. Implementação da metodologia Seis Sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma indústria automotiva. **Exacta – Engenharia de Produção**, v. 14, n. 3, p. 409-430, 2016.

SNEE, R.D. Six Sigma: the evolution of 100 years of business improvement methodology. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**. v. 1, n.1 p. 4-20, 2004.

YIN, R.K. **Case study research: design and methods**, 4th edition. Applied social research methods series, 5. SAGE Publication, Inc., 2009.