



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA
CONTROLE DA QUANTIDADE DE PRODUTO EM UMA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

LAVRAS – MG

2022

NATÁLIA TEIXEIRA BORGES LOPES

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA CONTROLE DA
QUANTIDADE DE PRODUTO EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Química,
para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Joelma Rezende Durão Pereira

Orientadora

LAVRAS – MG

2022

NATÁLIA TEIXEIRA BORGES LOPES

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA CONTROLE DA
QUANTIDADE DE PRODUTO EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

**APPLICATION OF QUALITY TOOLS TO CONTROL THE QUANTITY OF
PRODUCT IN A FOOD INDUSTRY**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Química,
para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 05 de setembro de 2022.

Profa. Dra. Suellen Mendonça Nascimento UFLA

Profa. Dra. Natalia Maira Braga Oliveira UFLA

Profa. Dra. Joelma Rezende Durão Pereira

Orientadora

LAVRAS – MG

2022

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Engenharia, pela oportunidade;

À professora Joelma Rezende Durão Pereira, pela orientação e suporte nessa importante etapa da minha jornada acadêmica e profissional;

A todos os professores do curso de Engenharia Química, pelo aprendizado ao longo desses anos;

À minha mãe, Cíntia, pelo amor e apoio incondicional, em todas as etapas da minha vida e aos meus irmãos, Susana e Pedro Antônio;

Ao Lucas, pelo amor e companheirismo;

Aos meus amigos pela parceria ao longo de toda a graduação;

Muito obrigada!

RESUMO

Os sistemas de gestão da qualidade são extremamente importantes para garantir a lucratividade e produtividade das organizações. As indústrias têm investido em otimizar seus processos e controles, e, para isso, faz-se necessário a aplicação de ferramentas e sistemas de qualidade. Essa importância se evidencia ainda mais ao tratar-se de indústrias alimentícias, uma vez que a qualidade está diretamente ligada à saúde e confiança dos seus consumidores. Um dos processos em que se pode aplicar conceitos e ferramentas de qualidade é para controlar os pesos dos produtos fabricados, assim, garante-se que os produtos atendam às legislações vigentes determinadas pelo INMETRO, além de reduzir perdas por produtos sobre dosados, ou seja, produtos com quantidade de produto superior à indicada na embalagem. O presente trabalho objetivou a aplicação de ferramentas de qualidade para controlar os pesos de produtos de uma linha de produção em uma indústria de alimentos. Através da aplicação das ferramentas ciclo CAPDo, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês e 5W2H, foi possível obter uma redução de 5,26% para 3,20% do desvio padrão médio de pesos dos produtos da linha de produção em foco neste trabalho, além de proporcionar maior confiabilidade no processo e fornecer melhores condições operacionais aos colaboradores da linha de produção.

Palavras-chave: Gestão da qualidade. Melhoria contínua. CAPDo. Controle de pesos.

ABSTRACT

Quality management systems are extremely important to ensure the profitability and productivity of organizations. Industries have invested in optimizing their processes and controls, and for that, it is necessary to apply quality tools and systems. This importance is even more evident when dealing with food industries, since quality is directly linked to the health and confidence of its consumers. One of the processes in which quality concepts and tools can be applied is to control the weights of the manufactured products, thus ensuring that the products comply with the current legislation determined by INMETRO, in addition to reducing losses due to over-dosed products, that is, products with a quantity of product greater than that indicated on the packaging. The present work aimed at the application of quality tools to control the weights of products on a production line in a food industry. Through the application of the CAPDo cycle tools, Ishikawa Diagram, 5 Whys and 5W2H, it was possible to obtain a reduction from 5.26% to 3.20% of the average standard deviation of weights of the products of the production line in focus in this work, in addition to provide greater reliability in the process and provide better operating conditions to production line employees.

Keywords: Quality management. Continuous improvement. CAPDo. Weight control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Ciclo PDCA	16
Figura 2.2 – Ciclo CAPDo	18
Figura 2.3 – Diagrama de Ishikawa	19
Figura 4.1 – Representação do sistema de dosagem da linha de produção	34
Figura 4.2 – Análise de causas utilizando o Diagrama de Ishikawa	36
Figura 4.3 – Análise 5 porquês para a causa 1	39
Figura 4.4 – Análise 5 porquês para a causa 2	40
Figura 4.5 – Análise 5 porquês para a causa 3	41
Figura 4.6 – Análise 5 porquês para a causa 4	41
Figura 4.7 – Análise 5 porquês para a causa 5	42
Gráfico 4.1 – Porcentagem de lotes reprovados por linha de produção	28
Gráfico 4.2 – Porcentagem de lotes reprovados por produto	28
Gráfico 4.3 – Desvio padrão médio percentual por linha de produção	29
Gráfico 4.4 – Média de pesos de produtos por porção individual	30
Gráfico 4.5 – Desvio padrão das amostras ao longo da produção	31
Gráfico 4.6 – Média de pesos de produtos em função da quantidade de massa no funil	32
Gráfico 4.7 – Média de pesos de produtos por porção individual após ajuste	35
Gráfico 4.8 – Variação de viscosidade do produto durante a troca de tanques	40
Gráfico 4.9 – Comparativo entre os desvios padrões antes e após o projeto	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Tolerâncias individuais de pesos de produtos	23
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Relação entre produtos e linhas de produção	26
Quadro 4.1 – Clarificação do problema a partir da ferramenta 5W2H	33
Quadro 4.2 – Plano de ação 5W2H	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivos gerais.....	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	O conceito de qualidade	13
2.2	Sistemas de gestão de qualidade em indústrias de alimentos	14
2.3	Ferramentas de qualidade	14
2.3.1	O ciclo PDCA	15
2.3.2	O ciclo CAPDo	17
2.3.3	Diagrama de Ishikawa.....	19
2.3.4	5 Por quês	20
2.3.5	5W2H	20
2.4	Controle de quantidade de produto (pesos de produtos).....	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1	Etapa 1: Verificação (<i>Check</i>).....	27
4.1.1	Diagnóstico da situação atual	27
4.1.2	Inconveniências e disposições imediatas.....	35
4.2	Etapa 2: Análise (<i>Action</i>)	36
4.2.1	Identificação e análise das causas do problema	36
4.3	Etapa 3: Planejamento (<i>Plan</i>).....	42
4.3.1	Criação do plano de ação	42
4.4	Etapa 4: Execução (<i>Do</i>).....	44
4.4.1	Implementação de melhorias	44
4.4.2	Verificação dos resultados	45
4.5	Próximos passos e sugestões para projetos futuros	46
4.6	Consolidação dos resultados.....	46
5	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIAS	48
	ANEXO A – PORTARIA INMETRO Nº 248 DE 2008	52

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de destacar-se em um mercado cada vez mais competitivo, aumentar a produtividade e obter mais lucro, as indústrias têm investido em comercializar produtos de qualidade, buscando a preferência de seus consumidores. Para obter produtos com mais qualidade, são aplicadas ferramentas que auxiliem na gestão dos processos, tornando-os mais eficazes. Além disso, ao tratar-se de indústrias do ramo alimentício, fica ainda mais evidente a necessidade e a importância de sistemas de gestão da qualidade uma vez que esses sistemas garantirão, não só a produtividade e lucratividade da indústria, mas também a segurança dos processos e a saúde dos consumidores.

Na indústria alimentícia, os sistemas de gestão de qualidade são aplicados em todo o processo produtivo, desde a recepção das matérias-primas até a expedição dos produtos. Para evitar a contaminação dos alimentos, reduzir perdas e desperdício, garantir o atendimento a legislações, manter padrões sensoriais dos produtos e atender às expectativas do consumidor, as ferramentas de qualidade e os conceitos de melhoria contínua são de extrema importância.

Dentre as ferramentas aplicadas em um sistema de gestão, destaca-se o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) e sua variação CAPDo (*Check, Action, Plan, Do*), utilizados na análise e diagnóstico de um problema e implementação de ações, através de conceitos de melhoria contínua, o Diagrama de Ishikawa ou diagrama de causa e efeito, que visa auxiliar na detecção da causa raiz de um problema, a ferramenta 5W2H, muito aplicada na verificação de um problema e criação de plano de ações, entre outras. Ao longo de um processo produtivo, diversas são as etapas necessárias e nas quais se podem aplicar os sistemas e ferramentas de gestão de qualidade. Entre essas etapas se destaca o controle da quantidade de produtos acabados, ou seja, produtos finalizados que serão destinados ao consumidor.

O peso de um produto ao chegar aos mercados, pontos de vendas e no consumidor final, não deve diferir do peso indicado na embalagem. Se a quantidade de produto é maior que o indicado, significa que a empresa está perdendo produtos, desperdiçando insumos, e, consequentemente, obtendo prejuízo financeiro. Porém, caso a quantidade de produto seja inferior à descrita na embalagem, a empresa pode ter problemas com a legislação, além de perder a credibilidade frente aos consumidores. A Portaria INMETRO nº 248 de 2008, atualmente em vigor, e a Portaria INMETRO nº 93 de 2022, que entrará em vigor em 2023, estabelecem critérios para a verificação do conteúdo líquido de produtos alimentícios pré-medidos, ou seja, produtos embalados e medidos sem a presença do consumidor e apresenta qual a margem máxima aceitável de erro entre o conteúdo real e o conteúdo indicado na

embalagem, a partir de dois critérios, o critério individual, que determina a quantidade mínima de produto que deverá ter em cada unidade, individualmente, e o critério de média, que determina qual a média mínima aceitável para a quantidade de produtos do lote de produção.

Para que o peso dos produtos atenda a legislação vigente e, ao mesmo tempo, não traga prejuízos para a indústria em forma de perdas e desperdícios, é importante que a dosagem dos produtos na indústria apresente o menor desvio padrão possível, ou seja, os valores médios das dosagens devem ser homogêneos em torno do conteúdo indicado na embalagem. Assim, é possível aplicar os conceitos de melhoria contínua e ferramentas de qualidade para minimizar os desvios de pesos de produtos e garantir maior assertividade na dosagem dos produtos industriais.

A gestão da qualidade pode, então, ser aplicada em todos os processos industriais que cerceiam a produção de um alimento, e com diversas finalidades. O presente trabalho consiste na implementação de ferramentas de qualidade em um processo de controle de pesos de produtos de uma linha de produção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais

Aplicar os conceitos de gestão de qualidade e melhoria contínua, através da implementação de ferramentas de qualidade, para controlar o processo de dosagem em um equipamento da indústria de alimentos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Reduzir os desvios de quantidade de produto embalado em uma indústria de alimentos;
- Reduzir para 2% o desvio padrão médio de dosagem na linha de produção;
- Atender a legislação vigente que regulamenta os pesos de produtos pré-embalados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O conceito de qualidade

Segundo Carpinetti (2016), qualidade, ao lado de palavras como produtividade, competitividade, é uma das palavras-chave mais difundidas na sociedade e nas empresas. No entanto, muitas vezes, existe certa confusão no uso do termo, devido ao subjetivismo associado à qualidade e ao uso genérico ao empregar esse termo para representar coisas muito distintas. Para muitas pessoas a qualidade está associada à atributos intrínsecos de um bem, como desempenho técnico ou durabilidade. Para outras, qualidade está associada à satisfação do cliente, relacionando-a com o grau com que o produto atende às necessidades do usuário durante o uso. Há, também, um entendimento de qualidade como atendimento das especificações técnicas de um produto, ou quem associe qualidade ao valor relativo do produto, ou seja, através do atendimento de um desempenho esperado de um produto a um preço aceitável.

O entendimento predominante nas últimas décadas e que certamente representa a tendência futura é a conceituação de qualidade como satisfação dos clientes. Essa definição contempla adequação ao uso ao mesmo tempo em que contempla conformidade com as especificações do produto. (CARPINETTI, 2016, p. 11).

Segundo Garvin (1987) citado por Carvalho e Paladini (2012, p. 19), pode-se classificar cinco abordagens distintas da qualidade, sendo elas transcendental, baseada no produto, baseada no usuário, baseada na produção e baseada no valor. Na abordagem transcendental, qualidade é sinônimo de excelência inata, é absoluta e universalmente reconhecível. Na abordagem baseada no produto, a qualidade é uma variável precisa e mensurável, e é oriunda dos atributos do produto. Para a abordagem baseada no usuário a qualidade é uma variável subjetiva e está diretamente ligada ao atendimento dos desejos do consumidor. Por sua vez, a abordagem baseada na produção define qualidade como uma variável precisa e mensurável, oriunda do grau de conformidade do planejado com o executado. Já a abordagem baseada no valor, mistura conceitos de excelência e valor, destacando a relação entre qualidade e preço.

Para este trabalho, segundo a definição apresentada por Garvin (1987) citado por Carvalho e Paladini (2012, p. 19), considera-se qualidade a partir de uma abordagem baseada no produto, onde a qualidade é relacionada aos atributos do produto, e atendimento das legislações que regulamentam a quantidade de produto que deve estar contida na embalagem.

2.2 Sistemas de gestão de qualidade em indústrias de alimentos

Em um contexto histórico, Carvalho e Paladini (2012) apontam que, até a Revolução Industrial, a qualidade estava diretamente ligada ao atendimento das expectativas dos consumidores, com foco apenas no produto e de forma muito customizada. Com a Revolução Industrial, com as grandes montadoras de automóvel, e grandes nomes da qualidade como Taylor e Ford, a customização dos produtos foi substituída pela padronização e produção em larga escala, até que, a partir de 1950, a qualidade se expande para todas as etapas do processo produtivo, surgindo, assim, a primeira abordagem sistêmica da qualidade, em grande parte devido a nomes como Juran, Deming e Ishikawa, que deram origem, também, ao modelo Japonês de gestão de qualidade. Surgem assim os sistemas de gestão de qualidade. Peretti e Araújo (2010), no entanto, diz que na cadeia produtiva de alimentos do Brasil, os sistemas de gestão da qualidade ocorreram mais tarde, e em função das exigências do mercado exterior e grandes empresas multinacionais, mas se intensifica juntamente ao crescimento da produção e desenvolvimento de novas tecnologias.

Segundo Nogueira e Damasceno (2016), as empresas estão, cada vez mais, buscando pela qualidade como resposta ao aumento da exigência dos consumidores e pela enorme competitividade do mercado, e, para isso, implementando políticas e sistemas de gestão de qualidade.

Telles (2014) aponta que, uma vez que na indústria de alimentos a qualidade está diretamente relacionada à saúde e segurança alimentar, a importância da implementação de sistemas de gestão de qualidade fica evidenciada, para além do foco na satisfação do consumidor. Segundo Alvarenga (2011), os atributos de qualidade em produtos alimentícios requerem uma atenção especial, uma vez que o alimento deve, no mínimo, ser seguro ao consumo humano. No entanto, é como estratégia de competitividade que a gestão da qualidade se destaca. Além dos padrões e exigências legais para produção de um alimento seguro, as empresas têm buscado a qualidade como diferencial competitivo, além de sua aplicação para evitar perdas e garantir a lucratividade do negócio.

2.3 Ferramentas de qualidade

Segundo Kirkov e Silva (2017), as metodologias e ferramentas de qualidade se desenvolveram com o passar dos anos, a partir da necessidade das empresas de melhoria dos processos, controlando-os e aperfeiçoando-os, com objetivo de atingir suas metas. Para Melo

et. al. (2017), as ferramentas da gestão da qualidade são utilizadas como método de busca para solução de problemas, para aperfeiçoar o gerenciamento dos processos e manter ou melhorar os resultados da organização. Segundo Seleme e Styadler (2012), as ferramentas da qualidade destacam sua importância ao serem utilizadas efetivamente no desenvolvimento das metodologias com a finalidade de identificar e a eliminar falhas de processo.

Diversas são as ferramentas existentes que auxiliam na gestão de qualidade em uma indústria, como o ciclo PDCA, 5S, Diagrama de Pareto, 5W2H, Diagrama de Ishikawa, Análise dos 5 Porquês, Matriz GUT, entre muitas outras (NOGUEIRA e DAMASCENO, 2016).

Dentre tantas ferramentas de qualidade existentes, pode-se destacar o ciclo PDCA e sua derivação CAPDo, que será objeto deste trabalho. Durante a aplicação do CAPDo, são utilizadas também as ferramentas Diagrama de Ishikawa, Análise dos 5 Porquês e a ferramenta 5W2H, que fornecem uma análise completa das causas do problema e proposição de ações.

2.3.1 O ciclo PDCA

Segundo Campos (2013), o ciclo PDCA, é uma ferramenta de trabalho cíclico de desenvolvimento com foco em melhoria contínua e tem como função básica auxiliar no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais, atuando como metodologia extremamente útil de solução de problemas. Ainda, segundo Valle Júnior (2019), “PDCA - *Plan, Do, Check, Action* que significam respectivamente Planejar, Fazer, Verificar e Agir, é uma sequência de passos aplicados para atingir metas e oferece condições para uma gestão eficaz.” Saavedra (2010) aponta que a essência da melhoria contínua é manter rodando o ciclo PDCA, onde, para cada etapa, alguns resultados de melhoria são conquistados, e, a execução contínua das quatro etapas é extremamente importante para que a metodologia seja eficaz.

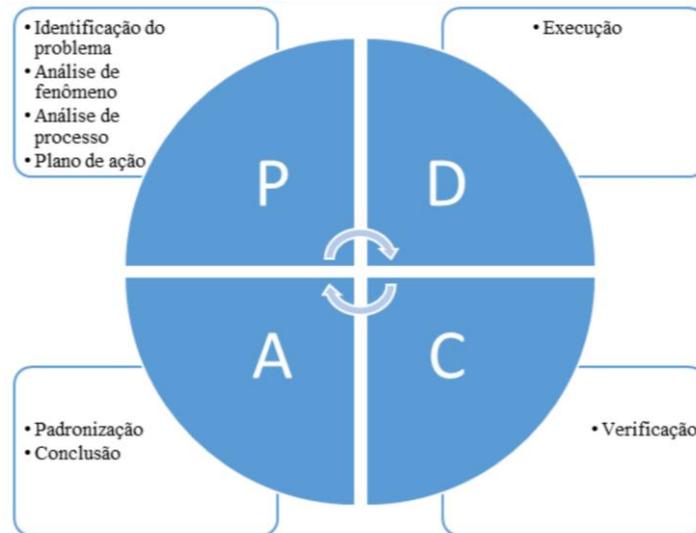
Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), pode-se descrever as quatro etapas do ciclo PDCA como:

- a) *Plan* (Planejamento): desenvolvimento de um plano de ação, definição de objetivos e estabelecimento de métodos melhoria de desempenho. Nesta etapa são planejados todos os passos necessários para a obtenção dos resultados.
- b) *Do* (Execução): implementação de todas as atividades elaboradas na etapa de planejamento. Nesta etapa são coletados também os dados para posterior análise e é imprescindível que o planejamento seja seguido de acordo com os critérios estabelecidos.

- c) *Check* (Verificação): os resultados são analisados, confrontando-os com o planejamento. Assim, é possível detectar erros ou falhas da execução.
- d) *Action* (Ação): após a investigação das causas das falhas e desvios do processo necessita-se acompanhar a eficácia e eficiência, a fim de verificar se houve melhora no processo e quais os ganhos obtidos. Porém, caso o problema persista, o ciclo PDCA deve ser repetido para correção de falhas, pela mesma metodologia.

A Figura 2.1 representa graficamente as etapas do ciclo PDCA.

Figura 2.1 – Ciclo PDCA



Fonte: ARAÚJO et. al. (2017)

Egidio (2016) aplicou ferramentas de qualidade e o ciclo PDCA em uma indústria de biscoitos com objetivo de identificar, analisar e solucionar problemas ao longo do processo produtivo. Através da execução do trabalho, o autor identificou não-conformidades na matéria-prima, máquinas e cultura da empresa, e propôs soluções para os problemas, aumentando a eficiência do processo.

Giombelli, Barboza e Salem (2018), através da implementação do ciclo PDCA em uma linha de produção de iogurte em uma indústria de laticínios, objetivava a redução das reclamações de consumidores registradas no serviço de atendimento ao consumidor da empresa. Ao fim do trabalho, foi observada a redução de aproximadamente 50% das reclamações dos consumidores.

O ciclo PDCA é uma ferramenta de grande valor para resolução de problemas de maneira eficiente, no entanto, sua eficácia está diretamente ligada à utilização de forma completa e ininterrupta, seguindo todas as etapas e realizando um planejamento robusto.

2.3.2 O ciclo CAPDo

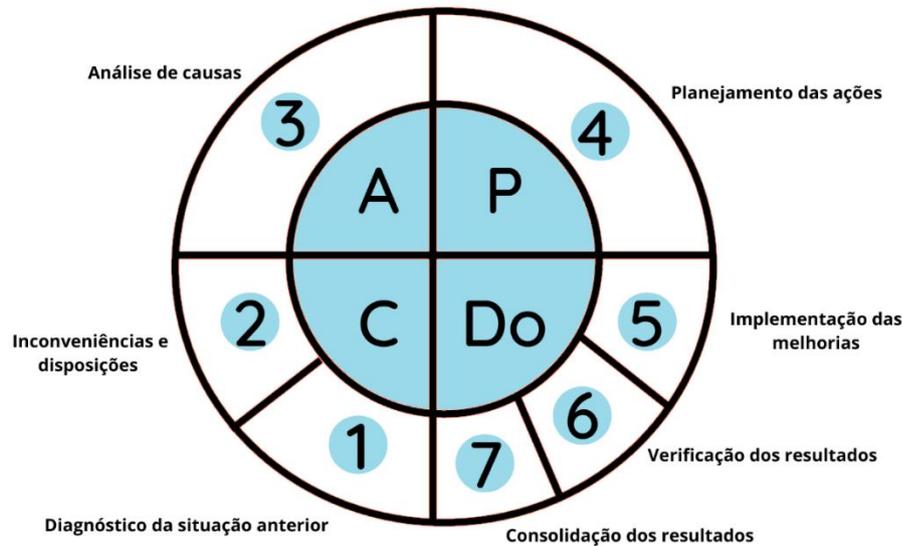
O ciclo CAPDo, criado por estudiosos japoneses na década de 1980, é uma ferramenta da qualidade derivada do ciclo PDCA, e muito utilizada para resolução de problemas em um processo estável. A principal diferença do ciclo CAPDo, quando comparado com o tradicional PDCA, é a ordem na qual as atividades são feitas. O ciclo CAPDo tem início na etapa de verificação (*Check*), ou estudo dos resultados atuais, confrontando-os com os resultados esperados. A partir dessa verificação, o trabalho se inicia, com objetivo de resolver um problema em determinado processo estável (HOWELL, 2006, citado por SAAVEDRA, 2010).

Segundo Bormio (2005), no ciclo CAPDo, as etapas de aplicação podem ser descritas como:

- a) *Check* (Verificação): nesta etapa há uma verificação cuidadosa do intervalo entre o objetivo e o nível atual.
- b) *Action* (Ação/Análise): análise para identificar todos os problemas potenciais.
- c) *Plan* (Planejamento): elaboração de um plano de ações com objetivo de resolver os problemas levantados.
- d) *Do* (Execução): implementação das ações, verificação da eficácia e consolidação dos resultados.

Cirstensiense (2012) demonstra que é possível subdividir as etapas do ciclo CAPDo em sete passos, apresentados na Figura 2.2.

Figura 2.2 – Ciclo CAPDo



Fonte: Adaptado de Bormio (2005).

Para a implementação do ciclo CAPDo, durante a etapa de verificação (C), é realizada uma completa estratificação dos dados do problema, buscando identificar e caracterizar completamente o problema, onde ocorre e o quão distante o processo se encontra da condição ideal. Nessa etapa, analisa-se também a existência de pequenas inconveniências que podem afetar diretamente o problema, corrigindo-as imediatamente. Em seguida, na etapa de Análise (A), tem-se o objetivo de identificar qual a causa raiz do problema. Para isso, são aplicadas ferramentas com objetivo de levantar as possíveis causas e avaliar, individualmente, as suas influências sobre o processo. Na etapa de planejamento (P) é desenvolvido um plano de ação para eliminar as causas raízes identificadas na etapa anterior. Por fim, durante a etapa de execução (Do), todas as ações planejadas são executadas e o resultado obtido a partir da implementação das ações são verificados, a fim de identificar se o plano proposto foi eficaz. Assim também é criado um monitoramento para as ações executadas, consolidando as ações, e calcula-se o ganho obtido com as atividades efetuadas. Caso durante a verificação dos resultados perceba-se que o problema não foi resolvido de forma satisfatória o ciclo é reiniciado (BORMIO, 2005; SAAVEDRA, 2010).

Saavedra (2010) realizou a aplicação do ciclo CAPDo em uma empresa de bebidas com objetivo de reduzir perdas ao longo do processo. A implementação do sistema resultou em uma economia de 14% para a empresa do estudo, através de ganhos em produtividade, qualidade e confiabilidade da entrega dos produtos.

A ferramenta cíclica CAPDo, assim como o ciclo PDCA, apresenta grande aplicabilidade em resolução de problemas industriais. No entanto, o CAPDo se destaca por sua eficiência ao ser utilizado como método de resolução de problemas crônicos, pois apresenta grande enfoque na etapa de estudo do problema antes do planejamento de ações.

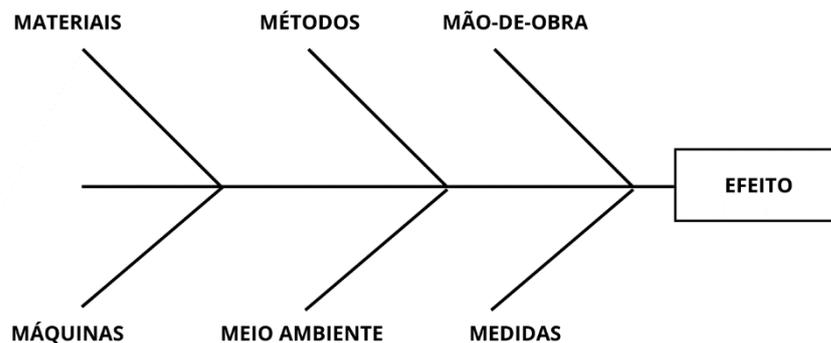
2.3.3 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe, é uma ferramenta de qualidade que tem como objetivo identificar as prováveis causas de um problema e os efeitos decorrentes dela, através da organização em seis tipos de causas possíveis: o método, a máquina, a medida, o meio ambiente, a mão-de-obra e o material (BORGES et. al., 2017).

Mello et. al. (2017) aponta que o Diagrama de Ishikawa permite que seja possível identificar e demonstrar graficamente possíveis fatores e causas relacionadas a um problema, condição ou efeito, e corrigi-lo, ao se tratar de um efeito negativo, bem como incorporá-lo, ao se tratar de um efeito positivo.

O Diagrama de Ishikawa pode ser visto na Figura 2.3.

Figura 2.3 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado de Mello et. al. (2017)

Silva (2015), aplicando ferramentas de qualidade em uma indústria alimentícia de produção de biscoitos, reduziu problemas de sobrepeso de pacotes de biscoito, reduzindo o desperdício de recursos da organização. Em seu trabalho, Silva (2015), aplicando o Diagrama

de Ishikawa, pôde determinar os fatores que influenciam o peso de um produto e, a partir dessa análise, identificar as falhas do processo e trata-las.

2.3.4 5 Por quês

Segundo Stickdorn e Schneider (2014), a ferramenta 5 Por quês tem objetivo de encontrar a principal causa raiz de um problema através do aprofundamento da análise de uma causa, questionando o motivo pelo qual aquele efeito ou problema acontece. Assim, as perguntas são interligadas, de forma que a resposta da pergunta anterior gera a questão seguinte. Normalmente a causa raiz é encontrada em no máximo cinco perguntas, mas para isso, é importante que as respostas sejam precisas e objetivas. A cada porquê o problema vai se tornando mais claro, e nem sempre é necessário chegar aos cinco por quês. Essa limitação em cinco etapas impede que o processo perca a relevância por se afastar demasiadamente da pergunta original.

Valle Júnior (2019), aplicando ferramentas de qualidade em uma indústria de processamento de embutidos cozidos e mortadelas, reduziu as perdas de resíduos líquidos de proteína suína durante o processamento, o que acarretou na diminuição do custo de produção e na melhoria da qualidade do produto em termos de propriedades físico-químicas e sensoriais. Em sua análise utilizando os 5 Por quês, Valle Júnior (2019) pôde determinar quais eram as causas fundamentais do problema em questão, o que foi essencial para a criação de um plano de ação conciso e eficaz para a solução do problema.

2.3.5 5W2H

A ferramenta 5W2H, também conhecida como plano de ação, é uma ferramenta que tem como objetivo identificar, estratificar e estruturar, de forma organizada, todas as ações a serem tomadas (PRACOPIO et. al., 2019). Segundo Barros, Holanda e Chaves (2017), a ferramenta 5W2H possibilita a identificação de dados e rotinas importantes de um projeto ou unidade de produção, auxilia o conhecimento sobre um processo e possibilita a criação de um plano de ação para resolução do problema e padronização dos procedimentos a serem realizados para evitar novos problemas.

Segundo Mello et. al. (2017), a ferramenta possibilita a criação de um plano para tornar claro o resultado que se pretende alcançar, realizando perguntas que permitirão obter um

planejamento para tomada de decisões sobre as ações que devem ser realizadas. Sendo essas perguntas:

- *What* – O que será feito (etapas)
- *Why* – Porque será feito (justificativa)
- *Where* – Onde será feito (local)
- *When* – Quando será feito (prazo)
- *Who* – Por quem será feito (responsabilidade)
- *How* – Como será feito (método)
- *How Much* – Quanto custará (custo)

Oliveira et. al. (2019) realizou a implementação de ferramentas de qualidade em uma indústria de biscoitos e massas com objetivo de identificar as causas e reduzir as paradas de máquina na linha de produção e, através da implementação do 5W2H, o plano de ação criado resultou no aumento da capacidade de produção da planta.

Ao determinar ações para resolução de problemas é importante que as ações sejam claras, e apresentem de forma explícita a responsabilidade e prazo para cumprimento da ação. Assim, é possível acompanhar o desenvolvimento dos projetos e evitar falhas ou atrasos. Assim, o 5W2H se apresenta de forma bastante eficaz.

2.4 Controle de quantidade de produto (pesos de produtos)

Segundo Silva (2015), um dos maiores desafios para as organizações é controlar a variabilidade inerente aos processos produtivos, pois os prejuízos que podem advir das variações no processo podem afetar a posição da empresa no mercado em que está inserida, uma vez que há um alto nível de exigência dos consumidores e alta competitividade no mercado. Segundo o autor, a existência de divergências em pesos de produtos está diretamente relacionada tanto ao desperdício de recursos da organização, como tempo e matéria-prima, quanto a possível degradação da imagem da empresa frente a consumidores que possam se sentir prejudicados ao receberem produtos não conformes em relação ao que lhes são ofertados.

Montgomery (2016) destaca que duas unidades produzidas por um processo de fabricação nunca são idênticas e que alguma variação é inevitável. Porém, Silva (2015) aponta que é de responsabilidade das empresas buscarem controlar adequadamente seus níveis de variabilidade, para que não precisem lidar com o surgimento de perdas de desempenho

operacional em seus processos ou tenha problemas com a legislação que regulamenta seus processos.

Peso, como conceito físico, significa a “força que um objeto exerce sobre qualquer obstáculo que se oponha diretamente à sua queda” ou ainda, a “qualidade de um objeto pesado” (FERREIRA, 2009). Enquanto isso, segundo Ferreira (2009), massa significa a quantidade de matéria. No entanto, o termo peso é muitas vezes, de forma popular, como sinônimo da massa de determinado objeto. Neste trabalho, com objetivo de facilitar a compreensão do projeto realizado, o termo peso será utilizado como sinônimo da quantidade de produto, apenas para fins didáticos.

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, INMETRO, através do órgão IPEM, Instituto de Pesos e Medidas, regulamenta sobre o controle metrológico de mercadorias pré-embaladas, ou seja, produtos embalados ou medidos sem a presença do consumidor, através da portaria nº 248 de julho de 2008, atualmente em vigor, e que será revogada e substituída pela portaria nº 93 de março de 2022, a partir de março de 2023 (BRASIL, 2008).

Através das portarias nº 248/2008 e nº93/2022, o INMETRO define como conteúdo nominal a quantidade de produto declarada no rótulo ou embalagem, e conteúdo efetivo a quantidade de produto que contém um produto pré-embalado, ou seja, o peso real do produto, descontando o peso da embalagem.

Para o BRASIL (2008), um produto, ou um lote de produtos, está com peso conforme quanto atinge dois requisitos: o critério individual e o critério de média. Para o critério individual, a quantidade real ou efetiva em um produto pré-embalado deve refletir com exatidão o conteúdo nominal, porém, são permitidas tolerâncias individuais, ou seja, é permitido que um produto apresente conteúdo inferior ao explicitado na embalagem, desde que esteja dentro de uma faixa especificada, de acordo com seu conteúdo nominal, conforme mostra a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Tolerâncias individuais de pesos de produtos

Conteúdo nominal do produto (Qn) em g ou mL	Tolerância individual	
	Percentual de Qn	g ou mL
0 a 50	9	-
50 a 100	-	4,5
100 a 200	4,5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1000	-	15
1000 a 10000	1,5	-
10000 a 15000	-	150
Maior que 15000	1	-

Fonte: Adaptado de BRASIL (2008)

Para o critério de média, por sua vez, um lote de produtos só é aprovado quanto a média dos conteúdos reais ou efetivos do lote de inspeção (\bar{x}) é maior ou igual ao conteúdo nominal dos produtos (Qn) subtraído do desvio padrão das amostras (s), multiplicado por um fator K, conforme mostra a Equação 2.1. A média dos conteúdos efetivos (\bar{x}) pode ser calculada a partir da Equação 2.2 em que n representa a quantidade de amostras do lote, e o desvio padrão das amostras é calculado conforme a Equação 2.3. (BRASIL, 2008)

$$\bar{x} \geq Qn - Ks \quad (2.1)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i}{n} \quad (2.2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.3)$$

O fator K utilizado pelo critério de média de produtos é variável de acordo com a quantidade de amostras do lote e pode ser encontrado na Portaria nº 248 de 2022, disponível no Anexo A.

Para obter o desvio padrão percentual, dividiu-se o desvio padrão encontrado pelo conteúdo nominal do produto, conforme mostra a Equação 2.4.

$$S(\%) = \frac{s}{Qn} \quad (2.4)$$

Um lote de produtos pré-embalados é considerado conforme a legislação do BRASIL (2008) quando a média dos conteúdos efetivos dos produtos atende ao critério de média e quando não possui mais que uma quantidade determinada de amostras em não-conformidade do critério individual (Tabela 2.1). A quantidade de amostras fora do critério individual tolerada é variável de acordo com o tamanho do lote dos produtos e também pode ser encontrada no Anexo A.

Para atender os critérios da legislação, sem ter prejuízo com sobredosagem, o desvio padrão de pesos dos produtos deve ser o menor possível, uma vez que o desvio padrão, segundo Martins (2013), representa o quanto as amostras estão dispersas dos dados de média, como mostra a Equação 2.3. Assim, quanto menor o desvio padrão, mais próximo do conteúdo nominal estarão os pesos dos produtos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em formato de concepção básica, com objetivo de solucionar problemas de controle de pesos de produtos acabados. O desenvolvimento do projeto aconteceu em uma indústria alimentícia, no ano de 2022.

A empresa objeto de estudo (EOE) é uma multinacional do setor alimentício situada na região Sudeste do Brasil. Presente em mais de 140 países, a empresa é uma das líderes no setor em que atua, possuindo portfólio extenso e com marcas de bastante sucesso.

Através da realização de *brainstorming* com os colaboradores da EOE, que consiste em uma técnica de discussão de grupo em que todos os participantes fornecem ideias espontâneas sobre determinado assunto, percebeu-se que a empresa sofria com uma falta de padronização dos pesos de produtos envasados. Em uma mesma produção, os pesos dos produtos apresentavam ampla faixa de variação, fazendo com que a EOE ficasse sujeita ao recebimento de multas por peso baixo em parte do lote produzido, além do descrédito com os consumidores. Para que, mesmo com a variação de pesos encontrada, a EOE atendesse às legislações vigentes, não sofrendo com multas recebidas, muitas vezes os produtos eram sobre dosados, o que gerava altas perdas na produção e conseqüente queda da lucratividade. Assim, surgiu a necessidade da implementação de um trabalho para correção de desvios de peso em produtos acabados, fornecendo maior confiabilidade e eficiência ao processo de envase dos produtos e conseqüente aumento na lucratividade do negócio.

Para atingir os resultados esperados, é necessário que os pesos dos produtos apresentem alta precisão e exatidão, ou seja, que os pesos dos produtos convirjam para o conteúdo nominal do produto. A variável escolhida como indicador do trabalho foi o desvio padrão de peso das amostras, pois indica o grau de variação de determinado conjunto de dados.

Todos os dados de pesos de produtos apresentados no trabalho foram obtidos de acordo com a metodologia determinada pela Portaria INMETRO nº248 de 2008, e através da utilização de uma balança semi-analítica, com precisão de 0,0001g. Assim, realizou-se a pesagem dos produtos das linhas de produção e, a partir das Equações 3.2 e 3.3, calculou-se a média e desvio padrão de pesos destes produtos, respectivamente. A tara da balança foi determinada, conforme a Portaria INMETRO nº248 de 2008, como a média dos pesos de 25 embalagens vazias do produto, calculada através da Equação 2.2.

O ciclo CAPDo, ferramenta que será utilizada com foco principal neste estudo, tem seu início na etapa de verificação do problema, a fim de identificar as causas e diagnosticar a situação, para, desta forma, aplicar-se soluções mais eficazes. Segundo Bormio (2005), para aplicação da ferramenta CAPDo, primeiramente é realizada uma etapa de verificação cuidadosa do intervalo entre o objetivo e o nível atual, em seguida, realiza-se uma etapa de análise, a fim de identificar todos os possíveis problemas e causas, só então é realizado um plano de desenvolvimento e as melhorias são implementadas e checadas.

Durante a aplicação do ciclo CAPDo foram necessárias etapas de verificação das causas do problema e elaboração de ações. Para isso foram utilizadas as ferramentas descritas a seguir: O Diagrama de Ishikawa ou diagrama de causa e efeito, que auxiliou na detecção das causas de um problema, classificando-as em seis categorias: método, matéria prima, mão de obra, máquinas, medição e meio ambiente. Uma vez que os problemas foram detectados através da aplicação do diagrama de Ishikawa foram feitas cinco perguntas, os 5 Porquês, até que a verdadeira causa fosse identificada. Para a elaboração do plano de ações utilizou-se os 5W2H, composto pelas etapas O que, Por que, Quem, Onde, Quando, Como e Quanto.

Seguindo a metodologia CAPDo, a primeira parte do projeto, a etapa de verificação, iniciou-se com o diagnóstico da situação atual através da realização de uma análise e estratificação dos dados da empresa a fim de identificar se o problema realmente existia e, em caso afirmativo, se existiria uma tendência por linha de produção, produto, ou outro fator. Para isso, seguindo a metodologia de controle de pesos do INMETRO, foram coletadas 80 amostras de produtos uniformemente ao longo da produção em diferentes produtos e linhas de produção. O conteúdo efetivo de cada uma das amostras de produto pode ser definido como o peso do produto descontado do peso médio das amostras de embalagem vazia, conforme portaria

INMETRO nº248 de 2008. Para cada produto as coletas foram realizadas em triplicata, uma coleta em cada lote de produção, e foram analisados três produtos por linha de produção. Aplicando a metodologia do INMETRO e, através dos cálculos de média e desvio padrão da amostra, identificou-se quantos lotes seriam aprovados ou reprovados segundo a legislação do INMETRO para produtos pré-embalados e, nos casos em que houve reprovação, se a reprovação aconteceu pelo critério de média ou critério individual. A partir dos dados coletados foi identificada a máquina de envase que apresentava maior desvio padrão dos pesos de produtos, ou seja, a máquina crítica do processo.

Foram coletadas amostras de três produtos diferentes, de cada uma das seis linhas de produção I a VI, conforme mostra o Quadro 3.1. Cada um dos produtos foi coletado três vezes, completando assim, nove medições por linha de produção.

Quadro 3.1 – Relação entre produtos e linhas de produção

Linha de produção	Produtos
I	A, B e C
II	D, E e F
III	G, H e I
IV	J, K e L
V	M, N e O
VI	P, Q e R

Fonte: Do autor (2022)

Após a identificação da linha mais crítica, o próximo passo da verificação consistiu em identificar a existência de tendência de desvio de pesos na máquina. Para isso, foi necessário analisar como a dosagem do produto é realizada na linha de produção, com quantos dosadores a linha é operada, entre outras especificações, para entender se o problema ocorria de maneira uniforme ou apresentava maior desvio em determinada parte do equipamento.

Outra análise importante para identificar a existência de um padrão ou tendência do problema foi a verificação dos pesos dos produtos em diferentes momentos da produção. Para essa análise, foram coletadas amostras do produto ao longo de três produções em quatro momentos diferentes, na partida da linha de produção, com a linha estabilizada, na troca de tanques de produto e novamente após a linha estabilizada. As amostras foram pesadas e foi calculado o desvio padrão das amostras nos momentos.

Através da identificação das tendências do problema, novas análises foram realizadas com objetivo de entender o problema de forma cada vez mais profunda. Assim, analisou-se também o peso dos produtos em função da quantidade de massa no funil que abastece o sistema de dosagem da linha de envase.

Em seguida, realizou-se uma análise do princípio de funcionamento do sistema, isto é, um estudo do funcionamento da linha de envase, partes que a compõe, especificações do equipamento fornecidas pelo fabricante, entre outros dados. Por fim, encerrando a primeira etapa do ciclo CAPDo, realizou-se um levantamento das inconveniências, ou seja, problemas já identificados na verificação que podem ser resolvidos de forma rápida, e, assim, realizou-se a implementação das disposições imediatas.

A segunda etapa do ciclo CAPDo consistiu na análise das causas do problema. A análise inicial foi realizada pela realização de um *brainstorming* com a participação de uma equipe multidisciplinar, composta por especialistas de processo de envase, operadores da linha de envase, entre outros profissionais da EOE. A análise foi realizada através do Diagrama de Ishikawa, com objetivo de levantar todas as possíveis causas do problema para posterior análise.

Após o levantamento das possíveis causas, cada uma foi investigada, com auxílio da ferramenta 5 Porquês. Para algumas das causas foi necessário realizar novos levantamentos de dados, a fim de identificar a procedência ou não do fenômeno como causador do desvio e para a maior parte das análises foram necessários menos de cinco porquês.

Para a etapa de planejamento, terceira fase da metodologia CAPDo, foi criado um plano de ações com objetivo de corrigir cada uma das causas identificadas durante as análises da etapa anterior. O plano de ação foi desenvolvido através da metodologia 5W2H.

Finalmente, as ações foram implementadas na fase de execução do ciclo CAPDo e novas medições de pesos de produtos foram realizadas, com objetivo de verificar se as ações implementadas foram eficazes e assim prosseguir com a padronização ou reinício do ciclo CAPDo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

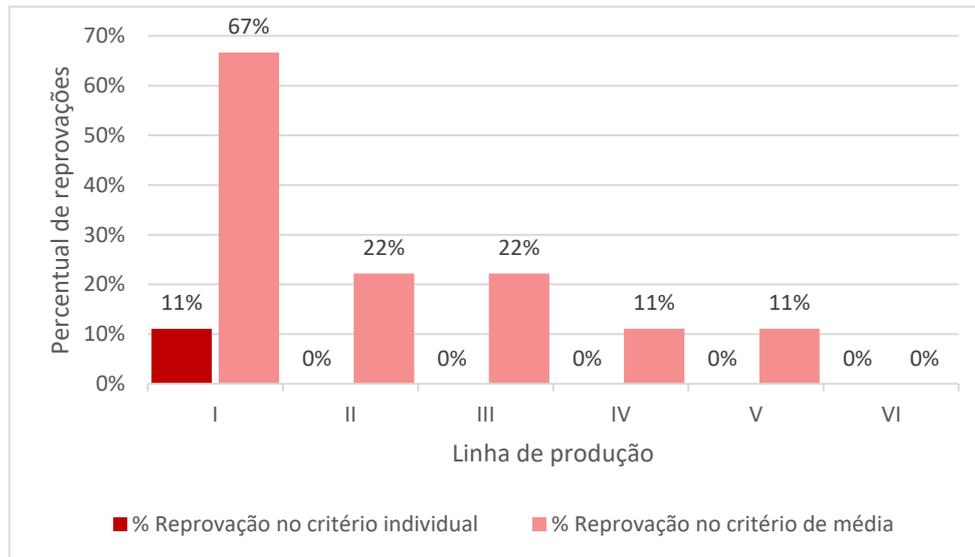
4.1 Etapa 1: Verificação (*Check*)

4.1.1 Diagnóstico da situação atual

A primeira parte do diagnóstico do problema consistiu na pesagem de diferentes produtos das linhas de produção da EOE e os dados obtidos estão disponíveis nos Gráficos 4.1 e 4.2, que apresentam a porcentagem de lotes reprovados por linha de produção e por produto, respectivamente. Para essa análise, foram pesadas amostras de três diferentes lotes de três

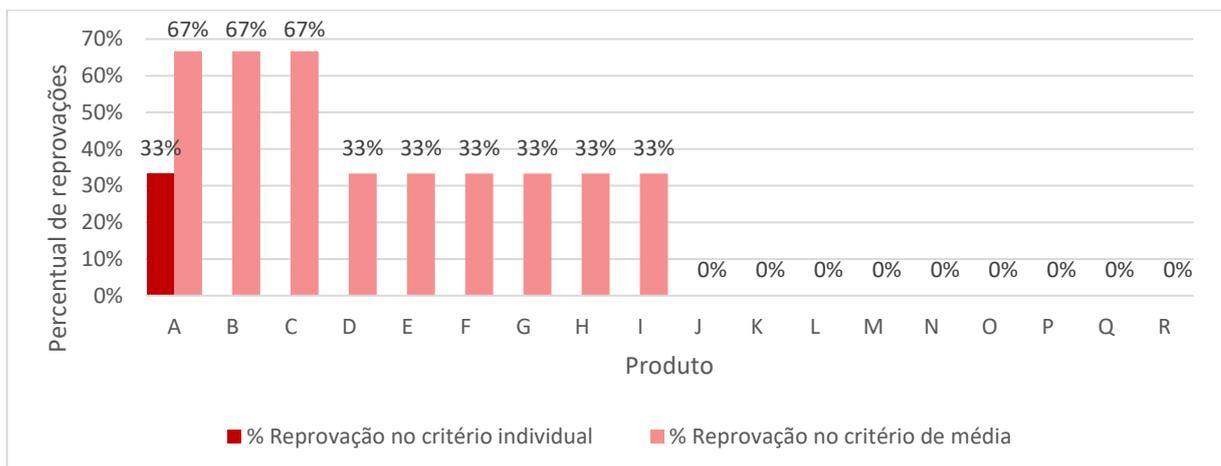
produtos de cada uma das linhas de produção. As linhas de produção estão identificadas por algarismos romanos, de I a VI, e os produtos identificados pelas letras A à R, como mostra o Quadro 3.1.

Gráfico 4.1 – Porcentagem de lotes reprovados por linha de produção



Fonte: Do autor (2022)

Gráfico 4.2 – Porcentagem de lotes reprovados por produto



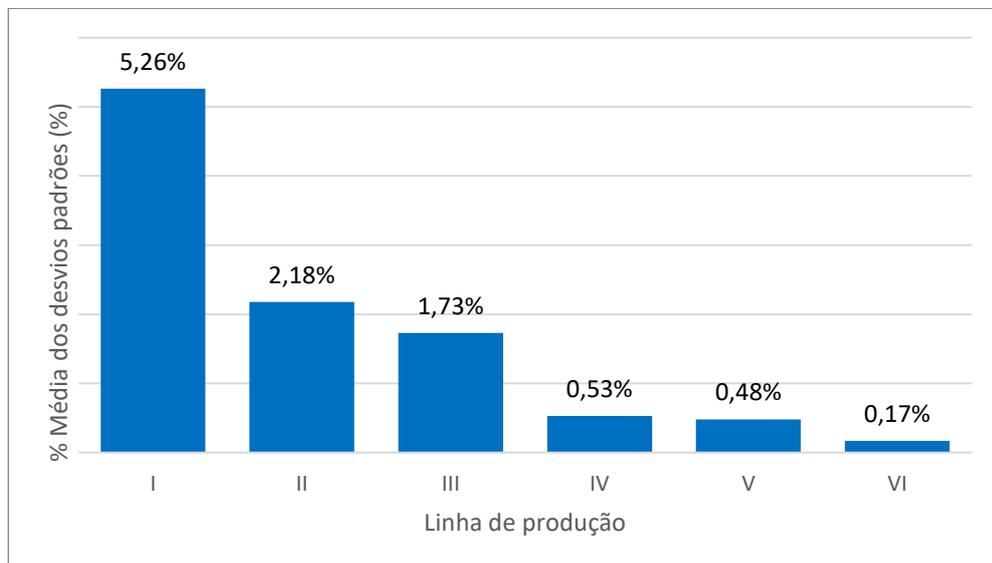
Fonte: Do autor (2022)

Analisando os dados obtidos através da coleta e pesagem dos produtos, e apresentados nos Gráficos 4.1 e 4.2, percebe-se que o problema relatado pelos colaboradores através da realização do *brainstorming* realmente existe. Há uma falha no controle de pesos de produtos e, muitos dos lotes não atenderam os critérios estabelecidos pela legislação vigente, o que deixa

a empresa vulnerável ao recebimento de multas por peso baixo de produto e coloca em risco a credibilidade da empresa frente aos consumidores.

Analisando os dados apresentados pelo Gráfico 4.1, percebe-se que, a máquina I apresentou a maior porcentagem de lotes reprovados e foi a linha que apresentou os maiores desvios, o que significa maior reprovação em critério de média, além de ser a única linha com análises reprovadas em critério individual, ou seja, os produtos do lote apresentaram desvio de peso maior que a tolerância individual. Ao fazer a mesma análise, desta vez por produto, percebe-se que os produtos A, B e C apresentaram maior porcentagem de lotes reprovados, e o produto A apresentou os maiores desvios, tendo um de seus lotes reprovados por critério individual. Os produtos A, B e C são produzidos na linha de envase I, assim, percebe-se que essa linha é a mais crítica ao se tratar de controle de pesos de produtos. Essa análise é confirmada quando se analisa o desvio padrão médio de pesos de produtos por linha de produção, conforme apresentado no Gráfico 4.3. Os dados do gráfico estão apresentados em percentual médio dos desvios em relação ao conteúdo nominal dos produtos.

Gráfico 4.3 – Desvio padrão médio percentual por linha de produção



Fonte: Do autor (2022)

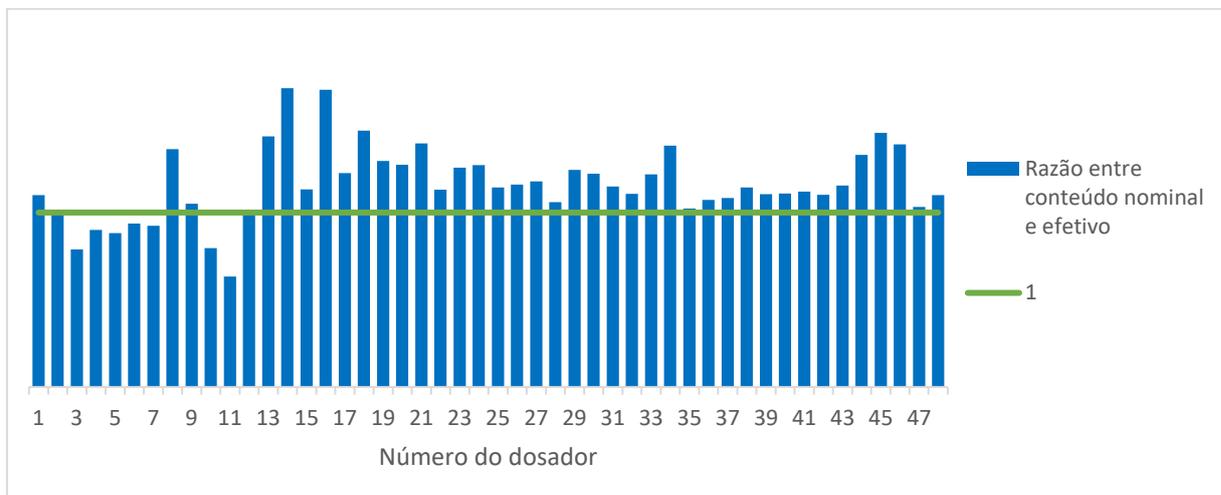
Analisando os resultados obtidos e apresentados no Gráfico 4.3, observa-se a criticidade da linha de produção I em relação as demais linhas de produção da empresa, uma vez que o desvio padrão dos pesos dos produtos é em média 5,26% dos pesos do próprio produto. Esse desvio padrão faz com que a empresa fique vulnerável não só a produzir um lote fora das especificações da legislação, mas também a perdas de produto, prejuízos financeiros e perdas de clientes. Sendo assim, a partir da estratificação dos dados do problema, entendeu-se que a

linha de produção I é a com maior vulnerabilidade em controle de pesos e, portanto, foi a escolhida como foco do estudo.

Após a identificação da linha mais crítica, o próximo passo da verificação consistiu em identificar a existência de tendência de desvio de pesos na máquina. Para isso analisou-se o peso dos produtos dosados por bico dosador e por momento da produção. A linha de produção I é composta por quatro conjuntos de dosadores contendo vinte e quatro bicos em cada conjunto, totalizando assim noventa e seis bicos dosadores. O produto A é composto por oito porções individuais, enquanto o produto B é composto por doze porções individuais e o produto C é composto por duas porções individuais, e, cada uma dessas porções é dosada por dois bicos dosadores diferentes, portanto, era de extrema importância identificar se existia uma tendência de subdosagem ou sobredosagem por bico dosador ou se o problema ocorria uniformemente ao longo de todo o conjunto de dosadores. As porções individuais são identificadas numericamente a partir da ordem em que a dosagem ocorre.

Para a análise, ao longo de três produções foram pesadas amostras das porções individuais dos produtos A, B e C e o resultado da análise pode ser visto no Gráfico 4.4 que relaciona a média de peso da porção individual ao número do dosador. O eixo contendo o peso dos produtos foi omitido para que o produto não possa ser facilmente identificado e a identidade da EOE permaneça preservada. No Gráfico 4.4 tem-se apresentado a razão entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal de cada uma das porções individuais. As porções individuais estão identificadas numericamente de acordo com o dosador no qual foram envasados.

Gráfico 4.4 – Média de pesos de produtos por porção individual

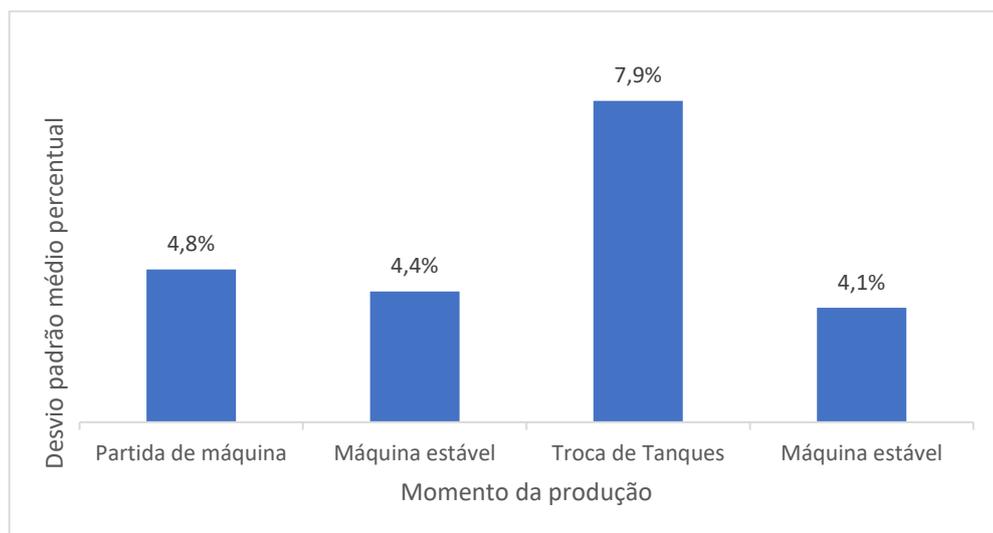


Fonte: Do autor (2022)

Percebe-se, analisando os dados apresentados pelo Gráfico 4.4, que há uma tendência de subdosagem nas porções de número três a sete, e também nos potes de número dez e onze. Em contrapartida, há uma tendência de maior sobredosagem nas porções de número oito e treze a vinte e um, número trinta e quatro e números quarenta e quatro a quarenta e seis. Outras porções individuais apresentaram desvio, no entanto, com finalidade de realizar uma análise breve foram consideradas nesta etapa apenas os dosadores que apresentaram maiores desvios.

A fim de identificar a existência de tendência do problema por momento de produção, foram coletadas amostras de produtos em quatro momentos diferentes, sendo eles: na partida da linha de produção, com a produção estabilizada, após a troca de tanques de produto e novamente com a linha estável. Os desvios padrões médios, em porcentagem do conteúdo nominal das amostras pode ser observado no Gráfico 4.5.

Gráfico 4.5 – Desvio padrão das amostras ao longo da produção



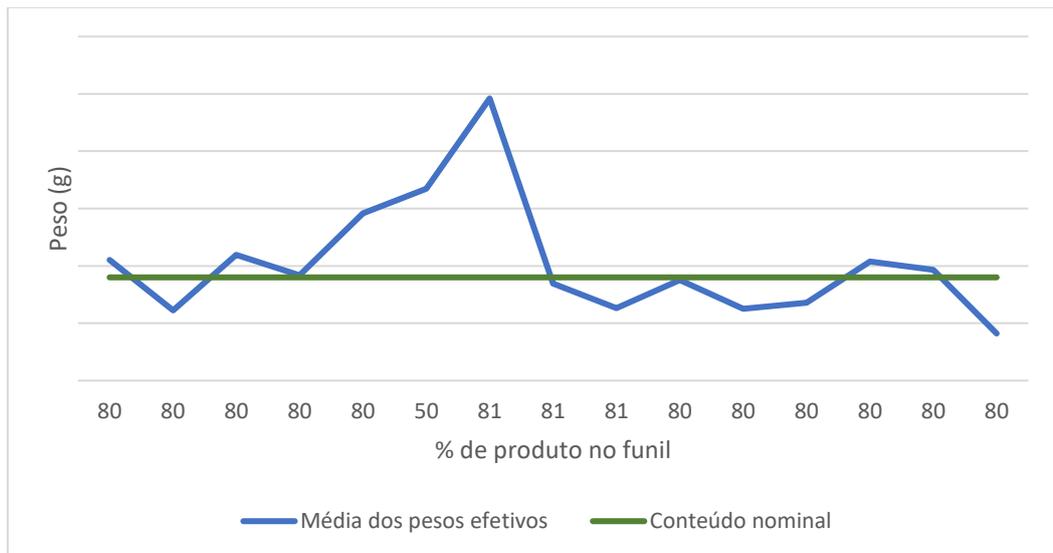
Fonte: Do autor (2022)

Ao analisar os dados apresentados pelo Gráfico 4.5, percebe-se uma tendência maior de variação dos pesos durante o momento de troca de tanques de produto, uma vez que o desvio padrão neste momento apresentou valor discrepante e mais alto que durante os outros momentos.

Para entender melhor esse fenômeno, uma nova análise foi realizada durante um momento de troca de tanques de produto. Para isso, amostras de produtos foram pesadas ao longo de uma troca de tanques de produto, a fim de identificar o impacto dessa troca nos pesos. A troca de tanques é sinalizada pela linha de produção através de um sinal sonoro, sendo, assim,

possível identificar o momento em que estão sendo envasados os produtos do final de um tanque e início de um novo tanque. Visualmente, a troca de tanques é indicada em um painel da linha de produção em função da porcentagem de produto que está disponível no funil que abastece o sistema de dosagem. Assim, ao final de um tanque, a quantidade de produto presente no funil cai rapidamente, retornando ao seu valor constante no início do próximo tanque. A análise foi realizada em triplicata e os resultados de média de pesos de produtos em função da quantidade de produto no funil que abastece o sistema de dosagem podem ser vistos no Gráfico 4.6. Mais uma vez, o eixo contendo os pesos dos produtos foi omitido para preservar a identidade da empresa. No Gráfico 4.6 o conteúdo nominal do produto, ou seja, quantidade de produto indicada na embalagem, está apresentada como uma linha constante. Os resultados apresentados em azul representam a média de pesos de produtos em função da quantidade de produto presente no funil que abastece os dosadores.

Gráfico 4.6 – Média de pesos de produtos em função da quantidade de massa no funil



Fonte: Do autor (2022)

O momento da troca de tanques pode ser identificado no Gráfico 4.6 pela alteração na quantidade de produto no funil, quando sai do valor constante de 80% do funil para 50%, o que representa o final de um tanque de produto. O momento em que a quantidade de produto presente no funil retorna para valores constantes de 81% indica o início de um novo tanque de produto e, neste momento, pode-se perceber uma brusca elevação nos pesos do produto.

Uma das razões da diferença de dosagem do produto neste momento é o processo manual de ajuste dos parâmetros de dosagem que são configurados no equipamento através de

uma Interface Homem Máquina (IHM), ou seja, através de um painel que permite o operador se comunicar com o equipamento, ajustando as configurações desejadas. Percebe-se que, devido a alteração de pesos na troca de tanques, o operador precisa ajustar manualmente os parâmetros de dosagem do produto na linha de produção e, logo em seguida o peso cai bruscamente, quando o operador faz nova alteração manual nas configurações de dosagem. Este ciclo se repete ao longo de toda produção, o que causa instabilidade na dosagem e dificuldade para a operação.

Após estratificação dos dados, pôde-se utilizar a ferramenta 5W2H para clarificar o fenômeno e o problema. Assim, tem-se que para o problema estudado, a análise disponível no Quadro 4.1.

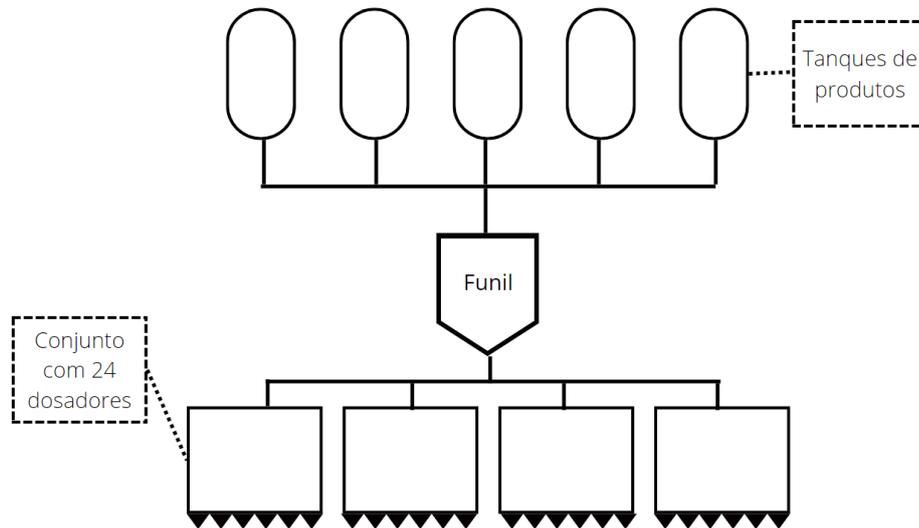
Quadro 4.1 – Clarificação do problema a partir da ferramenta 5W2H

O que (<i>What</i>)	Variação de pesos dos produtos
Onde (<i>Where</i>)	Na linha de produção I
Quando (<i>When</i>)	Durante toda a produção
Quem (<i>Who</i>)	Produtos A, B e C
Porque (<i>Why</i>)	O desvio acontece durante toda a produção, mas é intensificado durante as trocas de tanques.
Como (<i>How</i>)	Há uma variação de pesos dos produtos A e B, produzidos na linha I e há uma tendência durante a troca dos tanques e com a variação da quantidade de produtos no funil.
Quanto (<i>How much</i>)	Valores omitidos para proteger a identidade da EOE

Fonte: Do autor (2022)

Ao realizar o estudo do princípio de funcionamento do sistema identificou-se que a linha de produção é composta por quatro conjuntos de dosadores, contendo vinte e quatro bicos cada conjunto. Os conjuntos de dosadores são alimentados por um único funil de produto que, por sua vez, é alimentado por um conjunto de tanques em que o produto fica armazenado. Uma representação do sistema de dosagem da linha de produção pode ser observada na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Representação do sistema de dosagem da linha de produção



Fonte: Do autor (2022)

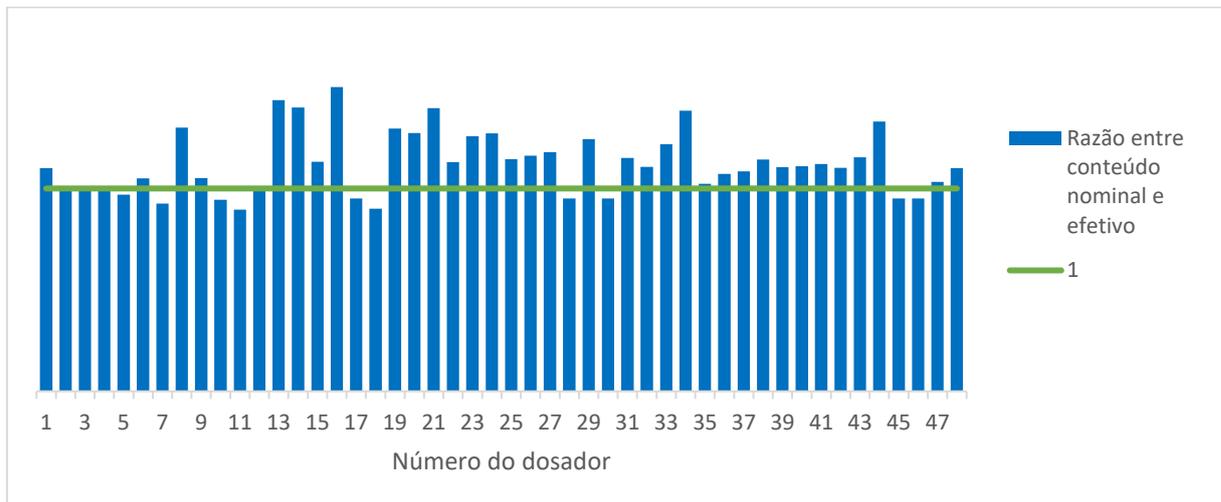
Os conjuntos de dosadores são compostos por dosadores de membranas que possuem duas fases, uma fase de enchimento, na qual a pressão do produto no funil ocasiona a subida do pistão e introduz um volume de produto no equipamento, e uma fase de ejeção, onde ocorre o abaixamento do pistão e o produto é inserido na embalagem. Os dosadores possuem sistema de ajuste manual de dosagem, que é feito pela operação ao longo da produção, ou seja, o operador pode alterar manualmente as configurações de dosagem que serão operadas pelo equipamento.

Os tanques de produto, por sua vez, são programados para que, quando um tanque atinja certo nível, ou seja, determinada quantidade de produto em seu interior, programada no sistema de automação da linha de produção, seja feita uma troca automática do tanque que abastece o sistema, e assim sucessivamente até que todo o produto seja envasado. O momento em que a troca de tanques acontece é indicado para o operador através de um sinal sonoro e indicação visual no painel do equipamento. Normalmente a produção acontece continuamente em um determinado intervalo de tempo. Com isso, os tanques são reabastecidos de forma contínua com os produtos que são fabricados, e os tanques trocam diversas vezes entre si, de forma automática.

4.1.2 Inconveniências e disposições imediatas

Através da realização de um o levantamento das inconveniências com objetivo de implementar soluções imediatas para os desvios encontrados, percebeu-se a existência de um problema de ajuste da dosagem de alguns bicos específicos, conforme apresentado no Gráfico 4.4, que apresentaram dosagem muito discrepante da média dos demais bicos dosadores. Para isso, a equipe de manutenção foi acionada e foi solicitado o ajuste de dosagem. Após a ação da manutenção foi realizada nova análise dos pesos por porção individual, seguindo o mesmo procedimento realizado anteriormente, em triplicata, e os resultados podem ser vistos no Gráfico 4.7.

Gráfico 4.7 – Média de pesos de produtos por porção individual após ajuste



Fonte: Do autor (2022)

Percebe-se uma pequena melhoria na distribuição de pesos de produtos por porção individual após ajuste dos bicos dosadores, comparando os Gráficos 4.4 e 4.7. Para confirmar a eficácia da ação, foram realizadas novas coletas de pesos de produtos ao longo de três produções e obteve-se uma redução do percentual de desvio padrão de 5,26% (Gráfico 4.3) para 4,98%, o que representa uma redução no desvio de pesos de produtos, mas ainda não muito significativa. Uma vez que a melhoria apresentada foi pequena, entende-se que este desvio não representa a causa raiz do problema, e sim apenas uma necessidade de ajuste do equipamento. Assim o ciclo CAPDo é continuado, com objetivo de identificar quais são as reais causas raízes do desvio.

4.2 Etapa 2: Análise (Action)

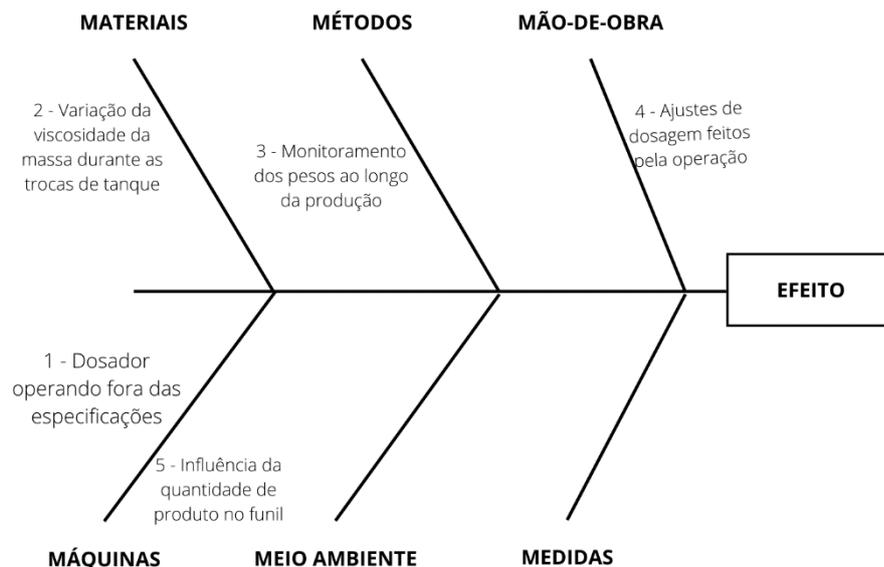
4.2.1 Identificação e análise das causas do problema

A segunda etapa do ciclo CAPDO consistiu na análise das causas do problema, através da realização de um *brainstorming* e utilização do Diagrama de Ishikawa.

Na Figura 4.2 tem-se o Diagrama de Ishikawa para indicar o efeito, ou seja, indicar a causa raiz do processo.

Nota-se que ao realizar o *brainstorming* identificou-se que não existiam causas relacionadas ao meio ambiente e às medições que impactavam diretamente no sistema.

Figura 4.2 – Análise de causas utilizando o Diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado de Mello et. al. (2017)

As causas apontadas no Diagrama de Ishikawa (Figura 4.2) foram:

1) Dosador operando fora das especificações:

Através do estudo do princípio de funcionamento da linha de produção, as especificações do equipamento disponibilizadas pelo fabricante foram analisadas e percebeu-se que, os dosadores foram fabricados para dosar porções individuais, com uma determinada

faixa de operações. Para essa faixa, o desvio padrão de produtos esperado é entre 1% e 2%. Contudo, devido a produtos anteriormente fabricados pela EOE, uma porção individual era dosada por dois bicos dosadores, o que fazia com que cada bico estivesse dosando metade do valor mínimo para o qual foi desenhado, operando, portanto, fora da faixa de funcionamento adequado.

2) Variação da viscosidade de massa durante as trocas de tanque:

Os dosadores de membranas presentes na linha de produção realizam uma dosagem volumétrica de produto. Por isso, caso o produto apresente variações nas suas características físico-químicas, como a densidade ou a viscosidade, um mesmo volume de produto pode representar maior ou menor quantidade de massa que é dosada pelo equipamento, afetando, assim, o peso final do produto. Na EOE, uma das principais propriedades físicas monitoradas para fins de controle de qualidade do produto é a viscosidade. A partir da análise da viscosidade, é possível identificar se o produto apresenta as características sensoriais padronizadas. Segundo Hibbeler (2016), a viscosidade é a propriedade que mede a resistência ao movimento de um fluido. Essa propriedade afeta diretamente o escoamento do fluido, pois, influencia diretamente a sua velocidade de escoamento, de forma que a viscosidade é inversamente proporcional ao gradiente de velocidade de escoamento do fluido. Para que o produto seja dosado pelo equipamento, através do dosador de membranas, o fluido precisa escoar para o interior do dosador no tempo determinado para a carga deste dosador. Se o fluido apresenta variação na viscosidade, a quantidade de produto dosada sofrerá alterações.

Sendo assim, uma possível causa levantada foi a de haver diferença nas características físico-químicas no produto ao longo da produção, que pode ocorrer devido a presença de água no fim do tanque de produto.

3) Monitoramento dos pesos do produto pela operação ao longo da produção é ineficiente:

Ao longo da produção, os operadores realizam verificações das características sensoriais do produto e realizam a pesagem de algumas amostras, buscando garantir que o produto seja vendido dentro dos padrões de qualidade da empresa e para possibilitar que qualquer desvio, seja em características sensoriais ou pesos dos produtos, seja corrigido o quanto antes. Porém, a pesagem destas amostras não é realizada conforme os critérios adotados pelo INMETRO, e determinados através da Portaria nº248 de 2008, uma vez que o operador considera apenas o

desvio individual, sem levar em consideração a média e o desvio padrão do peso das amostras, o que torna a análise pouco significativa.

4) Ajustes de dosagem feitos pela operação durante a produção:

Todas as vezes que os operadores da linha de produção identificam desvios de peso de produto, são realizados ajustes manuais na dosagem da linha. Porém, muitas vezes, como ocorre durante as trocas de tanques, logo após a realização dos ajustes há uma alteração no produto, o que causa um novo desvio de peso. Esses ajustes, além de não estarem apresentando resultados efetivos, causam um desgaste da operação e, muitas vezes, podem acentuar os desvios existentes. Os motivos pelos quais o problema ocorre foram aprofundados na etapa posterior de análise.

5) Influência da quantidade de produto no funil:

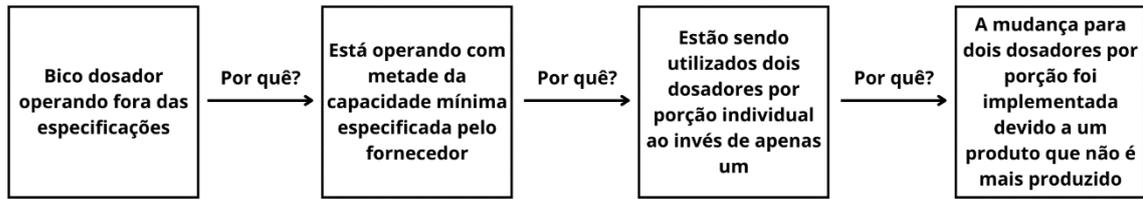
De forma análoga à variação da viscosidade do produto, o acionamento dos dosadores acontece a partir da pressão exercida pelo produto no funil, portanto, a quantidade de produto presente no funil pode influenciar nessa pressão, o que ocasiona maior ou menor dosagem de produto. Normalmente, a quantidade de produto apresenta valores constantes, ocupando cerca de 80% do funil. No entanto, em momentos de troca de tanques essa quantidade pode variar, conforme o Gráfico 4.6.

A investigação das causas levantadas anteriormente e apontadas na Figura 4.2 foi realizada através da aplicação da ferramenta 5 Porquês e as análises realizadas estão dispostas a seguir. Cabe destacar que para todas as possíveis causas foi possível chegar na causa raiz utilizando menos de 5 Porquês.

1) Dosador operando fora das especificações:

A análise dos 5 Porquês está apresentada na Figura 4.3.

Figura 4.3 – Análise 5 porquês para a causa 1



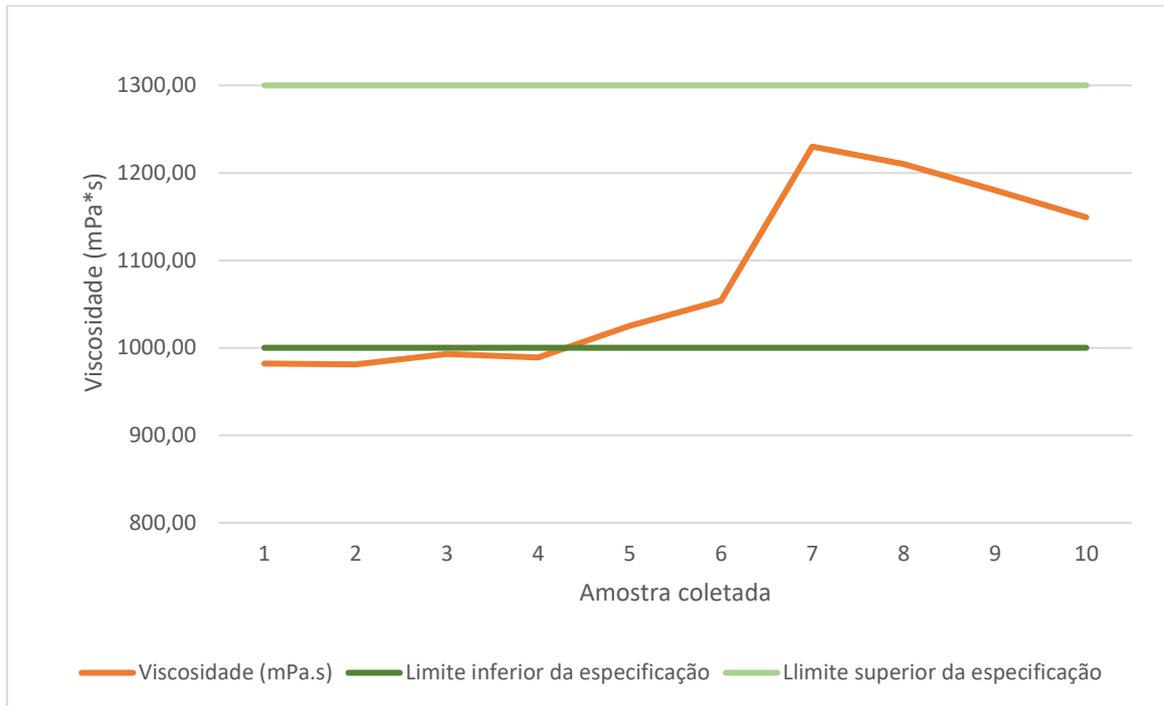
Fonte: Do autor (2022)

A partir das análises, concluiu-se que a operação do dosador de forma discrepante para a qual ele foi configurado e fabricado inicialmente é, provavelmente, uma das causas raízes do problema e a provável causa raiz com maior impacto nos desvios de dosagem. Uma vez que o equipamento está sendo utilizado de forma diferente da qual ele foi especificado na fabricação para operar não é possível garantir o atingimento das metas de desvio de dosagem fornecidos pelo fabricante. Para este problema foi proposta uma ação de correção, que será melhor detalhada nas etapas posteriores.

2) Variação da viscosidade de massa durante as trocas de tanque:

Para identificar se realmente existia uma variação da viscosidade da massa durante as trocas de tanque foram realizadas coletas de amostras durante trocas de tanque na produção. Como os efeitos da troca de tanque na linha de produção têm duração de cerca de dez minutos, foram coletadas uma amostra de produto a cada minuto, durante o tempo de troca dos tanques e a viscosidade das amostras de produtos foram analisadas. A análise foi realizada em triplicata e os resultados de viscosidade média apresentados no Gráfico 4.8.

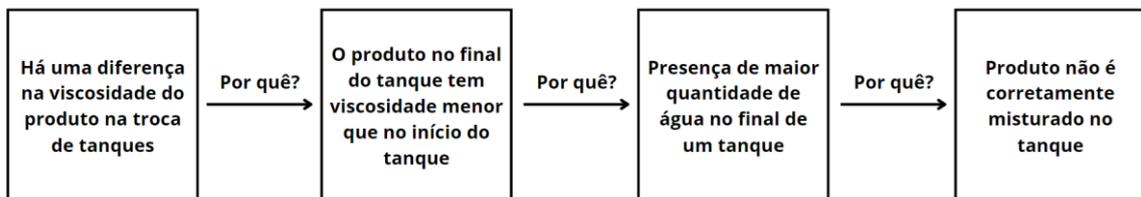
Gráfico 4.8 – Variação de viscosidade do produto durante a troca de tanques



Fonte: Do autor (2022)

Analisando o Gráfico 4.8, percebe-se que há uma diferença na viscosidade dos produtos que estão no final de um tanque (amostras de 1 a 5) para o produto do início do tanque seguinte. Para entender o motivo de tal variação foi realizada a análise dos 5 porquês, como mostra a Figura 4.4.

Figura 4.4 – Análise 5 porquês para a causa 2



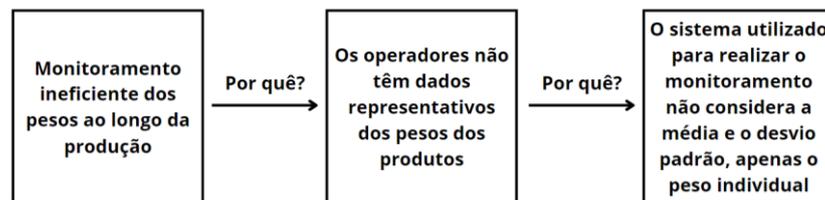
Fonte: Do autor (2022)

A partir das análises realizadas, verifica-se uma variação da viscosidade do produto durante as trocas de tanque, e essa variação contribui para que haja um aumento do desvio dos pesos do produto. Sendo assim, serão propostas melhorias para este problema na etapa posterior, de planejamento.

- 3) Monitoramento dos pesos do produto pela operação ao longo da produção é ineficiente:

A análise dos 5 porquês para a causa 3 pode ser vista na Figura 4.5.

Figura 4.5 – Análise 5 porquês para a causa 3



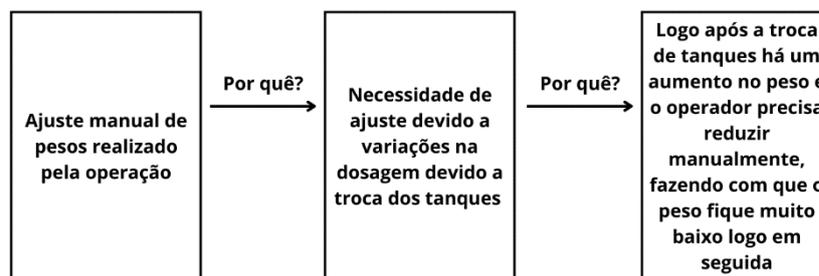
Fonte: Do autor (2022)

Uma vez que o monitoramento realizado pela operação não é eficiente, a operação não tem dados reais que os ajudem a controlar o peso e os ajustes de dosagem ao longo da produção, muitas vezes fazendo com que um desvio de peso não seja identificado e corrigido. Assim, será necessário implementar um novo sistema de monitoramento da pesagem, posteriormente descrito na etapa de planejamento.

- 4) Ajuste da dosagem feitos pela operação durante a produção

A análise dos 5 porquês para a causa 4 está representada na Figura 4.6.

Figura 4.6 – Análise 5 porquês para a causa 4



Fonte: Do autor (2022)

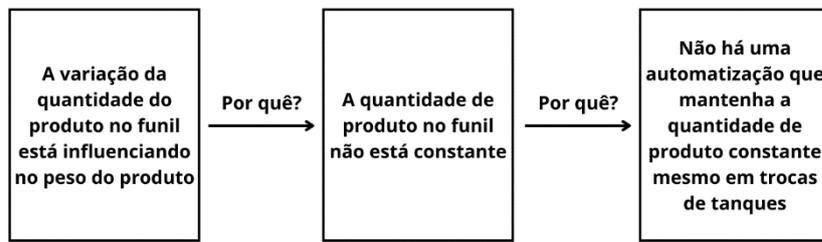
Através da análise dos 5 porquês para a possível causa de ajuste manual de dosagem realizado pela operação pôde-se perceber que, este problema provavelmente ocorre devido às

variações de peso já existentes. Sendo assim, não é uma causa raiz do problema e será resolvido através das demais ações planejadas.

5) Influência da quantidade de produto no funil:

A partir das análises realizadas na etapa de verificação, percebeu-se que há influência da quantidade de produto no funil na dosagem. Por isso, foi realizada uma análise dos 5 porquês, representada na Figura 4.7, para identificar a razão da variação da quantidade de produtos, que deveria ser mantida constante.

Figura 4.7 – Análise 5 porquês para a causa 5



Fonte: Do autor (2022)

Uma vez identificada que o problema realmente pode ser uma causa dos desvios e o motivo pelo qual ele ocorre, serão propostas ações de correção na etapa de planejamento.

4.3 Etapa 3: Planejamento (*Plan*)

4.3.1 Criação do plano de ação

A partir da identificação das causas raízes apresentadas nas Figuras 4.3 a 4.7 foram levantadas algumas ações de correções a serem implementadas.

Para a adequação dos dosadores à especificação do fabricante, foi definido a retirada de dois conjuntos de dosadores. Assim, o sistema de dosagem que hoje conta com quatro conjuntos de dosadores, passaria a ter apenas dois conjuntos, o que reduziria o número de bicos dosadores de noventa e seis bicos para quarenta e oito. Dessa forma, cada porção individual seria dosada apenas por um bico dosador, passando, assim, a operar na sua faixa especificada. Essa ação

também fornece melhores condições para a operação, uma vez que os operadores precisariam realizar ajustes em menor quantidade de bicos. Além disso, a retirada de dois conjuntos de dosadores reduz drasticamente os custos de manutenção preventiva que são realizadas no equipamento.

Os problemas de diferença de viscosidade na massa do produto e da quantidade de produtos no funil podem ser resolvidos implementando duas novas configurações na automação do sistema. Primeiramente, pode-se associar a quantidade de produtos no funil com a dosagem, fazendo com que o dosador somente opere com a quantidade constante de produto no funil, e sempre que há uma redução na quantidade de produto o equipamento pare, retornando em alguns instantes quanto a quantidade de produto estiver regularizada. Outra automação é a definição de um maior volume de produto nos tanques no momento da troca, assim, antes que o produto depositado no final do tanque seja envasado, mais produto é inserido no tanque auxiliando na mistura da massa. Uma possível ação para corrigir o problema seria alterar o sistema de agitação do tanque, mudando a posição ou tipo do agitador. No entanto, como é uma ação que demanda um investimento considerável a sua implementação não foi considerada inicialmente, podendo ser melhor investigada em trabalhos futuros.

Por fim, para auxiliar no monitoramento dos pesos dos produtos ao longo da produção, pode-se implementar, no sistema utilizado pela operação, os cálculos de média, desvio padrão e critérios de aceitação e reprovação dos lotes. Assim, a cada pesagem realizada pelo operador serão fornecidas informações que o ajudem a identificar desvios e lotes fora das especificações exigidas pela legislação, possibilitando que sejam tomadas medidas imediatas de contenção do problema. Além disso, pode-se implementar um informativo diário dos pesos dos produtos, para fornecer dados mais precisos e auxiliar no monitoramento dos pesos de produtos.

Para auxiliar na execução e monitoramento das ações levantadas, bem como na definição de responsabilidades e prazos, foi utilizada a ferramenta 5W2H, como pode ser observado no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Plano de ação 5W2H

Ação	O que (What)	Por que (Why?)	Onde (Where)	Quando (When)	Quem (Who)	Como (How)	Quanto (How much)
1	Adequação dos dosadores à especificação	Para que o sistema opere conforme a especificação do fabricante, reduzindo os desvios	Na linha de produção I	Até setembro de 2022	Gerente da linha de produção I	Retirando dois conjuntos de dosadores	(Valores omitidos para preservar EOE)
2	Ajustar automação do sistema do funil	Para manter a quantidade de produto constante durante a dosagem	Na linha de produção I	Até julho de 2022	Time de automação industrial	Ajustando uma pausa no envase quando o funil apresentar baixa de produto	Sem custo
3	Ajustar automação do sistema de troca de tanques	Para que o produto depositado no fundo do tanque seja misturado antes do envase e não seja envasado produto com maior quantidade de água	Na linha de produção I	Até julho de 2022	Time de automação industrial	Ajustar para que a troca de tanques aconteça com volume mais alto de produto no tanque	Sem custo
4	Implementar padrões INMETRO no sistema da operação	Para fornecer dados mais precisos e auxiliar na tomada de decisões pela operação	Na linha de produção I	Até junho de 2022	Time de automação industrial	Implementando cálculos de média, desvio padrão e critérios de aceitação ou reprovação de lote	Sem custo
5	Implementação de um informativo diário dos pesos dos produtos	Para fornecer dados mais precisos e auxiliar na tomada de decisões pela operação	Enviados por e-mail diariamente	Diário	A autora	Gerando reportes com os dados do sistema para os líderes e gerentes da célula monitorarem os pesos dos produtos	Sem custo

Fonte: Do autor (2022)

4.4 Etapa 4: Execução (Do)

4.4.1 Implementação de melhorias

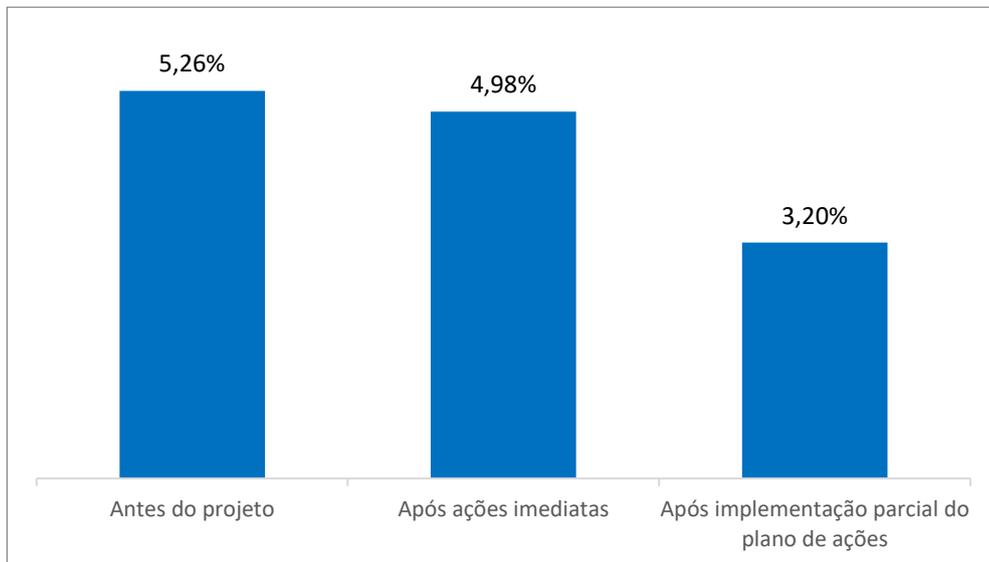
As ações descritas no Quadro 4.2 como ações 2 a 5 foram executadas e os resultados validados. Já ação descrita como ação 1, até o presente momento, se encontra em processo de compra de materiais e execução, uma vez que exige adaptação da máquina de envase para o novo formato. A ação 1 é a ação que corrige a provável causa raiz de maior relevância para o controle dos desvios de pesos de produtos, uma vez que, ao operar o equipamento de dosagem na faixa especificada pelo fabricante, espera-se alcançar um desvio padrão de apenas 2%, como é previsto pelo fabricante, e, assim, atingir completamente os objetivos do projeto. Além disso,

com a retirada de dois conjuntos de dosadores da linha, espera-se uma redução dos custos de manutenção do equipamento, trazendo maior economia e lucratividade para a EOE.

4.4.2 Verificação dos resultados

Para verificar a eficácia das ações implementadas, foram realizadas pesagens do produto seguindo a mesma metodologia utilizada para identificar o problema. Amostras do produto foram coletadas e pesadas ao longo de toda a produção. Calculou-se, então, o desvio padrão médio percentual dos pesos dos produtos, conforme apresenta o Gráfico 4.9.

Gráfico 4.9 – Comparativo entre os desvios padrões antes e após o projeto



Fonte: Do autor (2022)

Assim, pode-se verificar que as ações aplicadas foram eficientes para redução do desvio padrão dos pesos dos produtos, conforme o objetivo inicial do projeto, apresentando queda de 2,06% no desvio padrão médio. Contudo, ainda não são suficientes para atingir os objetivos do projeto.

Espera-se que, com a finalização das implementações das ações, o desvio padrão das amostras atinja o valor máximo de 2%, conforme especificado pelo fabricante do equipamento.

4.5 Próximos passos e sugestões para projetos futuros

Uma vez que a ação de retirada de dois conjuntos de dosadores não foi finalizada até o fim deste trabalho, uma sugestão para trabalhos futuros é a realização da verificação dos resultados após implementação desta ação.

Uma outra sugestão para o projeto é a implementação de uma balança que pesa os produtos individualmente e descarta aqueles que estiverem abaixo do limite mínimo de peso, garantindo assim que nenhum produto fora da especificação chegue até o cliente final. Porém, essa ação pode gerar um custo elevado e elevar a quantidade de perdas do processo e, portanto, precisaria de uma ação cuidadosa de análise e verificação, uma vez que os produtos descartados no final da linha não poderiam ser reprocessados para preservar a segurança do alimento, e, assim, representariam grande perda para a EOE. Ainda, pode-se, em trabalhos futuros, realizar o estudo e adaptação dos agitadores dos tanques de produto, melhorando a eficiência da mistura realizada.

Ao analisar o Gráfico 4.3, percebe-se que a linha de produção II também apresenta desvio padrão maior que 2%. Portanto, como trabalho futuro, pode-se realizar nova aplicação do ciclo CAPDo com objetivo de reduzir o desvio de peso de produto também nesta linha.

4.6 Consolidação dos resultados

As ações já implementadas neste trabalho foram verificadas e atingiram bons resultados, porém, ainda não atingiram os objetivos definidos inicialmente. Assim, após a finalização das ações, deve ser realizada uma nova verificação, e, caso o objetivo seja totalmente atingido, a última fase do ciclo CAPDo é a consolidação dos resultados. Nessa fase, as ações serão implementadas de forma definitiva nas automações e sistemas da linha de produção e na rotina da operação. Caso não apresentem o resultado esperado, deve-se reiniciar todo o ciclo CAPDo em um processo contínuo em busca de melhorias.

As ações implementadas já apresentaram resultados positivos, mesmo que de forma parcial. Portanto, as rotinas de pesagem e monitoramento implementadas já foram inseridas como procedimento padrão da operação. Contudo, entende-se que a ação de adequação do conjunto de dosadores para operarem na especificação do fabricante é, provavelmente, a causa raiz de maior impacto no desvio, e sua implementação deverá promover o atingimento do objetivo de redução do desvio padrão da linha de produção para um valor de 2%.

5 CONCLUSÃO

Em busca de controlar um processo industrial e promover uma redução do desvio padrão de pesos de produtos em uma linha de produção industrial, o presente trabalho possibilitou a aplicação de ferramentas de qualidade em uma indústria de alimentos, proporcionando o desenvolvimento e aperfeiçoamento do sistema de qualidade e melhoria contínua da companhia. Através da aplicação da ferramenta cíclica de melhoria contínua, o ciclo CAPDo, e das ferramentas Diagrama de Ishikawa, 5W2H e 5 Porquês, foi possível verificar a existência de um problema de controle de pesos de produtos acabados, bem como identificar as causas raízes do problema e corrigi-las parcialmente.

Ao final do trabalho, observou-se a redução de 5,26% para 3,20% do desvio padrão médio dos produtos de uma linha de produção, além dos ganhos intangíveis que podem ser citados, como a melhoria das condições de operação para os colaboradores e aumento da confiabilidade e credibilidade da EOE frente aos seus consumidores. Porém, apesar de o projeto já apresentar resultados positivos, o objetivo inicial, que seria a redução do desvio padrão para 2%, não foi completamente atingido. A ação de correção da provável causa raiz do problema continuou em processo de execução, portanto, pode-se sugerir que trabalhos futuros sejam feitos, verificando os resultados das novas ações implementadas e, se for o caso, reiniciando o ciclo CAPDo. Espera-se que, após a implementação da adequação, o desvio padrão médio dos produtos da linha de produção atinja o valor esperado, uma vez que o equipamento passará a operar conforme a especificação do fabricante.

Através do desenvolvimento do projeto, pôde-se evidenciar a importância do conhecimento e aplicação dos sistemas de gestão de qualidade nos processos industriais, possibilitando a resolução de problemas e impactando diretamente nos resultados industriais.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. L. B. **Proposta de sistema para a gestão da qualidade e da segurança de vegetais minimamente processados**. 2011, 345 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de São Carlos, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3380/4007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 03 ago. 2022.
- ARAÚJO, F. de; LAZARIN, D, F.; SOUZA, F. L. de; MARIOTINI, R. F.; PISCO, V. de C. **Aplicação do método PDCA para solução de problemas: Estudo de caso em uma alimentícia do triângulo mineiro**. ABEPRO, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_386_31396.pdf.> Acesso: 17 jul. 2022.
- BARROS, E. D. de; HOLANDA, L. M. C. de; CHAVES, H. de Q. **Aplicação do método DMAIC para a melhoria da gestão da qualidade dos materiais de laboratório: Estudo em um Centro Universitário em Caruaru-PE**. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, 2017, v5, 24 p. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/50327>. Acesso: 04 ago. 2022.
- BORGES, C. P. N.; YANAGUIMOTO, F. A. C.; SILVA, A. M. da; TANAKA, W. Y.; FERREIRA, W. de P. **Aplicação das ferramentas de qualidade para controle de divergência de pesos em produtos acabados**. Joinville, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_376_32922.pdf.> Acesso: 23 jun. 2022.
- BORMIO, M. R. **O levantamento de perdas utilizando CAPDo do TPM numa linha de acabamento de agendas e cadernos em uma indústria gráfica**. Universidade do Estado de São Paulo, 2005. Disponível em: <https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Bormio_MR_Marco.pdf.> Acesso em 23 jun. 2022.
- BRASIL. Instituto De Metrologia E Qualidade: Portaria Inmetro N° 248, Diário Oficial da União, 2008.
- BRASIL. Instituto De Metrologia E Qualidade: Portaria Inmetro N° 93, Diário Oficial da União, 2022.
- CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 9. ed. Nova Lima, MG: FALCONI, 2013. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Gerenciamento_da_rotina_do_trabalho_do_d.html?id=9ybwDwAAQBAJ&redir_esc=y. Acesso: 02 ago. 2022.

- CARPINETTI, Luiz Cesar R. **Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo, SP, Grupo GEN, 2016.
- CARVALHO, M. M. de; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: Teoria e casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- CIRSTENSIENSE, R. **Redução de géis aparentes em filmes de BOPP: Um estudo de caso utilizando a metodologia TPM**. Centro universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012. Disponível em: <https://maua.br/files/monografias/reducao-de-geis-aparentes-em-filmes-de-bopp-um-estudo-de-caso-utilizando-a-metodologia-tpm.pdf>. Acesso: 02 ago. 2022.
- EGIDIO, V. de. O. **Aplicação das ferramentas da qualidade em uma indústria de alimentos situada no Oeste do Paraná**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12759/1/aplicacaoferramentasqualidadeindustria.pdf>.> Acesso: 24 jun. 2022.
- FERREIRA, A. B. de H. **Mini Aurélio da Língua Portuguesa**. 7 ed. Curitiba: POSITIVO, 2009.
- GIOMBELLI, L.; BARBOZA, B. M. L.; SALEM, R. D. S. **Aplicação de ferramentas da qualidade na indústria de alimentos - Estudo de caso**. Universidade Estadual de Maringá, 2018. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/rev_prod/article/view/52394.> Acesso em 23 jun. 2022.
- HIBBELER, R. C. **Mecânica dos fluidos**. 1 ed. São Paulo: PEARSON, 2016.
- KIRCOV, L. B. da S.; SILVA, A. M. M. da. **Ferramentas da qualidade nas indústrias alimentícias - Uma revisão da literatura**. Universidade de Rio Verde, 2017. Disponível em: <https://www.unirv.edu.br>> Acesso: 12 jul. 2022.
- MARTINS, M. E. G. **Desvio padrão amostral**. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2013. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2013/022/>.> Acesso: 19 jul. 2022.
- MELLO, M. F. de; CUNHA, L. A.; SILVA, N. J. da; ARAÚJO, A. C. **A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para melhoria de processo em indústria metal mecânica – um estudo de caso**. *Exacta* – EP, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 63-75, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/6898/3684>.> Acesso: 17 jun. 2022.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**, 7 ed. São Paulo: Grupo GEN, 2016.

- NOGUEIRA, M. de O.; DAMASCENO, M. L. V. **Importância do sistema de gestão de qualidade para indústria de alimentos.** Universidade Federal de Minas Gerais, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.>> Acesso: 22 jun. 2022.
- OLIVEIRA, P. E. A. de; SANTANA, N. S.; BRITO, A. A.; LIMA, A. J. T. de L.; ARRUDA, G. M. **Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade: Um caso no setor alimentício.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <[https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/70204/39990.](https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/70204/39990)> Acesso 12 jul. 2022.
- PERETTI, A. P. de R.; ARAÚJO, W. M. C. **Abrangência do requisito segurança em certificados de qualidade da cadeia produtiva de alimentos no Brasil.** Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/gp/a/NfsKqFvVMRjKWd5HVTH4qMb/?format=pdf&lang=pt.](https://www.scielo.br/j/gp/a/NfsKqFvVMRjKWd5HVTH4qMb/?format=pdf&lang=pt) Acesso: 11 ago. 2022.
- PRACOPIO, B.; BONIN, C.; MUNNO, V. M. R. de; FRANCISCATO, L. S. **Aplicação das ferramentas da qualidade para redução no tempo de Set-Up: Uma pesquisa-ação.** Santos, São Paulo, 2019. Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_290_1634_37862.pdf.](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_290_1634_37862.pdf)> Acesso: 22 jun. 2022.
- SAAVEDRA, M. A. **O uso da ferramenta da qualidade ciclo CAPDo em uma empresa de bebidas.** Universidade Federal de Pernambuco, 2010. Disponível em: <[https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5426.](https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5426)> Acesso: 07 jul. 2022.
- SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais.** Editora Intersaberes, 2012
- SILVA, K. H. M. de. **Utilização de ferramentas da qualidade para melhoria de desempenho da atividade de controle do sobrepeso de produtos: estudo de caso em uma fábrica de produtos alimentícios.** Universidade Federal de Pernambuco, 2015. Disponível em: <[https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/41453.](https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/41453)> Acesso: 19 jul. 2022.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**, 8. ed. São Paulo, SP: Grupo GEN, 2018. 9788597015386. E-book. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597015386/.](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597015386/) Acesso em: 02 ago. 2022.
- STICKDORN, M.; SCHNEIDER, J. **Isto é design thinking de serviços: Fundamentos, Ferramentas e Casos.** 1. ed. Porto Alegre, RS: BOOKMAN, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br>. Acesso: 02 ago. 2022.
- TELLES, L. M. **Ferramentas e sistema de custo aplicados a gestão da qualidade no agronegócio.** 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: 22 jun. 2022.

VALLE JÚNIOR, A. B. R. Aplicação do ciclo PDCA em uma indústria de alimentos.

Universidade Federal da Grande Dourados, 2019. Disponível em:

<<https://repositorio.ufgd.edu.br>> Acesso: 23 jun. 2022.

ANEXO A – Portaria INMETRO nº 248 de 2008

Portaria Inmetro nº 248 de 17 de julho de 2008

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL– INMETRO, no uso de suas atribuições, conferidas pelo § 3º do artigo 4º da Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e tendo em vista o disposto no inciso II do artigo 3º da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999, no inciso V do artigo 18 da Estrutura Regimental do Inmetro, aprovado pelo Decreto nº 6.275, de 28 de novembro de 2007, nas alíneas “a” e “c” do subitem 4.1 e na alínea “a” do item 42, da Regulamentação Metrológica aprovada pela Resolução nº 11, de 12 de outubro de 1988, do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO, e pela Resolução GMC nº 07, de 20 de junho de 2008, do Mercosul, resolve baixar as seguintes disposições: Art.1º - Aprovar o anexo Regulamento Técnico Metrológico que estabelece os critérios para verificação do conteúdo líquido de produtos pré-medidos com conteúdo nominal igual, comercializados nas grandezas de massa e volume. Art. 2º - Revogar as Portarias Inmetro nº 74, de 25 de maio de 1995, nº 96, de 07 de abril de 2000, e nº 140, de 17 de outubro de 2001. Art. 3º- Esta Portaria entrará em vigor 120 (cento e vinte) dias após a data de sua publicação no Diário Oficial da União.

JOÃO ALZIRO HERZ DA JORNADA

REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO A QUE SE REFERE A PORTARIA
INMETRO Nº 248 DE 17 DE JULHO DE 2008

1 – APLICAÇÃO

1.1 - Este Regulamento será aplicado na verificação dos conteúdos líquidos dos produtos pré-medidos, com conteúdo nominal igual, expresso em massa ou volume nas unidades do SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES. Para os casos particulares de aplicação serão harmonizados critérios específicos baseados em legislação internacional.

2 – DEFINIÇÕES

2.1. PRODUTO PRÉ-MEDIDO

É todo produto embalado e/ou medido sem a presença do consumidor e, em condições de comercialização.

2.2. PRODUTO PRÉ-MEDIDO DE CONTEÚDO NOMINAL IGUAL

É todo produto embalado e/ou medido sem a presença do consumidor, com conteúdo nominal igual e predeterminado na embalagem durante o processo de fabricação.

2.3. CONTEÚDO EFETIVO

É a quantidade de produto realmente contida no produto pré-medido.

2.4. CONTEÚDO EFETIVO DRENADO

É a quantidade de produto contido na embalagem, descontando-se qualquer líquido, solução, caldo, etc., segundo metodologia estabelecida no RTM correspondente.

2.5. CONTEÚDO NOMINAL (Q_n)

É a quantidade líquida indicada na embalagem do produto.

2.6. ERRO PARA MENOS EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO NOMINAL

É a diferença para menos entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal.

2.7. TOLERÂNCIA INDIVIDUAL (T)

É a diferença tolerada para menos, entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal, indicado na Tabela I deste Regulamento.

2.8. INCERTEZA DE MEDIÇÃO DO CONTEÚDO LÍQUIDO OU EFETIVO

A incerteza expandida, com um nível de confiança de 95%, associada a instrumentos de medição e métodos de exame usados para determinar quantidades não deverá exceder $0,2T$ (Tabela 1).

2.9 LOTE

2.9.1. NA FÁBRICA

É o conjunto de produtos de um mesmo tipo, processados por um mesmo fabricante, ou fracionados em um espaço de tempo determinado, em condições essencialmente iguais. Considera-se espaço de tempo determinado, a produção de uma hora, sempre que as quantidades de produto sejam iguais ou superiores a 150 unidades.

Caso esta quantidade supere 10.000 unidades, o excedente poderá formar novo(s) lote(s).

2.9.2. NO DEPÓSITO

No depósito considera-se lote todas as unidades de um mesmo tipo de produto, sempre que a quantidade de produto for superior a 150. Caso esta quantidade supere 10.000 unidades, o excedente poderá formar novo(s) lote(s).

2.9.3. NO PONTO DE VENDA

No ponto de venda considera-se lote todas as unidades de um mesmo tipo de produto, sempre que a quantidade de produto for igual ou superior a 9. Caso esta quantidade supere 10.000 unidades, o excedente poderá formar novo(s) lote(s).

2.10. CONTROLE DESTRUTIVO

É o controle no qual é necessário abrir ou destruir todas as embalagens a verificar.

2.11. CONTROLE NÃO DESTRUTIVO

É o controle no qual não é necessário abrir ou destruir todas as embalagens a verificar.

2.12. AMOSTRA DO LOTE

É a quantidade de produtos pré-medidos retirados aleatoriamente do lote e que será efetivamente verificada.

2.13. AMOSTRA PARA DETERMINAÇÃO DA TARA

É a amostra retirada para o cálculo do peso da embalagem do produto pré-medido.

2.13.1. NA FÁBRICA

a) Se o peso da embalagem for inferior a 5% do conteúdo nominal, será usado o valor médio de uma amostra de 25 embalagens, desprezando-se o desvio padrão resultante.

b) Se o peso da embalagem for superior a 5% do conteúdo nominal, será usado o valor médio das 25 embalagens, desde que o seu desvio padrão seja menor ou igual a 0,25T. c) Se o peso da embalagem for superior a 5% do conteúdo nominal e o seu desvio padrão for maior que 0,25T, será feito ensaio destrutivo individual das embalagens da amostra.

2.13.2. NO DEPÓSITO OU NO PONTO DE VENDA

a) Se o peso da embalagem for inferior a 5% do conteúdo nominal, será usado o valor médio de uma amostra de 6 embalagens, desprezando-se o desvio padrão resultante.

b) Se o peso da embalagem for superior a 5% do conteúdo nominal, será usado o valor médio das 6 embalagens, desde que o seu desvio padrão seja menor ou igual a 0,25T.

c) Se o peso da embalagem for superior a 5% do conteúdo nominal e o seu desvio padrão for maior que 0,25T, será feito ensaio destrutivo individual das embalagens da amostra.

d) Se a amostra contém apenas 5 unidades, será feito ensaio destrutivo individual das embalagens.

2.14. MÉDIA ARITMÉTICA DA AMOSTRA (\bar{x})

É igual à soma dos conteúdos individuais de cada unidade da amostra dividida pelo número de unidades da amostra. É definida pela equação:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i}{n}$$

onde:

x_i é o conteúdo efetivo de cada unidade da amostra do produto; n é o número de unidades da amostra do produto.

2.15. DESVIO PADRÃO DA AMOSTRA (S)

É igual à raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças entre os conteúdos individuais e o valor médio dos conteúdos, dividido pelo número de unidades da amostra menos um.

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

onde:

x_i é o conteúdo efetivo de cada unidade da amostra do produto;

n é o número de unidades da amostra do produto.

3. CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DE LOTE DE PRODUTOS PRÉ-MEDIDOS

O lote submetido a verificação é aprovado quando as condições 3.1 e 3.2 são simultaneamente atendidas.

3.1. CRITÉRIO PARA A MÉDIA

$$\bar{x} \geq Q_n - kS$$

onde:

Q_n é o conteúdo nominal do produto

k é o fator que depende do tamanho da amostra obtido na tabela II

S é o desvio padrão da amostra

3.2. CRITÉRIO INDIVIDUAL

3.2.1. É admitido um máximo de c unidades da amostra abaixo de $Q_n - T$ (T é obtido na tabela I e c é obtido na tabela II).

3.2.2. Para produtos que por razões técnicas não possam cumprir com as tolerâncias estabelecidas neste Regulamento Técnico, as exceções correspondentes serão acordadas entre os Estados Partes.

TABELA I - Tolerâncias Individuais Permitidas

Conteúdo Nominal Qn (g ou ml ou cm ³)	Tolerância (T)	
	Percentual de Qn	g ou ml ou cm ³
0 a 50	9	-
50 a 100	-	4,5
100 a 200	4,5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1000	-	15
1000 a 10000	1,5	-
10000 a 15000	-	150
Maior ou igual a 15000	1	-

OBS.:

1- Valores de T para Qn menor ou igual a 1000g ou ml devem ser arredondados em 0,1g ou ml para mais.

2- Valores de T para Qn maior do que 1000g ou ml devem ser arredondados para o inteiro superior em g ou ml.

TABELA II Amostra para Controle

Tamanho do lote	Tamanho de amostra	Crítério para Aceitação da média	Crítério para Aceitação individual (c) (máximo de defeituosos abaixo de Qn-T)
9 a 25	5	$X \geq Qn - 2,059.S$	0
26 a 50	13	$X \geq Qn - 0,847.S$	1
51 a 149	20	$X \geq Qn - 0,640.S$	1
150 a 4000	32	$X \geq Qn - 0,485.S$	2
4001 a 10000	80	$X \geq Qn - 0,295.S$	5