



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

CARLOS BELO AFONSO DE MELO FILHO

**REDUÇÃO DE PERDAS DE SEBO BOVINO UTILIZANDO PDCA EM PROCESSO
DE MANUFATURA DE SABÃO EM BARRA**

Recife
2024

CARLOS BELO AFONSO DE MELO

**REDUÇÃO DE PERDAS DE SEBO BOVINO UTILIZANDO PDCA EM PROCESSO
DE MANUFATURA DE SABÃO EM BARRA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Química da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do Título Bacharel em Engenharia
Química.

Orientador: Prof. Antônio Carlos Duarte
Coêlho

Recife

2024

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

Melo Filho, Carlos Belo Afonso de.

Redução de perdas de sebo bovino utilizando PDCA em processo
de manufatura de sabão em barra / Carlos Belo Afonso de Melo Filho.
- Recife, 2024.
44p.

Orientador(a): Antonio Carlos Duarte Coelho
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências,
Engenharia Química - Bacharelado, 2024.

1. Controle de processos. 2. Lean Manufacturing. 3. Sabão
em barra. I. Coelho, Antonio Carlos Duarte . (Orientação). II.
Título.

540 CDD (22.ed.)

CARLOS BELO AFONSO DE MELO FILHO

**REDUÇÃO DE PERDAS DE SEBO BOVINO UTILIZANDO PDCA EM PROCESSO
DE MANUFATURA DE SABÃO EM BARRA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Química da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do Título Bacharel em Engenharia
Química.

Aprovado em: 05/08/2024

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

ANTONIO CARLOS DUARTE COELHO

Data: 13/09/2024 09:39:02-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Carlos Duarte Coêlho (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco



Documento assinado digitalmente

JORGE VINÍCIUS FERNANDES LIMA CAVALCANTI

Data: 16/09/2024 17:46:21-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jorge Vinícius Lima Cavalcanti (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco



Documento assinado digitalmente

MARIA DE LOS ANGELES PEREZ FERNANDEZ

Data: 16/09/2024 14:56:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Maria de Los Angeles Perez Fernandez Palha (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu saúde, força e resiliência para traçar o caminho da vida até o momento. Sempre pedi à Deus que me desse forças e garra para trilhar o caminho escrito por Ele e que pudesse ter sucesso nas diversas esferas da minha vida, e que mesmo com as adversidades esse pedido está sendo realizado.

À minha família, minha mãe Maria Betânia Rodrigues Fernandes, meu pai Carlos Belo Afonso de Melo, minha namorada e futura esposa Lívia Fernandes Vita e à Minha madrinha Maria Auxiliadora Fernandes, que sempre me guiaram no caminho certo, sempre me impulsionando para realização dos meus sonhos.

Ao meu orientador, Prof. Antônio Carlos Duarte Coêlho pela orientação valiosa, pelo apoio constante, pelas ideias e conselhos ímpares que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) por proporcionar o ambiente acadêmico e os recursos necessários para a realização deste trabalho.

Aos colegas de curso, em especial Ícaro Vinícius, Marcos Gabriel Lopes e Erik Fellipe, que estiveram comigo desde o início e pelo suporte dado, pelas trocas de experiências, pelas discussões enriquecedoras, pelos momentos felizes e pelo incentivo mútuo ao longo dessa jornada.

A todas as demais pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e do meu crescimento profissional, direta ou indiretamente.

RESUMO

As indústrias, em geral, estão susceptíveis a encarar problemas de variabilidade em seus processos que ocasionam em perdas de matérias-primas e insumos, resultando em uma formação de produtos acabados não conformes em relação aos parâmetros estabelecidos. De tal forma, o presente trabalho teve como objetivo usar ferramentas da filosofia *Lean* para analisar e controlar o processo de produção de sabão em barra de uma indústria que possui um histórico de elevado percentual de perdas de sebo bovino, principal matéria-prima para fabricação de sabão em barra. Tal filosofia é baseada em seguir os passos do método de solução de problemas A3 que tem como base o uso do ciclo PDCA. Esta ferramenta é uma sigla para as palavras em inglês *Plan, do, check and act*, que traduzidas para o português são: planejar, fazer, checar e agir. Consiste em planejar como será estudado e sanado o problema, através da sua definição e entendimento, bem como analisar o que contribui para sua existência. Na etapa *do* é criado e executado o plano de ação. Na etapa *check* é realizado o acompanhamento de resultados e na última etapa *act*, está a padronização. Durante o avanço da metodologia, notou-se que as principais causas para a perda de sebo bovino em uma indústria de sabão em barra eram o percentual de ácidos graxos inferior ao especificado, o sobrepeso do produto acabado e a umidade do sabão estava abaixo da especificação. Ao analisar a primeira causa, foi percebido que não existia rotina para analisar o percentual de ácidos graxos como um critério de recebimento do sebo. Em relação ao sobrepeso, foi evidenciado que havia falta de inspeção periódica no equipamento de corte da barra e que havia uma variação na velocidade de extrusão do sabão, ocasionada por uma folga existente na extrusora. E por fim, em relação à umidade abaixo do especificado, foi percebido que não existia um fluxo estabelecido de análises de umidade de hora em hora e que as dosagens de água, realizadas pelo operador, não seguiam um padrão bem estabelecido. Dito isso, foram traçados planos de ação, priorizadas as ações e atuou-se nas causas raízes de modo a reduzir a perda consideravelmente. Esta passou de uma média de 3,86% em 2023 para uma média de 1,83% em 2024, comprovando o aumento da eficiência no controle do processo de produção de sabão em barra, evidenciando a eficiência do método de resolução de problemas A3.

Palavras-chave: Controle de processos; *Lean Manufacturing*; Sabão em barra.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo de fabricação de sabão em barra.....	13
Figura 2 - Esquema de reação de saponificação	15
Figura 3 - Exemplo de folha A3 à luz do ciclo PDCA.	19
Figura 4 - Exemplo de um diagrama de Ishikawa.....	21
Figura 5 - Exemplo de gráfico de Pareto.....	22
Figura 6 - Histórico de perdas de sebo bovino	27
Figura 7 - Gráfico de Pareto com as causas geradoras da perda de sebo.....	29
Figura 8 - Percentual médio de sobrepeso na fábrica de sabão em barra	30
Figura 9 - Diagrama de Ishikawa sobre a perda de sebo bovino.....	31
Figura 11 - Evidência da folga presente na haste da cortadeira	33
Figura 12 - Evidência da folga entre a trefila e a parede da cavidade.....	34
Figura 13 - Variação do comprimento do sabão em barra	34
Figura 14 - Resultados do sobrepeso após realização das ações	38
Figura 15 -Análises de umidade antes da implementação das ações.....	39
Figura 16 - Análises de umidade depois da implementação das ações.....	39
Figura 17 - Perda de sebo após implementação as ações	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análises do percentual de ácidos.....	29
Tabela 2 - Análises do percentual de ácidos graxos no recebimento	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	OBJETIVO GERAL.....	10
1.1.1	Objetivos específicos.....	10
2	ESTADO DA ARTE	12
2.1	CONTEXTO HISTÓRICO DO SABÃO.....	12
2.2	ETAPAS DO PROCESSO.....	13
2.2.1	Branqueamento	14
2.2.2	Saponificação	14
2.2.3	Adição de insumos.....	16
2.2.4	Secagem e extrusão.....	16
2.2.5	Envase	17
2.3	METODOLOGIA A3 E CICLO PDCA.....	17
2.3.1	A filosofia do <i>Lean Manufacturing</i>	19
2.3.2	Ferramentas da qualidade	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1	DEFINIÇÃO DA PROBLEMÁTICA	24
3.2	ENTENDIMENTO DO PROBLEMA	24
3.3	ANÁLISE DE CAUSAS.....	25
3.4	PLANO DE AÇÃO.....	25
3.5	ACOMPANHAMENTO DE RESULTADOS E PADRONIZAÇÃO	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	27
4.2	COMPREENSÃO DO PROBLEMA.....	28
4.3	ANÁLISE DAS CAUSAS RAÍZES	30
4.4	PLANO DE CONTRAMEDIDAS.....	35
4.5	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E PADRONIZAÇÃO.....	36
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

Uma indústria de sabão em barra, geralmente, é dividida em etapas, sendo elas: branqueamento, saponificação, adição de insumos, secagem, extrusão e envase. O branqueamento ocorre com o tratamento da mistura de óleo e gordura animal para atender padrões de qualidade do processo. A saponificação, etapa da reação química, ocorre entre os triglicerídeos presentes na matéria graxa e um álcali forte, que resulta em um álcool, o glicerol e um sal de ácidos graxos, o sabão. A etapa de adição de insumos consiste em misturar a base saponificada com componentes complementares, como enobrecedores, branqueadores e corantes ao sabão, para conferir características desejadas a ele, tais como poder espumante mais acentuado, aspecto mais brilhante e pigmentação. A operação unitária de secagem é mais uma parte do processo, que consiste em retirar umidade do sabão pasta originado da etapa anterior, transformando-o do estado líquido para o estado sólido. A penúltima fase dá-se com a extrusão do sabão já solidificado através de roscas giratórias que o forçam a passar por uma cavidade com forma apropriada para que seja obtido o molde desejado. E por fim, tem-se o envase, onde o sabão moldado é cortado em barras e embalado em um filme plástico que será agrupado em caixas para o cliente (Spitz, 2016).

A fabricação de produtos em indústrias deve ser realizada com controle de parâmetros de processo e com a maior estabilidade possível, minimizando erros eventuais na manufatura e com a entrega de produtos de maior qualidade. De maneira geral, as indústrias possuem variabilidade de parâmetros no processo e desde que estas variáveis se mantenham dentro de uma faixa estabelecida. Assim, o processo demonstra certa estabilidade. Porém, eventualmente ocorrem desvios do padrão ocasionados por falta de controle, procedimentos e análises. Com isso, são necessárias tomadas de providências para que o processo volte para dentro da margem aceitável, de acordo com a capacidade de cada processo (Carneiro, 2017).

Dito isso, para o enfrentamento dos desafios presentes no cotidiano industrial, o método A3 para solução de problemas surge como uma metodologia eficaz dentro deste contexto. O ciclo PDCA está inserido nessa metodologia e também é possível fazer o uso de ferramentas da qualidade como o diagrama de Ishikawa, a técnica dos 5 Porquês, o gráfico de Pareto, entre outros recursos. Elas são lastreadas em dados e evidências em que, ao longo da sua reprodução, o usuário encontra os

pontos-chave causadores do problema, de modo a compreender o problema de fato e propor contramedidas eficazes. Desta maneira, evitam reincidências da situação-problema, que ocorreria caso a solução fosse paliativa. Este procedimento de controle é o que distingue uma empresa das demais no mercado, trazendo maior competitividade e excelência, uma vez que existe a busca por melhoria contínua nos processos (Kosaka, 2006).

A metodologia A3 de solução de problemas tem como base a filosofia *Lean*, cuja ideia principal consiste em evitar desperdícios. Estes, segundo o pensamento *Lean*, são desnecessários e contemplam tudo aquilo que pode ser evitado e não agrega valor ao cliente, por isso, deve-se buscar continuamente o aumento da eficiência e qualidade dos processos de manufatura. Tal filosofia surge a partir do sistema Toyota de produção, que tem dois pilares principais: *Jidoka* e o *Just-in-Time*. O primeiro pilar baseia-se na ideia de interromper a operação imediatamente quando forem detectadas anomalias, a fim de evitar a formação de produtos não conformes e melhorar a assertividade e qualidade do processo. O segundo pilar consiste em realizar apenas as ações necessárias, nos momentos certos e nas quantidades especificadas, de modo a evitar desperdícios e utilizar o menor tempo possível. A partir das aplicações de ferramentas e métodos, a filosofia traz o pensamento de uma manufatura enxuta, em que as pessoas engajadas no processo buscam aprimorar a sistemática diariamente, o que permite gerenciar eficientemente os processos industriais, evitando assim, custos e passos desnecessários para o sistema produtivo (Laudano, 2010).

1.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar a metodologia A3 com o uso do ciclo PDCA a partir de um estudo de caso que envolve a perda de sebo bovino em uma fábrica de sabão em barra a fim de reduzir custos de produção.

1.1.1 Objetivos específicos

- Reduzir perdas de sebo bovino na produção de sabão em barra,
- Aplicar a metodologia A3 com o uso do ciclo PDCA e de ferramentas da qualidade,

- Definir e entender o problema,
- Analisar as causas raízes,
- Propor e executar o plano de ação,
- Realizar o acompanhamento dos resultados,
- Padronizar o processo.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DO SABÃO

A produção de sabão é uma das mais antigas práticas industriais da nossa civilização. Existem registros desde o ano 2800 a.C., em que eram feitas misturas brutas de materiais alcalinos com matérias graxas (Borsato; Galão; Moreira, 2004).

Povos antigos ao realizar rituais, ofereciam animais em sacrifícios aos deuses, colocando-os em fogueiras. Fruto destes ritos religiosos, gorduras animais e cinzas escorriam das fogueiras e formavam um material que em meio aquoso, geravam espumas. Estes povos notaram que ao misturar gordura animal e cinzas (álcalis), geravam um produto com propriedades de limpeza e de remoção de gorduras, o que se conhece hoje como sabão (Barros, 2010).

Originalmente descoberto, o sabão evoluiu gradualmente a partir de misturas brutas de substâncias alcalinas e gordurosas. A produção industrial só começou no século XIII. Costumava-se pensar que o sabão era simplesmente uma mistura mecânica de gordura. Porém, no início do século XIX, o químico francês Michel Chevreul revelou, através de suas pesquisas, que a formação do sabão era na verdade uma reação química (Borsato; Galão; Moreira, 2004).

Um marco significativo no desenvolvimento da tecnologia para indústria saboeira foi a descoberta de Ernest Solvay, um químico belga, que utilizou sal de cozinha comum, o cloreto de sódio, para produzir carbonato de sódio. O processo, Solvay proporcionou uma redução significativa para os custos associados à fabricação da soda cáustica e aumentou a qualidade e a quantidade disponível no mercado para a produção de produtos de limpeza. Com a maior disponibilidade deste insumo, menor preço e maior reatividade que a soda potássica, as fábricas ampliaram suas escalas de produção e desenvolveram processos de refino (American Cleaning Institute, 2014).

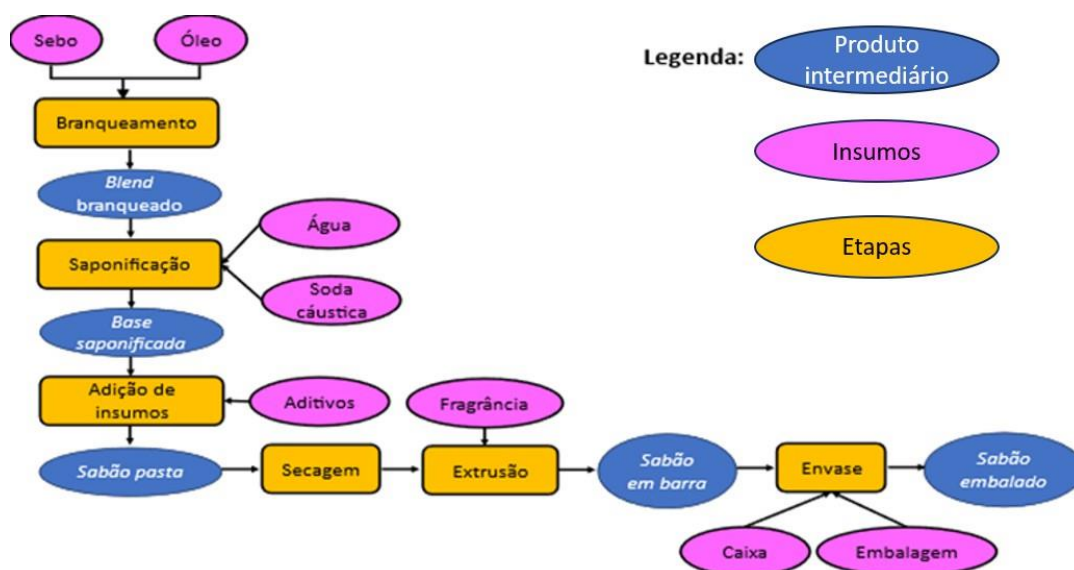
O uso do sabão em barra é comum em todo o mundo e suas aplicações são vastas, variando desde a higiene pessoal até limpeza de roupas e peças de louça. Devido ao aumento da conscientização ambiental da população, sabões em barra mais sustentáveis vêm sendo desenvolvidos e amplamente utilizados. A exemplo disso, algumas indústrias de sabão em barra, utilizam óleo de cozinha reciclado e

tratado para parte da formulação do sabão, possibilitando um melhor destino para o óleo, e também, um menor custo para produção do produto acabado (Moura, 2014).

2.2 ETAPAS DO PROCESSO

Uma indústria de sabão em barra é separada em etapas menores. A Figura 1 mostra o fluxograma do processo de uma saboaria dividida em seis partes: Branqueamento, saponificação, a fase de adição de insumos, secagem, extrusão e o envase.

Figura 1 - Fluxograma do processo de fabricação de sabão em barra.



Fonte: O Autor, 2024.

O *blend* bruto é a mistura de sebo bovino com óleo de origem vegetal que passa pela fase de branqueamento e dá origem ao *blend* branqueado, com aspecto mais clareado. Em seguida, ocorre a reação química no processo de saponificação em que água e soda cáustica são adicionados para formar o sabão propriamente dito. Insumos são adicionados ao sabão pasta para conferir mais características ao produto e em seguida ocorre a retirada de umidade na secagem. Por fim, ocorre a extrusão do sabão e este é embalado e encaixotado, sendo encaminhado para os clientes.

2.2.1 Branqueamento

O aspecto visual do sabão é uma característica crucial que agrega bastante valor para a percepção do cliente. Dito isso, a etapa de branqueamento é fundamental para o processo, visto que a mistura de óleo vegetal e gordura animal, também chamado de *blend* bruto, possui pigmentação que afeta o aspecto do produto final. Como os óleos utilizados no processo de fabricação do sabão têm origem vegetal, neles, muitas vezes, há pigmentos como clorofilas e carotenoides que influenciam na cor. Por isso, são adicionadas argilas clarificantes para que ocorra a remoção dos coloríficos inconvenientes. A primeira parte do branqueamento dá-se através de uma reação endotérmica de adsorção entre a sílica gel presente na argila descolorante e os pigmentos presentes na mistura de materiais graxos. Este processo acontece sob vácuo, tipicamente na faixa de 80 a 120 °C, com duração de 20 a 40 minutos (Patricio; Hotza; Noni, 2014).

A segunda parte dá-se com a filtração mecânica do *blend* após operação unitária de adsorção, na presença de terra diatomácea. Este material é um sólido em pó de caráter mineral e poroso com origem rochosa sedimentar. Ele é adicionado juntamente com a argila clarificante em um tanque clarificador e possibilita a formação de uma espécie de capa nas bordas do filtro prensa, possibilitando retenção de impurezas indesejadas e melhor vazão do material clarificado (Alvaro, 2022). Ao final destas etapas, tem-se o *blend* clarificado.

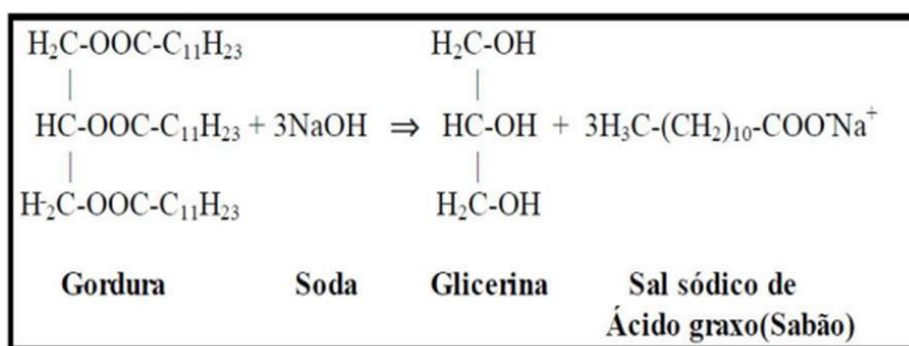
Para que haja controle no processo, seus parâmetros, como temperatura, nível de vácuo, tempo de adsorção, quantidade de argila e terra adicionadas são anotados. O *blend* bruto é pesado em um tanque balança previamente e os valores são registrados no formulário, chamado ordem de preparação da clarificação. O *blend* clarificado também tem sua massa registrada, a fim de se obter o rendimento deste processo.

2.2.2 Saponificação

O *blend* clarificado é encaminhado para um reator juntamente com a soda cáustica e água previamente tratada. A saponificação é uma reação química em que os triglicerídeos presentes na gordura utilizada sofrem ação da base. Inicialmente há

a hidrólise do éster, que se dá pela quebra da cadeia do triglicerídeo presente na gordura, liberando glicerina e ácidos graxos. Estes produtos reagem com o álcali, formando um sal de ácido graxo (Castro, 2009). A Figura 2 mostra a reação de saponificação a partir de triglicerídeo e hidróxido de sódio, também chamada de soda cáustica.

Figura 2 - Esquema de reação de saponificação.



Fonte: Del Pino; Zago Neto, 1997.

O sal de ácido graxo é uma molécula anfifílica. A parte polar da estrutura do ácido graxo é gerada pela ligação iônica presente, oriunda da acentuada diferença de eletronegatividade existente entre os elementos ligantes. A parte apolar, por sua vez, origina-se do extenso tamanho da cadeia carbonada. Esta propriedade é o que confere o poder de limpeza ao sabão, uma vez que, permite que este se dissolva em substâncias polares e apolares, garantindo a sua dupla afinidade. Os sais de ácidos graxos podem ser sódicos ou potássicos, a depender da base utilizada para neutralizar o ácido graxo. Geralmente é utilizado hidróxido de potássio ou hidróxido de sódio. (Del Pino; Zago Neto, 1997).

O álcali escolhido para a reação é de fundamental importância, visto que desencadeia a saponificação e sua escolha afeta na dureza do produto final obtido. Quando é usado hidróxido de potássio, há a formação de sabões mais moles, e em contrapartida, quando se utiliza hidróxido de sódio, há a formação de sabões mais duros (Rittner, 1995).

Ao final da reação química, o sabão base é transferido para um tanque pulmão que armazena a base saponificada. Amostras são coletadas para ser feito o cálculo da umidade, através de uma balança específica, que retira a água através de um

método termogravimétrico. Para a mesma amostra é feita uma titulação para o cálculo da alcalinidade do sabão base (Spitz, 2016).

2.2.3 Adição de insumos

Nesta etapa, ocorre a adição do sabão base juntamente com componentes adicionais para conferir características ao produto, tendo fundamental importância para a sua qualidade final. São adicionados corantes para conferir características visuais e estéticas para o produto, assim como podem ser inseridos branqueadores ópticos para propiciar um aspecto mais brilhante. Podem ser inseridos também, agentes emulsificantes, insumos de carga para conferir maior massa a batelada. Este processo ocorre em um misturador industrial, conhecido como *Crutcher*, em que ocorre a homogeneização dos insumos na base saponificada a fim de formar o sabão pasta. Ao final do processo, o líquido pastoso gerado é destinado a um tanque de liberação para armazenamento e encaminhamento para próxima fase (Spitz, 2016). Nesta seção, as análises de umidade e alcalinidade também são realizadas, seguindo o mesmo procedimento realizado para a base saponificada.

2.2.4 Secagem e extrusão

A etapa de secagem apenas irá transformar o sabão pasta do estado líquido para o estado sólido, uma vez que ele já possui as características químicas iguais a do produto acabado. O sabão é transportado pela tubulação com auxílio de uma bomba centrífuga até chegar ao atomizador. Este também é chamado de *Spray Dryer*, pois é responsável por pulverizar o sabão líquido na forma de *Spray* nas paredes resfriadas do tanque submetido a vácuo, que atua como um removedor de água. O sabão atinge as paredes do atomizador sofrendo um choque térmico que vai resfriando-o e as pás do seu interior vão raspando o sabão das paredes, que cai por gravidade, em direção à próxima etapa.

A extrusão consiste em fazer o sabão já no estado sólido passar por um conjunto de roscas, as trefilas, que irão compactar o sabão e adicionar a fragrância, para dar um odor agradável para o consumidor final. Por fim, é enviado para

atravessar um orifício com formato desejado que molda o sabão extrusado (Santos, 2018).

2.2.5 Envase

O sabão extrusado e perfumado passa por um equipamento de corte para a formação das barras, que são encaminhadas por esteiras para serem embaladas, onde o conjunto de barras é envolvido por um filme plástico que irá ser conduzido para o encaixotamento e por fim, a formação do conjunto de caixas empilhadas que serão encaminhadas para expedição.

2.3 METODOLOGIA A3 E CICLO PDCA

Entre as diversas ferramentas do *Lean Manufacturing*, o método de resolução de problemas A3 sobressai-se. Este método recebe seu nome devido ao formato padrão do papel utilizado para documentar o processo, o tamanho A3, que possui 297 mm de altura e 420 mm de largura. A principal característica do método A3 é sua abordagem estruturada e sistemática, que permite resumir todo o processo em uma única folha de papel tamanho A3 (Sandrini, 2020).

Para promover melhorias contínuas ao longo de uma cadeia produtiva, é fundamental utilizar metodologias comprovadas e amplamente testadas, garantindo assim o desenvolvimento constante do processo. Uma abordagem eficaz para alcançar esse objetivo é a filosofia do *Lean Manufacturing*, que se destaca pela sua eficiência e foco na eliminação de desperdícios (Kosaka, 2006).

Essa simplicidade não deve ser subestimada, pois é justamente essa capacidade de condensar informações de maneira clara e objetiva que torna o método A3 tão poderoso. Ao utilizar uma única folha de papel, os envolvidos são obrigados a focar no que realmente importa, facilitando a identificação de problemas e a elaboração de soluções práticas e eficientes. Além disso, o formato A3 promove a transparência e a comunicação entre todos os membros da equipe, essencial para o sucesso de qualquer iniciativa de melhoria contínua (Sanches; Hiroshi, 2021).

Implementar o método A3 pode transformar a maneira como uma organização aborda seus desafios, incentivando uma cultura de resolução de problemas baseada

em dados e na colaboração entre as diversas áreas fabris. Essa ferramenta não só simplifica processos complexos, mas também promove um ambiente onde a inovação e a melhoria contínua são incentivadas e valorizadas.

O relatório A3 consiste em uma metodologia para resolução de problemas. Este método oferece uma linha de abordagem sobre o problema que irá facilitar a descoberta da causa raiz e também a contramedida para resolução do mesmo (Sanches; Hiroshi, 2011). O Ciclo PDCA está inserido na metodologia A3, uma vez que agrupa a situação problema em 4 etapas: *plan*, *do*, *check* and *act*, traduzindo para o português, planejar, fazer, checar e agir. A etapa *plan*, consiste no estudo do problema, definindo-o e entendendo-o, bem como traçando um objetivo de melhoria em relação ao estado atual e analisando as causas fundamentais que ocasionam o problema. A etapa *do*, dá-se com a construção e execução de um plano de ação, em que define-se qual ação será tomada, quem irá realizá-la e qual o prazo de conclusão da mesma. A etapa *check* é uma avaliação da eficiência das ações realizadas em que são avaliados os resultados com a mesma unidade de medida utilizada na definição do problema e do objetivo traçado. Por fim, a etapa *act* dá-se pela padronização das ações bem sucedidas e sua replicação no processo, de modo que as práticas que deram certo se tornem o novo padrão para o processo. A Figura 3 mostra um exemplo de uma folha A3 conforme a metodologia propõe separando cada parte da folha de acordo com o ciclo PDCA.

Figura 3 - Exemplo de folha A3 à luz do ciclo PDCA.

Tema	Impacto da Solução deste Problema	Equipe		Cronograma deste A3
Redução de perdas de sebo bovino				
Lider da Equipe Carlos Belo				
1. Problema: Conciso e mensurável		4. Análise das Causas:		7. Padronização: Métodos utilizados para garantir a padronização
2. Entendendo o Problema - Definindo Prioridades		Causa Raiz		
Evidências		Comprovação das Causas Raiz		8. Reflexões
		5. Plano de Ação		O que aprendemos?
		# Causa Contramedida Quem Início Meta		O que podemos melhorar ?
				Áreas que receberão cópias deste A3
3. Objetivo: Conciso e mensurável		6. Resultados Use a mesma medida utilizada para "Objetivo"		Outros envolvidos neste A3

Fonte: O Autor, 2024.

2.3.1 A filosofia do *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão de produção introduzida no Japão na década de 1950, no sistema de fabricação da Toyota. Trata-se de uma abordagem com o objetivo de melhorar os processos produtivos e aumentar o engajamento dos colaboradores na solução de problemas. Essa metodologia tem sido amplamente adotada por diversas organizações, pois oferece uma abordagem estruturada com foco na raiz dos problemas e tomada de decisões baseadas em evidências, buscando a melhoria contínua dos processos através do envolvimento de equipes multidisciplinares (Sanches; Hiroshi, 2011).

Esta filosofia utiliza um conjunto de técnicas e práticas com a finalidade de aperfeiçoar a produção por meio da redução de custos, aumento da qualidade do produto, diminuição do tempo de produção e melhoria da satisfação dos clientes

(Shah; Ward, 2003). A implementação do *Lean Manufacturing* pode transformar significativamente a maneira como uma organização opera, promovendo uma cultura de excelência operacional e inovação.

Adotar o *Lean Manufacturing* não só possibilita o aprimoramento dos processos internos, mas também é capaz de fortalecer a cultura organizacional, incentivando a participação ativa de todos os colaboradores na busca contínua por excelência. Essa filosofia pode promover um ambiente onde a inovação é incentivada e a eficiência é continuamente aprimorada, resultando em uma organização mais ágil, competitiva e capaz de atender melhor às necessidades de seus clientes (Shah; Ward, 2003).

2.3.2 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade para o método de resolução de problemas A3 são técnicas e instrumentos utilizados para identificar, analisar e solucionar problemas de maneira sistemática e eficiente. Essas ferramentas ajudam a estruturar o pensamento e a documentação dos problemas e suas soluções, tornando o processo mais claro e eficaz. Entre essas ferramentas, tem-se o diagrama de Ishikawa, que também é conhecido como diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe. O nome "espinha de peixe" se deve ao seu formato visual, que se assemelha à espinha de um peixe (Miguel, 2006).

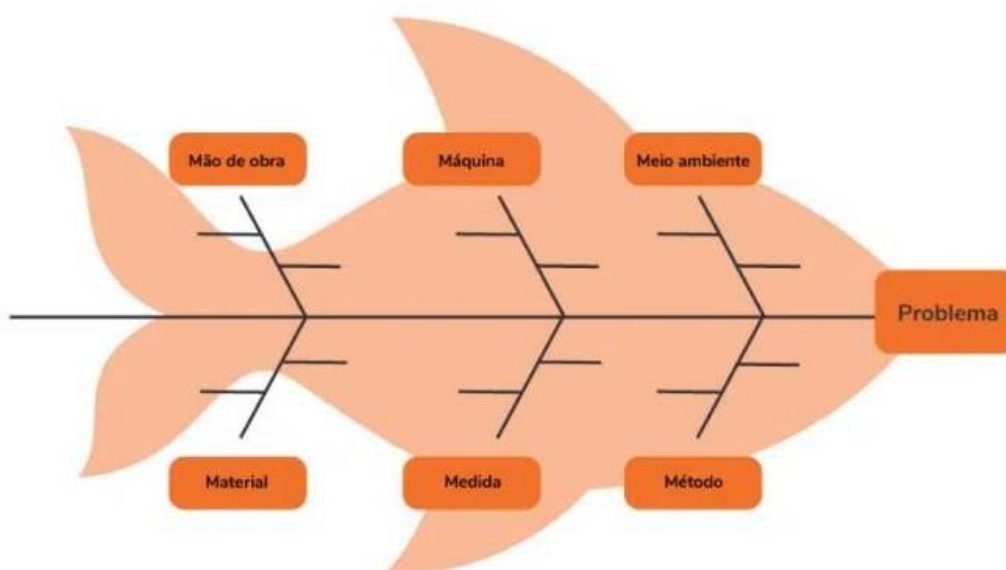
O diagrama de Ishikawa é uma poderosa ferramenta da qualidade usada para analisar causas e efeitos de um problema. Ele visa organizar o entendimento das causas raízes ao correlacionar o efeito a ser analisado com as causas mais influentes (Soares, 2020). Isso permite uma visualização clara das relações entre os diferentes fatores que contribuem para um problema específico.

O diagrama de Ishikawa categoriza as causas em seis diferentes fontes de problemas, os chamados "6 M's": Máquina, Materiais, Mão de obra, Meio ambiente, Medida e Método (Miguel, 2006). Cada uma dessas categorias ajuda a detalhar e explorar as possíveis origens dos problemas, facilitando a identificação de soluções eficazes.

Além de organizar as causas em categorias, o diagrama de Ishikawa também promove a discussão e a colaboração entre os membros da equipe, incentivando a troca de ideias e a busca conjunta por soluções. Ao utilizar essa ferramenta, a equipe

é capaz de visualizar não apenas os problemas óbvios, mas também as causas subjacentes que podem não ser imediatamente aparentes. A Figura 4 demonstra como é estruturado um diagrama de Ishikawa.

Figura 4 - Exemplo de um diagrama de Ishikawa.



Fonte: Donato, 2021.

Além do diagrama de causa e efeito, tem-se a técnica dos 5 porquês, bastante utilizada no sistema Toyota de Produção, com o intuito de alcançar a causa raiz do problema. Tal artifício consiste em realizar a pergunta “Por quê” cinco vezes para chegar à conclusão da causa fundamental que originou o problema. Não há limitação para o número de perguntas, podendo ser feitas mais ou menos perguntas, o quanto for necessário para chegar de fato a causa raiz do problema (Costa, 2018).

O gráfico de Pareto é outra ferramenta valiosa para o método de resolução de problemas A3. Tal ferramenta é um recurso gráfico composto por barras verticais que expõem informações de maneira visual, facilitando a priorização das causas de problemas. Essas barras são organizadas em ordem decrescente, destacando as causas mais significativas na parte inicial do gráfico (Coutinho, 2021).

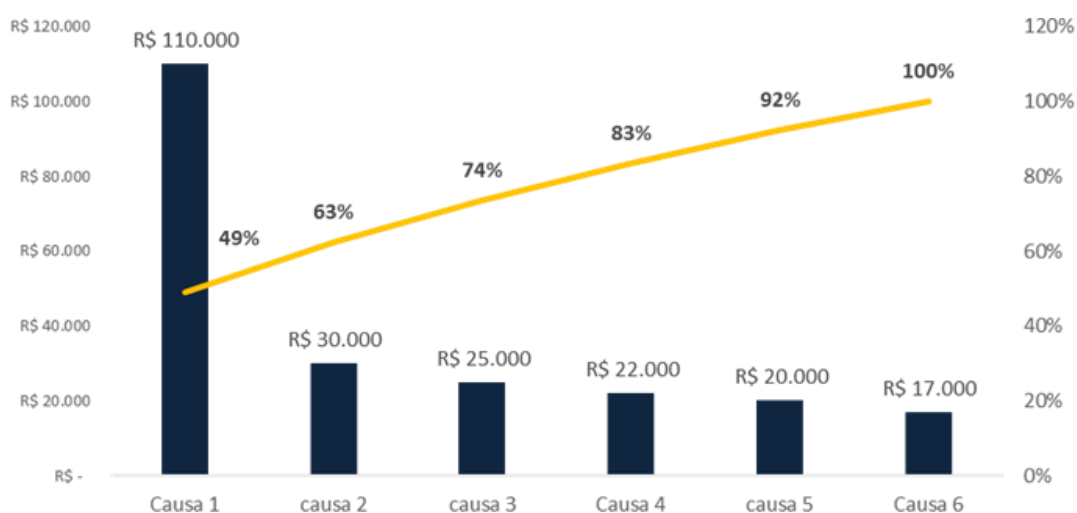
O gráfico de Pareto é utilizado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas ou defeitos que precisam ser sanados. As causas mais impactantes aparecem em primeiro plano, seguidas pelas menos impactantes. Isso permite que a equipe concentre seus esforços nas áreas que trarão o maior benefício quando resolvidas.

Por exemplo, se uma empresa está enfrentando várias fontes de defeitos na produção, o gráfico de Pareto ajudará a identificar quais defeitos são responsáveis pela maior parte dos problemas, permitindo que a equipe foque inicialmente nessas áreas críticas (Camargo, 2018).

Essa ferramenta se baseia no princípio de Pareto, também conhecido como a regra 80/20, que sugere que aproximadamente 80% dos problemas são causados por 20% das causas. Ao utilizar o gráfico de Pareto, a equipe pode visualizar rapidamente quais são as causas que mais contribuem para os problemas e assim, priorizar as ações corretivas de forma mais estratégica e eficiente (Camargo, 2018).

Além de facilitar a priorização, o gráfico de Pareto também proporciona uma maneira clara e visual de comunicar problemas e progresso a todos os envolvidos. Isso aumenta a transparência e o alinhamento entre os membros da equipe, promovendo um entendimento comum das principais áreas de foco. A visualização clara das causas principais e secundárias ajuda a evitar dispersão de esforços em questões de menor importância, garantindo que os recursos sejam direcionados onde terão maior impacto. Na Figura 5 é possível visualizar um exemplo deste recurso gráfico (Camargo, 2018).

Figura 5 - Exemplo de gráfico de Pareto.



Fonte: O Autor, 2024.

Implementar o gráfico de Pareto no contexto do método A3, juntamente com outras ferramentas de qualidade, é permitida uma abordagem mais estruturada e eficiente na resolução de problemas. Essa combinação de ferramentas promove uma cultura de melhoria contínua e colaboração, onde todos estão comprometidos em identificar e solucionar os principais desafios de forma eficaz (Camargo, 2018).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia A3 de solução de problemas foi realizada em várias etapas, definição da problemática, entendimento do problema, análise das causas, proposição e execução de ações, acompanhamento de resultados e padronização com base nas ações tomadas e os resultados obtidos, para que a eficiência da metodologia seja avaliada e validada, de modo a gerar melhoria no processo.

3.1 DEFINIÇÃO DA PROBLEMÁTICA

A definição do problema diz respeito à etapa fundamental do método de resolução de problemas A3, que consiste em descrever o problema para haver clareza na sua investigação, evidenciando a situação atual e relacionando como o problema impacta nos indicadores. É importante coletar dados fidedignos para definir corretamente o problema, visto que quando mal estabelecido pode ocasionar uma busca incorreta para a solução.

Diante disso, esta seção consistiu em coletar os dados para construir um histórico das perdas relacionadas ao sebo bovino na fábrica de sabão em barra, fazendo um comparativo com a meta da indústria e com o objetivo pretendido após implantação das melhorias.

3.2 ENTENDIMENTO DO PROBLEMA

Uma vez levantado os dados, foi feito um *brainstorming*, que traduzido para o português é conhecido como tempestade de ideias. Esta prática foi realizada entre representantes das áreas de manutenção, qualidade, desenvolvimento e produção. Essa troca de informações entre as diversas partes consiste em um compartilhamento de ideias e debates acerca de uma situação problema e seus pontos de causa fundamental. A partir desta técnica, possíveis pontos de causa da perda de sebo foram levantados a fim de mensurá-los e classificá-los em termos de impacto financeiro.

A perda total de sebo foi mapeada em seis pontos de causa, onde o somatório do percentual de cada causa resulta no percentual total da perda. Os três primeiros pontos de causa foram escolhidos para realização das tratativas, com base na sua

relevância para o problema. Os demais pontos de causa, em um primeiro momento não foram alvo de tomada de ação, uma vez que somados contribuíam apenas 28% para o problema e demandavam esforços mais expressivos do que os três primeiros pontos de causa, que contribuíam em 72% do problema e necessitavam de ações com menor esforço.

3.3 ANÁLISE DE CAUSAS

Ao longo do projeto, foram levantadas diversas causas raízes para a acentuada perda de sebo bovino na fábrica de sabão em barra, utilizando-se do diagrama de Ishikawa. E a partir do que foi levantado, as prioridades foram elencadas de acordo com um gráfico de Pareto. Visto isso, é possível focar no que será feito prioritariamente, de acordo com o critério de maior impacto na redução de custos de produção. Além disso, foi necessário comprovar as causas raízes a fim de atestar se as elas realmente contribuem para que o problema aconteça.

As causas que não foram possíveis de serem comprovadas ou que contribuem minimamente para o problema foram deixadas em um segundo plano. Já para as que foram comprovadas, foi feito um levantamento do impacto financeiro, a fim de que quando forem tomadas contramedidas, estas serem válidas financeiramente para o processo quando forem necessários investimentos para tais ações.

Utilizando os pontos de causa e realizando os cinco Porquês, foi possível chegar à causa-raiz do problema. A partir da causa raiz foi gerado o plano de ação com as ações necessárias para realizar a mudança e sanar ou reduzir a incidência do problema.

3.4 PLANO DE AÇÃO

Esta etapa dá-se com a proposição de contramedidas para reduzir ou eliminar os pontos causadores do problema. É importante ressaltar, que as ações com maiores impactos para resolução do problema são priorizadas, de modo que impactem na causa raiz do problema. Com o auxílio do gráfico de Pareto, estas ações são selecionadas e classificadas de acordo com a relevância que possuem para solução do problema.

3.5 ACOMPANHAMENTO DE RESULTADOS E PADRONIZAÇÃO

Uma vez realizadas as ações para sanar a causa raiz, a metodologia A3 propõe que seja feita a padronização no processo, com base nas ações que deram certo para a solução do problema. Criação de procedimentos padrão, treinamentos com a operação e compartilhamento das ações que funcionaram, é de fundamental importância para evitar que o problema tenha reincidência. O acompanhamento dos resultados pode ser realizado através de preenchimentos de listas de verificação para garantir que o processo está dentro do que foi estabelecido como padrão. Esse acompanhamento também pode ser realizado pela verificação da constância das análises de umidade e do comprimento da barra de sabão.

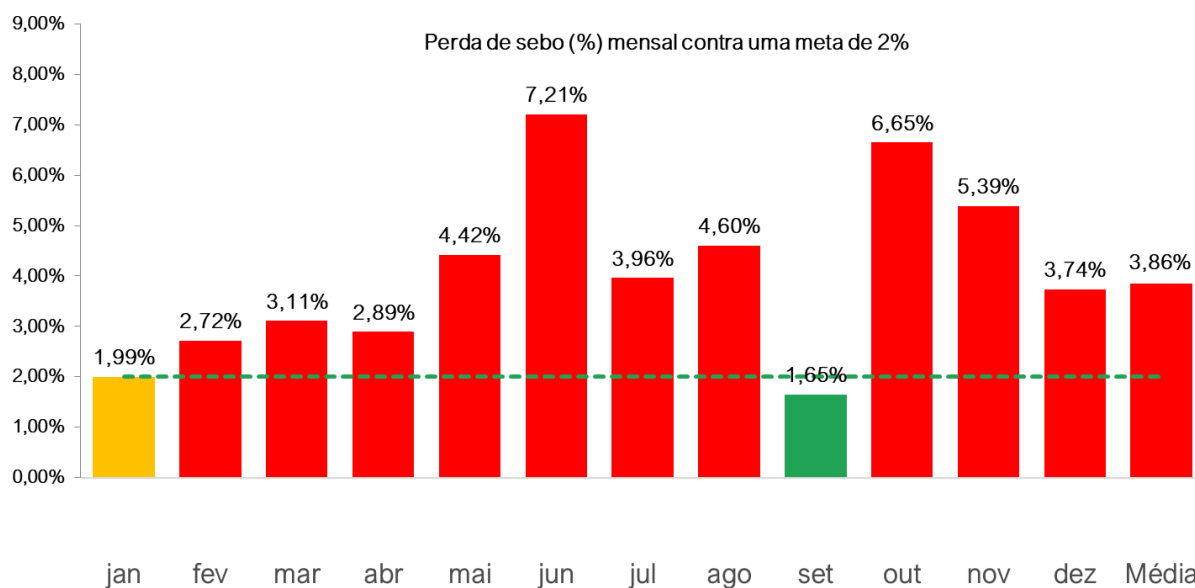
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão estão descritos de acordo com o ordenamento do formulário A3, dividido nos seguintes tópicos: definição da problemática, entendimento do problema, análise de causas, plano de ação, acompanhamento de resultados e padronização.

4.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Com base nos dados coletados da perda de sebo bovino, em quilogramas, perdido ao longo de um ano de estudo, é possível notar um histórico elevado de perdas na fábrica de sabão em barra ao longo do ano de 2023, de acordo com a Figura 6.

Figura 6 - Histórico de perdas de sebo bovino.



Fonte: O Autor, 2024.

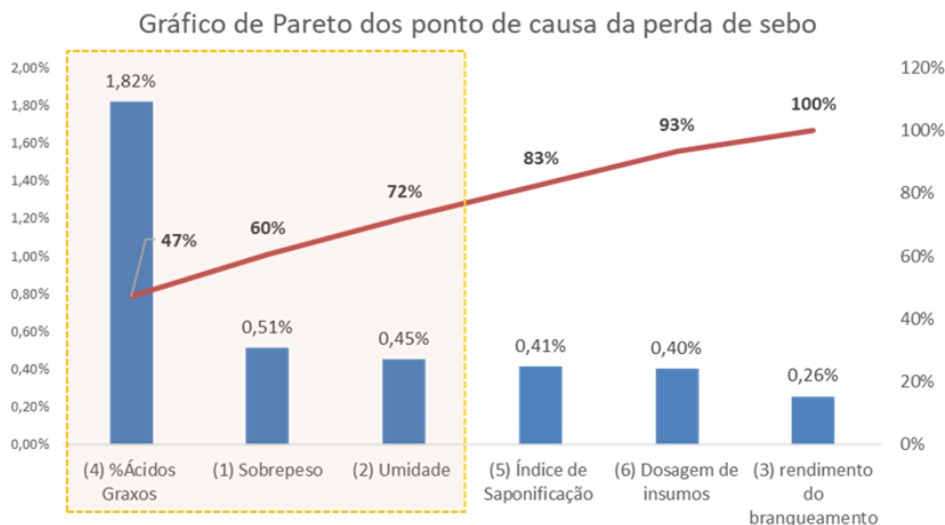
O percentual de perda de sebo é calculado de acordo com a quantidade em quilogramas de sebo perdido ao longo de um mês. Em seguida, o quilograma de sebo é precificado, em reais, obtendo assim, o valor da perda financeira. Por fim, este valor em reais é dividido pelo valor teórico de fórmula consumido, resultando no percentual abordado.

Pelos valores demonstrados, apenas em dois meses do ano a perda de sebo bovino encontrou-se abaixo da meta. Nos demais meses, o percentual de perda foi muito variável, hora com percentual menor, hora com percentual muito maior do que o permitido. Ao longo de 2023, a coleta dos dados mássicos da perda de sebo foi realizada diariamente, sendo acumulados dentro de um mês para compor a perda mensal final, e a partir de uma média ponderada foi obtido o valor para a perda média no ano de 2023. Com este histórico, foi traçado o objetivo de reduzir a perda de um patamar de 3,86% para 2,00% com a resolução do problema.

4.2 COMPREENSÃO DO PROBLEMA

Na etapa de entendimento do problema, conforme proposta pela metodologia A3, foi necessário desmembrar o problema maior, em problemas menores a fim de decifrá-lo. Para isto, foram levantados dados sobre os seis pontos de causa da perda de sebo e classificados no gráfico de Pareto do mais relevante para o menos relevante. Cada ponto de causa foi mensurado financeiramente para que a avaliação do impacto percentual na perda fosse realizada conforme a Figura 7. Nela foram levantados seis pontos de causa para a perda de sebo e é possível notar que os três primeiros contribuem em cerca de 72% da perda. O primeiro ponto de causa aparente se trata de o percentual de ácidos graxos do sebo bovino comprado estar inferior ao especificado em fórmula, visto que o valor deste percentual foi definido em um passado distante, sem sofrer revisões periódicas e análises para estabelecer novos valores. Para confirmar tal hipótese, foram realizadas três análises pelo método de extração desenvolvido pelo francês *Franz von Soxhlet* em duplicata para dar seguimento as próximas etapas do projeto.

Figura 7 - Gráfico de Pareto com as causas geradoras da perda de sebo.



Fonte: O Autor, 2024.

A Tabela 1 mostra os resultados analíticos do percentual de ácidos graxos obtidos pelo método de extração Soxhlet.

Tabela 1 - Análises do percentual de ácidos.

Número da amostra	AG analisado(%)	Desvio padrão(%)	AG atual da fórmula(%)
1	92,2	0,59	93,7
	92,42	0,45	93,7
2	91,95	1,02	93,7
	91,7	0,97	93,7
3	91,17	0,41	93,7
	90,76	0,83	93,7

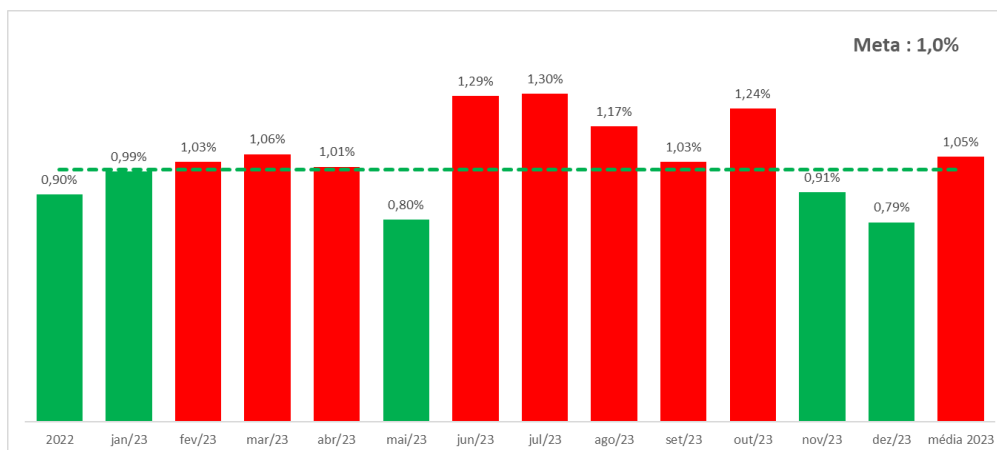
Fonte: O Autor, 2024.

Com base nos valores mostrados, foi possível perceber uma média de 91,70%, o que demonstra que a formulação está em desacordo com a realidade, o que ocasiona uma perda de sebo bovino para a fábrica com relação ao teórico de fórmula.

Em relação ao segundo ponto de causa, o sobrepeso, foram levantados seus dados mensais médios de 2023, para mensurar o impacto deste ponto de causa na perda de sebo em sua totalidade mostrado na Figura 8. Os valores nela mostrados evidenciam que o produto acabado estava com a massa acima do nominal permitido, o que implica em perda de sabão acabado. O sabão acabado é composto por todos os insumos que foram adicionados ao longo do processo para sua fabricação,

incluindo o sebo bruto. Com base nisso, quando ocorre a perda do produto acabado por sobrepeso, sebo bruto está sendo perdido também, pois foi utilizado para a formulação do produto.

Figura 8 - Percentual médio de sobrepeso na fábrica de sabão em barra.



Fonte: O Autor, 2024.

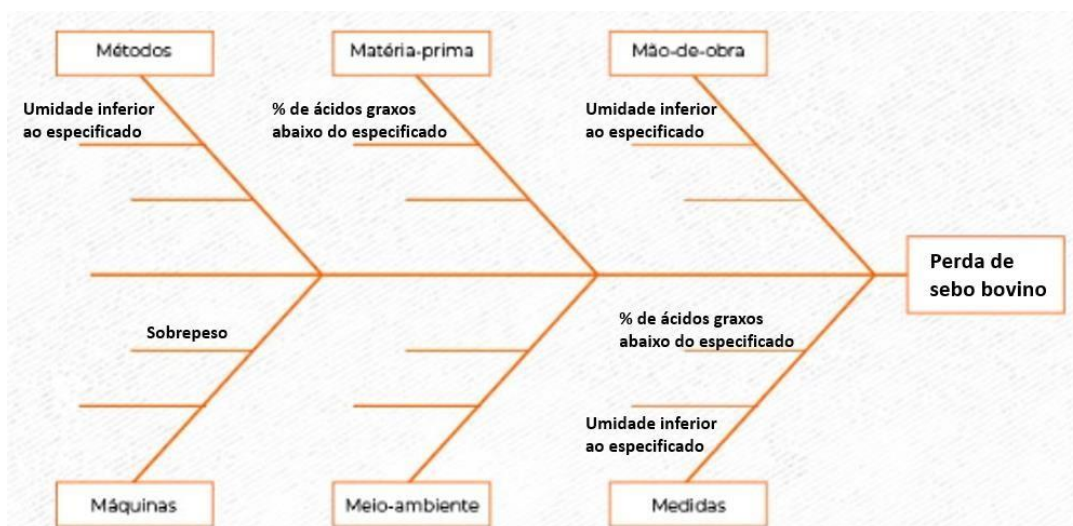
Para o terceiro ponto de causa, a umidade do sabão em barra encontrada foi inferior ao nominal, o que implica em um desbalanço em relação a formulação. Tal fato acarreta uma maior proporção de sebo e outros insumos presentes na barra de sabão, uma vez que a quantidade de água presente é inferior ao esperado.

Uma vez entendido o problema, e levantadas as possíveis causas para o problema, faz-se necessário analisá-las e comprová-las, de modo que as causas elencadas de fato influenciem na ocorrência do problema, e que assim sejam realizadas contramedidas para saná-las.

4.3 ANÁLISE DAS CAUSAS RAÍZES

Após elencar as causas raízes para o problema é necessário analisá-las e fazer um *brainstorming* com a operação e a gestão juntamente com áreas diversas, como qualidade, desenvolvimento de produtos, manutenção, suprimento, entre outras áreas. Isto permitiu organizar as principais ideias de causas que geram a perda de sebo bovino. Tais causas estão dispostas no diagrama de *Ishikawa* mostrado na Figura 9. Vale ressaltar, que uma única causa pode ser agrupada em mais de uma categoria do diagrama.

Figura 9 - Diagrama de Ishikawa sobre a perda de sebo bovino.



Fonte: O Autor, 2024.

As três causas foram dispostas no diagrama, de modo que o ponto de causa percentual de ácidos graxos abaixo do especificado enquadrou-se na categoria matéria-prima, uma vez que o sebo já é fornecido com o percentual de ácidos graxo inferior, conforme mostrado na Tabela 1. Este ponto de causa também foi disposto na categoria medidas, uma vez que não existe uma rotina de análises para este parâmetro. As análises presentes na Tabela 1 foram realizadas apenas de maneira pontual para comprovar que a matéria-prima possuía percentual de ácidos graxos inferior à fórmula. O ponto de causa sobrepeso está relacionado à categoria máquina, porque sofre influência das oscilações que existem nos equipamentos no final de linha. O ponto de causa umidade está relacionado ao método de dosagem de água na saponificação que não segue o padrão estabelecido, bem como tem relação com ausência de medição periódica por parte da operação.

O diagrama de *Ishikawa* é uma ferramenta com a finalidade de facilitar a visualização das causas do problema e, a partir dele, fica evidente que existem diversas causas para o problema em questão e que estas estão agrupadas em categorias, o que facilita a sua visualização. Uma vez utilizada tal ferramenta para entender os pontos de causa mais a fundo, é necessário utilizar o recurso dos 5 Porquês para que seja possível determinar a causa raiz do problema e assim, realizar as ações necessárias para sanar o problema. O Quadro 1, mostra os 5 Porquês, de

modo que o último porquê encontrado é a causa raiz do problema, sendo necessário comprová-la com dados.

Quadro 1 - Disposição das informações ao empregar os 5 porquês.

Número	Ponto de causa	1 Porquê	2 Porquê	3 Porquê	4 Porquê	5 Porquê
1	(1)% de Ácidos graxos abaixo do especificado	(1.1)O sebo degrada no tanque	Não há controle de temperatura no tanque	Não foi realizada a revitalização do tanque	Não há outro tanque para receber o sebo	Tanque reserva está desativado
		(1.2)Sebo é recebido com %AG inferior	Ausência de critério de recebimento por %AG	Não há rotina de análises de %AG no recebimento	Ausência de padrão definido	
2	(2)Sobrepeso	(2.1)Variação do comprimento da barra	Desgaste mecânico da máquina de corte(cortadeira)	Haste da cortadeira com rolamento folgado	Falta de lubrificação, inspeção e ajuste	Ausência de plano de manutenção preventiva para cortadeira
			Parâmetros oscilando ao longo do processo	Velocidade de extrusão variando	Trefilas folgadas dentro das camisas por desgaste ao longo do tempo	Falta de inspeção e troca do equipamento
3	(3)Umidade inferior ao especificado	(3.1)Dosagem de água na saponificação é insuficiente	Dosagem de água é feita de acordo com a expertise do operador	Ausência de análises de hora em hora para acompanhar o percentual de umidade	Ausência de seguimento do padrão	Falta de treinamento e capacitação da operação

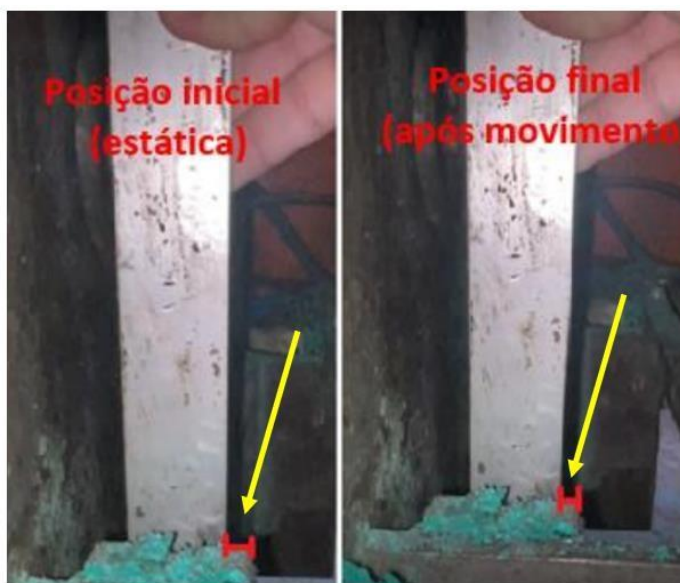
Fonte: O Autor, 2024.

O primeiro ponto de causa dá-se pela degradação do sebo no tanque, uma vez que o aquecimento em demasia ocasiona a queima do sebo, por não haver sistema de controle de temperatura instalado. Tal controle não existe, pois não foi realizado serviço de revitalização, uma vez que a rotatividade de produção é alta e não era possível parar a produção e realizar tal serviço. Isto ocorreu porque o tanque reserva para o sebo estava desativado. O percentual de ácidos graxos estar inferior ao especificado em fórmula também ocorre pelo fato de o fornecedor enviar a matéria-prima com esta defasagem. Constatou-se que não existe critério de recebimento por este parâmetro. A rotina de análises de recebimento para o sebo não é realizada, visto que não há um padrão definido. Foi possível comprovar este ponto de causa com três análises pontuais realizadas para atestar a veracidade da causa raiz através da Tabela 1 já mostrada.

O segundo ponto de causa acontece pela variação do comprimento da barra e que há um desgaste mecânico da máquina de corte da barra de sabão, chamada de cortadeira. Foi evidenciado que a haste que prender a faca da cortadeira estava com rolamento folgado, ocasionando a variação do comprimento do sabão em barra. A

folga presente é consequência da falta de lubrificação, inspeção e ajuste dos componentes da cortadeira. Também ficou evidenciado que não existe plano de manutenção preventiva para o equipamento em questão. A Figura 10 mostra a folga existente na haste da cortadeira.

Figura 10 - Evidência da folga presente na haste da cortadeira.



Fonte: O Autor, 2023.

Pela Figura 11 é possível notar uma sutil diferença entre as imagens, em que a haste estava com movimento lateral devido à folga. Na condição normal do equipamento, a haste não deve se movimentar lateralmente, apenas verticalmente para realizar o movimento da faca e cortar o sabão.

O segundo ponto de causa também sofre influência da variação dos parâmetros ao longo do processo, uma vez que a velocidade de extrusão estava variando. Ficou evidente que as roscas, chamadas de trefilas, estavam folgadas dentro do eixo que elas estão inseridas. Esta folga é devida ao desgaste ao longo do tempo e à falta de inspeção de troca das trefilas. Na Figura 11, é possível notar a folga existente entre as roscas e a parede da cavidade que ela está inserida.

Figura 11 - Evidência da folga entre a trefila e a parede da cavidade.



Fonte: O Autor, 2023.

Pela indicação na seta, existe uma folga de cerca de 8 milímetros, sendo que o normal do equipamento é de apenas 1 milímetro. O sabão que está sendo extrusado deveria apenas fluir no sentido da saída das roscas, porém devido à existência da folga, uma parte da massa extrusada estava retornando, provocando a variação da velocidade de extrusão. Estas duas evidências comprovam que existia uma variação no comprimento da barra, que estava contribuindo para a ocorrência do sobrepeso do produto acabado, impactando na perda de sebo bovino. A Figura 12 evidencia a variação do comprimento da barra de sabão.

Figura 12 - Variação do comprimento do sabão em barra.



Fonte: O Autor, 2023.

A umidade inferior ao especificado é ocasionada pela dosagem de água insuficiente no processo de saponificação, uma vez que o controle da dosagem é feito pelo próprio operador através de um sistema supervisor. Ainda que realizado através deste sistema, análises constantes de hora em hora não são realizadas para comprovar que o percentual de umidade está dentro do especificado. Estas análises apenas são realizadas no produto acabado, onde não é possível realizar ajustes na saponificação, apenas podem ser feitos ajustes de final de linha. Essa sistemática ocorre pela falta de um seguimento de um padrão, ocasionado pela ausência de treinamento e capacitação da operação.

4.4 PLANO DE CONTRAMEDIDAS

Com as causas raízes encontradas e comprovadas, é possível atuar assertivamente através do plano de ação para que cada uma das causas seja sanada e a incidência do problema devido a elas seja mitigada. Para o ponto de causa percentual de ácidos graxos inferior ao especificado foram propostas três contramedidas. A primeira foi reativar o tanque de sebo reserva para que houvesse outro local para receber o sebo dos fornecedores. Assim que fosse possível revitalizar o tanque principal de sebo, reestabelecendo o controle de temperatura para que não haja excesso de calor injetado no interior do tanque, evitando assim a queima do sebo e perda das suas características normais. Como foi dito, esta queima estava ocasionando um percentual de ácidos graxos menor pela degradação no estoque.

A segunda contramedida para este ponto de causa foi definir um procedimento padrão de recebimento de sebo, em que sempre que um caminhão de sebo chegar, a análise de percentual de ácidos graxos deve ser realizada, de modo que caso o percentual seja inferior ao definido como padrão podem ser tomadas duas providências: em primeiro lugar, recusar o caminhão do fornecedor e apenas receber a matéria-prima com a qualidade especificada; em segundo lugar, receber o sebo com o percentual inferior, porém realizar um acordo comercial para que seja realizado um desconto no preço do produto para conseguir equalizar com a perda que será gerada devido ao percentual estar inferior ao da fórmula.

A terceira ação foi ajustar a formulação do sabão em barra de acordo com os valores analisados de percentual de ácidos graxos, uma vez que o valor que estava

presente em fórmula foi estabelecido em um passado distante com base apenas na literatura e não nas análises de recebimento de sebo bruto.

A fim de mitigar o ponto de causa sobrepeso duas tratativas também foram propostas. A primeira ocorre com a criação e execução de um plano de manutenção preventiva semanal para a máquina de corte das barras de sabão. Desta maneira, será possível identificar anomalias presentes no equipamento e saná-las, a fim de que a variação do comprimento da barra seja a menor possível, impactando positivamente para redução do sobrepeso. A segunda ação tomada foi inspecionar semestralmente se há aumento da folga das roscas e realizar a revitalização das trefilas, através de um serviço de preenchimento da folga para que não haja variação na velocidade de extrusão devido ao espaço vazio gerado pela folga.

Por fim, referente ao ponto de causa relacionado à umidade inferior ao especificado, foram realizadas duas contramedidas. A ação foi revisar o padrão existente para atender as necessidades do processo através da inserção de um formulário de análises de umidade para serem preenchidos pela operação de hora em hora, a fim de visualizar possíveis variações no processo. Caso haja oscilação, o operador é capaz de realizar os ajustes necessários e entregar a base saponificada com a umidade dentro do range especificado. Vale ressaltar, que as umidades analisadas neste formulário são tanto da base saponificada como do sabão pasta, para que a operação da extrusão e envase recebam o produto dentro do especificado.

Os operadores foram capacitados no novo procedimento a fim de tomarem conhecimento e praticá-lo na rotina de trabalho e a fim de validar que a nova prática foi fixada na rotina da operação, os encarregados de cada turno devem assinar o papel ao final do expediente para atestar as informações escritas e acompanhar o preenchimento e a realização da rotina de análises.

4.5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E PADRONIZAÇÃO

Após a execução das ações, notou-se uma redução expressiva na perda de sebo bovino. Com a recuperação do tanque de sebo reserva, a definição de especificações para o fornecedor e o ajuste de fórmula com base nas análises, foi possível notar maior convergência entre os valores analisados. Anteriormente ao ajuste de formulação o percentual de ácidos graxos era de 95,7% contra 92,0% obtido

na média com base nas análises. A Tabela 2 mostra os resultados obtidos durante três meses de análises de recebimento, com a posterior mudança de fórmula.

Tabela 2 - Análises do percentual de ácidos graxos no recebimento.

Tipo de fornecedor	Resultado obtido para o AG(%)
Classe A	92,55
Classe A	92,75
Classe A	92,80
Classe B	88,84
Classe A	93,09
Classe B	89,29
Classe A	92,37
Classe A	93,20
Classe A	93,66
Classe A	92,30
Classe A	92,42
Classe A	91,46
Classe A	91,57
Classe A	90,35
Classe A	92,39
Classe A	92,17
Classe A	91,98
Classe A	92,37
Classe A	92,18
Classe A	92,23

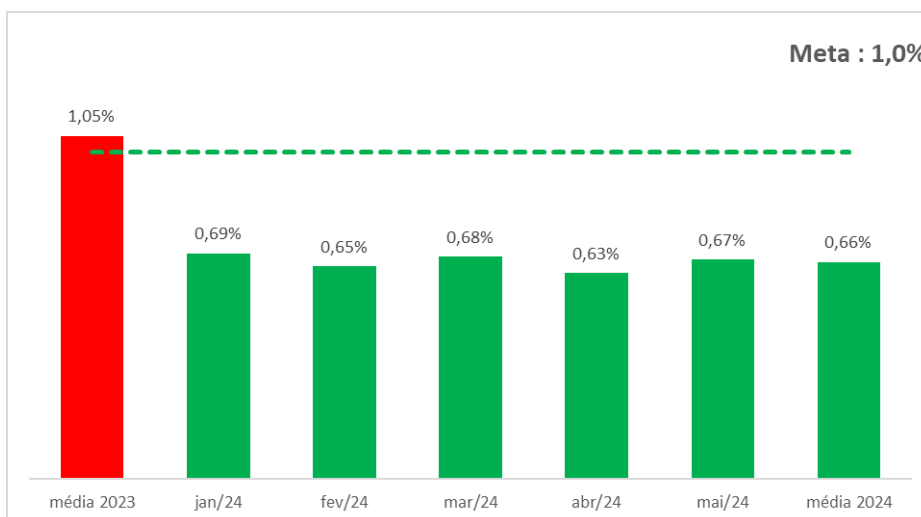
Fonte: O Autor, 2024.

Os fornecedores do tipo “Classe A” são fornecedores de sebo de melhor qualidade. Já os fornecedores do tipo “Classe B” são fornecedores de sebo com qualidade inferior, em que é necessário realizar o acordo comercial para obter desconto no preço da matéria-prima. Como pode ser visto na Tabela 2, os recebimentos de sebo foram predominantemente de melhor qualidade, em função do estabelecimento do critério de recebimento por percentual de ácidos graxos. Também fica evidente que a rotina de análises foi consolidada.

As inspeções preventivas periódicas na cortadeira mostraram-se bastante eficientes, por haver rotina de inspeção no equipamento, a sua condição normal sempre fica mantida e sem a presença de folgas na haste e nos demais componentes da cortadeira. As novas trefilas instaladas mostraram uma estabilidade na velocidade de extrusão e foi percebido que o sabão não estava mais retornando dentro da cavidade, fluindo apenas na direção correta, resultando em uma menor oscilação no

comprimento da barra do sabão. Todas essas tratativas impactaram nos resultados de sobrepeso que está mostrado na Figura 13.

Figura 13 - Resultados do sobrepeso após realização das ações.



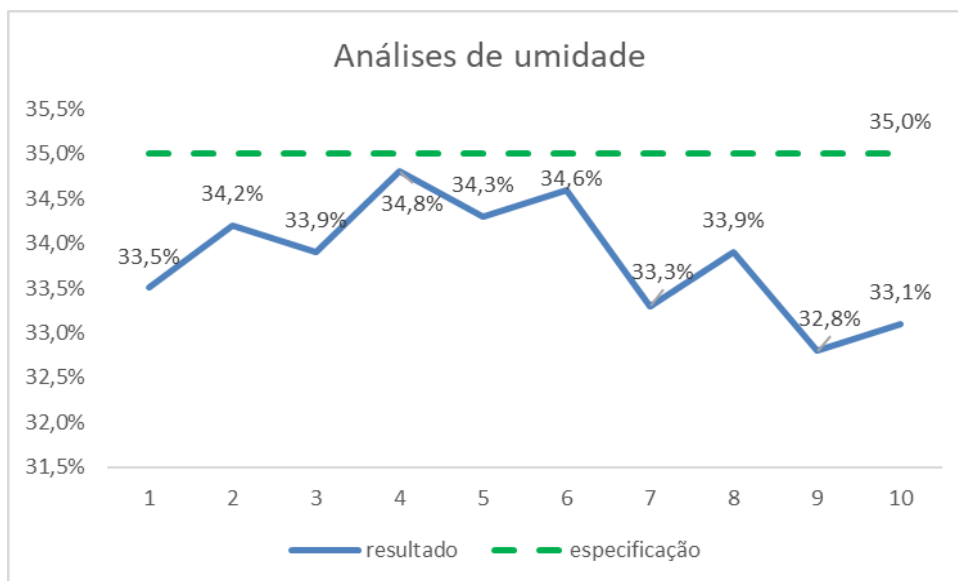
Fonte: O Autor, 2024.

É possível notar que os percentuais de sobrepeso reduziram significativamente, cerca de 37% com relação à média de 2023. Além disso, também é perceptível que há uma maior estabilidade no processo e os percentuais comparados mês a mês apresentam maior constância, ao contrário do que ocorreu ao longo do ano de 2023 conforme mostrado anteriormente na Figura 8.

As ações tomadas para o ponto de causa da umidade inferior à especificação, mostraram-se bastante efetivas, uma vez que o novo procedimento entrou em vigor, foi muito bem aceito pelos operadores e continua sendo praticado constantemente.

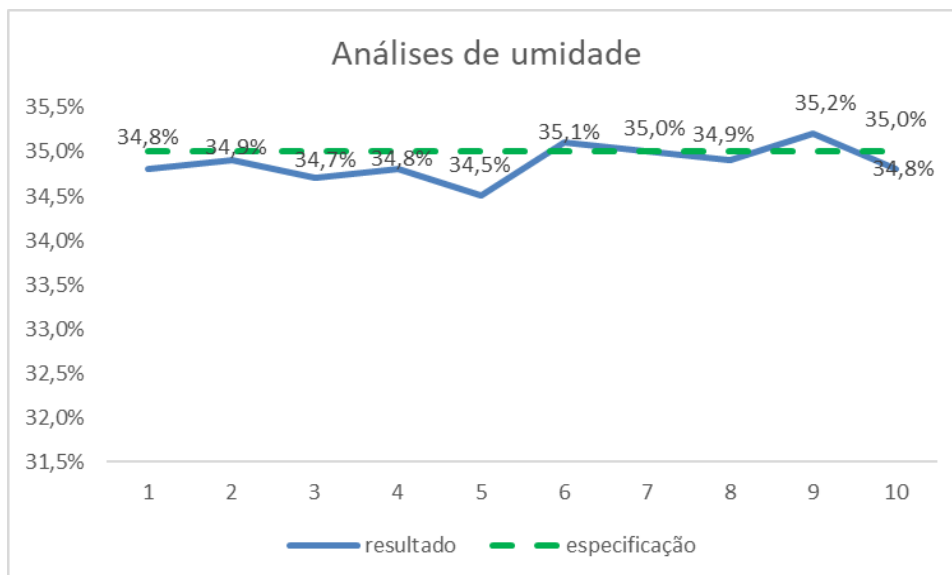
A Figura 14 e a Figura 15 mostram os resultados antes e depois das tomadas de ações.

Figura 14 - Análises de umidade antes da implementação das ações.



Fonte: O Autor, 2024.

Figura 15 - Análises de umidade depois da implementação das ações.

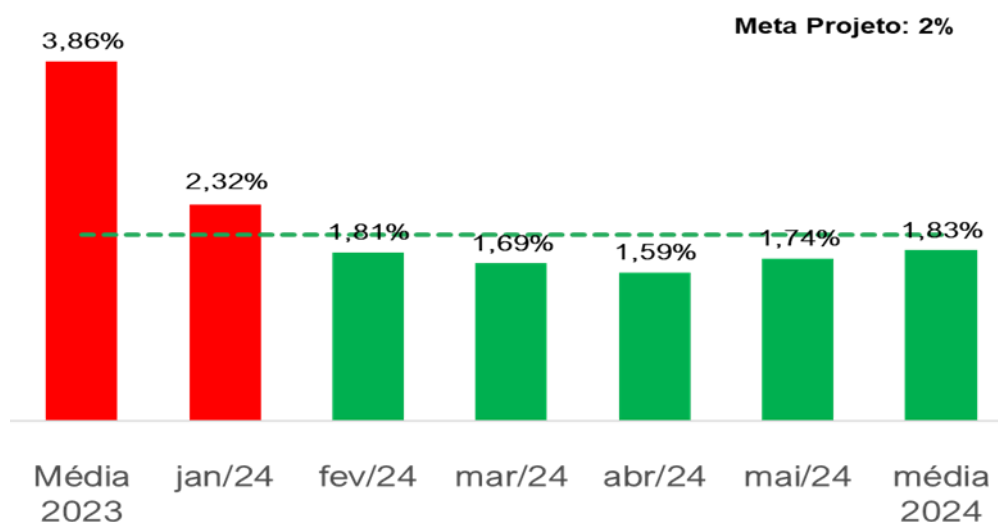


Fonte: O Autor, 2024.

É possível notar uma maior constância dos resultados das análises de umidade e uma maior proximidade dos valores em relação a especificação do sabão.

Com base nos resultados individuais de cada ponto de causa foi possível notar uma redução significativa na perda de sebo bovino conforme mostrado na Figura 16.

Figura 16 - Perda de sebo após implementação as ações.



Fonte: O Autor, 2024.

Com a realização das ações houve uma redução na perda de sebo em cerca de 52% na média de 2024 em relação a 2023. Apesar de existirem pontos de melhoria, como por exemplo investigar e atuar nos demais pontos de causa que não foram tratados no projeto, os resultados mostraram-se bastante satisfatórios, visto que a meta do projeto estabelecida foi de 2%. Dessa maneira, a utilização da metodologia desenvolvida pelo *Lean Manufacturing* para resolução de problemas provou ser bastante eficaz para o projeto.

5 CONCLUSÃO

Diante do método A3 de solução de problemas da filosofia *Lean* adotada, foi possível seguir os passos do formulário A3 para definir a problemática, ter um entendimento do problema e analisar os pontos de causa para o problema em questão. Junto a isso, foi possível realizar um plano de ação robusto para mitigar a(s) causa(s) raiz(es) do problema e posteriormente acompanhar os resultados e padronizar as práticas que foram eficientes para redução da perda de sebo.

A execução das contramedidas destinadas a erradicar as causas raízes do problema foi suficiente para melhorar significativamente o controle do processo, de tal maneira que a perda de sebo média em 2024 foi reduzida em mais da metade com relação à média de 2023, comprovando a eficiência das ações tomadas. Além de as tratativas surtirem bastante efeito, novos procedimentos foram instaurados no processo, o que contribui para uma maior estabilidade e uma maior coleta de dados para identificar outros problemas que possam surgir.

Sendo assim, a metodologia provou ser um sucesso, o que implica na sua replicação futura para outros problemas presentes na fábrica de sabão em barra e em outros setores presentes na empresa, a fim de garantir a melhoria efetiva e eficaz para o processo em que for aplicada.

REFERÊNCIAS

ALVARO, J. **Diatomita: terra diatomácea ou sílica diatomácea**. Química, 2022. Disponível em: <<https://www.quimica.com.br/diatomita-terra-diatomacea-ou-silica-diatomacea/>>. Acesso em: 12 mai. 2024.

AMERICAN CLEANING INSTITUTE. **Soaps & Detergent: Prehistoric to Middle Ages**. 2014. Disponível em: <http://www.cleaninginstitute.org/clean_living/soaps_detergent_history.aspx>. Acesso em: 12 mai. 2024.

BARROS, Cauã Ferreira; SILVA, Â. J. Oficina de derivados de sabão líquido e em barra. **Relatório Final do PIBIC/CNPq/IFG. Luziânia: IFG**, 2010.

DA SILVA, Carlos Eduardo Sanches; JUNIOR, Osvaldo Hiroshi Sasaki. **Análise de projetos de melhoria contínua desenvolvidos pelo método A3**. 2011.

BORSATO, Dionísio; MOREIRA, Ivanira; GALÃO, Olívio Fernandes. **Detergentes naturais e sintéticos: um guia técnico**. Londrina: Editora da UEL, 1999.

CAMARGO, R. **Diagrama de Pareto: o que é e quando você deve usá-lo?**, 23 ago, 2018. Disponível em: <<https://robsoncamargo.com.br/blog/Diagrama-de-Pareto-o-que-e-e-quando-voce-deve-usa-lo>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

CARNEIRO, Ana Fátima Maia. **Análise de Variabilidade num Processo Industrial de Produção de Bolachas**. 2017.

CASTRO, Heizir F. de. Processos Químicos Industriais II: Óleos e gorduras. **Universidade de São Paulo–Escola de Engenharia de Lorena**, 2009.

CASTRO, Heizir F. de. Processos Químicos Industriais II: Sabão e detergentes. **Universidade de São Paulo–Escola de Engenharia de Lorena**, 2009.

COSTA, Taiane Barbosa da Silva; MENDES, Meirivone Alves. Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. **Anais do X SIMPROD**, 2018.

COUTINHO, T. **Diagrama de Ishikawa: O que é, para que serve e como usar!** Voitto 12 jan. 2021. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-Ishikawa>>. Acesso em: 03 jul. 2024.

NETO, Odone Gino Zago; DEL PINO, José Claudio. Trabalhando a química dos sabões e detergentes. **Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul–Departamento de química**, 1997.

DONATO, L. **Diagrama de Ishikawa: o que é, para que serve e os 6Ms**, 19 out, 2021. Disponível em: <<https://blog.aevo.com.br/diagrama-de-ishikawa/>>. Acesso em: 12 jul. 2024.

GUPTA, Shaman; JAIN, Sanjiv Kumar. A literature review of lean manufacturing. **International Journal of Management Science and Engineering Management**, v. 8, n. 4, p. 241-249, 2013. DOI:10.1080/17509653.2013.825074

KOSAKA, D. **Relatório A3: ferramenta para melhorias de processos**. Lean Institute Brasil, 2006. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/90/relatorio-a3-ferramenta-para-melhorias-de-processos.aspx>>. Acesso em 10 mai. 2024.

LAUDANO, R. Os 14 princípios de Gestão do Modelo Toyota. **Monografia (especialização)-Especialização em Administração da Qualidade**. Instituto a Vez do Mestre-Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2010.

MOURA, L. **Sabão Ecológico é alternativa sustentável à poluição do meio ambiente**. FAPEAM, 2014. Disponível em: <<https://www.fapeam.am.gov.br/sabao-ecologico-e-alternativa-sustentavel-a-poluicao-do-meio-ambiente/>>. Acesso em: 12 mai. 2024.

MIGUEL, PAC QUALIDADE. enfoques e ferramentas”, Ed. **Artliber, São Paulo**, 2001.

Patricio, J. S., Hotza, D., Noni Júnior, A. D. **Argilas adsorventes aplicadas à clarificação de óleos vegetais**. *Cerâmica*, 60(354), 171–178. doi:10.1590/s0366-69132014000200002. 2014.

RITTNER, HERMAN. **Sabão: tecnologia e utilização**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1995.

SANDRINI, G. **Como o pensamento A3 revoluciona a maneira de resolver problemas**. Kimia, 2020. Disponível em: <<https://www.kimia.com.br/como-o-pensamento-a3-revoluciona-a-maneira-de-resolver-problemas/>>. Acesso em: 13 mai. 2024.

SANTOS, Daniel et al. Spray drying: an overview. **Biomaterials-Physics and Chemistry-New Edition**, p. 9-35, 2018.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of operations management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.

SOARES, V. **Diagrama de Ishikawa: o que é e como fazer na Prática**, 29 out. 2020. Disponível em: <<https://www.napratica.org.br/diagrama-de-ishikawa/>>. Acesso em: 14 mai. 2024.

SPITZ, Luis (Ed.). **Soap manufacturing technology**. Elsevier, 2016.

TOYOTA. **Toyota Production System**. Disponível em: <<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>>. Acesso em: 10 mai. 2024.