



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

JÉSSICA FELIPE DINIZ
SAMARA WYNNE SILVA SOUZA ROCHA

DMAIC APLICADO À REDUÇÃO DE SOBREDOSAGEM
DE LEITE EM PÓ EM UMA LINHA DE ENVASE
DE UMA FÁBRICA DO SETOR LÁCTEO

ITUIUTABA
2023

JÉSSICA FELIPE DINIZ
SAMARA WYNNE SILVA SOUZA ROCHA

DMAIC APLICADO À REDUÇÃO DE SOBREDOSAGEM
DE LEITE EM PÓ EM UMA LINHA DE ENVASE
DE UMA FÁBRICA DO SETOR LÁCTEO

Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço Social da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Batista Penteadó

ITUIUTABA
2023

JÉSSICA FELIPE DINIZ
SAMARA WYNNE SILVA SOUZA ROCHA

DMAIC APLICADO À REDUÇÃO DE SOBREDOSAGEM
DE LEITE EM PÓ EM UMA LINHA DE ENVASE
DE UMA FÁBRICA DO SETOR LÁCTEO

Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço Social da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Ituiutaba-MG, 5 de janeiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado – Orientador
Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo – Membro da banca
Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal

Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida – Membro da banca
Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal

À nossa família, por investirem e confiarem em nós.

E a todos os docentes que contribuíram com nosso conhecimento ao longo desses anos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pelas bênçãos: saúde, paciência e disposição para alcançar nossos objetivos. Graças a Ele os obstáculos foram superados, oportunizando-nos mais uma conquista em nossas vidas.

À nossa família, em especial aos nossos pais Luiz e Fátima, pais de Jéssica e irmão Jefferson; aos pais de Samara Wynne, Sebastião e Vânia, irmã Sara Lídia, e esposo Geraldo Rocha, os quais nos incentivaram ao longo desses anos, dando apoio e motivação nos momentos adversos, impulsionando-nos a superá-los.

À empresa, gestores e companheiros de trabalho, que nos proporcionaram a realização deste trabalho e a amplidão de nosso conhecimento.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado, pela paciência e conhecimentos compartilhados, os quais foram determinantes para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da Banca, Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo e Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida, pela disponibilidade em nos avaliar.

Agradecemos também aos nossos professores e amigos que nos acompanharam nesses anos, contribuindo para a nossa formação.

*Lembre-se que as pessoas podem tirar
tudo de você, menos o seu conhecimento.*

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho foi realizado em uma fábrica do setor lácteo, localizada em uma cidade no interior de Minas Gerais e tem como objetivo reduzir o indicador de sobredosagem causado pelo leite em pó Zero Lactose, por meio da utilização da metodologia DMAIC. Para condução do estudo, foi realizada uma pesquisa aplicada com abordagem quantitativa do problema, explicativa quanto ao objetivo e pesquisa-ação quanto aos procedimentos. Foram usadas as ferramentas *Project Charter*, Diagrama de Causa e Efeito, *Brainstorming* e 5W2H. Foi possível identificar as principais causas de perdas do leite em pó no processo de desenvase, através do estudo de variação de peso específico impactando positivamente na redução da sobredosagem. Por fim, com o plano de ação gerado, obteve-se redução de 76% das perdas por sobredosagem além da padronização de regulagem na máquina envasadora, gerando conhecimento para toda a equipe além de uma redução financeira significativa para a fábrica.

Palavras-chave: DMAIC. Leite em pó. Sobredosagem.

ABSTRACT

The present study was carried out in a dairy sector factory located in a city in the country side of Minas Gerais and aims to reduce the overdose indicator caused by Zero Lactose milk powder, through the use of the DMAIC methodology. To conduct the study, an applied research was carried out with a quantitative approach to the problem, explanatory about the objective and action research regarding the procedures. Tools like Project Charter, Cause and Effect Diagram, Brainstorming and 5W2H were used. It was possible to identify the main causes of losses of powdered milk in the unpacking process, through the study of specific weight variation, positively impacting the reduction of overdose. Finally, with the action plan created, there was a 76% reduction in losses due to overdose, beyond standardization of regulation in the filling machine, generating knowledge for the entire team, in addition to a significant financial reduction for the factory.

Keywords: DMAIC. Powdered milk. Overdose.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis Sigma	18
Figura 2 – Etapas do Método DMAIC	19
Figura 3 – Modelo de <i>Project Charter</i>	25
Figura 4 – Modelo e Diagrama de Causa e Efeito	26
Figura 5 – 5W2H	27
Figura 6 – Programação para coleta de amostras de peso específico	34
Figura 7 – Diagrama de Causa e Efeito	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Diagrama de Pareto	30
Gráfico 2 – Tendência do percentual de sobredosagem	31
Gráfico 3 – Percentuais de sobredosagem com média e meta de redução	32
Gráfico 4 – Média de peso específico por local de amostragem	35
Gráfico 5 – Percentual de redução de sobredosagem	39
Gráfico 6 – Intervalo de confiança do peso específico na lata	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Passos e ferramentas da Etapa <i>DEFINE</i>	20
Quadro 2 – Passos e ferramentas da Etapa <i>MEASURE</i>	21
Quadro 3 – Passos e ferramentas da Etapa <i>ANALYSE</i>	22
Quadro 4 – Passos e ferramentas da Etapa <i>IMPROVE</i>	23
Quadro 5 – Passos e ferramentas da Etapa <i>CONTROL</i>	24
Quadro 6 – Ferramentas integradas ao Método DMAIC	25
Quadro 7 – Classificação da pesquisa	29
Quadro 8 – <i>Project Charter</i>	30
Quadro 9 – Plano de ação para coleta de dados – 5W1H	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Causas relevantes para sobredosagem	36
Tabela 2 – Análise dos 5 porquês	37
Tabela 3 – Plano de ação da etapa Analisar	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DMAIC	Definir – Medir – Analisar – Implementar – Controlar
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OJT	<i>On the Job Training</i>
PDCA	<i>Plan – Do – Check – Action</i>
5W2H	<i>What – Where – When – Who – Why – How – How much</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	16
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 METODOLOGIA SEIS SIGMA	17
2.2 METODOLOGIA DMAIC	18
2.2.1 Definir	19
2.2.2 Mensurar	20
2.2.3 Analisar	21
2.2.4 Implementar	22
2.2.5 Controlar	23
2.3 FERRAMENTAS <i>LEAN</i> SEIS SIGMA INTEGRADAS AO MÉTODO DMAIC	24
2.3.1 <i>Project Charter</i>	25
2.3.2 Diagrama de Causa e Efeito	26
2.3.3 <i>Brainstorming</i>	26
2.3.4 5W2H	27
3 METODOLOGIA	28
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	28
3.1.1 Quanto a Natureza	28
3.1.2 Quanto a Abordagem do Problema	28
3.1.3 Quanto ao Objetivo	28
3.1.4 Quanto aos Procedimentos	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 ETAPA DEFINIR	30
4.1.1 Definição do Problema	30
4.1.2 Avaliação do Histórico do Problema	32
4.1.3 Definição da Meta	32

4.2 ETAPA MENSURAR	33
4.3 ETAPA ANALISAR	35
4.4 ETAPA IMPLEMENTAR	38
4.5 ETAPA CONTROLAR	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO	41
5.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	41
5.3 TRABALHOS FUTUROS	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O setor lácteo brasileiro apresentou-se nos últimos anos, em importante avanço nos resultados de volume de produção. Segundo pesquisa da Embrapa, nas duas últimas décadas a produção de leite sob inspeção no Brasil mais que dobrou, galgando de 12,1 bilhões de litros em 2000 para 25,5 bilhões em 2020.

Segundo Pesquisa Trimestral do Leite realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o salto na produção de leite em 2020 representou 2,1% de acréscimo sobre o ano de 2019. Esse crescimento na produção do leite no Brasil, contribui para que fábricas do setor lácteo procurem formas de aperfeiçoar seus processos, na busca de aumentar sua capacidade produtiva e se manterem competitivas no mercado.

Nesse contexto de busca por permanência no mercado, uma vasta opção de ferramentas e metodologias são utilizadas pelas empresas para suportar os objetivos de melhorias. Segundo Ferguson (2007), o *Six Sigma* ou Seis Sigma é considerada uma filosofia direcionada para melhoria contínua por meio da eliminação de desperdícios. Tem como aspectos fundamentais o foco na satisfação do cliente, busca contínua da redução da variabilidade, utilização de novos produtos e aplicação efetiva a processos técnicos, administrativos e de serviços (WERKEMA, 2006).

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O presente trabalho aborda a problemática de uma fábrica do setor lácteo especializada na produção de leite em pó, situada no interior de Minas Gerais. A fábrica em questão recebe leite em pó de outras unidades para, após um processo de recepção e desenvase, realizar o envase em latas.

Este pó desenvasado é o principal causador de problemas de sobredosagem da fábrica, visto que, ao passar por compactações oriundas das etapas de transportes entre as unidades, o pó sofre variações no peso específico, o que compromete a dosagem correta pelas máquinas envasadoras.

No entanto, levando em consideração que a sobredosagem também ocorre, esporadicamente, no pó produzido e envasado pela própria fábrica, ou seja, em envases do pó que não passam por consideráveis quebras do peso específico procedentes do transporte entre unidades, existem causas do problema em questão que não são conhecidas.

O método DMAIC, pertencente à metodologia Seis Sigma, é utilizado com o objetivo de reduzir a má qualidade do processo produtivo utilizando ferramentas da qualidade total. Este método também traz benefícios quando é aplicado por equipes multidisciplinares e cooperativas, com a possibilidade de abranger até mesmo fornecedores. Tudo isso, para que as falhas sejam evitadas e a excelência operacional alcançada (MACEDO, 2012).

Nesse contexto, a metodologia DMAIC aplicada em processos existentes quando as causas dos problemas não são conhecidas ou não estão claras (BANUELAS *et al.*, 2005), a metodologia de resolução de problemas com base em melhorias de processo se apresenta como opção para no decorrer do estudo identificar causas raízes ainda não evidenciadas.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral reduzir o indicador de sobredosagem do leite em pó desenvasado em uma fábrica do setor lácteo, por meio da utilização da metodologia DMAIC.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Analisar as principais causas de sobredosagem do leite em pó;
- Detectar os principais impactos da sobredosagem do pó tanto para a fábrica quanto para o consumidor;
- Propor e executar ações de melhoria junto a outra unidade fornecedora do pó a ser desenvasado, com o intuito de reduzir a sobredosagem;
- Descrever os ganhos com a implantação das melhorias.

1.3 JUSTIFICATIVA

A metodologia DMAIC foi escolhida visando propostas de melhorias para investigar e reduzir os índices de desperdícios da fábrica. O tema foi escolhido devido à recorrência de sobredosagem do leite em pó nas latas, causando impactos de perdas.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho delimita-se à implementação de um estudo para redução da sobredosagem do leite em pó, abrangendo o processo desde a saída do pó a ser desenvasado na unidade proveniente de outras fábricas, transporte do mesmo, sua chegada à unidade até o envase, que é o processo de inserção do produto nas latas.

A metodologia DMAIC foi utilizada para avaliar as causas da sobredosagem e otimizar o processo, pois é uma ferramenta útil para reduzir a má qualidade do processo produtivo através do uso de ferramentas da qualidade.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em quatro capítulos, nos quais:

O capítulo um contempla a contextualização e a justificativa do tema, seguido dos objetivos geral e específicos, bem como o procedimento metodológico, a relevância da pesquisa e a delimitação do trabalho.

O capítulo dois abrange a fundamentação teórica, que aborda a temática a ser desenvolvida.

O capítulo três trata-se do método de pesquisa utilizado no trabalho, onde também é abordado o desenvolvimento do estudo, ou seja, a aplicação da metodologia DMAIC em conjunto com o uso de ferramentas da qualidade para alcançar o objetivo, descrevendo ao final os resultados atingidos.

Por fim, no capítulo quatro são realizadas as considerações finais, limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 METODOLOGIA SEIS SIGMA

De acordo com Júnior e Borges (2018), a metodologia Seis Sigma, mundialmente conhecida em decorrência de sua ampla utilização, foi criada em 1980 na Motorola através do engenheiro Bill Smith, com objetivo de auxiliar na resolução de problemas de qualidade a fim de melhorar o desempenho dos processos industriais através da eliminação contínua de desperdícios. Segundo Pande *et al.* (2000) Seis Sigma é um sistema amplo e flexível para alcance, sustentação e maximização do sucesso do negócio.

Em decorrência da alta divulgação em 1998 pelos ganhos financeiros acima de 1,3 bilhão de dólares na Motorola resultado da implementação do Seis Sigma, se difundiu pelas empresas americanas e em seguida globalmente através de suas subsidiárias (MITCHELL, 1992; HARRY, 1998; SCHRODER, 2000).

Em termos gerais, a metodologia Seis Sigma se trata de uma técnica para redução da variabilidade para adquirir processos que atendam cada vez mais os clientes de forma que obtenham o que querem, quando quiserem e em perfeitas condições na primeira vez. Werkema (2002) afirma que, não somente o envolvimento da alta administração, mas também utilizar um método estruturado, com foco no cliente e uma infraestrutura adequada são fatores de sucesso do programa.

Perez-Wilson (2003), afirma que a implementação do programa está ligada à redução da variação, que é representada pelo símbolo *Sigma* (σ), o mesmo faz parte do alfabeto grego e na estatística simboliza o desvio-padrão de uma população. Segundo Deming (1990) a variabilidade estará sempre presente nos produtos e serviços que são gerados por quaisquer processos.

De acordo com Werkema (2002), se o valor do desvio-padrão de um processo é alto, há pouca uniformidade do processo e resultados gerados com muita variação; enquanto que se o valor do desvio-padrão é baixo, há alta uniformidade no processo e pouca variação nos resultados.

A fim de notabilizar a variação nos resultados, é utilizado como indicador o índice de capacidade, conforme figura 1 que tem como meta atingir o índice seis sigma (6σ), ou seja, 3,4 partes por milhão de defeitos, admitindo-se um deslocamento da média do processo em relação ao valor nominal em 1,5 desvios-padrão (ROTONDARO, 2002; ELLIOTT, 2003; OLEXA, 2003; ROBERTS, 2004).

Figura 1 – Níveis Sigma.

Rendimento (%)	DPMO (Defeitos por milhão de oportunidades)	Nível Sigma
30,9	690.000	1
69,2	308.000	2
93,3	66.800	3
99,4	6.210	4
99,98	320	5
99,9997	3,4	6

Fonte: Pande *et al* (2001).

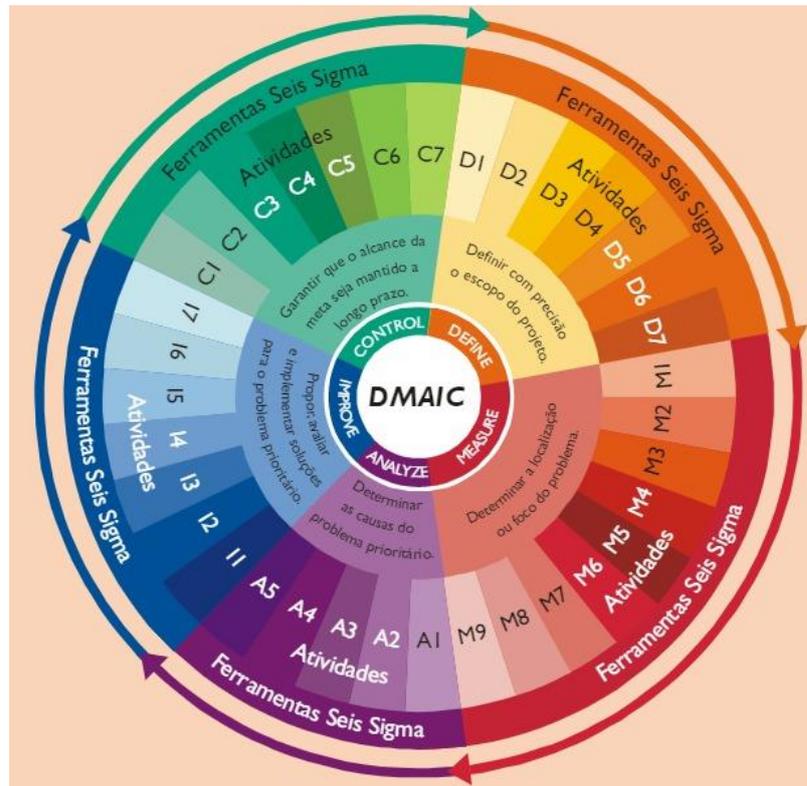
O padrão Seis Sigma evidencia que a fração de defeitos é de 3,4 milhão de unidades, o que corresponde a 99,9997% do rendimento total. É notoriamente um alto padrão, e claramente um grau de extrema consistência e baixa variabilidade, que ao ser alcançado, representa um grande salto de qualidade (YANG; EL-HAIK, 2008).

Com isso, o Seis Sigma orienta-se pelo bom entendimento dos requisitos dos clientes, uso e análise estatística dos dados, engajamento da alta administração no papel gerencial e busca pela melhoria e reinvenção dos processos de negócios.

2.2 METODOLOGIA DMAIC

Segundo Werkema (2012) DMAIC é um método que objetiva o alcance das metas estratégicas organizacionais, através do desenvolvimento de cinco etapas: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar) apresentados na figura 2. É usado para aperfeiçoar processos existentes, e cada uma dessas etapas da metodologia significa uma ação (HARRY; SCHROEDER, 2000). Tais ações possibilitam o estudo das variabilidades da qualidade dos processos, mediante a aplicação em cada problema delineado (SANTOS, 2008).

Figura 2 – Etapas do Método DMAIC.



Fonte: Werkema (2013).

As fases da metodologia DMAIC buscam definir as oportunidades de melhoria, medir os desvios através dos dados coletados, analisar as informações obtidas, introduzir melhorias no processo e ter o controle do processo melhorado (ANDRIETTA; MIGUEL, 2002). De acordo com Aguiar (2002), Brady e Allen (2006), o DMAIC é estruturado da seguinte maneira:

2.2.1 Definir

A primeira fase do ciclo do DMAIC consiste em definir com precisão o escopo do projeto (WERKEMA, 2012), além de determinar dados de reclamações, recorrências, desvios de qualidade, dentre outros, que afetam o produto, processo ou serviço (GEORGE, 2003). Ainda segundo este autor, espera-se da fase de definição os alinhamos de informações e acordo entre os envolvidos no projeto.

Quadro 1 – Passos e ferramentas da etapa *DEFINE*.

	Atividades	Ferramentas
D E F I N E	Descrever o problema do projeto e definir a meta	Project Charter
	Avaliar: histórico do problema, retorno econômico, impacto sobre clientes e estratégias da empresa	Project Charter
		Métricas Seis Sigma
		Gráfico Sequencial
		Carta de Controle
		Análise de Séries Temporais
	Análise Econômica	
	Definir os participantes da equipe e suas responsabilidades, as possíveis restrições e suposições e o cronograma preliminar	Project Charter
Identificar as necessidades dos principais clientes do projeto	Voz do Cliente (VOC)	
Definir o principal processo envolvido no projeto	SIPOC	

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

De acordo com Duarte (2011), deve ser a etapa mais específica possível, para que os problemas prioritários sejam selecionados para se trabalhar de acordo com a formulação estratégica da empresa. Para Siviyy (2008) cada etapa pode ser dividida em um conjunto de atividades, na fase de definição espera-se determinar a equipe, os requisitos do cliente, identificar os problemas e estabelecer um projeto formal.

2.2.2 Mensurar

Para Harry e Schroeder (2000) a fase mensurar trata-se da aplicação de ferramentas estatísticas para traçar o estado atual dos processos a serem trabalhados, estabelecendo-se metas de aprimoramento e resultados.

Quadro 2 – Passos e ferramentas da etapa *MEASURE*.

	Atividades	Ferramentas
M E A S U R E	Definir entre as alternativas de coletar novos dados ou usar dados já existentes na empresa	Avaliação de Sistema de Medição/Inspeção (MSE)
	Identificar a forma de estratificação para o problema	Estratificação
	Planejar a coleta de dados	Plano para Coleta de Dados
		Folha de Verificação
		Amostragem
	Preparar e testar os Sistemas de Medição/Inspeção	Avaliação de Sistema de Medição/Inspeção (MSE)
	Coletar dados	Plano para Coleta de Dados
		Folha de Verificação
		Amostragem
	Analisar o impacto das várias partes do problema e identificar os problemas prioritários	Estratificação
		Diagrama de Pareto
	Estudar as variações dos problemas prioritários identificados	Gráfico Sequencial
		Carta de Controle
		Análise de Séries Temporais
Histograma		
<i>Boxplot</i>		
Índice de Capacidade		
Métricas do Seis Sigma		
Análise Multivariada		
Estabelecer a meta de cada problema prioritário	-	

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Segundo Carvalho e Paladini (2012), a etapa de medir é caracterizada pela obtenção de informações do processo por meio de um sistema que consiga dados aleatórios e representativos. Porém, na coleta de novas amostras, é necessário identificar como foi realizado a estratificação do problema, o que seria a observação do mesmo sob uma perspectiva diferente (WERKEMA, 2004).

2.2.3 Analisar

De acordo com Eckes (2001) a etapa analisar é na qual ocorre a determinação das causas dos problemas que precisam de melhoria. A análise é considerada a etapa mais importante do ciclo DMAIC, pois determina e valida a raiz do problema original, que é o alvo da busca de melhoria. Ou seja, busca-se determinar as causas de cada problema prioritário utilizando as ferramentas da etapa conforme quadro 3 (WERKEMA, 2012).

Quadro 3 – Passos e ferramentas da etapa *ANALYSE*.

		Atividades	Ferramentas
A N A L Y S E	Analisar o processo gerador do problema prioritário		Fluxograma
			Mapa de Processo
			Mapa de Produto
			Análise do Tempo de Ciclo
			FMEA
			FTA
	Analisar dados do problema prioritário e de seu processo gerador		Avaliação de Sistemas de Medição/Inspeção (MSE)
			Histograma
			<i>Boxplot</i>
			Estratificação
			Diagrama de Dispersão
			Cartas Multi-Vari
	Identificar e organizar as causas potenciais do problema prioritário		<i>Brainstorming</i>
			Diagrama de Causa e Efeito
			Diagrama de Afinidades
			Diagrama de Relações
	Priorizar as causas potenciais do problema prioritário		Diagrama de Matriz
			Matriz de Priorização
	Quantificar a importância das causas potenciais prioritárias (determinar as causas fundamentais)		Avaliação de Sistemas de Medição/Integração (MSE)
			Carta de Controle
		Diagrama de Dispersão	
		Análise de Regressão	
		Testes de Hipótese	
		Análise de Variância	
		Planejamento de Experimentos	
		Análise de Tempos de Falha	
	Testes de Vida Acelerados		

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Segundo Carvalho *et al.* (2012), a equipe Seis Sigma utiliza de ferramentas estatísticas para identificar as prováveis causas para o modo de falha. A ferramenta MINITAB®, dentre outras funcionalidades, é importante para análise dos desvios padrões e falhas evidenciadas pelos dados.

2.2.4 Implementar

Nessa fase, propõe-se, avalia-se e implementam-se as mudanças necessárias para melhoria do processo. É onde são geradas ideias de soluções para eliminar causas fundamentais

do problema prioritário. Para isso é importante priorizar, avaliar e minimizar os riscos das soluções, identificar e implementar melhorias ou ajustes para as soluções selecionadas utilizando ferramentas descritas no quadro 4.

Quadro 4 – Passos e ferramentas da etapa *IMPROVE*.

	Atividades	Ferramentas
I M P R O V E	Gerar ideias de soluções potenciais para a eliminação das causas fundamentais do problema prioritário	<i>Brainstorming</i>
		Diagrama de Causa e Efeito
		Diagrama de Afinidades
		Diagrama de Relações
	Priorizar as soluções potenciais	Diagrama de Matriz
		Matriz de Priorização
	Avaliar e minimizar os riscos das soluções prioritárias	FMEA
		<i>Stakeholder Analysis</i>
	Testar em pequena escala as soluções selecionadas (teste piloto)	Testes na Operação
		Testes de Mercado
		Simulação
	Identificar e implementar melhorias ou ajustes para as soluções selecionadas, caso necessário	Operação Evolutiva (EVOP)
Testes de Hipóteses		
Elaborar e executar um plano para a implementação das soluções em larga escala	5W2H	
	Diagrama de Árvore	
	Diagrama de Gantt	
	PERT/COM	
		Diagrama do Processo Decisório (PDPC)

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

De acordo com Eckes (2001) a melhoria é conseguida com soluções que eliminem, atenuem ou minimizem as causas do problema. Algumas das ferramentas que podem ser utilizadas nesta etapa são: *brainstorming*, 5W2H, Diagrama de Gantt, Teste de Hipóteses e Diagrama de causa e efeito.

2.2.5 Controlar

Nessa etapa é feito o estabelecimento de um sistema permanente de controle para garantia da qualidade alcançada e identificação de desvios ou novos problemas. Para isso

utiliza-se as ferramentas do quadro 5. Conforme Eckes (2001) controlar é a ação de garantir que as melhorias se sustentem ao longo do tempo.

Quadro 5 – Passos e ferramentas da etapa *CONTROL*.

	Atividades	Ferramentas
C O N T R O L	Avaliar o alcance da meta em larga escala	Avaliação de Sistemas de Medição/Inspeção (MSE)
		Diagrama de Pareto
		Carta de Controle
		Histograma
		Índices de Capacidade
	Padronizar as alterações realizadas no processo em consequência das soluções adotadas	Métricas do Seis Sigma
		Procedimentos Operacionais Padrão (POP)
	Transmitir os novos padrões a todos os envolvidos	<i>Poka-Yoke</i>
		Manuais de Treinamento
		Reuniões
Palestras		
		OJT (<i>On the Job Training</i>)

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Na fase controlar busca-se garantir que as ações implementadas foram bem-sucedidas, bem como garantir sua consolidação. Segundo Besteiro *et al.* (2017) procura-se estabelecer, medir, padronizar e monitorar para integrar as mudanças no sistema já existente. Algumas das ferramentas que podem ser utilizadas nesta etapa são: Diagrama de Pareto, Métricas do Seis Sigma e Amostragem.

2.3 FERRAMENTAS *LEAN* SEIS SIGMA INTEGRADAS AO MÉTODO DMAIC

De acordo com Werkema (2013) diversas ferramentas *Lean* Seis Sigma são utilizadas de maneira integrada às etapas DMAIC, que se transforma, então, em um método sistemático baseado em dados e no uso de ferramentas estatísticas para atingir os resultados estratégicos.

Quadro 6 – Ferramentas integradas ao Método DMAIC.

ETAPA	FERRAMENTAS									
	D	Mapa de Raciocínio	Project Charter	Métricas do Seis Sigma	Gráfico Sequencial	Carta de controle	Análise de Séries Temporais	Análise econômica	Métricas Lean	
M	Avaliação de Sistemas de Medição/	Estratificação	Plano para Coleta de Dados	Folha de Verificação	Amostragem	Gráfico de Pareto	VSM	Métricas Lean	Gráfico Sequencial	Carta de Controle
	Análise Multivariada	Métricas Lean	Cálculos matemáticos	Kaizen	Análise de Séries Temporais	Histograma	Boxplot	Índices de Capacidade	Métricas do Seis Sigma	
A	Fluxograma	Mapa de Processo	Mapa de Produto	Análise do Tempo de Ciclo	FMEA	FTA	VSM	Métricas Lean	Avaliação de Sistemas de Medição/	Histograma
	Boxplot	Diagrama de Dispersão	Análise de Regressão	Testes de Hipóteses	Estratificação	Diagrama de Dispersão	Cartas "Multi-Vari"	Métricas Lean	Brainstorming	Diagrama de Causa e Efeito
	Diagrama de Afinidades	Diagrama de Relações	Diagrama de Matriz	Matriz de Priorização	Cartas de Controle	Análise de Variância	Planejamento de experimentos	Análise de Tempos de falhas	Testes de Vida Acelerados	
I	Brainstorming	Diagrama de Causa e Efeito	Diagrama de Afinidades	Diagrama de Relações	VSM	Métricas Lean	Redução de Setup	Diagrama de Matriz	Matriz de Priorização	FMEA
	Stakeholder Analysis	Teste na operação	Testes de mercado	Simulação	Kaizen					
C	Métricas Lean	Kanban	5S	TPM	Poka-Yoke	Gestão Visual	Operação Evolutiva (EVOP)	Testes de Hipóteses	VSM	5W2H
	Diagrama da Árvore	Diagrama de Gantt	PERT/COM	Diagrama do processo	Decisório (PDPC)					

Fonte: Adaptado de Werkema (2021).

2.3.1 Project Charter

Segundo Werkema (2013) o *Project Charter* é um documento que representa uma espécie de contrato firmado entre a equipe responsável pela condução do projeto e os gestores da empresa, e tem os seguintes objetivos:

- Apresentar claramente o que é esperado em relação à equipe;
- Manter a equipe alinhada aos objetivos prioritários da empresa;
- Formalizar a transição do projeto das mãos do Champion para a equipe;
- Manter a equipe dentro do escopo definido para o projeto.

Figura 3 – Modelo de *Project Charter*.

Título do Projeto	
Motivos da escolha do projeto	
Objetivo do Projeto (Meta)	
Limite do projeto	
Membros da Equipe	
Benefícios esperados ao cliente	

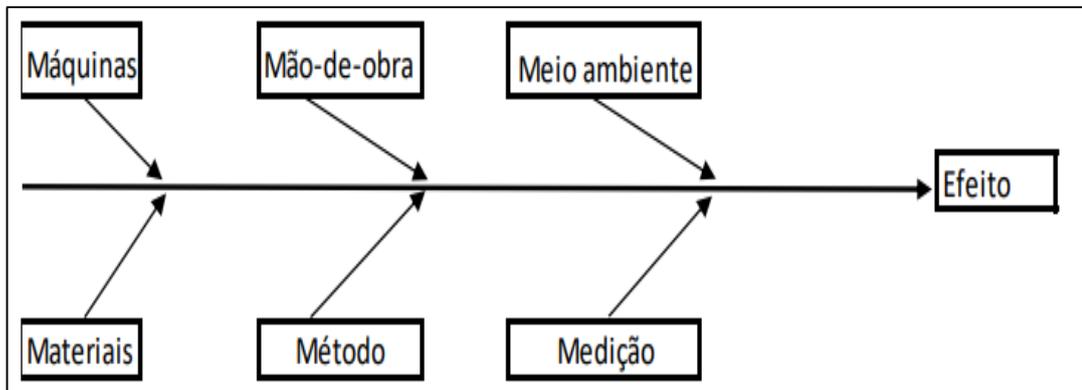
Fonte: Jirasujprasert (2014).

Segundo Jirasukprasert (2014) o *Project Charter* é uma ferramenta que estabelece um resumo do escopo do projeto, suas premissas, objetivos e o papel da equipe em tal projeto de melhoria.

2.3.2 Diagrama de Causa e Efeito

Segundo Dennis (2008) é uma ferramenta de *Brainstorming* e resolução de problemas, também conhecida como diagrama de espinha de peixe. Esta ferramenta também pode ser chamada de Ishikawa e mostra visualmente as possíveis causas de um determinado problema. Para isso, sua estrutura é constituída pelos 6M's, isto é, Mão-de-obra, Método, Meio Ambiente, Matéria-prima, Máquina e Medição, estes permitem separar as causas nestas classificações e facilitar a tomada de decisão na resolução do efeito e na busca por melhorias (MONSANTO, 2012).

Figura 4 – Modelo e Diagrama de Causa e Efeito.



Fonte: Slack *et al* (2002).

Segundo Possarle (2014), essa ferramenta tem como objetivo obter a causa raiz do problema e extrair o máximo de informações pertinentes para o problema em questão. Werkema (2013) destaca que as causas relacionadas nessa ferramenta devem ser reduzidas por meio da eliminação das causas menos prováveis.

2.3.3 *Brainstorming*

O *Brainstorming* é uma ferramenta que apoia diretamente o desenvolvimento do diagrama de Ishikawa. Segundo Lobo (2010), existem regras a serem seguidas para um brainstorming, dentre elas gerar ideias em massa, registrá-las, combiná-las, manter o fluxo de

ideias contínuo e suspender a crítica. Pande, Neuman e Cavanagh (2000) afirmam que as perguntas abaixo devem ser formuladas e respondidas pela equipe:

- Quais são as ideias sobre as formas para eliminação das causas fundamentais?
- Todas essas ideias podem ser transformadas em soluções de elevado potencial para implementação?
- Que soluções possivelmente levarão ao alcance da meta com menor custo e maior facilidade de execução?
- Como testar as soluções escolhidas, com o objetivo de se garantir o alcance da meta e a ausência de efeitos correlatos indesejáveis?

2.3.4 5W2H

De acordo com Werkema (2012) o 5H2W é uma ferramenta que tem finalidade de representar como foram definidos, para as atividades a serem executadas para se alcançar um determinado objetivo. Ainda segundo a autora, a ferramenta busca responder o que será feito (*What*), quando será feito (*When*), quem fará (*Who*), onde será feito (*Where*), por que será feito (*Why*), como será feito (*How*) e quanto custará o que será feito (*How much*).

Figura 5 – 5W2H.

Pergunta	Tradução
What?	O que?
When?	Quando?
Where?	Onde?
Why?	Por quê?
Who?	Quem?
How?	Como?
How Much?	Quanto?

Fonte: Pande *et al* (2000).

O sistema 5W2H é reconhecido como um modelo de fácil, prático e de rápida utilização, pois o uso desta ferramenta possui uma metodologia simples para alcançar resultados. (BARBIERI, *et al.*, 2014). Dentro da metodologia DMAIC a ferramenta da qualidade 5W2H servirá de apoio na criação de um plano de ação (WERKEMA, 2004).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Kauark, Manhães e Medeiros (2010), afirmam que uma pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza, quanto a abordagem do problema, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos técnicos.

3.1.1 Quanto a Natureza

Referente à natureza, uma pesquisa pode ser considerada básica ou Aplicada. No que se refere a pesquisas básicas, tem-se o objetivo de gerar novos conhecimentos de avanço da ciência. Outrora, a Aplicada é destinada a geração de conhecimento para solução de problemas específicos (NASCIMENTO, 2016). Segundo Miguel (2010) esse tipo de estudo é caracterizado pela busca de resolução de problemas. Quanto a natureza a pesquisa é do tipo aplicada pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos.

3.1.2 Quanto a Abordagem do Problema

A abordagem do problema é de cunho quantitativa, ou seja, significa traduzir números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, requerendo a utilização de recursos e técnicas estatísticas.

3.1.3 Quanto ao Objetivo

Quanto ao objetivo, as pesquisas podem ser classificadas como exploratórias, explicativas ou descritivas. Segundo Gil (1991) pesquisas exploratórias objetivam facilitar o entendimento do explorador na construção de hipóteses e tomada de decisão. As pesquisas descritivas, evidenciam a descrição de características de diversas variáveis e a correlação entre elas. Por fim, no que se refere às pesquisas explicativas, são utilizadas a fim de identificar fatores que determinam a ocorrência de fenômenos. O presente trabalho tem objetivo explicativo, visto que busca identificar as causas de uma ocorrência específica.

3.1.4 Quanto aos Procedimentos

Quanto aos procedimentos técnicos, pode-se classificar a pesquisa como pesquisa-ação, ou seja, os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

Na pesquisa-ação, o pesquisador interfere no objeto de estudo junto com os participantes a fim de resolver um problema de maneira cíclica, seguindo cinco passos: planejamento da pesquisa, coleta de dados, análise de dados, tomada de ações e avaliação das ações. Segundo Coughlan e Coughlan (2002), a concepção crítica da análise de dados na pesquisa-ação é colaborativa, ou seja, tanto o pesquisador quanto os participantes a realizam juntos.

Quadro 7 – Classificação da pesquisa.

CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA			
Natureza	Problema	Objetivos	Procedimento
Básica	<u>Quantitativa</u>	Exploratória	Bibliográfica
			Documental
			Experimental
<u>Aplicada</u>	Qualitativa	<u>Explicativa</u>	Levantamento
			Estudo de caso
		Descritiva	<u>Pesquisa-ação</u>
			Participante
			Modelagem e simulação

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ETAPA DEFINIR

Na primeira etapa do método DMAIC, na qual foi realizada uma definição clara e precisa do escopo do projeto, foi validada a importância do projeto, realizado o mapeamento de todos os colaboradores envolvidos no processo, assim como os membros líderes pela condução do projeto, montou-se o *Project Charter* apresentado no quadro 8 para identificação dos principais clientes e suas necessidades.

Quadro 8 – *Project Charter*.

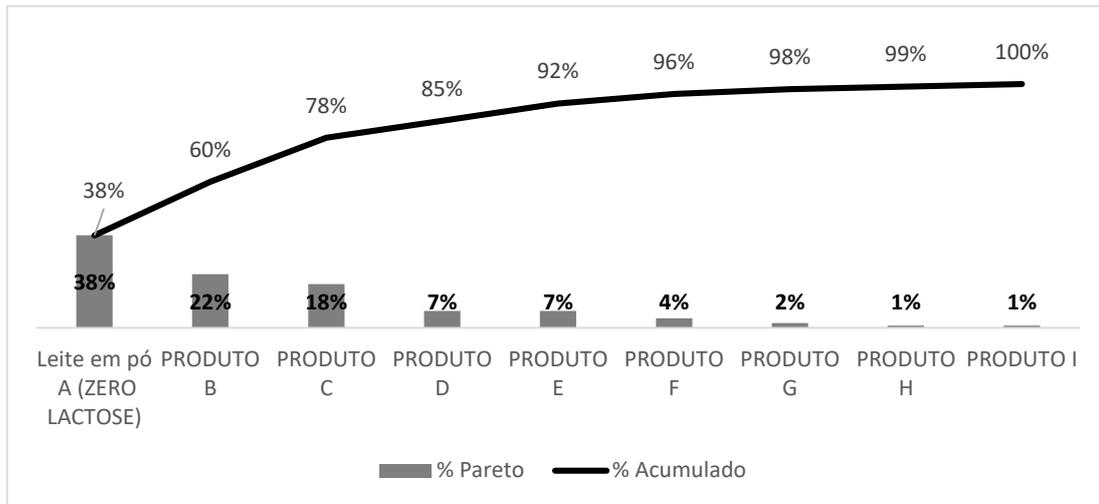
PROJECT CHARTER: DMAIC - REDUÇÃO DE SOBREDOSAGEM	
Título do projeto	Redução de Sobredosagem de leite em pó zero lactose
Motivo da Escolha do Projeto	O produto Leite em pó zero lactose, produzido pela fábrica A e recebido em BAGS de 1000kg para serem envasados em latas pela fábrica B em estudo, apresentaram constante aumento nos casos de sobredosagem, ou seja, as latas envasadas estão apresentando uma altura de envase de leite em pó maior do que o estabelecido no rótulo, gerando perdas para a fábrica.
Objetivo de Projeto	Determinar as causas raízes da sobredosagem, para reduzir a perda do leite em pó zero lactose e melhorar o indicador de variação de uso da fábrica.
Restrição do Projeto	Atuar em causas externas, ou seja, mudanças a serem realizadas pela fábrica A, fornecedora dos Big Bags.
Membros da Equipe	Equipe multidisciplinar: Supervisora de Envase, 1 assistente logístico, 1 assistente área técnica, 3 apoios de processo e colaboradores do envase.
Benefícios esperados	Melhorar o padrão de qualidade no processo de desenvase e redução das perdas do produto enviado em excesso.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

4.1.1 Definição do Problema

A escolha da aplicação do DMAIC para este produto, e não para outro que é produzido na fábrica, foi decidido após apresentar-se como a maior voz de variação de uso no diagrama de pareto, conforme mostrado no gráfico 1:

Gráfico 1 – Diagrama de Pareto.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

A definição do problema ficou clara, sendo ele o aumento no indicador de variação de uso do leite em pó zero lactose. O indicador é resultado do percentual do quanto perde-se no processo ou sobredosando na lata, em comparação com a Perda Zero, ou seja, se utilizássemos para cada lata exatamente o que está especificado no rótulo.

Após reunião realizada com a equipe do projeto, decidiu-se seguir com o estudo apenas do produto A (Leite em pó zero lactose), pois além de representar 38% das perdas dentre os 9 produtos, ser o mais caro dentre os demais, também é o único dentre as maiores vozes que é produzido em outra unidade.

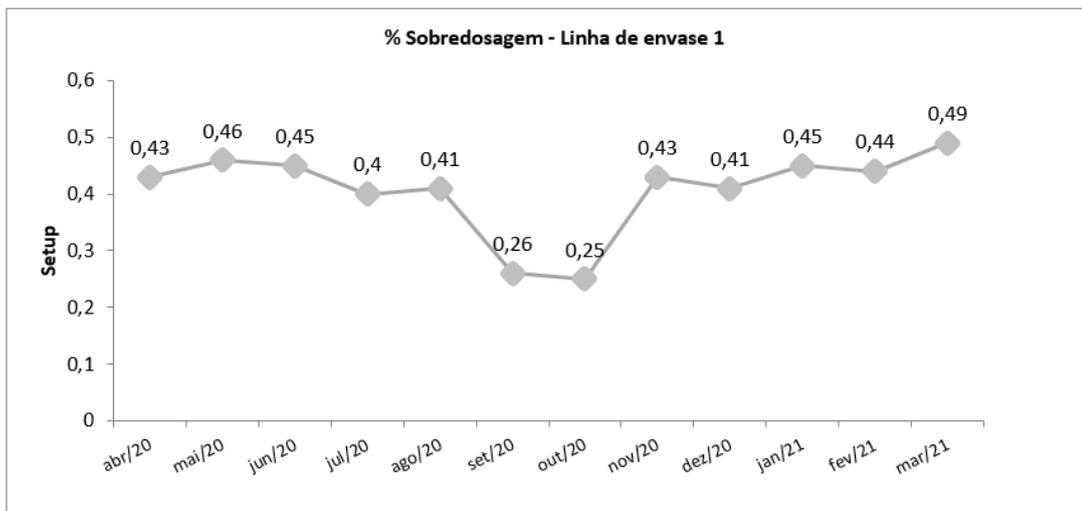
Devido este material se tratar de desenvase, ou seja, o produto é recebido pronto em Bags de 1000 kg para envase na lata, descarta-se a possibilidade de perdas no processo e passou-se a estudar a perda ocorrida na dosagem. Portanto decidiu-se focalizar o estudo nesse produto para detectar as causas raízes que estão impactando a máquina envasadora a dosar a correta quantidade principalmente para esse material. Fazendo com que o consumidor receba mais produto na lata do que o especificado no rótulo.

Portanto, para medir o resultado do projeto foram comparados os percentuais de sobredosagem coletados pelo dispositivo *Checkweigher*, o qual realiza a coleta dos pesos de lata por lata, com alta rapidez e precisão.

4.1.2 Avaliação do Histórico do Problema

Visando o entendimento e quantificação do problema, montou-se o gráfico 2 para análise de tendência do % de sobredosagem, que obteve como conclusão que o problema vem apresentando uma tendência crescente no último semestre analisado.

Gráfico 2 – Tendência do percentual de sobredosagem.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Após avaliação do histórico do problema, a equipe estabeleceu o projeto como prioridade para a unidade de negócio e seguiu-se com a definição das metas e estratificação dos objetivos e resultados esperados.

Verificou-se que nos meses de setembro e outubro de 2020 houve uma redução no indicador de sobredosagem devido à baixa de volume de produção, porém o gráfico apresenta uma tendência crescente dos resultados.

4.1.3 Definição da Meta

Nas palavras de Falconi (1996) uma meta é formada por um objetivo gerencial, associado ao problema ou à oportunidade, um valor ou um prazo. Para definição da meta, considerou-se as seguintes equações:

$$Lacuna = média - benchmarking \quad (1)$$

$$Meta = média - (\% \text{ de Redução da Lacuna} \times Lacuna) \quad (2)$$

Substituindo os dados na equação (1) temos:

$$Lacuna = 0,41\% - 0,25\%$$

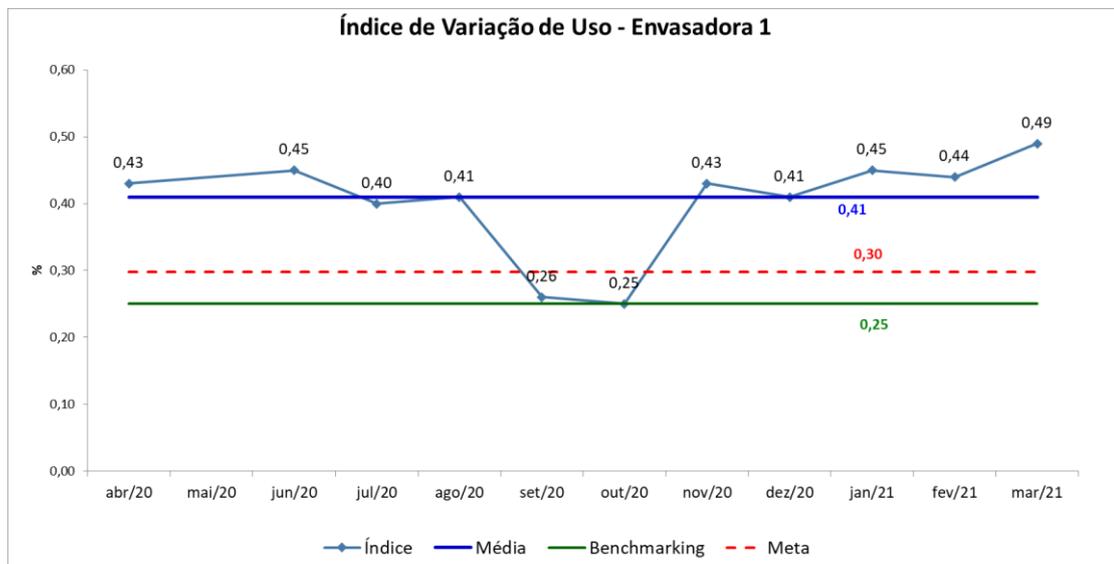
$$Lacuna = 0,16\%$$

A lacuna no problema encontrada foi de 0,16%, sendo ela a diferença entre a média e o melhor percentual no indicador de sobredosagem. *Benchmarking* é considerado o menor resultado já atingido pela fábrica, dentro da meta estipulada pela divisão técnica. Diante disso, após reunião com o supervisor da linha de envase, optou-se por reduzir 70% da lacuna.

$$Meta = 0,41 - (0,70 \times 0,16)$$

$$Meta = 30\%$$

Gráfico 3 – Percentuais de sobredosagem com média e meta de redução



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

- Objetivo: Reduzir as perdas de sobredosagem no desenvase.
- Valor: 30%.
- Prazo: após implementação das mudanças e sustentação dos resultados.

Com isso, finalizou-se a primeira etapa do projeto, com todos os alinhamentos necessários e envolvimento de todos os membros da equipe. Todos em envolvidos entenderam

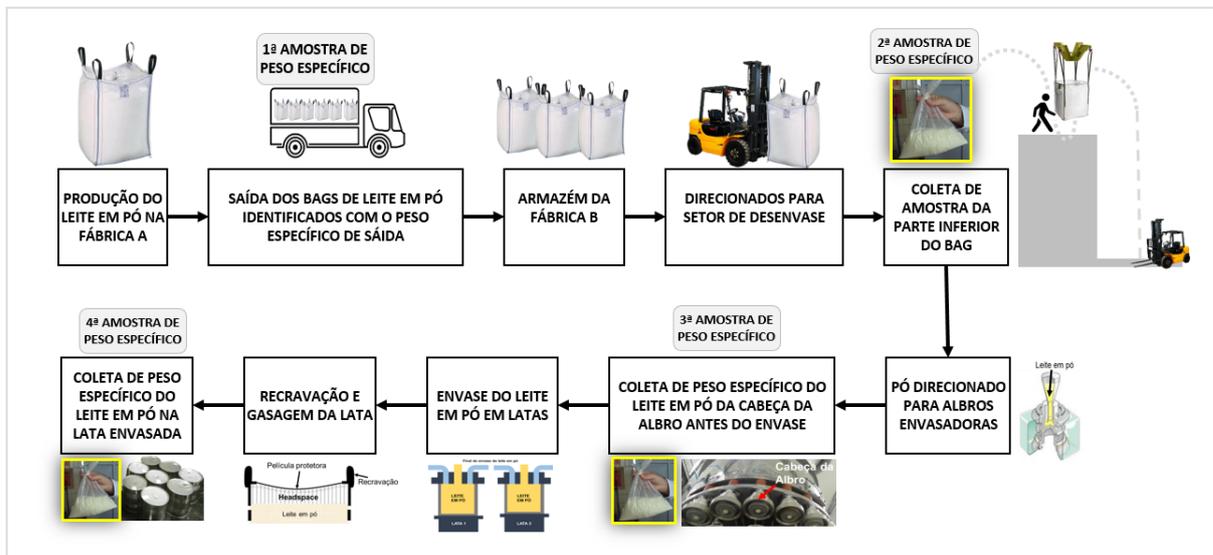
corretamente a situação apresentada, consolidamos os pontos de consenso entre os membros e respectivas responsabilidades.

4.2 ETAPA MENSURAR

Na segunda etapa do DMAIC, o problema foi refinado e focalizado, a estratificação do problema de sobredosagem foi feito através da análise dos seguintes fatores: peso dos Bags que podem gerar compactação do produto e estratificação por peso específico.

Com relação aos dados a serem utilizados para estratificação do problema, apesar da empresa em estudo possuir um indicador de sobredosagem e variação de uso coletados e analisados diariamente pelos apoios de processo, responsáveis pelo encerramento das ordens de produção, verificou-se a necessidade de coleta de novos dados, focalizados no peso específico, visto que, a princípio, é a variável mais significativa para análise da correta dosagem de leite em pó nas latas.

Figura 6 – Programação para coleta de amostras de peso específico.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Com isso, a coleta de dados seguiu a lógica definida pela ferramenta 5W1H conforme, Quadro 9:

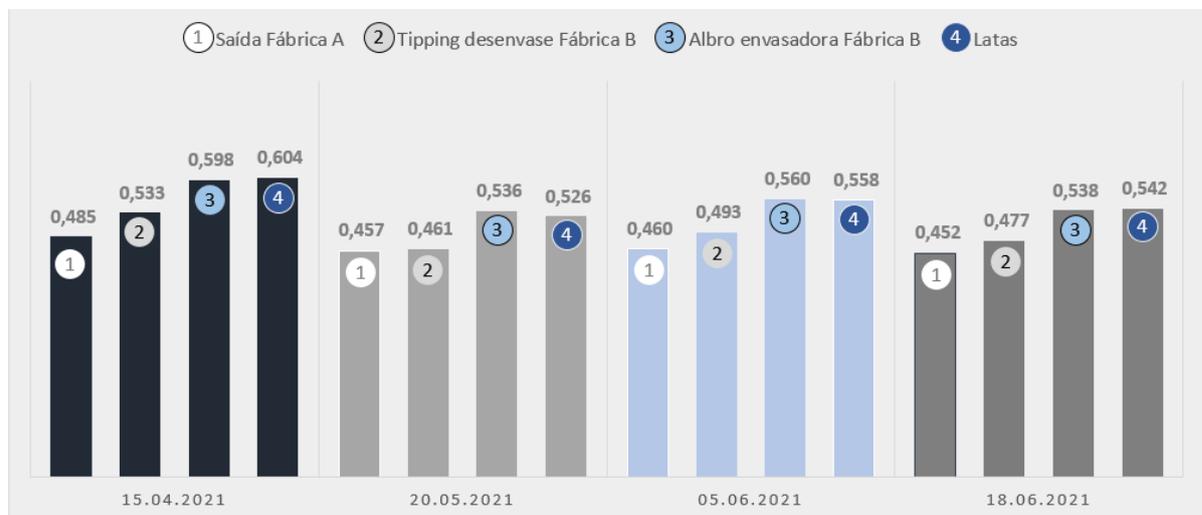
Quadro 9 – Plano de ação para coleta de dados – 5W1H.

Plano de coleta de dados - 5W1H						
Item	Quais dados coletar	Qual unidade de medida dos dados?	Onde coletar esses dados?	Quando os dados devem ser coletados?	Como coletar os dados?	Quem realizará a coleta dos dados?
1	Peso específico de todos os Bags de 1000 Kg recebidos da Fábrica A, nos desenhos dos dias x,y,z,w	Peso específico do leite em pó	Peso específico de todos os bags nas etapas: 1) Saída Fábrica A 2) Chegada Fábrica B 3) Saída envasadora 4) Lata final envasada	Coleta dos dados entre as etapas principais, para verificação do aumento do peso específico entre etapas	1) Retirar amostra por bag e anexar Etiqueta com informações de unidade de depósito, peso, data de fabricação, lote e data de validade; 2) Retirar amostra da parte inferior do bag, antes do desenhose do pó 3) Coleta de amostra do pó na albro envasadora 4) Coleta de amostra em latas finalizadas	1) Apoios de processo fábrica A 2) Apoio logístico fábrica B 3) Operador Albro I e II 4) Apoio logístico
2	Qtde de lotes por dia de amostragem	Qtde de lotes	SAP	Informação anexada na etiqueta de todos os Bags	Planilha de gestão de lotes "Fabricação em curso" Fábrica A	Apoios de processo Fábrica A
3	Peso dos Bags	Kg	Peso dos Big Bags enviados pela Fábrica A	Antes do envio para Fábrica B	Pesagem em balança calibrada	Apoios de processo Fábrica A

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Os dados foram coletados de acordo com o especificado no Quadro 1, seguiu-se com a coleta de dados de peso específico de todos os Bags nas principais etapas do processo de desenhose. A coleta se estendeu em todos os envases do Leite em pó zero lactose nos meses de abril, maio e junho. Com isso, foi possível calcular a média do peso específico por etapa do processo e por dia de produção, conforme levantamento do Gráfico 1, possibilitando a visualização das etapas que mais sofrem variação do peso específico:

Gráfico 4 – Média de peso específico por local de amostragem.

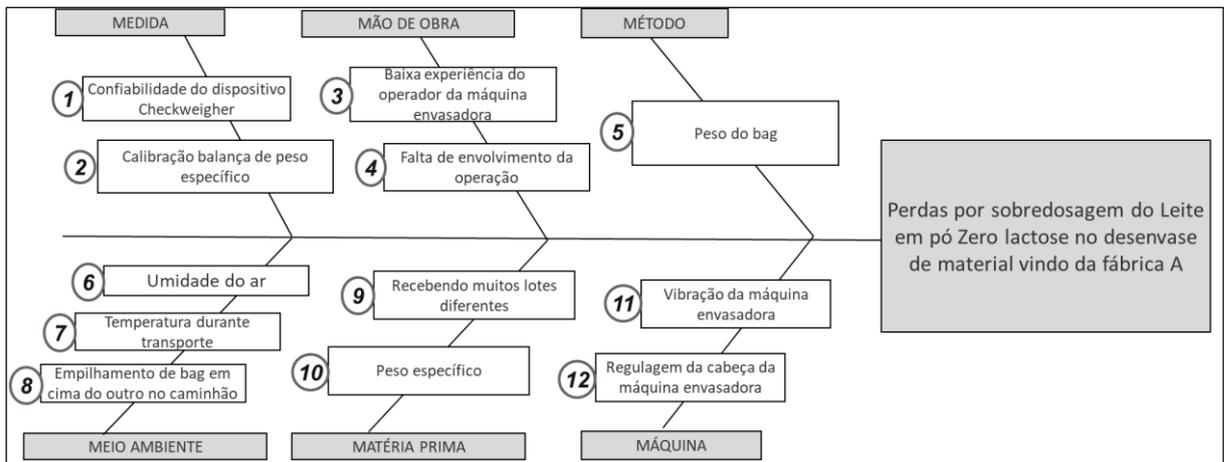


Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

4.3 ETAPA ANALISAR

Na terceira etapa do DMAIC, determinou-se as causas fundamentais do problema prioritário associado a cada uma das metas definidas na etapa anterior. Nessa etapa definiu-se o processo gerador do problema, sendo a principal causa a variação do peso específico do leite em pó durante as etapas de desenvase até a inserção na lata. Para identificação e maior direcionamento das causas potenciais, foi desenvolvido conforme Figura 5, um Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de *Ishikawa*) abordando as variáveis: Mão de Obra, Máquina, Método, Medida, Meio Ambiente e Material.

Figura 7 – Diagrama de Causa e Efeito.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Para desenvolvimento do diagrama de causa e efeito, reuniu-se toda a equipe do projeto e foram mapeadas todas as possíveis causas raízes do problema estipulado como sendo “Perdas por sobredosagem do Leite em pó Zero lactose no desenvase de material vindo da fábrica A”. As causas raízes foram divididas conforme os 6 M’s: Medida, Mão de obra, Método, Meio Ambiente, Matéria Prima e Máquina.

Após desenvolvimento do Diagrama de causa e efeito, a equipe realizou análise crítica das causas levantadas e decidiu-se seguir com as causas da tabela 2 como relevantes para estudá-las na análise dos 5 porquês.

Tabela 1 – Causas relevantes para sobredosagem.

Nº	Relevantes	Justificativa
1	Confiabilidade do dispositivo <i>Checkweigher</i>	Dispositivo é o principal sinalizador das ocorrências de sobredosagem.
5	Peso do Bag	O peso dos Bags influencia na compactação do leite em pó na parte mais inferior do bag, causando aumento do peso específico.
10	Peso específico do leite em pó	Devido ter apresentado aumento do peso específico entre etapas de transporte até o envase final.
12	Regulagem da cabeça da máquina envasadora	Operação recorre a regulagem da cabeça da Albro com recorrência, para evitar sobredosagem por alteração da altura do <i>Headspace</i> .

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Após análise das causas relevantes, foi implementada a ferramenta básica da qualidade, os 5 Porquês, para identificar as causas raízes do problema e assim explorar a análise de causa e efeito do problema em questão.

Tabela 2: Análise dos 5 porquês.

TESTE DOS 5 PORQUÊS											
PROBLEMA PRIORITÁRIO:				Perdas por sobredosagem do leite em pó Zero Lactose recebido da Fábrica fornecedora			Hipótese: SIM - Devido ao mau resultado verificado na inspeção, a análise terá prosseguimento				
Nome do equipamento:	MÁQUINA ENVASADORA	Local da inconveniência:	DESENVASE DO ZERO LACTOSE	Fenômeno da inconveniência:	SOBREDOSAGEM						
Hipótese: NÃO - Devido ao bom resultado verificado na inspeção, a análise está concluída											
	1º ROUND	Hipótese	2º ROUND	Hipótese	3º ROUND	Hipótese	4º ROUND	Hipótese	5º ROUND	Hipótese	IDEIAS DE MELHORIA
1	Por que o dispositivo (<i>Checkweigher</i>) que coleta o peso específico pode impactar no indicador de sobredosagem?	SIM	Por que o dispositivo <i>checkweigher</i> pode estar descalibrado?	NÃO							
	Pois se ele estiver descalibrado pode fornecer dados errôneos, gerando distorções nos resultados.		Porque pode ter passado da data limite de calibração. No entanto foi avaliado e a calibração está dentro do prazo.								
5	Por que o peso do bag pode influenciar no indicador de sobredosagem?	SIM	Por que o bag chega com o peso diferente do declarado na etiqueta?	NÃO							
	Porque se o Bag vier com menos leite em pó do que o declarado na etiqueta, sistematicamente impactará o indicador.		Foi realizada a pesagem e não houve divergência entre o peso do bag e o declarado no sistema.								
10	Por que o leite em pó chega na máquina envasadora com peso específico alto?	SIM	Por que ocorre o aumento do peso específico entre as etapas?	SIM	Por que material sai da fábrica fornecedora com o peso específico alto?	SIM	Por que ocorre variação no processo de fabricação?				Alinhamento com a fábrica fornecedora para realizar a dosagem adequada de nitrogênio para que o leite em pó saia da fábrica com o peso específico no limite inferior.
	Devido aumento do peso específico entre as etapas de envase.		Devido material já chegar com peso específico alto da fábrica fornecedora após passar por compactações no transporte.		Variações no processo de fabricação.		Devido quantidade de inserção de nitrogênio e compactações no transporte.				
12	Por que perdemos leite em pó devido regulagem da cabeça da máquina envasadora?	SIM	Por que é necessário inserir mais leite em pó para atingir Headspace?	SIM	Por que o material se compacta na lata?	SIM	Por que o material chega com o peso específico alto?				Realizar ajuste na cabeça da máquina envasadora e garantir que a fábrica fornecedora enviará o leite em pó com peso específico mais baixo.
	Porque dependendo da regulagem é necessário inserção de mais leite em pó para atingir Headspace da lata.		Devido quando o peso específico chega alto o material se compacta na lata e não atinge a altura necessária		Devido chegar com o peso específico alto		Devido a fábrica fornecedora, apesar de enviar dentro dos limites aceitáveis, estão enviado o peso específico perto do limite superior.				

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Após análise dos 5 porquês, verificou-se que a perda do leite em pó zero lactose ocorre devido o material vir de outra fábrica e sofrer compactações no transporte. Além disso, variações que ocorrem no processo da fábrica produtora influenciam diretamente no peso específico, principalmente o processo de inserção de nitrogênio cujos padrões foram revisados

pela fábrica fornecedora, fazendo com que o pó saia com o peso específico dentro dos limites aceitáveis, no entanto, próximo do limite superior.

A segunda causa raiz encontrada foi relacionada com a regulagem da cabeça da albro envasadora, gerando como ação o ajuste adequado para evitar a sobredosagem quando o peso específico estiver alto.

Tabela 3 – Plano de ação da etapa Analisar.

5W1H					
O que fazer?	Por quê?	Quem fará?	Onde?	Quando?	Status
Será realizada melhoria no processo da fábrica fornecedora para envio do peso específico mais baixo	Leite em pó chegando na fábrica com peso específico alto	Fábrica fornecedora	Ajustes no processo de fabricação	10/03/2021	Concluído
Realizar ajuste na cabeça da máquina envasadora	Máquina envasadora desregulada	Operador da albro	Máquina envasadora	10/03/2021	Concluído

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

O plano de ação foi definido e as duas ações mapeadas foram priorizadas após identificá-las como sendo **conclusivas** do problema em questão, facilmente exequíveis, de baixo esforço e alto impacto.

4.4 ETAPA IMPLEMENTAR

Na quarta etapa do DMAIC inicialmente foram geradas ideias sobre possíveis soluções para eliminar as causas fundamentais do problema prioritário citadas na etapa anterior. As soluções propostas foram: regulagem das cabeças da máquina envasadora a fim de que não haja variação significativa na dosagem e passou-se a receber o leite em pó com o peso específico mais baixo, visto que com o aumento do peso específico causado pelas compactações dos transportes, o peso específico passa a chegar na máquina envasadora com peso específico adequado.

A implementação do recebimento de um leite em pó com peso específico mais baixo foi realizada totalmente na fábrica fornecedora, onde os fornecedores detectaram oportunidade de aumentar a vazão de nitrogênio nas etapas de condensação. A inserção de nitrogênio foi aumentada para reduzir o peso específico, dentro dos padrões de utilização, pois em maior quantidade poderia gerar espumas no buffer e prejudicar o processo de fabricação. Após

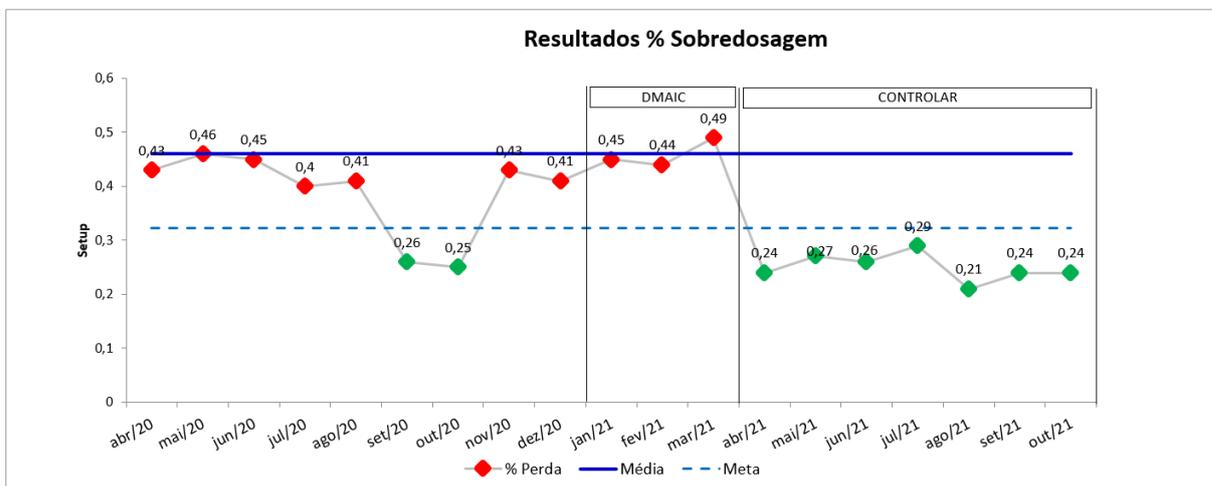
implementada essa ação, o pó passou a sair da fábrica fornecedora com o peso específico mais baixo.

A segunda ação realizada foi a regulação das cabeças da albro, realizada com auxílio de operadores experientes, gerando conhecimento para os operadores menos experientes que estavam presentes. Foi criada uma LPP (Lição Ponto a Ponto) para treinar todos os operadores do turno da melhor forma de realizar a regulação, para evitar que a máquina envase mais pó do que o necessário, gerando prejuízo para a fábrica.

4.5 ETAPA CONTROLAR

A quinta etapa do DMAIC, consistiu na avaliação do alcance da meta. Os resultados obtidos após a ampla implementação das soluções foram monitorados nos próximos envases do leite em pó zero lactose, o qual, por meio do tratamento e análise dos novos dados coletados, permitiram a comparação dos resultados e a verificação do alcance da meta. De acordo com os dados, a meta do projeto foi atingida a partir de abril de 2021, conforme Gráfico 5, cumprindo a meta proposta.

Gráfico 5 – Percentual de redução de sobredosagem.



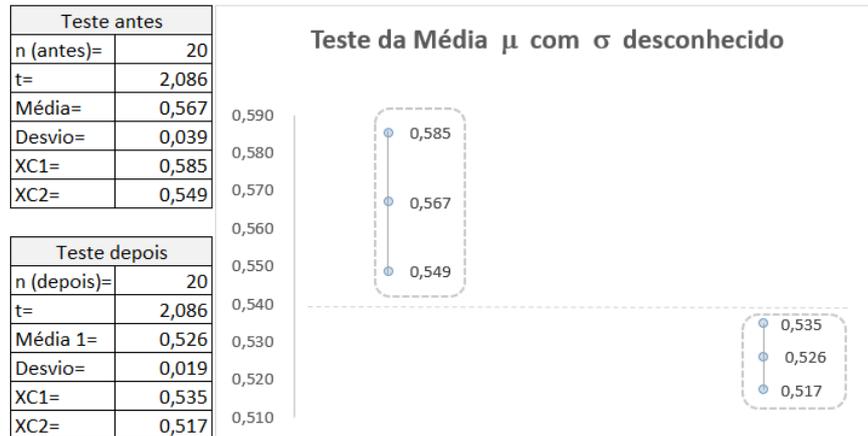
Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

A meta inicial de reduzir as perdas por sobredosagem em 35% foi ultrapassada, sendo que os 6 meses que procederam a implementação do DMAIC apresentaram uma redução de 76%.

Pretendendo saber se o peso específico foi reduzido conforme esperado (Limite superior 550 $\mu\text{g/L}$ na lata envasada), foi realizado um intervalo de confiança, que provou com

95% de certeza que os resultados após implementação do projeto foram significativamente positivos, ficando abaixo do peso específico esperado.

Gráfico 6 – Intervalo de confiança do peso específico na lata.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Com o teste foi possível verificar que antes do DMAIC os resultados de peso específico na lata apresentavam uma média de 0,567 $\mu\text{g/L}$, favorecendo a perda, pois para atingir a altura mínima da lata, era necessário acrescentar mais produto. Após implementação, os resultados apresentaram redução no peso específico, evidenciando que não existem pontos que se coincidem nos intervalos, conforme objetivo inicial.

Com o objetivo de definir e implementar um plano para monitoramento da performance do processo e do alcance da meta, foi feita a apresentação para os gestores envolvidos, e realizado os seguintes alinhamentos para os futuros desenvases de leite em pó da Fábrica A:

1. Próximos envios de Bags para desenvase deverão vir com peso específico no seu limite inferior, dentro das especificações do produto. Com isso, o aumento do peso específico ao longo das etapas de desenvase até a inserção na lata estarão previstos e dentro do esperado, reduzindo a sobredosagem por peso específico alto;
2. Verificação diária (por turno) da regulagem na cabeça da máquina envasadora pelos operadores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO

A partir dos resultados encontrados conclui-se que o objetivo geral do projeto, de propor melhorias utilizando a ferramenta DMAIC, reduzindo a sobredosagem do leite em pó Zero Lactose, foi atingido. O trabalho contribuiu positivamente para a empresa, proporcionando diminuição da perda de leite em pó para a fábrica concedendo um custo evitado de aproximadamente R\$54.000,00, com ações conclusivas de baixo esforço e alto impacto.

5.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Na execução do trabalho houve algumas limitações devido à falta de programação de envio dos bags com o leite em pó da fábrica de origem para a fábrica a desenvasar o pó, onde não tinha datas específicas para desenvase dificultando as coletas e análises a serem realizadas. Além desta limitação, outro obstáculo encontrado foi o desempenho das pessoas envolvidas, o que dificultou na coleta das amostras e análises por resistência cultural e certos inconvenientes em relação à mudanças, prioridades e ao desempenho individual, que passou a ser acompanhado de forma mais assídua pelos supervisores dos setores envolvidos.

5.3 TRABALHOS FUTUROS

O estudo abrangeu o Leite em Pó Zero Lactose, principal produto nas ocorrências de perda por sobredosagem. Além deste produto, a fábrica em estudo também recebe em Bags para envase em latas, o leite em pó Integral. Para futuros trabalhos, derivados do presente estudo, vimos a oportunidade de aplicação da ferramenta DMAIC para análise pontual do Leite em pó integral, que apesar de apresentar baixos níveis de sobredosagem, percebeu-se que podemos, com a aplicação da ferramenta, encontrar outros fatores e oportunidades para redução de perdas no envase desse segundo produto.

Para continuidade do trabalho, levantou-se a importância do treinamento de “Regulagem da cabeça da máquina envasadora” para todos os operadores, sobretudo novos colaboradores.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. A importância do Método Seis Sigma na Gestão da Qualidade analisada sob uma abordagem teórica. **Revista Ciência & Tecnologia**. Piracicaba, v.11, n.20, jul./dez., 2002.
- BANUELAS, R.; ANTONY, J.; BRACE, M. An application of Six Sigma to reduce waste. **Quality and Reliability Engineering International**, 2005.
- BARBIERI, J. C.; ÁLVARES, A. C. T.; CAJAZEIRA, J. E. R. **Gestão de Ideias para inovação contínua**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- BRADY, J. E.; ALLEN, T. T. Six sigma literature: a review and agenda for future research. **Quality and Reliability Engineering International**, v.22, n.2, p. 335-367, 2006.
- CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p. 220-240, 2002.
- DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Saraiva, 1990.
- DENNIS, P. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DUARTE, D. R. Aplicação da metodologia Seis Sigma: modelo DMAIC na operação de uma empresa do setor ferroviário. [Monografia – Bacharelado em Engenharia de Produção]. Juiz de Fora: UFJF, 2011.
- ECKES, G. **A Revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucros**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- FALCINI, V. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. 2. ed. Belo Horizonte: QFCO, 1996.
- FERGUNSON, D. Lean ad six sigma: The same or different? Management Services. **Journal of the Institute of Management Services**. United Kingdon, p. 12-13, 1 out. 2007.
- GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions**. New York: The McGraw-Hill Companies, 2003.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

HARRY, M. J. Six Sigma: a breakthrough strategy for profitability. **Quality Progress**, p. 60-65, mai. 1998.

HARRY M.; SCHROEDER, R. **Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. New York: Currency, 2000.

JIRASUKPRASERT, P. A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.4, n.1, p. 2-21, 2014.

JÚNIOR, M. B. C., BORGES, W. S. A aplicação das metodologias lean seis sigma: uma análise comparativa de estudos de casos publicados em periódicos. **Getec**, v.7, n.15, p.37-57/2018

KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade: as sete ferramentas da qualidade – Análise e Solução de Problemas, Jit, Kaisen, Housekeeping, Kanban, Femea, Reengenharia**. São Paulo: Érica, 2010.

MACEDO, M. M. Gestão da produtividade nas empresas. **Revista Organização Sistêmica**, 2012.

MIGUEL, P. A. C.; ANDRIETTA, J. M. Outcomes from a descriptive survey of Six Sigma management practices in Brazil. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.1, n.4, p. 358-377, 2010.

MITCHELL, B. The Six Sigma appeal. **Engineering Management Journal**, p. 41-47, feb. 1992.

MONSANTO. **Six Sigma: treinamento Six Sigma para Green Belts**. São Paulo: Pompéia, 2012.

NASCIMENTO. F. P. **Classificação da pesquisa: natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos**. Brasília: Thesaurus, 2016.

NEIVA, Rubens. Setor lácteo encerra 2020 com balanço positivo. **Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 11 dez. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/58015828/setor-lacteo-encerra-2020-com-balanco-positivo>. Acesso em: 20 de maio de 2021

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The six sigma way: how GE, Motorola and other top companies are honing their performance**. New York: McGraw Hill, 2000.

PEREZ-WILSON, M. **Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

POSSARLE, R. **Ferramentas da Qualidade**. São Paulo: Senai, 2014.

Produção Agropecuária | IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>>. Acesso em: 20 de maio de 2021

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma**: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Reference model to structure the six sigma in organizations. **Revista Gestão e Produção**. São Carlos, v.15, n.1, p. 111-222, jan./abr., 2008.

SIVIY, S. M.; HARRISON, K. A.; MCGREGORI, I. S. Fear, risk assessment, and playfulness in the juvenile rat. **Behav Neurosci**, 2008.

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

WERKEMA, C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WERKEMA, C. **Lean seis sigma**: introdução às ferramentas do lean manufacturing. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

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

YANG, K.; EL-HAIK, B. **Projeto para Six Sigma**: um roteiro para desenvolvimento do produto. São Paulo: Educator Editora e Desenvolvimento Empresarial Ltda.