

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DENISE BASTOS DE ARAÚJO**

**EXECUÇÃO DE UM PROJETO LEAN SEIS SIGMA PARA REDUÇÃO DE  
DESPERDÍCIOS EM LINHA DE ENVASE DE IOGURTES DE UMA INDÚSTRIA DE  
LATICÍNIOS: UM ESTUDO DE CASO**

**TOLEDO  
2025**

**DENISE BASTOS DE ARAÚJO**

**EXECUÇÃO DE UM PROJETO LEAN SEIS SIGMA PARA REDUÇÃO DE  
DESPERDÍCIOS EM LINHA DE ENVASE DE IOGURTES DE UMA INDÚSTRIA DE  
LATICÍNIOS: UM ESTUDO DE CASO**

*IMPLEMENTATION OF A LEAN SIX SIGMA PROJECT FOR WASTE REDUCTION IN A  
YOGURT FILLING LINE OF A DAIRY INDUSTRY: A CASE STUDY*

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
como requisito para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia,  
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Orientador(a): Prof. Dr. Robson Luciano de Almeida

**TOLEDO**

**2025**



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**DENISE BASTOS DE ARAÚJO**

**EXECUÇÃO DE UM PROJETO LEAN SEIS SIGMA PARA REDUÇÃO DE  
DESPERDÍCIOS EM LINHA DE ENVASE DE IOGURTES DE UMA INDÚSTRIA DE  
LATICÍNIOS: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
como requisito para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia,  
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Orientador(a): Prof. Dr. Robson Luciano de Almeida

Data de aprovação: 02 de julho de 2025

---

**Sandra Regina da Silva Pinela**  
**Doutorado**  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**

---

**Franco Manfro**  
**Especialização**  
**Fiasul Indústria de Fios**

---

**Robson Luciano de Almeida**  
**Doutorado**  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**

**TOLEDO**  
**2025**

Dedico este trabalho aos meus pais, companheiro e filhos que se mantiveram presentes me apoiando e me entendendo, pelos momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida e saúde.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Robson Luciano de Almeida, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

As amizades sinceras que fiz durante o período da graduação e levarei para minha vida.

Gostaria de deixar registrado também o meu reconhecimento à minha família, em especial ao meu pai, que mesmo não estando mais presente nesse mundo, no início da graduação me incentivou a correr atrás desse sonho. À minha mãe e companheiro, por serem meu alicerce nos momentos difíceis, e aos meus filhos por me dar forças para continuar a ser cada dia melhor.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos  
mantemos fiéis a nós mesmos.”  
(Friedrich Nietzsche, 2005)

## RESUMO

A redução das perdas de embalagens na indústria alimentícia configura-se como um desafio relevante à sustentabilidade e à competitividade do setor. Este trabalho teve como foco as perdas de embalagens no processo produtivo de uma indústria de laticínios, setor de expressiva importância para a economia brasileira. Durante as etapas de produção, são gerados resíduos inerentes ao processo industrial, os quais impactam de forma significativa o meio ambiente. Na empresa estudada, situada na região oeste do estado do Paraná, foi identificada uma considerável perda de embalagens na linha de envase da termoformadora IMAAJ 68. Diante desse cenário, o objetivo principal deste trabalho consistiu na execução de um projeto de melhoria contínua com base na metodologia Lean Seis Sigma, utilizando o ciclo DMAIC, com o objetivo de reduzir as perdas de embalagens nesta linha de envase. O projeto resultou em uma redução de 57,03% nas perdas de embalagens, com uma projeção de economia superior a R\$ 126.000,00 por ano, evidenciando a efetividade do método adotado na promoção de melhorias operacionais e financeiras. Para alcançar tal resultado, foram seguidas as etapas do ciclo DMAIC: levantamento detalhado das perdas no processo de termoformação, coleta e análise de dados, identificação das causas principais e elaboração de um plano de ação. A redução obtida não apenas minimizou desperdícios, como também abriu espaço para a proposição de melhorias em outras áreas da organização, com a perspectiva de implantação gradativa de um sistema de gestão operacional sem a necessidade de investimentos significativos. Essa abordagem estratégica permitiu a integração eficiente das mudanças ao processo existente, proporcionando resultados concretos em curto e médio prazo. A utilização de ferramentas do Lean neste estudo contribuiu não apenas para a mitigação das perdas de embalagem, mas também para o fortalecimento da sustentabilidade e da eficiência operacional da empresa.

**Palavras-chave:** DMAIC, Melhoria Contínua, Eficiência operacional, Gestão da Qualidade, Indústria alimentícia.

## **ABSTRACT**

*The reduction of packaging losses in the food industry represents a significant challenge to the sector's sustainability and competitiveness. This study focused on packaging losses in the production process of a dairy industry, a sector of notable importance to the Brazilian economy. During the production stages, waste inherent to the industrial process is generated, which significantly impacts the environment. In the company studied, located in the western region of the state of Paraná, a considerable amount of packaging loss was identified on the IMAAJ 68 thermoforming filling line. Given this scenario, the main objective of this work was the execution of a continuous improvement project based on the Lean Six Sigma methodology, using the DMAIC cycle, aiming to reduce packaging losses on this filling line. The project resulted in a 57.03% reduction in packaging losses, with projected savings exceeding R\$ 126,000.00 per year, demonstrating the effectiveness of the adopted method in promoting operational and financial improvements. To achieve this result, the steps of the DMAIC cycle were followed: detailed assessment of losses in the thermoforming process, data collection and analysis, identification of root causes, and development of an action plan. The reduction achieved not only minimized waste but also created opportunities for proposing improvements in other areas of the organization, with the prospect of gradually implementing an operational management system without the need for significant investments. This strategic approach allowed for the efficient integration of changes into the existing process, delivering concrete results in the short and medium term. The use of Lean tools in this study contributed not only to mitigating packaging losses but also to strengthening the company's sustainability and operational efficiency.*

**Keywords:** *DMAIC, Continuous Improvement, Operational efficiency, Quality Management, Food industry.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Ciclo DMAIC .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 2 – Esquema das informações de um SIPOC .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3 – Exemplo de Folha de Verificação em fabricação de lentes .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 4 – Estratificação das roupas danificadas em uma lavanderia .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 5 – Diagrama de Causa e Efeito .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 6 – Embalagens de iogurte ensacadas para descarte ao fim de um dia de produção .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 7 – Perdas diárias de embalagens na termoformadora IMAAJ 68 no período de histórico .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 8 – Produção por dia na termoformadora IMAAJ 68 .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 9 – Gráfico de Dispersão entre as perdas diárias de embalagens (kg) e a produção do dia (kg) .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 10 – Processo de Produção das Embalagens .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 11 – Diagrama de Ishikawa das causas prováveis nas perdas de embalagem.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 12 – Perdas diárias em kg de embalagens na termoformadora IMAAJ 68 no período de histórico e após as ações .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 13 – Descarte de embalagens antes x depois implementação do projeto .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 14 – Projeção semanal, mensal e anual das perdas de embalagem em R\$ antes e após a implantação do projeto.....</b>	<b>56</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 – Modelo de Plano de Ação 5W1H para resolução de problemas.....</b>	<b>30</b>
<b>Quadro 2 – Cronograma do Projeto 2024.....</b>	<b>43</b>
<b>Quadro 3 – SIPOC do processo geral de produção de bandejas e envase de iogurte .....</b>	<b>46</b>
<b>Quadro 4 – Aplicação do Método dos 5 Porquês na causa relacionada à falta de POP de operação do equipamento .....</b>	<b>50</b>
<b>Quadro 5 – Plano de Ação 5W1H .....</b>	<b>52</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>15</b>
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>logurte</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Resíduos da indústria de laticínios</b>	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>A filosofia Lean</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>A metodologia Seis Sigma</b>	<b>21</b>
<b>2.5</b>	<b>A metodologia Lean Seis Sigma</b>	<b>21</b>
<b>2.6</b>	<b>Ferramentas do Lean Seis Sigma</b>	<b>22</b>
2.6.1	O Método DMAIC	24
2.6.2	SIPOC	25
<b>2.7</b>	<b>A Qualidade e suas ferramentas</b>	<b>26</b>
2.7.1	Folha de verificação	27
2.7.2	<i>Brainstorming</i>	28
2.7.3	Estratificação	29
2.7.4	Plano de Ação 5W1H	30
2.7.5	Diagrama de Causa e Efeito	30
2.7.6	Procedimento Operacional Padrão (POP)	31
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>D (Define)</b>	<b>36</b>
<b>4.2</b>	<b>M (Measure)</b>	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>A (Analyze)</b>	<b>46</b>
<b>4.4</b>	<b>I (Improve)</b>	<b>51</b>
<b>4.5</b>	<b>C (Control)</b>	<b>54</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXO 1 - POP DE OPERAÇÃO DA TERMOFORMADORA IMAAJ 68</b>	<b>66</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Nas últimas décadas, os países em desenvolvimento aumentaram a sua participação na produção global de leite. Este crescimento deve-se principalmente ao aumento do número de animais destinados à produção, e não à produtividade *per capita* (FAO, 2023).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, com mais de 34 bilhões de litros por ano, com produção em 98% dos municípios brasileiros, tendo a predominância de pequenas e médias propriedades e empregando perto de 4 milhões de pessoas (MAPA, 2023).

A indústria de laticínios é um importante setor para a economia brasileira. Porém, sabe-se que “durante suas etapas de produção podem ser gerados resíduos que, se não tratados corretamente, podem impactar de forma considerável o meio ambiente” (MMA, 2005). No entanto, se a liderança deste setor abordar seriamente questões como redução de emissões, produção sustentável e bem-estar animal, pode se posicionar melhor dentro do cenário atual, de um mundo cada vez mais preocupado com o meio ambiente e com a ideia do Consumo Sustentável.

O descarte de embalagens defeituosas de produtos, embalagens de produtos químicos e insumos, cinzas e fuligem de caldeiras, sucatas metálicas provenientes das operações de manutenção de equipamentos, resíduos de madeira provenientes de descartes de pallets e embalagens, vidros e lâmpadas, geram grande impacto. Segundo Rodrigues (2020, pág. 28), para a diminuição do impacto ambiental, a prevenção e minimização da geração de resíduos sempre deve ser priorizada. Isto é corroborado por Ohno (1997), que afirma: “uma boa prática de gestão está em trabalhar os desperdícios nos processos produtivos, com o objetivo de reduzir os custos e elevar o nível de competitividade da empresa”. Também Fernandes (2015), sobre a redução de desperdícios, conclui: “com o cliente satisfeito, basta encontrar o caminho para a redução dos custos e perdas em toda a cadeia produtiva”.

Para melhorar a eficiência de seus equipamentos, diversas empresas trabalham com programas de melhoria contínua, como o *Six Sigma*, *Lean Manufacturing*, ou a junção desses, conhecida como *Lean Six Sigma*, que tem sido utilizado com grande representatividade. A implementação deste método pode ser

feita através da aplicação de diversas ferramentas, um dos modelos bastante utilizados é o DMAIC, que para Bezerra et Al (2010) trata-se de uma resolução de problemas passo a passo que abrange o agrupamento de outras ferramentas específicas de qualidade. Segundo Fernandes (2015) a metodologia em si apresenta uma rígida estrutura para identificação de problemas, análise, formulação de ações, aplicação de melhorias e controle do processo, características que contribuem pelo amplo reconhecimento de muitos autores da qualidade e efetividade da ferramenta.

Assim, com o foco em redução de desperdícios em linhas de produção, o presente estudo foi conduzido no setor de bandejas de iogurtes de uma indústria alimentícia que atua no mercado desde o início da década de 90, produzindo e comercializando produtos lácteos sob marcas próprias e de reconhecidos grupos varejistas. Localizada no oeste paranaense, a empresa oferece uma ampla variedade de produtos, incluindo iogurtes, bebidas lácteas, sobremesas, cremes, requeijões, *petit suisse*, leite fermentado, iogurtes probióticos e linha *light*.

O processo produtivo desta indústria começa com o recebimento do leite. Após passar por testes realizados pela equipe de garantia da qualidade, essa matéria prima é encaminhada para o setor de pasteurização. Em seguida, o leite pasteurizado é destinado para a fermentação e, de acordo com as ordens de produção, há um preparo específico para cada tipo de iogurte. As linhas de produção de iogurtes contam com máquinas de envase de diversos tipos, sendo que sete delas são de tecnologia termoformadora.

A empresa possui sete termoformadoras e envasadoras no setor, sendo duas que produzem bandejas, duas que produzem iogurte *petit suisse*, uma que produz iogurte grego/pudim, uma que produz sobremesa/flan e uma que produz twin (bandeja com confeitos e colher).

Desde 2023 a gerência da empresa observava a ocorrência de muitas perdas de embalagens em todas as termoformadoras e envasadoras, em quantidade variável, porém não eram medidas e a empresa não dava ainda foco a este problema. Não se tinha ideia do desperdício nesta parte do processo, pois não havia uma rotina de quantificação e relato desse tipo de perda. Com o intuito de avaliar o impacto do problema realizou-se pela primeira vez um levantamento de perdas de embalagens na linha de envase 68, especificamente no equipamento termoformadora IMAAJ 68, no mês de setembro de 2023, o qual mostrou uma perda média diária de 78 kg de embalagens de iogurte, tendo um mínimo de 61,1 kg e máximo de 93,6 kg no período

avaliado, que foi de 05 a 28/09/2023. Essa termoformadora produzia bandejas e envasava iogurte, operando em dois turnos e com 10 colaboradores para uma produção média de 23.000 kg por dia.

Os dados foram apresentados à gerência da empresa, a qual considerou que as perdas eram relevantes e deveriam ser quantificadas e reduzidas em pelo menos 50%, e que uma abordagem para promover a redução desses desperdícios seria de interesse da empresa. A gerência considerava que as termoformadoras estavam entre as máquinas que mais geravam perdas durante a produção na indústria.

No entanto, por questões técnicas não foi possível uma abordagem a este problema até junho de 2024. Nesse momento, como já havia uma quantificação das perdas na linha 68, optou-se em realizar um projeto piloto Seis Sigma de redução de perdas nessa linha, utilizando-se a metodologia DMAIC, o qual poderia posteriormente servir de base para ações de redução nas demais máquinas com a mesma função.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Executar um projeto de melhoria contínua com base na metodologia Lean Seis Sigma, utilizando o ciclo DMAIC, com o objetivo de reduzir as perdas de embalagens em uma linha de envase de iogurtes em uma indústria de laticínios.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Mapear e quantificar as perdas de embalagens na linha de envase 68, identificando os pontos críticos do processo produtivo.
- Aplicar as etapas do ciclo DMAIC para analisar as causas fundamentais das perdas na linha e desenvolver soluções baseadas em ferramentas da qualidade.
- Implementar, testar e padronizar as ações corretivas propostas, avaliando os resultados obtidos quanto à eficácia na redução de perdas e potencial de replicabilidade.

## **1.3 Justificativa**

As perdas de embalagem podem levar a custos mais altos e reduzir a eficiência da linha de produção de uma indústria. Assim, a redução de perdas no

processo resulta diretamente em redução de custos de produção e aumento da eficiência operacional.

Como as embalagens são de plástico, a redução em seu uso contribui indiretamente na proteção ao meio ambiente, já que a questão ambiental é um dos temas em que a indústria tem grande cuidado.

Além disso, a redução de desperdícios na máquina termoformadora também foi um trabalho piloto, que servirá de modelo para a realização de novos trabalhos em outras máquinas e setores da empresa.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Iogurte

Ao longo das últimas décadas, o iogurte emergiu como um produto alimentar amplamente consumido, caracterizado não apenas por seu sabor distintivo, mas também por seus benefícios para a saúde (Embrapa, 2023).

Os leites fermentados são uma categoria de lácteos bem diversa, que abrange desde leites cultivados, *kefir*, leite acidófilo, alguns tipos de iogurte, coalhada e *kumys*. Esses produtos são resultado de um processo de fermentação microbiana controlada que os confere sabor, textura e aroma característicos, e muitas vezes exclusivos (Embrapa, 2023).

Segundo Ina Carolina (2015), o leite fermentado é considerado um alimento funcional por conter probióticos. E para que seja reconhecido como um alimento probiótico é necessário que haja lactobacilos vivos que cheguem ao intestino e possam se reproduzir e colonizá-lo, já o iogurte é produzido a partir da coagulação do leite fermentado por bactérias, por esse motivo já se nota a diferença na consistência, é mais cremoso.

Iogurtes são mais apreciados por boa parte dos consumidores em relação a outros produtos lácteos em decorrência de suas propriedades sensoriais e, em alguns casos, por questões de saúde, por apresentarem digestibilidade maior do que a do leite (Cruz, 2017).

O leite destinado à elaboração do iogurte deve apresentar características peculiares que proporcionem o desenvolvimento microbiano sem causar alteração em suas características físico-química, microbiológica, reológica e sensorial (Cruz, 2017).

O pesquisador Metchnikoff, no início do século XX, fez observações que deram início à “teoria da longevidade”, na qual fala sobre o consumo de leite fermentado por *Lactobacillus spp.* (Martens, 2023).

Segundo Martens (2023), sua acidez estimula a salivação e a liberação de enzimas digestivas. Além disso, outras ações probióticas estão relacionadas com o iogurte, por exemplo, os efeitos que ajudam a combater o colesterol ruim e a ação inibitória de agentes patogênicos nos intestinos (CNA, 2023).

## 2.2 Resíduos da indústria de laticínios

No Brasil, a bovinocultura de leite desempenha um papel significativo na elevação da produção de alimentos, apresentando volumes de produção em constante crescimento. Com o aumento da pecuária leiteira, torna-se essencial a gestão dos resíduos gerados, tanto nas propriedades quanto nas indústrias de laticínios (MILKPOINT, 2021). A sustentabilidade tem se tornado uma prioridade em todas as esferas da sociedade, incluindo o setor de embalagens. À medida que a conscientização sobre questões ambientais avança, empresas e consumidores estão cada vez mais atentos ao impacto de suas ações no meio ambiente (CCL, 2024).

A Associação de Logística Reversa de Embalagens (ASLORE) enfatiza a importância de as empresas investirem na destinação adequada das embalagens após o consumo, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Lei 1235/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e prevê a implementação do Sistema de Logística Reversa (SLR) (MILKPOINT, 2018).

De acordo com Leite (2018), a geração de resíduos na indústria de laticínios está principalmente associada ao processo produtivo, resultante das operações e atividades relacionadas à produção industrial. No entanto, essa geração de resíduos não se limita à linha de produção, ocorrendo também em setores administrativos e em instalações auxiliares, como escritórios, instalações sanitárias e refeitórios.

Amoy (2023) ressalta que o meio ambiente é impactado por todas as etapas da indústria de laticínios, incluindo a produção de produtos lácteos, a embalagem e o armazenamento, além do marketing e da distribuição eficazes. O tratamento de resíduos na indústria de laticínios é uma questão de extrema importância para promover a sustentabilidade e reduzir os impactos ambientais negativos (Elementus, 2024). Abordagens sustentáveis, como a reciclagem, o tratamento biológico e a utilização de tecnologias avançadas, podem minimizar a poluição, recuperar recursos valiosos e fortalecer a imagem das indústrias de laticínios perante os consumidores.

De acordo com a Abief (Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis), o Brasil produz cerca de 7 milhões de toneladas de produtos plásticos por ano, sendo 44% de plásticos descartáveis e de uso único, comum nas embalagens de alimentos; boa parte deles termina em um dos 3 mil lixões existentes no Brasil. O setor de alimentos é o principal demandante do material, abocanhando uma fatia de quase 41% da produção.

A Norma ABNT NBR 10.004:2004 classifica os resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, diferenciando os resíduos perigosos dos não perigosos, sendo estes últimos subdivididos em inertes e não inertes. Segundo Maganha (2008), os resíduos gerados devem ser segregados na fonte geradora, ou seja, na indústria, e armazenados temporariamente em um depósito, preferencialmente localizado na própria planta industrial. Após o armazenamento, os resíduos devem ser encaminhados para empreendimentos habilitados a realizar o tratamento e a disposição final dos rejeitos. Esse gerenciamento pode ser realizado por meio da adoção, pela indústria, de instrumentos de gestão ambiental associados ao processo produtivo, bem como pelo uso de técnicas de tratamento.

### 2.3 A filosofia Lean

Segundo Chiarini (2018), os princípios Lean (enxuto, em inglês), cujos aspectos são moldados pela cultura japonesa e pelo Zen Budismo japonês, são projetados para permear todos os aspectos de uma organização, desde a cultura e filosofia da empresa até a liderança, tecnologia, trabalho em equipe e padronização de tarefas.

Moreti (2022) traz que um processo é dito Lean quando cuja programação (*input*) é transmitida a um único ponto de seu fluxo e onde cada atividade é **V.A.C.A.**

#### **Flex:**

**Valuable** — agrega valor, segundo a ótica do cliente;

**Adequate** — é executada com os meios (ferramentas, dispositivos, softwares) e condições (iluminação, ergonomia, segurança) adequados;

**Capable** — possui alta capacidade, evitando desperdícios de espera, refugo, retrabalho e movimento;

**Available** — tem alto grau de disponibilidade, evitando os desperdícios de espera e superprodução, promovendo o fluxo contínuo;

**Flexible** — é flexível de forma a diminuir os custos de setup. Os baixos custos de setup viabilizam a diminuição do tamanho dos lotes e facilitam o nivelamento da produção, minimizando assim os desperdícios de superprodução e inventário.

Para Werkema (2011), a metodologia Lean tem adaptações de conceitos, por isso existem diferentes tipos de Lean, sendo os principais descritos a seguir.

- **Lean Manufacturing:** é a que mais carrega a ideia original da metodologia Lean, tendo uma estratégia de manufatura enxuta que permite garantir uma operação de excelência, assim como no sistema de produção da Toyota.
- **Lean Office:** é aplicado em ambientes de áreas administrativas e escritórios. Lean Office pode ser facilmente usado, por exemplo, em setores administrativos de uma empresa ou mesmo em ambientes de home office, transformando o fluxo de valores em fluxo de informações.
- **Lean Construction:** é o conceito Lean aplicado para o setor de construção civil, tendo como finalidade diminuição de prejuízos de uma construção, rapidez na entrega de uma obra e ainda a redução de custos.
- **Lean Healthcare:** é o Lean com foco na área da saúde, tendo como finalidade a melhoria no atendimento de pacientes. Procura de forma contínua melhorar a participação de todos os funcionários nos processos da empresa e ainda busca diminuir desperdícios.
- **Lean Startup:** este modelo tem um foco maior no processo empreendedor, como fazer testes constantes com o uso de MVPs e a otimização de vendas, por exemplo.
- **Lean Logistic:** é o Lean com foco nas operações logísticas, focando em reduzir custos, enxugar desperdícios e, através do Mapa do Fluxo de Valor, consegue mostrar aos gestores quais as tarefas e atividades que geram um maior valor às operações.

Hors (2012), traz que o sistema Lean de manufatura baseia-se na produção puxada pela demanda, visando eliminar toda e qualquer forma de desperdício, reorganizando os processos, otimizando a produção, fazendo que custos desnecessários não sejam repassados para os clientes.

Para Werkema (2011) o cerne do Lean Manufacturing está a redução dos sete tipos de desperdício identificados por Taiichi Ohno: “defeitos (nos produtos), excesso de produção de mercadorias desnecessárias, estoques de mercadorias à espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário, movimento desnecessário (de pessoas), transporte desnecessário (de mercadorias) e espera (dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior)”.

A forma mais eficaz para se atingir um alto nível de performance em uma organização é reduzir as ineficiências da produção, que não só prejudicam os

resultados, mas também são consideradas fontes causadoras da falta de organização, o que, conseqüentemente, tem impacto direto no ambiente de trabalho (Junior, 2008). Por isso, a importância de se buscar soluções para fontes geradoras de desperdícios. Abreu (2002) traz que para se reduzir estas perdas é preciso estabelecer a diferença entre verificar para “localizar” defeitos e verificar para “prevenir” produtos defeituosos.

#### **2.4 A metodologia Seis Sigma**

O Seis Sigma, também conhecido como Six Sigma, nasceu na Motorola em 15 de janeiro de 1987 com o objetivo de tornar a empresa capaz de enfrentar concorrentes estrangeiros, que estavam fabricando produtos de melhor qualidade a um custo mais baixo (Breyfogle III, 2001).

Segundo Werkema (2012), o objetivo do Seis Sigma é chegar muito próximo a zero defeito, na verdade, em máximo 3,4 defeitos para cada milhão de operações realizadas. O programa visa levar a empresa a ser a melhor em seu ramo.

O Seis Sigma possui uma filosofia baseada no relacionamento existente entre projeto, fabricação, qualidade final e entrega de um produto e a satisfação dos consumidores (Werkema, 2012).

No Brasil, o interesse pelo Seis Sigma tem aumentado constantemente. Há alguns anos, empresas com unidades de negócio no exterior já estavam familiarizadas com esse programa. Segundo Werkema (2012) o Seis Sigma foi disseminado no Brasil a partir de 1997, quando o Grupo Brasmotor introduziu o programa em suas atividades.

#### **2.5 A metodologia Lean Seis Sigma**

Para Brenig (2023) o pensamento Lean se concentra no aumento do valor para o cliente, melhorando e suavizando o fluxo de processos e eliminando o desperdício.

Já Werkema (2012) traz o Seis Sigma como uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar drasticamente a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

O Lean Seis Sigma toma as características do Lean e do Seis Sigma e as integra para formar um magnífico conjunto de sete princípios, sendo eles:

- Foco no cliente,
- Identificação e entendimento de como o trabalho é feito,
- Gerenciamento e melhoria que suavize o fluxo de processos,
- Remoção de desperdícios e passos que não agregam valor,
- Gerenciamento com base em fatos e redução da variação,
- Envolvimento da equipe e as pessoas no processo,
- Aplicação da atividade de melhoria de forma sistemática

Brenig (2023), traz que os princípios de cada abordagem não são diferentes e o conjunto não produz surpresas.

## 2.6 Ferramentas do Lean Seis Sigma

Para Werkema (2012) o Lean Seis Sigma é uma estratégia de negócio onde todas as pessoas da empresa, nos diferentes níveis de aprofundamento do programa, são responsáveis por conhecer e implementar seus conceitos e sua metodologia.

O Lean Seis Sigma possibilita que as empresas adotem uma visão holística, compreendendo como os resultados coletivos de diversas iniciativas de menor escala impactam os grandes projetos executados no nível da alta administração. De acordo com Werkema (2012), a implementação do Lean Seis Sigma deve ser conduzida exclusivamente pelo CEO ou pelo principal executivo da organização, ou seja, sua aplicação deve seguir uma abordagem "de cima para baixo".

Conforme Werkema (2011), os projetos são conduzidos por equipes sob a liderança de especialistas em Seis Sigma, conhecidos por suas faixas (graus) no sistema, como Green Belts ou Black Belts, seguindo a metodologia DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

Adaptado de princípios de Lean Manufacturing e práticas de melhoria contínua descritos por autores como Womack & Jones (2004), Imai (1994) e Liker (2005), os 7 passos básicos para que os desperdícios sejam mínimos se resumem em:

### 1. Treinamento Contínuo:

- Realizar treinamentos regulares para todos os operadores sobre o processo de envase, incluindo as melhores práticas e a importância da precisão.
- Incluir simulações práticas para que os operadores possam aplicar o conhecimento em situações reais.

## 2. Documentação Clara:

- Criar manuais e guias visuais que detalham cada etapa do processo de envase, incluindo instruções sobre como ajustar a máquina e monitorar a qualidade.
- Disponibilizar esses documentos em locais visíveis na área de trabalho.

## 3. Checklists de Procedimentos:

- Desenvolver checklists que os operadores devem seguir antes, durante e após o envase. Isso ajuda a garantir que nenhuma etapa importante seja esquecida.
- Incluir itens como verificação de configurações da máquina, calibração e inspeção de bandejas.

## 4. Feedback e Comunicação:

- Estabelecer um canal de comunicação aberto onde os operadores possam relatar problemas ou incertezas sobre o processo.
- Promover reuniões regulares para discutir desafios enfrentados e compartilhar soluções.

## 5. Monitoramento e Análise de Dados:

- Implementar um sistema de monitoramento que registre dados sobre o processo de envase, como taxas de desperdício e reprocesso.
- Analisar esses dados periodicamente para identificar padrões e áreas que precisam de melhorias.

## 6. Ajustes em Tempo Real:

- Capacitar os operadores a fazer ajustes em tempo real durante o envase, com base em observações e medições, para evitar desperdícios.
- Incentivar a proatividade na identificação de problemas antes que se tornem grandes perdas.

## 7. Cultura de Melhoria Contínua:

- Fomentar uma cultura onde todos os colaboradores se sintam responsáveis pela qualidade do processo e estejam motivados a sugerir melhorias.

- Reconhecer e recompensar iniciativas que resultem em redução de desperdícios.

### 2.6.1 O Método DMAIC

Segundo Campos (1992) para manter qualquer processo sob controle é preciso saber localizar o problema, analisar o processo, padronizar e estabelecer itens de controle de tal forma que o problema não ocorra mais. E o controle de processo é a essência do gerenciamento em todos os níveis da empresa, desde o presidente até os operadores. Segundo esse mesmo autor, o primeiro passo para entender o controle de processo é a compreensão do relacionamento causa-efeito.

Há muitas maneiras de realizar ações corretivas para solucionar problemas em um processo e levá-lo de volta ao *status quo* (Juran, 2015). Werkema (2014) afirma que o Seis Sigma utiliza como método para promover a melhoria o DMAIC, este método tem como objetivo solucionar problemas e executar projetos, e tem forte contribuição para o atingimento das metas estratégicas traçadas por uma organização.

O DMAIC, segundo Montgomery e Woodall (2008), é muito utilizado para atingir a excelência operacional. Para Werkema (2011) o *Lean Six Sigma* combina as ferramentas e técnicas de redução de variabilidade do *Six Sigma* com as ferramentas e técnicas de eliminação de desperdício e não valor agregado do *Lean Manufacturing*, para gerar economia para os resultados de uma organização.

As etapas do DMAIC podem ser representadas de maneira cíclica conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo DMAIC



Fonte: Werkema, 2012.

Para Schroeder (2007), os estágios da metodologia DMAIC identificam os desvios e definem oportunidades para melhorias através dos dados coletados e analisados.

O método é constituído por cinco etapas que podem ser descritas de maneira sucinta da seguinte forma:

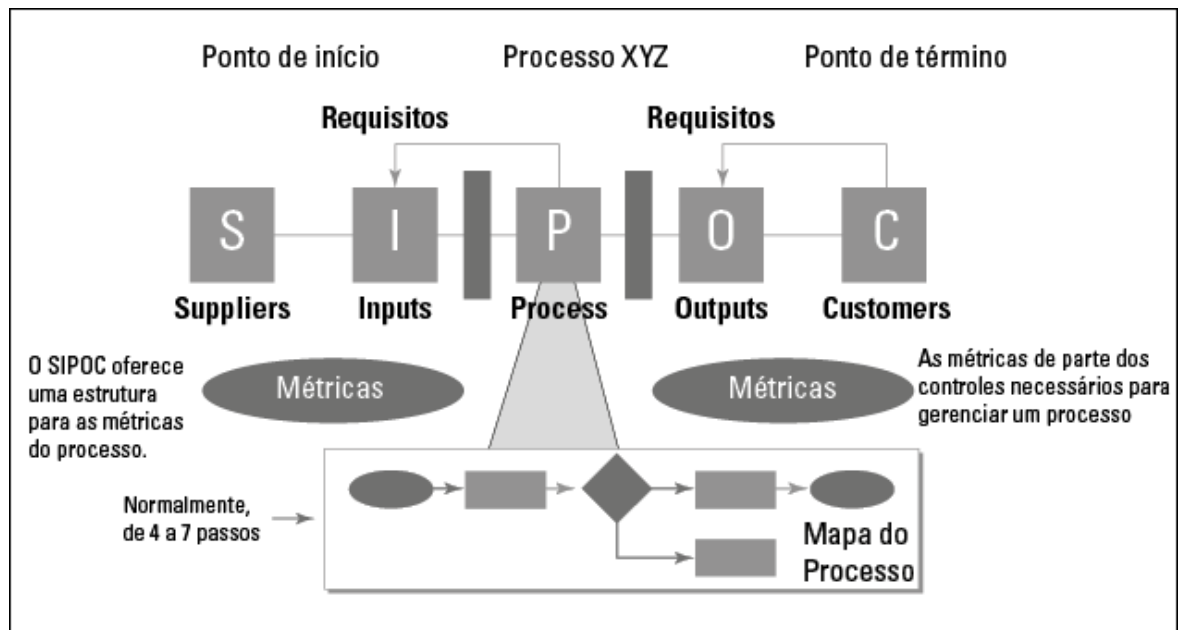
1. D – *Define* (Definir): Nesta etapa, a meta, ou problema, e o escopo do projeto devem ser claramente definidos;
2. M – *Measure* (Medir): Nesta segunda fase é feita a estratificação do problema principal encontrado na etapa “D”, podendo ser dividido e diversos outros pequenos problemas, facilitando suas resoluções;
3. A – *Analyse* (Analisar): Determinar as principais causas dos problemas prioritários, conforme a etapa anterior;
4. I – *Improve* (Melhorar): É nesta etapa que serão geradas ideias para resolução dos problemas, sendo estas posteriormente refinadas e priorizadas;
5. C – *Control* (Controle): Esta é a última etapa, em que é necessário realizar ações para garantir que a meta seja mantida a longo prazo.

### 2.6.2 SIPOC

A denominação SIPOC resulta das iniciais, em inglês, dos cinco elementos presentes no diagrama: fornecedores (*Suppliers*), insumos (*Inputs*), processo (*Process*), produtos (*Outputs*) e consumidores (*Customers*) (Werkema, 2012).

O modelo SIPOC identifica seus clientes e as saídas de que eles precisam, apresenta um mapa de processo de alto nível, geralmente compreendendo de quatro a sete passos, identifica os fornecedores e confirma as necessidades de entrada a partir deles. A Figura 2 apresenta um esquema de informações que podem ser identificadas em um SIPOC.

**Figura 2 – Esquema das informações de um SIPOC**



Fonte: Martin Brenig-Jones e Jo Dowdall, 2024.

Para Werkema (2012) por meio do SIPOC é possível a padronização, entre os participantes da equipe, supervisores e demais gestores, do escopo do projeto e da forma de visualização do principal processo envolvido.

## 2.7 A Qualidade e suas ferramentas

Qualidade é um conceito fundamental amplamente difundido na sociedade, frequentemente relacionado à competitividade, produtividade e outros aspectos. Esse tema tem sido predominante nas últimas décadas, refletindo a satisfação dos clientes (Carpinetti, 2016).

Segundo Kotler (1990), a qualidade é definida como “a totalidade dos atributos e características de um produto ou serviço que afetam sua capacidade de satisfazer necessidades declaradas ou implícitas.” De acordo com Lozada (2017), a qualidade é um princípio adotado por inúmeras organizações, manifestando-se em suas táticas, com o objetivo de buscar competitividade e destacar-se entre os concorrentes, conquistando e fidelizando clientes.

As ferramentas da qualidade surgiram na década de 1950, fundamentadas em julgamentos e práticas já estabelecidas, desempenhando um papel crucial na manutenção e aprimoramento dos processos. É importante ressaltar que essas

ferramentas contribuem para a melhoria contínua dos processos, conforme a perspectiva de Marshall Junior et al. (2006).

A qualidade total não se limita a uma metodologia de trabalho, mas representa o comprometimento máximo de toda a cadeia de valores em buscar a excelência. Nesse contexto, a *International Organization for Standardization* (ISO) 9000 tornou-se um padrão internacionalmente reconhecido para sistemas de gestão da qualidade (Limeira, 2015).

Quando se refere a qualidade total, algumas normas ISO são amplamente utilizadas para padronizar e melhorar a qualidade nas organizações, são elas:

- **ISO 9001** – Gestão da Qualidade
- **ISO 14001** – Gestão Ambiental
- **ISO 45001** – Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional
- **ISO 22000** – Gestão da Segurança de Alimentos

Segundo Werkema (2012), na gestão da qualidade, diversas ferramentas são utilizadas para garantir a eficiência, eficácia e a melhoria contínua dos processos. As principais ferramentas utilizadas na gestão da qualidade são Folha de verificação, *Brainstorming*, Estratificação, Planos de Ação 5W1H, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), Procedimentos Operacionais Padrão (POP), entre outras igualmente importantes.

### 2.7.1 Folha de verificação

Segundo Britto (2015), a Folha de verificação é uma das primeiras etapas a ser realizada, com o objetivo de identificar a intensidade de um problema.

É importante que algumas informações estejam contidas neste formulário, como a data e local da coleta, permitindo que estes dados sejam organizados simultaneamente a coleta, não necessitando retrabalho (Vieira, 2014)

Na maioria das vezes, a folha de verificação é desenhada pelo próprio usuário, o que facilita a posterior interpretação dos resultados. Importante é construir uma planilha na qual a pessoa apenas marque, com objetividade, o que foi planejado para ser analisado (Vieira, 2014).

A Folha de verificação pode ser um formulário físico ou virtual, utilizado para tabular dados de uma observação amostral, identificando a frequência dos eventos previamente selecionados em um período determinado (Werkema, 2012). A Figura 3



Etapa 3: Indicar um coordenador para dirigir a equipe.

Etapa 4: Indicar um membro da equipe que registrará as ideias e administrará o tempo.

Etapa 5: Definir regras de funcionamento: Etapas para o Brainstorming

- Definir a metodologia, a forma de participação ou intervenção dos membros.
- Todas as ideias devem ser registradas onde possam ser vistas por todos.
- Nenhuma ideia pode ser criticada ou rejeitada.
- Outras ideias podem e devem ser criadas a partir de ideias anteriores.

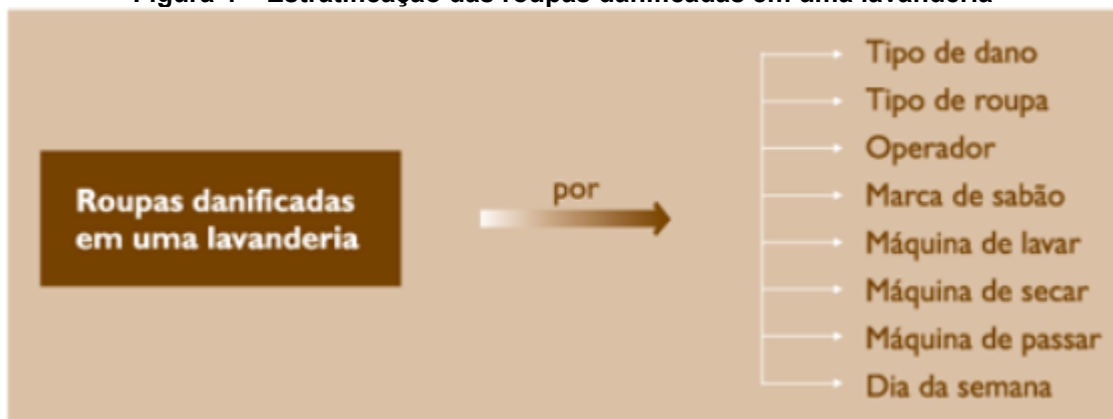
### 2.7.3 Estratificação

Segundo Carpinetti (2016), a estratificação consiste na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em características distintivas. É importante que os dados sejam coletados durante um período de tempo não muito curto, de forma que se possam analisar os dados também em função do tempo.

É essencial que a coleta de dados abranja os fatores que influenciam na causa, de forma a ser possível realizar uma estratificação adequada e representativa do problema (Furukita, 2017).

Segundo Werkema (2012) a estratificação consiste na observação do problema sob diferentes aspectos, isto é, no agrupamento dos dados sob vários pontos de vista, de modo a focalizar o problema, conforme Figura 4.

**Figura 4 – Estratificação das roupas danificadas em uma lavanderia**



Fonte: Werkema, 2012.

### 2.7.4 Plano de Ação 5W1H

Rodrigues (2020) traz que o 5W1H é uma ferramenta administrativa utilizada para registrar de maneira organizada e planejada como serão efetuadas as ações. Tem como resultado um Plano de Ação.

Com a identificação dos fatores críticos, foi definido um plano de ação, para cada processo, que, por sua vez, deve ser desmembrado com o objetivo de apresentar todas as atividades que o compõem (Rodrigues, 2020).

Para Vasconcelos (2009), um bom plano de ação deve deixar claro, tudo aquilo que deverá ser realizado, sendo assim utilizando a metodologia da qualidade 5W1H para desenvolver um check-list, contendo os seis principais pontos do plano de ação, como apresentado no modelo do Quadro 1.

**Quadro 1 – Modelo de Plano de Ação 5W1H para resolução de problemas**

O que? (WHAT)	Por que? (WHY)	Quem? (WHO)	Quando? (WHEN)	Onde? (WHERE)	Como? (HOW)
Determinar as ações que devem ser realizadas	Justificar o porquê é necessário fazer essa ação	Identificar a equipe responsável pelas ações	Estabelecer o prazo para a realização das ações	Identificar onde será realizada a tarefa	Descrever como será feito para alcançar determinada ação

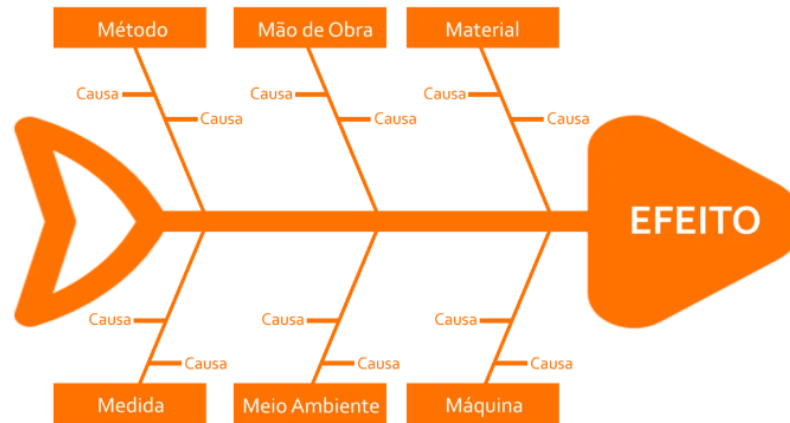
**Fonte: Adaptado de Marshall Junior et al (2006)**

### 2.7.5 Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito, também chamado de Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa, é um diagrama que visa estabelecer a relação entre o efeito e todas as causas de um processo (Rodrigues, 2020).

Com base no detalhamento de suas causas, tem-se usado com bastante frequência vincular a origem da maior parte dos problemas de uma empresa nas seis colunas que fazem parte de seu arranjo produtivo, que são o chamado 6 M: Matéria prima, Máquinas, Medição, Meio ambiente, Mão de obra e Metodologia (Britto, 2015), conforme apresentado na Figura 5.

Segundo Rodrigues (2020) a elaboração de um Diagrama de Causa e Efeito deve ser feita através de um *brainstorming* ou de outras técnicas que envolvam equipes de trabalho.

**Figura 5 – Diagrama de Causa e Efeito**

Fonte: Britto, 2015.

#### 2.7.6 Procedimento Operacional Padrão (POP)

O POP é um documento que expressa o planejamento do trabalho repetitivo que deve ser executado para o alcance de uma meta-padrão (Toledo, 2012). Tem como objetivo padronizar e minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais para o bom funcionamento do processo.

Os POPs devem conter informações específicas, como identificação, data e número da última revisão, materiais, procedimentos, como mostrado no exemplo do Anexo 1.

### 3 METODOLOGIA

O estudo consistiu numa pesquisa descritiva com abordagem qualitativa e quantitativa das perdas de embalagens na linha de envase 68, investigação das causas e realização de ações para correção do problema identificado. A metodologia adotada para a abordagem do problema foi o DMAIC, tendo em cada etapa um conjunto de perguntas que, ao serem respondidas, guiaram o trabalho na forma de um mapa de raciocínio. As etapas e as perguntas em cada são detalhadas a seguir.

1. D (*Define*): Nesta primeira etapa o problema, a meta e o projeto de solução são definidos. Para isso, uma série de descrições são realizadas a partir das seguintes perguntas objetivas:
  - Descrição do problema: Qual é o problema?
  - Descrição do indicador: Qual métrica ou indicador será utilizado para medir o resultado do projeto?
  - Descrição da confiabilidade: Existem dados confiáveis para levantamento do histórico? Por que os dados foram classificados como confiáveis?
  - Descrição do histórico: Como o problema vem se comportando historicamente?
  - Descrição da meta global: Qual é a meta global?
  - Descrição das perdas e ganhos: Quais são as perdas resultantes do problema? Quais são os potenciais ganhos do projeto?
  - Descrição da justificativa: Por que o projeto deve ser desenvolvido?
  - Descrição da equipe: Qual equipe desenvolverá o projeto?
  - Descrição do cronograma: Qual é o cronograma do projeto?
  - Descrição do processo: Qual é o principal processo envolvido?
  - Descrição do alinhamento: O projeto está alinhado com a diretoria da empresa?
  
2. M (*Measure*): Nesta etapa o problema pode, se for pertinente, ser estratificado e desmembrado em problemas ou focos menores. Para cada foco realiza-se medidas,

coletas de dados e define-se metas específicas, além de avaliar as variações dos dados. As perguntas a serem respondidas nesta etapa são:

- Descrição dos critérios: Como o problema pode ser estratificado? Quais os fatores de estratificação?
- Descrição da confiabilidade: Há dados confiáveis para a estratificação do problema? Por que são considerados confiáveis?
- Descrição da coleta: Caso não existam dados históricos, como os novos dados serão coletados?
- Descrição dos focos: Quais são os focos do problema (estratos mais significativos)?
- Descrição do histórico: Como os focos se comportam ao longo do tempo (análise de variação dos focos)?
- Descrição das metas específicas: Quais são as metas específicas para cada um dos focos? As metas específicas são suficientes para o alcance da meta geral

3. *A (Analyse)*: Nessa etapa levanta-se as causas potenciais do problema, faz-se a priorização das mesmas e identifica-se as causas fundamentais. As descrições a serem realizadas nesta etapa são:

- Descrição do processo: Qual o processo gerador do Problema?
- Descrição das causas: Quais são as causas potenciais que mais influenciam no problema?
- Descrição das alterações: Será necessário revisar o mapa de processo?
- Descrição das priorizações: As causas potenciais foram priorizadas?
- Descrição da comprovação: As causas priorizadas foram comprovadas (quantificadas)?
- Descrição das causas fundamentais: Quais são as causas fundamentais?

4. *I (Improve)*: Nessa etapa são geradas ideias para a resolução do problema, avaliação de riscos com as soluções, elaboração e execução de um plano de ação e,

ao final, a verificação dos resultados alcançados. As descrições a serem realizadas nesta etapa são:

- Descrição das soluções: Quais as possíveis soluções?
- Descrição das prioridades: Será necessário priorizar as soluções?
- Descrição dos riscos: As soluções apresentam algum risco? Há algum impacto com a implementação das soluções? É necessário algum plano de contingência?
- Descrição dos testes: Será necessário teste de implantação das soluções?
- Descrição dos resultados dos testes: Quais os resultados dos testes? As soluções poderão ser implementadas em uma escala maior para a solução do problema?
- Descrição do plano de ação: Qual o plano de ação para implementação da solução em larga escala?
- Descrição da implementação: As ações foram implementadas conforme planejado? Há comprovações da implementação?
- Descrição do atingimento dos resultados: As metas específicas foram alcançadas? Os resultados alcançados podem ser detalhados?

5. C (*Control*): Nesta última etapa verifica-se o atingimento da meta global, definida na primeira etapa, avalia-se os retornos financeiros com a solução, define-se novos padrões e formas de monitoramento para que a meta seja mantida e o problema não volte a ocorrer. Faz-se a avaliação final do projeto. As descrições a serem realizadas nesta etapa são:

- Descrição do alcance: A meta global foi alcançada? É possível comprovar o atingimento dessa meta e a resolução do problema?
- Descrição do retorno: Foi obtido o retorno financeiro? Pode-se comprovar o retorno obtido?
- Descrição dos padrões: Foram criados ou alterados padrões operacionais para manutenção dos resultados?

- Descrição dos treinamentos: As pessoas envolvidas com o cumprimento dos novos padrões foram treinadas? É possível descrever os treinamentos executados?
- Descrição do monitoramento: Quais variáveis do processo serão monitoradas para que os resultados sejam mantidos? Como essas variáveis serão monitoradas?
- Descrição do OCAP: Como será o acompanhamento do processo com base no sistema de monitoramento? É possível apresentar o OCAP na forma de fluxograma ou descrição textual?
- Descrição do aprendizado: Qual foi o aprendizado da equipe com a execução do projeto? Quais as recomendações da equipe para a empresa?

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos ao longo do trabalho estão organizados a seguir, conforme as etapas da metodologia adotada.

### 4.1 D (Define)

#### **Descrição do problema**

(Qual é o problema?)

As perdas de embalagens na termoformadora de bandejas têm sido objeto de estudo devido ao elevado volume de desperdício em comparação com outras máquinas termoformadoras e, também, por questões ambientais, uma vez que o aumento de resíduos gerados dificulta o descarte final.

Em setembro de 2023, foram quantificadas as perdas de embalagens na linha de envase 68, em que o equipamento principal é a termoformadora IMAAJ 68, uma máquina que faz a termoformagem de embalagens, envase e selagem de iogurte. O levantamento realizado no período indicou uma perda média diária de 78 kg de embalagens de iogurte, variando de um mínimo de 61,1 kg a um máximo de 93,6 kg durante os 17 dias trabalhados, entre 5 e 28 de setembro de 2023. Essa termoformadora produzia bandejas de iogurte, operando em dois turnos com 10 colaboradores, resultando em uma produção média de 23.000 kg por dia.

As perdas de embalagens ocorreram em diferentes momentos do processo produtivo, como no início (durante a regulagem da máquina), no meio ou ao final da produção. Em sua maioria, as embalagens perdidas estavam vazias; no entanto, houve casos em que embalagens cheias foram descartadas, sendo o conteúdo sempre reprocessado. Ressalta-se que as perdas contabilizadas neste estudo se referem exclusivamente às embalagens, uma vez que a estimativa inicial demonstrou que menos de 2% das embalagens perdidas continham produto, o qual era integralmente reaproveitado.

Após o levantamento realizado para o trabalho, a gerência da empresa considerou as perdas de embalagens relevantes, determinando que fossem quantificadas e reduzidas, dada sua importância econômica e ambiental. Contudo, por questões técnicas, uma abordagem detalhada para resolver esse problema só foi possível a partir de junho de 2024, quando o projeto foi retomado. Os dados coletados em setembro de 2023 foram utilizados como referência histórica para compreender a

dimensão do problema, servindo também como base comparativa para medições futuras e para a definição de metas.

O objetivo estabelecido pela gerência foi o desenvolvimento e apresentação de um projeto até setembro de 2024. Caso os resultados obtidos atendam às expectativas, o projeto será replicado em outras máquinas termoformadoras da empresa.

### **Descrição do indicador**

**(Qual métrica ou indicador será utilizado para medir o resultado do projeto?)**

O indicador geral utilizado para medir os resultados do projeto é o peso de embalagens desperdiçadas por dia na termoformadora IMAAJ 68, expresso em quilogramas por dia (kg/dia).

A escolha da unidade kg/dia foi motivada pelo fato de que, tanto a compra quanto o registro das quantidades de embalagens no sistema da empresa, são realizados em quilogramas.

### **Descrição da confiabilidade**

**(Existem dados confiáveis para levantamento do histórico? Por que os dados foram classificados como confiáveis?)**

A quantificação das perdas foi realizada por meio da contagem manual das bandejas descartadas ao final de cada jornada de produção. Os valores obtidos foram convertidos para quilogramas (kg) mediante aplicação dos respectivos fatores de conversão: 0,02675 kg por bandeja sem tampa, 0,02750 kg por bandeja com tampa e 0,00075 kg por tampa avulsa.

Tais fatores foram determinados em conjunto com o setor de custos da empresa, por meio da pesagem de amostras de bandejas com e sem tampa. Com base na média dos pesos obtidos, definiu-se o valor a ser adotado nos cálculos deste trabalho. Adicionalmente, foi realizada a medição de pedaços de PSAI e de bobina tampa que se perdiam durante o processo produtivo, de modo a incluir também esses resíduos na estimativa total de perdas.

Após a contagem, as embalagens descartadas eram acondicionadas em sacos plásticos, destinados ao descarte adequado, conforme ilustrado na Figura 6, que apresenta as perdas registradas ao final de um dia de produção.

Os dados obtidos foram coletados exclusivamente pela responsável pelo projeto e autora deste trabalho, durante 17 dias consecutivos de observação, considerados como período de amostragem. Ressalta-se que esse período não representa um histórico estatisticamente confiável, servindo apenas como base amostral para análise preliminar das perdas no processo produtivo.

**Figura 6 – Embalagens de iogurte ensacadas para descarte ao fim de um dia de produção**



Fonte: Autoria Própria, 2024.

- **Descrição do histórico**

Entre os dias 5 e 28 de setembro de 2023, foi realizada a contagem das bandejas perdidas, permitindo identificar uma redução considerável nas perdas ao longo de três períodos distintos:

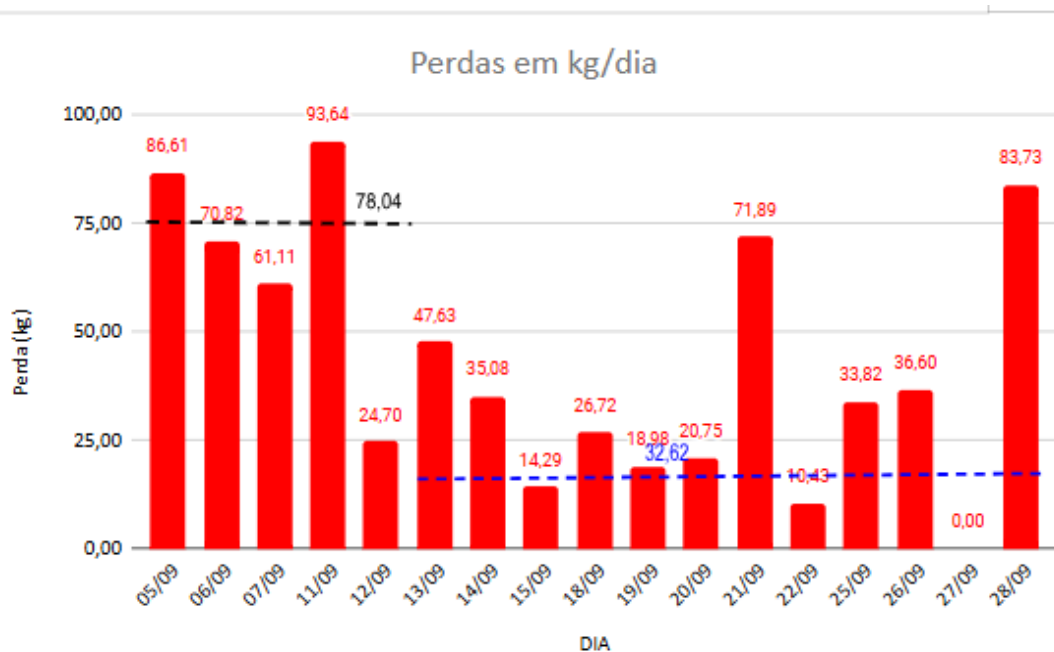
1. **Primeiro período (5 a 11 de setembro):** Durante esse período, as perdas foram classificadas exclusivamente pelo motivo que as ocasionou. Os sacos contendo as bandejas descartadas foram identificados conforme cada tipo de perda registrado.
2. **Segundo período (12 a 20 de setembro):** Nessa etapa, foi solicitado aos operadores que, além de registrarem os motivos das perdas, também

identificassem o responsável pela operação e o turno correspondente. Essa medida resultou em uma redução significativa nas perdas observadas.

3. **Terceiro período (21 a 28 de setembro):** Neste intervalo, os operadores foram instruídos a registrar apenas os motivos das perdas, sem a identificação do responsável ou do turno. Observou-se, nesse período, um aumento das perdas, evidenciando a influência da ausência de responsabilização sobre os resultados.

A Figura 7 apresenta o gráfico com as perdas diárias de embalagens na termoformadora IMAAJ 68, referentes ao período histórico analisado. Já a Figura 8 exibe o gráfico correspondente à produção de iogurte envasado no mesmo equipamento.

**Figura 7 – Perdas diárias de embalagens na termoformadora IMAAJ 68 no período de histórico**

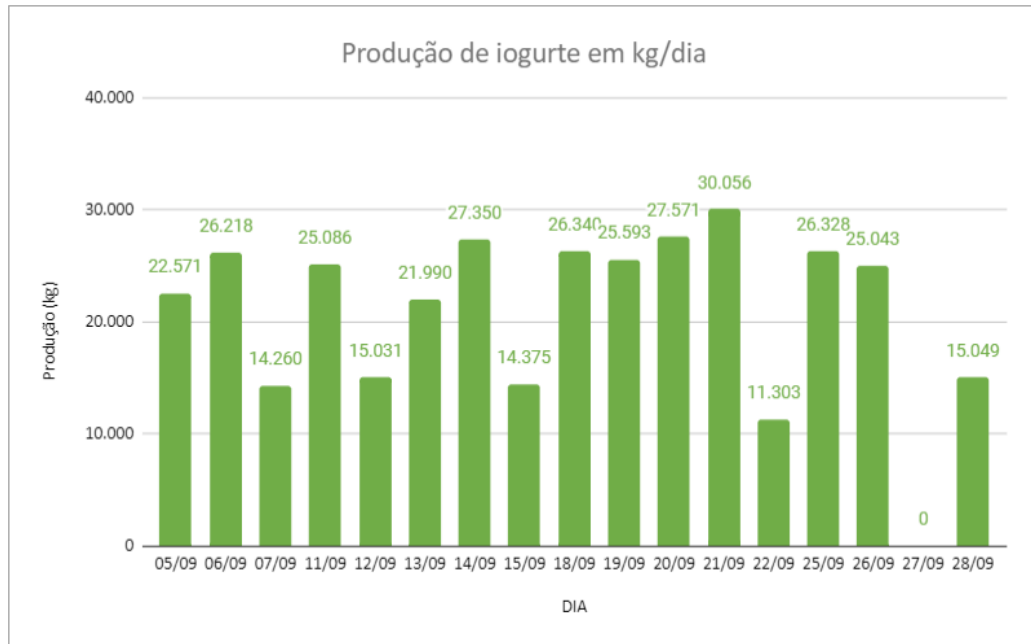


Fonte: Autoria Própria, 2024.

Observa-se que o primeiro período de avaliação, de 05 a 11/set/23, apresenta uma perda média de 78,04 kg/dia, com mínimo de 61,11 e máximo de 93,64 kg/dia. Apesar de poucos dados, este período representa melhor as condições de perdas que vinham ocorrendo no processo da máquina pelo motivo de não haver nenhuma interferência visível no processo de perda que responsabilizasse os operadores de alguma forma.

No segundo período é visível a redução das perdas em relação ao primeiro, visto que se passou a requerer a identificação do responsável pela operação do equipamento e o turno, implicando em uma responsabilização individual das perdas.

**Figura 8 – Produção por dia na termoformadora IMAAJ 68**



**Fonte: Autoria Própria, 2024.**

No terceiro período de observação a retirada da necessidade de identificação aparentemente traz um leve relaxo no cuidado com as perdas, mas não retornando mais ao patamar do primeiro período.

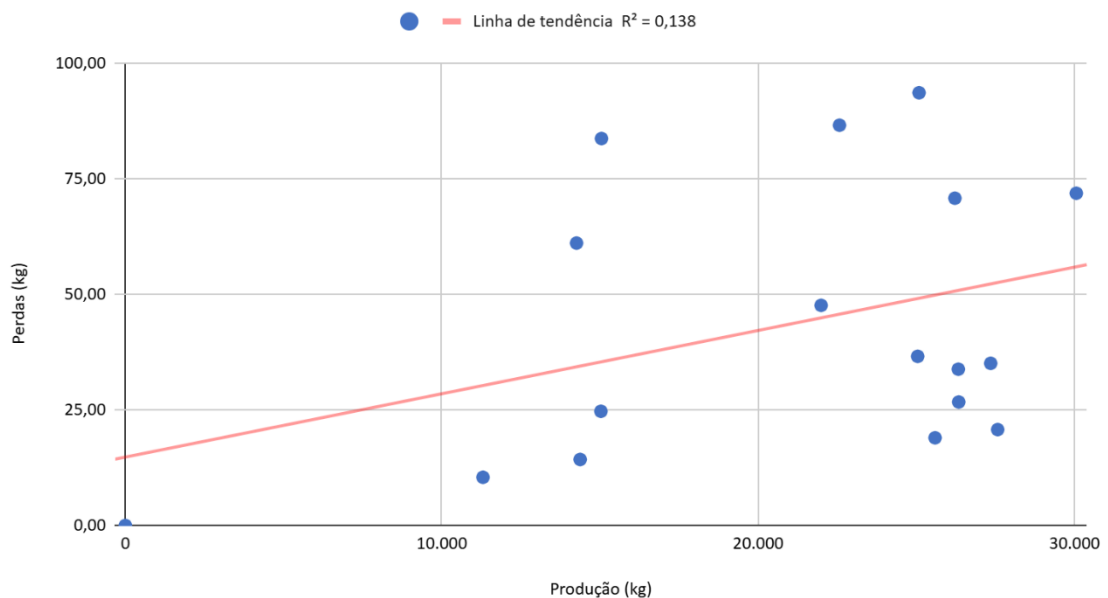
A média de perda de embalagem no segundo e terceiro períodos foi de 32,62 kg/dia.

A análise desses dados mostra que nem todas as perdas no período histórico podem ser consideradas representativas das perdas que vinham ocorrendo anteriormente na máquina, mas somente o primeiro período de observação. Os dados do segundo e terceiro período sugerem que uma forma possível de redução das perdas na máquina é por mudança de comportamento dos operadores, principalmente pela responsabilização individual de cada um.

Devido ao fator psicológico envolvido no segundo e terceiro período, observa-se que mesmo a produção sendo praticamente mantida, conforme mostrado no Gráfico 2, as perdas diminuíram no segundo e terceiro período históricos. E este efeito não foi devido a alguma redução de produção pois, como pode ser visto no gráfico de

dispersão apresentado na Figura 9, não foi determinada nenhuma relação significativa entre as perdas diárias e a produção do dia. O gráfico de dispersão correlaciona as perdas de embalagem em um dia (eixo Y) e a produção do dia (eixo X), mostrando que essas duas variáveis pouco se influenciam, que pode ser visto tanto pela dispersão dos pontos no gráfico como pelo baixo coeficiente de determinação ( $r^2$ ), de valor 0,138, significando que apenas 13,8% da variação das perdas é explicada pela variação da produção. Já o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) é, portanto, 0,3709, indicando realmente uma fraca correlação linear entre os dados.

**Figura 9 – Gráfico de Dispersão entre as perdas diárias de embalagens (kg) e a produção do dia (kg)**



Fonte: Autoria Própria, 2025.

- **Descrição da meta global**

(Qual é a meta global?)

No histórico considerado as perdas diárias de embalagens tiveram valores mínimo e máximo de 8,80 e 93,64 kg/dia, com média de 78,04 kg/dia no primeiro período do histórico, considerado mais representativo das perdas normais do processo.

Considerando que a redução obtida no segundo e terceiro períodos do histórico, para uma média de 32,62 kg/dia, que corresponde a 58,2% de redução em relação à média do primeiro período, representa um potencial de perda que pode ser

alcançado com o projeto, uma redução de pelo menos 50% pode ser considerada apropriada como uma meta inicial.

Desta forma, a meta do projeto é reduzir as perdas de embalagens na linha 68 em pelo menos 50% até setembro de 2024 utilizando-se a metodologia DMAIC.

- **Descrição das perdas e ganhos**

(Quais são as perdas resultantes do problema? Quais são os potenciais ganhos do projeto?)

As perdas decorrentes da operação não causam apenas um prejuízo financeiro para a empresa, mas também impactam o meio ambiente, devido ao elevado volume de embalagens plásticas descartadas na natureza. Este estudo contribuirá para a redução dessas perdas, aumentando a eficiência, reduzindo os custos operacionais e reduzindo também os resíduos gerados.

- **Descrição da justificativa**

(Por que o projeto deve ser desenvolvido?)

O projeto deve ser desenvolvido com o intuito de melhorar a eficiência e reduzir as perdas na operação da termoformadora, funcionando como um projeto piloto para que a empresa possa replicá-lo em outras máquinas e setores.

- **Descrição da equipe**

(Qual equipe desenvolverá o projeto?)

O desenvolvimento do projeto foi feito pela acadêmica Denise Bastos de Araújo, atuando como líder de projeto, sendo auxiliada por operadores do processo e manutentores.

- **Descrição do cronograma**

(Qual é o cronograma do projeto?)

O cronograma proposto para o projeto é o apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma do Projeto 2024

	Junho	Julho	Agosto	Setembro
D- Define	10/06 a 15/06			
M- Measure	16/06 a 08/07			
A - Analyse		09/07 a 20/07		
I - Improve		21/07 a 20/08		
C -Control			21/08 a 20/09	

Fonte: Autoria Própria, 2024.

- **Descrição do processo**

**(Qual é o principal processo envolvido?)**

O principal processo envolvido é a produção de bandejas para iogurtes. O processo produtivo da indústria inicia-se com o recebimento do leite, que, após passar por testes realizados pela equipe de garantia da qualidade, é encaminhado para o setor de pasteurização. Após a pasteurização, o leite é direcionado para o processo de fermentação e, conforme as ordens de produção, é realizado o preparo específico para cada tipo de iogurte.

As linhas de produção de iogurtes contam com máquinas de envase de diferentes tipos, sendo que oito dessas máquinas utilizam a tecnologia termoformadora.

Todos os insumos utilizados no processo industrial passam por testes de eficiência e qualidade. Somente após aprovação nesses testes, os insumos podem ser adquiridos. O setor de compras mantém um controle de estoque com um valor mínimo estipulado. Quando o estoque atinge esse valor, é providenciada a reposição.

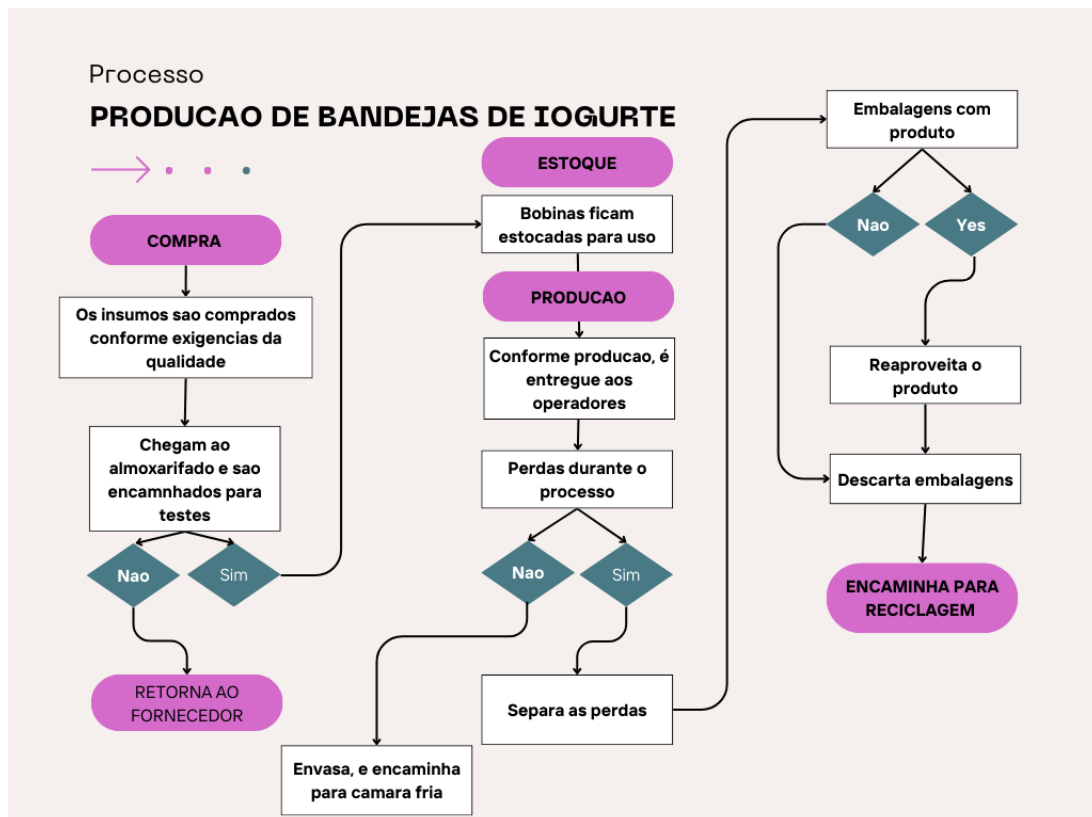
No momento da chegada dos insumos à empresa, os responsáveis pelo recebimento coletam amostras que são enviadas para análise e aprovação no setor de qualidade. Caso os testes sejam reprovados, os insumos não podem ser utilizados, e é emitida uma nota fiscal de devolução ao fornecedor. Caso os testes sejam

aprovados, os insumos são armazenados no estoque para serem utilizados na produção, conforme a demanda.

A produção realiza diariamente a retirada dos insumos necessários do estoque. O operador da termoformadora posiciona a bobina de Poliestireno de Alto Impacto (PSAI) no suporte para iniciar o processamento. Durante o processo, as perdas geradas são separadas de acordo com a situação:

- **Bandejas sem produto:** São acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao setor de reciclagem.
- **Bandejas com defeito e com produto:** Caso estejam com peso inferior ao estipulado, são direcionadas ao pulmão (câmara fria) para posterior reaproveitamento do iogurte. Após essa etapa, as bandejas são igualmente encaminhadas ao setor de reciclagem, conforme ilustrado no fluxograma da Figura 10.

Figura 10 – Processo de Produção das Embalagens



Fonte: Autoria Própria, 2024.

- **Descrição do alinhamento**

(O projeto está alinhado com a diretoria da empresa?)

O projeto desenvolvido está alinhado com a gerência do setor e é de conhecimento da diretoria da empresa. A gerência considerou pertinente o seu desenvolvimento, tendo em vista a relevância do impacto das perdas para a organização.

#### **4.2 M (Measure)**

- **Descrição dos critérios**

(Como o problema pode ser estratificado? Quais os fatores de estratificação?)

Como o problema ocorre especificamente em uma máquina e decidiu-se não realizar a quantificação por turno, e sim somente por dia de trabalho, não foi necessária a realização de nenhuma estratificação.

- **Descrição da confiabilidade**

(Há dados confiáveis para a estratificação do problema? Por que são considerados confiáveis?)

Como não houve estratificação, não foi necessária essa avaliação de confiabilidade.

- **Descrição da coleta**

(Caso não existam dados históricos, como os novos dados serão coletados?)

Os dados históricos correspondem às informações coletadas em setembro de 2023. A coleta de novos dados seguirá o mesmo procedimento adotado anteriormente.

Os operadores e auxiliares serão orientados a separar as perdas em sacos numerados e a registrar, em uma planilha, os motivos das perdas correspondentes a cada número de saco. Em seguida, essas perdas serão contabilizadas individualmente e convertidas em massa (kg) para posterior registro na planilha.

- **Descrição dos focos**

(Quais são os focos do problema (estratos mais significativos)?)

Como não foi necessária a estratificação, o problema foi analisado em um único foco (estrato), que é a perda de embalagens por dia de trabalho na termoformadora IMAAJ 68.

- **Descrição do histórico**

(Como os focos se comportam ao longo do tempo (análise de variação dos focos)?)

Não foi necessária a realização desta análise, pois o problema foi analisado em um único foco, cujo histórico é o do próprio problema.

- **Descrição das metas específicas**

(Quais são as metas específicas para cada um dos focos? As metas específicas são suficientes para o alcance da meta geral?)

Como há apenas a análise de um único foco, o qual tem uma meta global de redução de desperdícios, não foi necessária a definição de metas específicas.

### 4.3 A (Analyze)

- **Descrição do processo**

(Qual o processo gerador do Problema?)

O processo em que as perdas de embalagens foram medidas é o do envase de iogurte na termoformadora IMAAJ 68. O processo de produção de bandejas e envase de iogurte pode ser melhor entendido através da aplicação da ferramenta SIPOC, a qual apresenta um mapeamento detalhado do processo contendo cada etapa, seus fornecedores, entradas, saídas e clientes. O Quadro 3 apresenta o SIPOC deste processo.

**Quadro 3 – SIPOC do processo geral de produção de bandejas e envase de iogurte**

SIPOC				
S Fornecedor	I Entrada	P Processo	O Saída	C Cliente
Estoque	Bobina de PSAI	Produzir as bandejas (etapa de termoformação)	Bandejas formadas	Etapa de envase
			Bandejas danificadas	Setor de reciclagem
Termoformação	Bandejas formadas	Envasar o iogurte (etapa de envase)	Bandejas com iogurte envasado	Etapa de selagem
Fermentação	iogurte			
Etapa de envase	Bandejas com iogurte envasado	Selar bandejas (etapa de selagem)	Bandejas seladas	Fitadora
Estoque	Bobina de tampas		Bandejas com selagem danificada	Setor de reciclagem
Seladora	Bandejas seladas	Embalar bandejas em caixas (fitadora)	Caixas com 16 bandejas de iogurte seladas	Paletização
Estoque	Fita adesiva			
Fitadora	Caixas com bandejas de iogurte	Paletizar caixas de bandejas (paletização)	Paletes com caixas de iogurte	Armazenagem
Estoque	Paletes de madeira			
Paletização	Paletes com caixas de iogurte	Armazenar paletes (armazenagem)	Paletes de iogurte com strechs	Câmara fria
Estoque	Bobinas de filme stretch			

Etapas onde o problema ocorre (Termoformadora Imaaj 68)

Durante a operação de envase na termoformadora IMAAJ 68, podem ocorrer perdas de embalagens relacionadas ao SIPOC. O inadequado acondicionamento no estoque compromete a qualidade das bobinas de tampa, enquanto a variação na gramatura da bobina PSAI interfere na formação adequada das bandejas. Essas situações são verificadas exclusivamente durante o processo de envase.

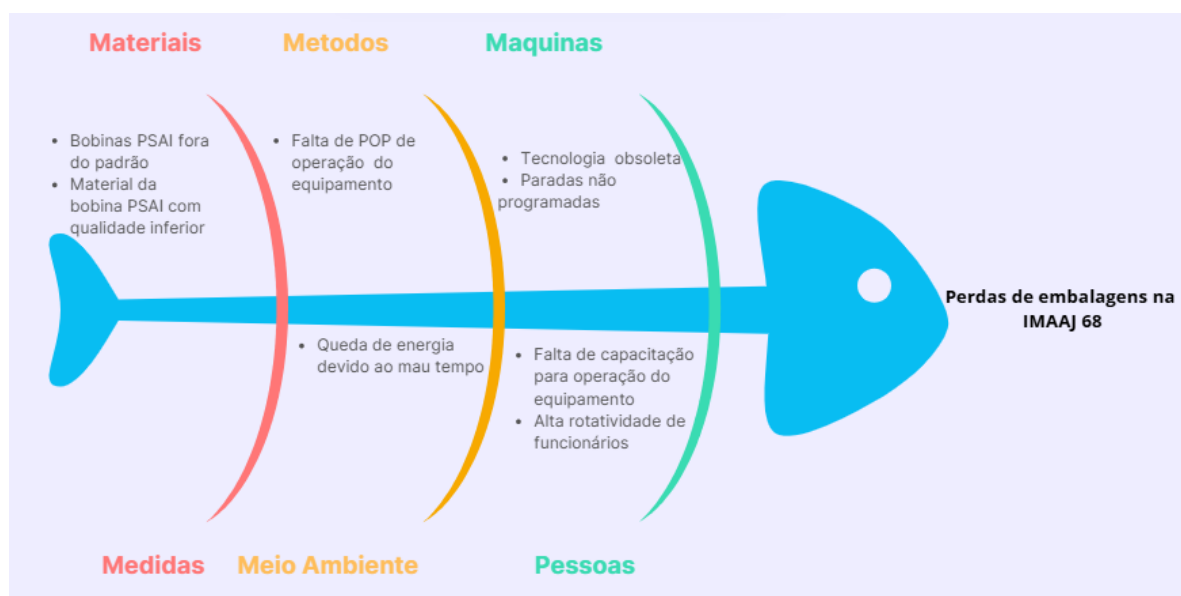
Ademais, durante a operação, o operador deve estar atento às condições de saída das bandejas, verificando se estão sendo formadas corretamente, se a selagem está conforme o padrão e se a data corresponde à ordem de produção. No entanto, por não existir um procedimento padronizado a ser seguido, cada operador realizava a operação de forma distinta, o que resultava em altas perdas.

- **Descrição das causas**

(Quais são as causas potenciais que mais influenciam no problema?)

Para encontrar as causas possíveis das perdas utilizou-se a ferramenta *brainstorming*. Essas, após análise e refino, foram organizadas no diagrama de Ishikawa das causas prováveis, apresentado na Figura 11. O Método dos 5 Porquês foi, então, utilizado para a determinação da causa fundamental.

**Figura 11 – Diagrama de Ishikawa das causas prováveis nas perdas de embalagem**



Fonte: Autoria Própria, 2024.

As causas prováveis das perdas de embalagens no processo produtivo estão diretamente relacionadas a diversos fatores. Cada causa indicada no Diagrama de Ishikawa foi analisada e tratada conforme descrito a seguir.

- **Bobinas PSAI fora do padrão:** Eventualmente, a bobina fornecida pelo fabricante pode apresentar espessura fora dos padrões especificados, o que pode resultar na formação de furos na embalagem durante o processo de envase, tornando-a imprópria para uso e ocasionando seu descarte. A ação possível é incluir nos treinamentos dos operadores a orientação de comunicar imediatamente à liderança sempre que for identificada essa não conformidade, para que sejam adotadas as providências corretivas cabíveis junto ao fornecedor ou ao processo. Trata-se de uma causa que não pode ser completamente evitada, pois a falha de qualidade na bobina geralmente só é identificada durante sua utilização.
- **Material da bobina PSAI com qualidade inferior:** Algumas bobinas, a depender do fornecedor, podem apresentar material plástico de qualidade inferior, o que pode ocasionar furos nas embalagens durante o processo produtivo, tornando-as inutilizáveis e exigindo seu descarte. Essa não conformidade, via de regra, somente é identificada durante a utilização da bobina no processo de envase. Ação Preventiva: Incluir no conteúdo dos treinamentos operacionais a orientação para que o operador comunique imediatamente à supervisão sempre que forem observadas falhas dessa natureza, a fim de viabilizar a adoção das medidas corretivas pertinentes. A ocorrência pode ser minimizada por meio de uma seleção mais criteriosa de fornecedores, com base em histórico de qualidade e conformidade técnica do material fornecido.
- **Falta de POP de operação do equipamento:** A inexistência de um Procedimento Operacional Padrão (POP) contribui para a execução das atividades de forma desorganizada e inconsistente, resultando na adoção de métodos individuais pelos operadores, os quais podem ser ineficazes e comprometer a padronização do processo. Ação Corretiva: Elaborar e

implementar um POP específico para a operação do equipamento IMAAJ 68, a fim de garantir uniformidade, eficiência e conformidade nas atividades executadas.

- **Tecnologia obsoleta:** As termoformadoras atualmente utilizadas no setor são de tecnologia obsoleta, o que contribui para um aumento na perda de embalagens durante a operação. Conforme verificado junto à gerência, a substituição desses equipamentos por modelos mais modernos não é viável no momento, em razão do elevado investimento necessário.
- **Paradas não programadas:** Paradas não programadas devido à queda de energia, queda na pressão do ar comprimido e manutenção de emergência, por exemplo, ocasionam sempre perdas de embalagens. Para a queda de energia a empresa possui um gerador a diesel, no entanto isso minimiza o problema, mas não impede a ocorrência de picos de queda. As demais causas de paradas são de difícil tratamento e deverão ser tratadas em projetos de melhorias futuros.
- **Falta de capacitação para a operação do equipamento:** A ausência de um programa de treinamento estruturado compromete a capacitação dos colaboradores, fazendo com que o desempenho das atividades dependa unicamente da experiência individual. Ação Corretiva: Com a padronização da operação por meio da elaboração do POP da IMAAJ 68, todos os operadores envolvidos serão devidamente treinados conforme o procedimento estabelecido, visando garantir uniformidade, eficiência e conformidade operacional.
- **Alta rotatividade de funcionários:** A elevada rotatividade de colaboradores impacta negativamente a eficiência e a consistência do processo produtivo, uma vez que exige treinamentos constantes para novos funcionários, comprometendo a continuidade operacional. Trata-se de uma causa que não pode ser solucionada no âmbito operacional, sendo necessária a atuação da

alta gestão para definição e implementação de estratégias que promovam a retenção de pessoal.

Cada uma das causas anteriormente descritas foi analisada por meio da aplicação do Método dos 5 Porquês, com o objetivo de identificar suas causas fundamentais. Verificou-se que, para diversas causas prováveis, não é possível realizar a mitigação ou o bloqueio completo da causa raiz, o que inviabiliza a eliminação total do problema.

Entretanto, a adoção de ações corretivas sobre as causas passíveis de tratamento, como a ausência de Procedimento Operacional Padrão (POP) e a falta de capacitação dos colaboradores, permite a minimização dos impactos observados.

A seguir, apresenta-se no Quadro 4 a aplicação do Método dos 5 Porquês em uma das causas identificadas no Diagrama de Causa e Efeito, a título de exemplo.

**Quadro 4 – Aplicação do Método dos 5 Porquês na causa relacionada à falta de POP de operação do equipamento**

<b>Causa Provável</b>	<b>Pergunta (Por quê?)</b>	<b>Resposta</b>
Falta de POP de operação do equipamento	Por que não há um POP de operação para a termoformadora IMAAJ 68?	Porque a empresa não implementou uma documentação oficial e padronizada para os seus processos operacionais.
	Por que a empresa não implementou essa documentação?	Porque não há uma cultura de documentação de processos na organização e falta um esforço para padronizar as atividades.
	Por que não há essa cultura?	Porque a gestão não priorizou a formalização dos processos e não percebeu a importância de ter um POP para garantir eficiência e reduzir desperdícios.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Portanto, para que a cultura da empresa possa ser mudada é necessário ações pilotos de implementação de POPs, servindo de exemplo para outros setores, auxiliando na correção de problemas e contribuindo para a mudança de cultura da empresa.

- **Descrição das alterações**

(Será necessário revisar o mapa de processo?)

Não. Apenas as ações propostas para o equipamento em questão serão suficientes para a solução do problema, que é bem localizado.

- **Descrição das prioridades**

(As causas potenciais foram priorizadas?)

Sim. As principais causas a serem priorizadas são a elaboração do Procedimento Operacional Padrão (POP) da termoformadora e o treinamento dos operadores.

#### 4.4 I (*Improve*)

- **Descrição das soluções**

(Quais as possíveis soluções?)

Para minimizar o problema, as soluções adotadas devem ser a elaboração de um POP de operação da máquina e o treinamento de todos os envolvidos na produção, que são os supervisores, operadores e auxiliares.

- **Descrição das prioridades**

(Será necessário priorizar as soluções?)

Não, pois as únicas duas causas fundamentais possíveis de mitigar serão tratadas com ações específicas.

- **Descrição dos riscos**

(As soluções apresentam algum risco? Há algum impacto com a implementação das soluções? É necessário algum plano de contingência?)

Não, a elaboração de um POP e a capacitação dos colaboradores não apresenta nenhum risco para a empresa, não sendo necessário nenhum plano de contingência.

- **Descrição dos testes**

(Será necessário teste de implantação das soluções?)

Não, pois a implementação das ações não oferece nenhum risco para o processo.

- **Descrição dos resultados dos testes**

(Quais os resultados dos testes? As soluções poderão ser implementadas em uma escala maior para a solução do problema?)

Não aplicável, pois não houve a necessidade da realização de testes antes da implementação das soluções.

- **Descrição do plano de ação**

(Qual o plano de ação para implementação da solução em larga escala?)

Ressalta-se que a execução deste trabalho não gerou custos financeiros para a empresa, uma vez que todas as ações propostas foram desenvolvidas com base nos recursos já disponíveis internamente. Nesse contexto, foi elaborado um plano de ação utilizando-se a ferramenta 5W1H, com o objetivo de implementar melhorias de forma prática, eficaz e sem onerar a organização. O plano de ação voltado ao bloqueio das causas prováveis é apresentado no Quadro 5.

**Quadro 5 – Plano de Ação 5W1H**

O que? (WHAT)	Por que? (WHY)	Quem? (WHO)	Quando? (WHEN)	Onde? (WHERE)	Como? (HOW)
Montar o POP da operação da termoformadora IMAAJ 68	Para padronizar a operação do equipamento	Denise Bastos	Primeira semana de junho/24	<i>In loco</i>	Adotando um padrão de POP, acompanhando a operação e considerando a filosofia Lean
Realizar a capacitação dos colaboradores	Para que 100% dos envolvidos na operação estejam aptos a operar a termoformadora	Denise Bastos	Segunda semana de junho/24	Sala de treinamento e <i>in loco</i>	Exposição teórica com posterior acompanhamento da operação

Fonte: Autoria Própria, 2024.

- **Descrição da implementação**

(As ações foram implementadas conforme planejado? Há comprovações da implementação?)

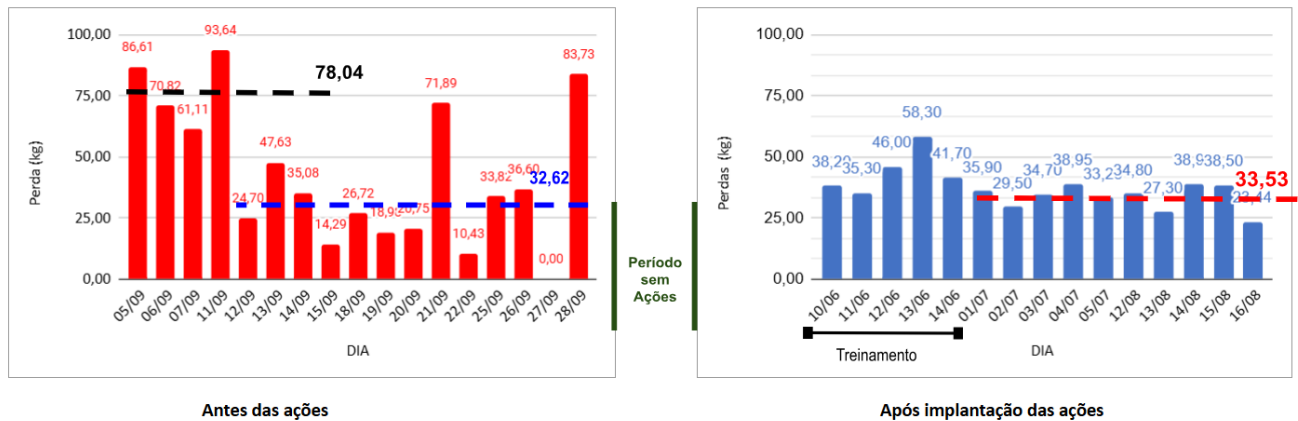
Conforme o planejado, as ações foram realizadas dentro do prazo estipulado. Após as ações, a implementação da mesma foi comunicada à gerência da área, sendo de conhecimento dos colaboradores que trabalham no setor. Não foi realizado nenhum registro em foto do treinamento realizado, mas o POP produzido e implementado pode ser visualizado no Anexo 1.

- **Descrição do atingimento dos resultados**

(As metas específicas foram alcançadas? Os resultados alcançados podem ser detalhados?)

A Figura 12 mostra uma comparação das perdas de embalagens antes e após a implantação de ações corretivas.

**Figura 12 – Perdas diárias em kg de embalagens na termoformadora IMAAJ 68 no período de histórico e após as ações**



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Analisando o gráfico das perdas no período anterior à implementação das ações corretivas, representado pelas colunas em vermelho, observa-se a ocorrência de valores elevados nos dias de produção considerados, com diversos dias ultrapassando 50 kg de perda, e chegando a um pico de 93,64 kg. A média registrada nesse intervalo, indicada pela linha preta tracejada, foi de 78,04 kg/dia, que corresponde a uma perda mensal superior a 1,7 toneladas de embalagens, evidenciando a necessidade de intervenções operacionais para redução de desperdícios.

Ainda na Figura 12, o gráfico com colunas em azul representa o período subsequente à elaboração, treinamento e implementação do Procedimento Operacional Padrão (POP). Os cinco primeiros dias correspondem à fase de capacitação dos operadores da termoformadora IMAAJ 68, durante a qual as perdas diárias ainda oscilaram entre 35,30 e 58,30 kg, refletindo o processo de adaptação dos colaboradores às novas diretrizes operacionais.

Após o período de treinamento houve maior estabilização das perdas, apresentando uma tendência de redução ao longo do tempo. Nesse período as perdas variaram de 23,44 a 38,95 kg/dia, com uma média de 33,53 kg/dia, indicada pela linha tracejada vermelha. Esta média representa uma redução de 57,03 % em relação à média histórica de 78,04 kg/dia.

Como não há metas específicas, apenas pode ser feita uma análise se a meta global do trabalho foi alcançada. Mas, independentemente disto, os resultados mostram que houve uma redução significativa na média das perdas diárias de embalagem. A análise comparativa dos valores apresentados demonstra a importância da abordagem dos problemas nos processos com ações diretamente sobre as causas fundamentais. Trabalhos deste tipo, mas realizados de forma recorrente, são fundamentais para a melhoria contínua dos processos industriais.

#### **4.5 C (Control)**

- **Descrição do alcance**

(A meta global foi alcançada? É possível comprovar o atingimento dessa meta e a resolução do problema?)

Com base nos resultados apresentados na Figura 12, verifica-se que as ações realizadas tiveram um efeito positivo e eficaz na mitigação das perdas de embalagens, resultando no alcance da meta global de reduzir em pelo menos 50% as perdas de embalagem na linha 68 em um período máximo de 4 meses.

O atingimento da meta só pode ser comprovado com precisão por meio de medidas das perdas realizadas diariamente. No entanto, é possível também verificar visualmente o impacto que o trabalho teve na redução do desperdício de embalagens no setor pela avaliação visual da quantidade de embalagens danificadas ao final de cada dia de trabalho. Conforme mostra a Figura 13, que traz duas fotos de exemplo de antes e depois da implementação das ações, observa-se que visualmente a redução foi significativa.

**Figura 13 – Descarte de embalagens antes x depois implementação do projeto**



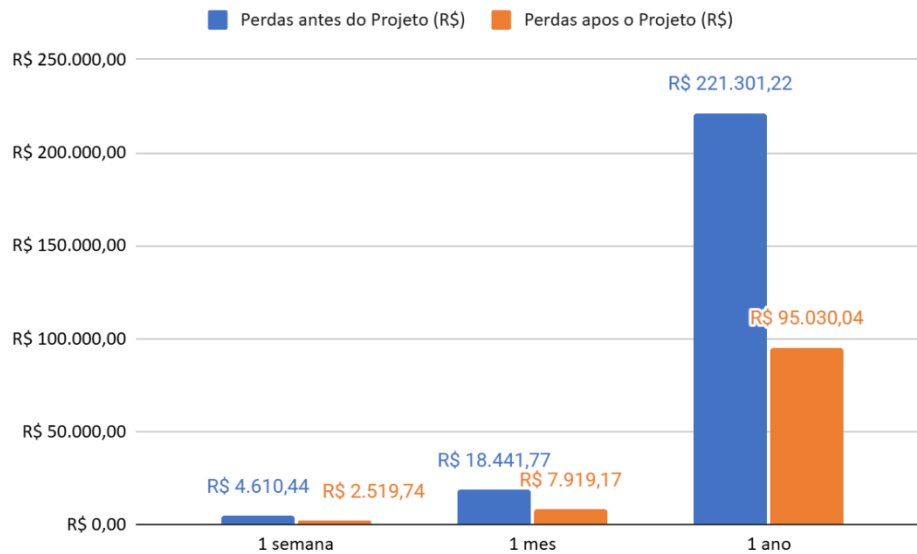
**Fonte: Aatoria Própria, 2024.**

- **Descrição do retorno**

**(Foi obtido o retorno financeiro? Pode-se comprovar o retorno obtido?)**

Sim. O alcance dos resultados do trabalho não se restringe apenas à redução física dos materiais desperdiçados, que reflete em um menor impacto ambiental com a redução dos resíduos sólidos do setor, mas principalmente na redução de custos do processo. Com a redução deste tipo de desperdícios no setor há consideráveis ganhos financeiros para a empresa, principalmente quando se visualiza a médio prazo. Isto pode ser visto na Figura 14, que mostra as projeções semanal, mensal e anual do ganho financeiro do projeto, antes de depois do projeto, tomando-se como base a redução média obtida no trabalho.

**Figura 14 – Projeção semanal, mensal e anual das perdas de embalagem em R\$ antes e após a implantação do projeto**



**Fonte: Autoria Própria, 2025.**

Conforme pode ser visto pela figura 14, a redução de perdas projetada para um ano é de R\$221.301,22 para R\$95.030,04, ou um ganho aproximado de R\$126 mil/ano. Este ganho é considerável, mas ainda pode aumentar se novos projetos de redução forem executados na máquina, caracterizando melhor a melhoria contínua que se deseja promover no setor.

- **Descrição dos padrões**

**(Foram criados ou alterados padrões operacionais para manutenção dos resultados?)**

Sim, conforme o plano de ação o POP apresentado no Anexo 1 foi criado para a redução dos desperdícios e manutenção da meta pretendida.

- **Descrição dos treinamentos**

**(As pessoas envolvidas com o cumprimento dos novos padrões foram treinadas? É possível descrever os treinamentos executados?)**

Para alcançar os resultados esperados, além da elaboração do POP, foram realizados treinamentos para capacitação dos colaboradores, bem como um monitoramento inicial diário, até que todos estivessem habituados ao novo procedimento, visando à redução das perdas. Os treinamentos foram realizados *in loco*, isto é, durante a operação da máquina.

- **Descrição do monitoramento**

(Quais variáveis do processo serão monitoradas para que os resultados sejam mantidos? Como essas variáveis serão monitoradas?)

Inicialmente, foi realizada a contagem unitária de cada bandeja, com a conversão dos valores para quilogramas, a fim de otimizar a execução dos dados. Nos meses posteriores à realização do projeto a empresa implementou um método de monitoramento de perdas por meio de um sistema, no qual, diariamente, são registradas a quantidade produzida e a quantidade de embalagens devolvidas ao estoque sem utilização. Dessa forma, o próprio sistema passou a calcular automaticamente a quantidade de perdas de embalagens.

- **Descrição do OCAP**

(Como será o acompanhamento do processo com base no sistema de monitoramento? É possível apresentar o OCAP na forma de fluxograma ou descrição textual?)

Conforme dito, o acompanhamento das perdas passou a ser feito a partir de dados alimentados no próprio sistema da empresa.

Não foi necessária a elaboração de um OCAP (*Out of Control Action Plan*) para o processo, que é um plano de ação para contingências, pois as ações para correção de anormalidades, como a má formação dos potinhos ou defeitos na selagem, por exemplo, estão inclusas ao final do POP.

- **Descrição do aprendizado**

(Qual foi o aprendizado da equipe com a execução do projeto? Quais as recomendações da equipe para a empresa?)

Durante a execução do projeto ocorreram alguns imprevistos, como a quebra da máquina, por exemplo. No entanto, houve uma boa interação entre a empresa e os colaboradores, o que contribuiu para um melhor entendimento das perdas significativas. Além disso, os colaboradores se sentiram parte integrante do processo, participando ativamente e oferecendo sugestões durante as sessões de *brainstorming*. Como resultado, houve uma maior conscientização que os problemas existentes no processo podem ser corrigidos com simples ações de padronização de operação e um maior comprometimento das pessoas na realização das atividades visando maior eficiência e mínimo desperdício.

Ao final do projeto a equipe elencou as seguintes recomendações para a empresa: implementar a padronização em outras máquinas da empresa, estipular e

definir metas de perdas em todos os setores, recompensar as equipes que alcançassem essas metas e treinar operadores multiplicadores para treinamento dos POPs.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho consistiu na execução prática de um projeto de melhoria contínua baseado na metodologia Lean Seis Sigma, por meio da aplicação do ciclo DMAIC, com foco na redução de perdas na linha de envase de iogurtes. O projeto resultante teve como meta a redução de no mínimo 50% das perdas de embalagens na termoformadora 68, resultando na identificação e correção das falhas operacionais que impactavam negativamente a produtividade e os resultados financeiros da empresa.

Inicialmente, foram mapeadas e quantificadas as perdas no processo produtivo, identificando-se os principais pontos críticos. Em seguida, com base na etapa de análise do DMAIC, foram identificadas as causas fundamentais das perdas. Por fim, implementaram-se ações de melhoria e controle, cujos resultados foram monitorados e mostraram significativa efetividade, com possibilidade de padronização e replicação.

Os resultados obtidos evidenciam que a meta proposta para o projeto foi alcançada, com a redução de 57,03% nas perdas, em comparação ao período anterior à intervenção, superando a meta de mínimo 50%, estabelecida inicialmente.

Com base na aplicação de ferramentas da filosofia Lean, foi possível identificar que as principais causas dos prejuízos eram a falta de preparo técnico e a ausência de cobrança sistemática relacionada às atividades operacionais. A reestruturação da equipe, aliada à padronização dos procedimentos e à melhoria na gestão do processo, resultou na significativa redução das perdas durante a operação da termoformadora 68.

Da mesma forma, todos os objetivos específicos deste estudo foram atingidos, com destaque para a identificação das causas fundamentais das perdas, a implementação de ações corretivas eficazes e quantificação do retorno financeiro do projeto, sendo este último estimado em aproximadamente R\$ 126 mil por ano, que reforça a viabilidade e efetividade das intervenções adotadas.

A metodologia aplicada demonstrou-se eficaz e replicável, indicando que iniciativas similares podem ser implementadas em outras linhas produtivas da empresa, com ganhos operacionais e financeiros expressivos.

Dado os resultados positivos do projeto cabe citar, no entanto, que durante a execução do trabalho foram enfrentadas diversas dificuldades importantes de serem mencionadas. Entre elas, destacam-se a ausência de uma cultura organizacional

voltada à padronização de processos, ainda comum em muitas empresas, o que dificultou o registro e a mensuração precisa das perdas, além de dificuldades na coleta de dados confiáveis das perdas, especialmente na etapa inicial do estudo.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se a replicação desta metodologia nas demais máquinas da planta industrial, a fim de ampliar os ganhos obtidos e padronizar as boas práticas em toda a linha de produção. Além disso, recomenda-se o aprofundamento da análise, incorporando variáveis complementares como consumo energético, tempo improdutivo e perdas relacionadas ao produto final, para uma avaliação ainda mais abrangente.

Por fim, destaca-se que essa abordagem estratégica visou assegurar que as mudanças propostas fossem integradas de forma eficiente ao processo existente, gerando resultados tangíveis no curto e médio prazo. Ao utilizar ferramentas do Lean Manufacturing, este estudo demonstrou não apenas a eficácia na redução das perdas de embalagens, mas também a contribuição significativa para a sustentabilidade e o fortalecimento da eficiência operacional da empresa.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004:2004 **Resíduos Sólidos** – Classificação. Brasil. 2004.
- ABRE - Associação Brasileira da Embalagem - **Consumo per capita de embalagens plásticas flexíveis cresce no Brasil em 2023**. Disponível em: <https://www.abre.org.br/inovacao/comunicacao/consumo-per-capita-de-embalagens-plasticas-flexiveis-cresce-no-brasil-em-2023/>. Acesso em: 04 fev. 2025.
- ABREU, R. A. **Perdas no processo produtivo**. RAA Consultoria: 2002. Disponível em [http://www.design.org.br/artigos\\_cientificos/perdas\\_no\\_processo\\_produtivo.pdf](http://www.design.org.br/artigos_cientificos/perdas_no_processo_produtivo.pdf). Acesso em 10 dez.2023.
- AMOY, W. C. **Tratamento do efluente gerado nas indústrias de laticínio**: uma revisão de literatura sobre as tecnologias empregadas, Rev. Aliment. 2023.
- ARNHEITER, E.D. e Maleyeff, J. (2005), "**A integração da gestão lean e Six Sigma**", a Revista TQM, Vol. 17 No. 1, pp. 5-18. <https://doi.org.ez4.periodicos.capes.gov.br/10.1108/09544780510573020>
- BEZERRA, C. I. M.; ADRIANO, A. B. A.; PLACIDO, L.S.; GONÇALVES, M. G. S. **Mini DMAIC**: an approach to causal analysis and resolution in software development projects. Quality Management and Six Sigma, August 2010.
- BRAITT, B.; FETTERMANN, D. C. **Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática**. Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. Produto e Produção, vol.15 n.4 p.29-41, dez. 2014.
- BRASIL - MAPA- Ministério da Agricultura e Pecuária. **Mapa do Leite: Políticas públicas e privadas**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 04 de out. 2023.
- BRASIL -Ministério do Meio Ambiente – MMA / **CONSUMO SUSTENTÁVEL**: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p.Disponível em :<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>. Acesso em 22 de jun 2024.
- BRENIG-JONES, Martin; DOWDALL, Jo. **Lean Six Sigma Para Leigos**. Rio de Janeiro: Editora Alta Livros, 2023. E-book. pág.27. ISBN 9788550820286. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788550820286/>. Acesso em: 12 nov. 2024.
- BREYFOGLE III Forrest W, Cupello James M, Meadows Becki. In: **Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assessing, and Implementing the Strategy That Yields Bottom-Line Success**. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 2001;32.
- BRITTO, Eduardo. **Qualidade Total**. Cengage Learning Brasil, 2015. E-book. ISBN 9788522123551. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522123551/>. Acesso em: 19 jun 2024.
- CCL Global, Saude, sustentabilidade e Tecnologia - **Embalagem e Sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.cclinsa.com/embalagem-e-sustentabilidade-como-ir-alem/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

CAMPOS, Vicente F. (1992) “**Qualidade Total - padronização de empresas**”, QFCO, Minas Gerais.

CAMPOS, Vicente F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda.; 2004; 266 p.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**, 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, c 2012.

CARPINETTI, Luiz César R.; GEROLAMO, Mateus C. **Gestão da Qualidade ISO 9001:2015**. Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597007046. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597007046/>. Acesso em: 15 out. 2023.

CHIARINI, A.; Baccarani, C.; Vittorio, M. **Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy: A conceptual analysis from the perspective of Zen Buddhism**. *TQM J.* 2018; 30: 425– 438.

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Produção de Derivados de Leite**. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/138-LOGURTRES.pdf>. Acesso em 20 jun 2024.

CRUZ, Adriano. **Processamento de Produtos Lácteos** - Vol. III. Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788595154032. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154032/>. Acesso em: 17 out. 2023.

DUARTE, D. R. **Aplicação da metodologia seis sigma – Modelo DMAIC – Na operação de uma empresa do setor ferroviário**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Juiz de Fora, MG, 2011. Disponível em: [http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2011\\_3\\_Douglas.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2011_3_Douglas.pdf) Acesso em: 20 de set. de 2024.

EDUARDO, Moretti, C. **Simplesmente Lean: Desenvolvendo a cultura organizacional Lean em seu negócio**. Rio de Janeiro: Editora Alta Livros, 2024. E-book. pag.14. ISBN 9788550820989. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788550820989/>. Acesso em: 04 fev. 2025.

ELEMENTUS- **Resíduos de Laticínios: Uma Abordagem Sustentável**. Disponível em: <https://elementusconsultoria.com/residuos-de-laticinios-uma-abordagem-sustentavel/>. Acesso em: 05 fev. 2025.

EMBRAPA- **Tecnologia de Alimentos- Produção de Iogurtes**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/lacteos/iogurte>. Acesso em: 10 dez 2023.

FAO- Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura- **Produção de Laticínios** -Disponível em: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>. Acesso em 27 jun 2024.

FEAM- Fundação Estadual do Meio Ambiente Minas Gerais- **Plano de Ação para Adequação Ambiental das Indústrias de Recepção e Preparação de Leite e Fabricação de Produtos de Laticínios**. FEAM-DPED-GPROD- RT 03/2011. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/producao\\_sustentavel/levantamentos/plano\\_acao\\_laticinios.pdf](http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/levantamentos/plano_acao_laticinios.pdf). Acesso em: 04 de out. 2023.

FERNANDES, Célia Andressa Leite Lopes P.; TEIXEIRA, Eliana M.; TSUZUKI, Natália; e outros. **Produção Agroindustrial - Noções de Processos, Tecnologias de Fabricação de Alimentos de Origem Animal e Vegetal e Gestão Industrial**. Editora Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788536532547. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532547/>. Acesso em: 04 out. 2023.

FM2S, Educação e Consultoria, **POP: o que é um procedimento Operacional Padrão**. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/como-fazer-um-pop/>. Acesso 14 de out.2023.

FURUKITA, Amanda Cristina. **APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE EMBALAGENS DE PAPELÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16538/1/PG\\_COENQ\\_2017\\_2\\_02.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16538/1/PG_COENQ_2017_2_02.pdf). Acesso em 07 de out. 2023

HORS, Cora et al. de um **Aplicação das ferramentas de gestão empresarial Lean Six sigma e PMBOK no desenvolvimento programa de gestão da pesquisa científica**. Einstein (São Paulo), v. 10, n. 4, p. 480-490, 2012.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo**. São Paulo: IMAM, 1994.

JUNIOR, E. L. C. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba: IBPEX, 2008.

JURAN, Joseph M.; DEFEIO, Joseph A. **Fundamentos da qualidade para líderes**. Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788582603468. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603468/>. Acesso em: 16 out. 2023.

Lean Institute Brasil: **Os 5 Princípios do Lean Thinking**. Disponível em: <http://www.lean.org.br>. Acesso em: 17 nov.2024.

LEITE, A.I.N.; ALVES, R.C.; SOARES, F.D.; OTENIO, M.H.; PAULA, V.R. de. **Caracterização dos resíduos sólidos gerados em laticínios**. Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 73(2), 73-81. 2018.

LEWICKI, Roy J.; SAUNDERS, David M.; BARRY, Bruce. **Fundamentos de negociação**. Grupo A, 2014. E-book. ISBN 9788580553864. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580553864/>. Acesso em: 07 out. 2023.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMEIRA, Érika Thalita Navas P.; LOBO, Renato N.; MARQUES, Rosiane do N. **Controle da Qualidade - Princípios, Inspeção e Ferramentas de Apoio na Produção de Vestuário**. Rio de Janeiro: Érica, 2015. E-book. pág.90. ISBN 9788536517773. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536517773/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

LOBO, Renato N.; SILVA, Damião Limeira da. **Série Eixos - Planejamento e controle da produção**. Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9788536533780. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536533780/>. Acesso em: 04 out. 2023.

MAGANHA, M.F.B. **Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos**. Série P + L. CETESB. São Paulo, 2006. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/laticinio.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2025.

MARSHALL JUNIOR, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B.; LEUSIN, S. **Gestão da Qualidade**. 7 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MARTENS, Ingrid S. **Fermentação: como obter alimentos diversificados e saudáveis**. Editora Manole, 2023. E-book. ISBN 9786555764710. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555764710/>. Acesso em: 17 out. 2023.

MILKPOINT-**Gestão de resíduos de fazendas e laticínios: por que você deve priorizar?** Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/empresas/novidades-parceiros/gestao-de-residuos-de-fazendas-e-laticinios-por-que-voce-deve-priorizar-227971/>. Acesso em: 20 fev 2025.

MILKPOINT-**Sindilat participa de evento sobre logística reversa de embalagens**. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/sindilat-participa-de-evento-sobre-logistica-reversa-de-embalagens-210750/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MONTGOMERY, Douglas C.; WOODALL, William H. **An overview of six sigma**. International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique, p. 329-346, 2008.

NIETZSCHE, Friedrich. **Ecce Homo: como se chega a ser o que se é**. Tradução de Paulo César de Souza. São Paulo: Companhia das Letras, 2005

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAULA, Natália. D. **5W2H Educacional: o que é e como aplicá-lo em sua instituição de ensino**. Rubeus, 2020. Disponível em: <https://rubeus.com.br/blog/5w2h-educacional/>. Acesso em: 03 fev. 2025.

RODRIGUES, Thiago Oliveira. **Projeto Amazonia Legal sem resíduo - Minimizar a geração de resíduos sólidos-** Um Guia Conceitual. Coordenação de Tecnologias Aplicadas a Novos Produtos COTEA /IBICT-Funasa,2020.

ROSA, A.F.P.; SOUZA, R.S.; ROYER, R. **Roteiro Para Aplicação Do Lean Seis Sigma na Melhoria de Processos Industriais**. Revista Gestão Industrial - Ponta Grossa, v. 15, n. 1, p. 86-100, jan/mar. 2019. ISSN 1808-0448. Disponível em: <http://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi>. Acesso :em 17 nov. 2024.

SCHMIDT, Paulo; SANTOS, José Luiz dos; MARTINS, Marco A. **Avaliação de empresas: foco na análise de desempenho para o usuário interno: teoria e prática**. Grupo GEN, 2006. E-book. ISBN 9788522488384. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522488384/>. Acesso em: 15 out. 2023.

SCHROEDER, R. G., LINDERMAN, K., LIEDTKE, C., CHOO, A. S. **Six sigma: definition and underlying theory**. *Journal of Operations Management*, v. 26, n. 4, p. 536-554, 2007.

TAVARES, Fernanda Marina - **5W1H – Ferramenta da qualidade**, 2012. Disponível em: <https://marketingfuturo.com/5w1h-ferramenta-da-qualidade/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

TOLEDO, José Carlos de; BORRÁS, Miguel Ángel A.; MERGULHÃO, Ricardo C.; e outros. **Qualidade - Gestão e Métodos**. Grupo GEN, 2012. E-book. ISBN 978-85-216-2195-9. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2195-9/>. Acesso em: 23 out. 2023.

VASCONCELOS, D. S. C. **A utilização das ferramentas da qualidade como suporte a melhoria do processo de produção – Estudo de caso na indústria têxtil.** In: Encontro nacional de Engenharia de Produção, 29. 2009, Salvador (BA). Anais. Salvador (BA) ENEGEP, 2009.

VIDA SAUDÁVEL, **Conheça as diferenças entre iogurte, leite fermentado e bebida láctea.** Disponível em: <https://cidadeverde.com/noticias/183217/conheca-as-diferencas-entre-iogurte-leite-fermentado-e-bebida-lactea>. Acesso em: 03 fev 2025.

VIEIRA, Sônia. **Estatística para a Qualidade.** Grupo GEN, 2014. E-book. ISBN 9788595156531. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156531/>. Acesso em: 06 out. 2023.

VOITTO, **Método DMAIC.** Disponível em: <https://voitto.com.br/blog/artigo/metodo-dmaic>. Acesso em 27 jun 2024.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing.** Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2011. E-book. p.95. ISBN 9788595158214. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595158214/>. Acesso em: 17 nov. 2024.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e Dmaic e Suas Ferramentas Analíticas.** Grupo GEN, 2012. E-book. ISBN 9788595154537. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154537/>. Acesso em: 26 jun 2024.

WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma.** Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012. E-book. ISBN 9788595158184. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158184/>. Acesso em: 22 set. 2024.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas do Lean Seis Sigma integradas ao PDCA e DMAIC.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza.** Rio de Janeiro: Campus, 2004.

**ANEXO 1 - POP DE OPERAÇÃO DA TERMOFORMADORA IMAAJ 68**

<b>Procedimento Operacional Padrão (POP)</b>			
<b>Objetivo Estratégico:</b>			
Realizar os procedimentos de operação adequadamente, visando o bom funcionamento da máquina, a qualidade do produto e a segurança do colaborador.			
<b>Código:</b>	<b>Unidade:</b>	<b>Versão:</b>	<b>Página:</b>
GP- POP 02	LATICÍNIOS	01	1 de 4
<b>Elaboração/Revisão por:</b>			
Denise Bastos de Araújo			

**Operação Inicial Termoformadora**

1. Verificar a Limpeza dos conjuntos de corte , selagem;
2. Energiza a máquina;
3. Abrir o ar comprimido;
4. Ligar a refrigeração;
5. Ligar o datador;
6. Ligar as placas ( verificando a temperatura ideal, conforme fixado no painel da máquina);

**Placa de aquecimento = 155° C**

**Placa de Selagem =184° C**

7. Verificar o produto a ser puxado

**Operação Inicial (SETUP) – (1 ciclo = 20 passos) - OPERADOR**

1. Colocar a bobina tampa;
2. Realizar o ajuste da data e lote (datador);
3. Colocar o PSAI;
4. Liga a máquina para iniciar o processo de envase;
5. Verificar a formagem – +-5 passos  
Após +- 5 passos ciclos formados, inicia-se a selagem.
6. Inicia a selagem /datador  
Após 3 ciclos selados/datados, inicia-se a dosagem

	Nome do Processo:	Código:	Versão:	Página:
	Termoformadora 68	GP-POP 02	01	2 de 4

#### Troca de Tampa - (10 Passos - OPERADOR)

1. Antes da tampa acabar (+- 4 passos), desliga o dosador;
2. Realiza a troca de tampa.
3. Liga a máquina
4. Após 6 passos iniciar a selagem, verificar se está selando;
5. Inicia novamente a dosagem

#### Troca de PSAI (6 passos) - OPERADOR

1. Desliga a dosagem 1 ciclo antes (3 passos);
2. Emenda uma PSAI na outra;
3. Liga a dosagem após 3 passos

**A máquina (56) realiza 23 passos por min (92 bandejas)**

**A máquina (68) realiza 23 passos por min (92 bandejas)**

#### Auxiliar de Produção

1. Preparar o fitador;
2. Buscar paletes;
3. Preparar as caixas;
4. Colar as etiquetas nas caixas;
5. Acondicionar as bandejas nas caixas;  
**A cada 6 passos(24 bandejas= 2 caixas) deve verificar se a máquina está datando corretamente.**
6. Realizar o descarte das perdas

#### Plano de Contingência

Durante o processo produtivo, podem ocorrer imprevistos que resultem em perdas de produto ou comprometimento da qualidade. Para mitigar esses riscos, estabelece-se o seguinte plano de contingência:

##### 1. Má Formação dos Potes

Em casos de má conformação dos potes durante o processo, devem ser adotadas as seguintes medidas corretivas:

- 1.1. Verificar se a temperatura da placa de aquecimento está ajustada corretamente, conforme os parâmetros estabelecidos.

	Nome do Processo:	Código:	Versão:	Página:
	Termoformadora 68	GP-POP 02	01	3 de 4

1.2. Caso a temperatura esteja correta, certificar-se de que a folha de PSAI não apresenta umidade e de que a vazão de ar está adequada para garantir o correto sopro da embalagem.

1.3. Avaliar se a espessura da folha de PSAI está dentro dos padrões definidos. Em caso de material com espessura inferior ao especificado, o uso deve ser suspenso imediatamente e o supervisor deve ser informado.

1.4. Se todas as verificações acima estiverem corretas e o problema persistir, deve-se acionar a equipe de manutenção para análise e correção do equipamento.

## 2. Defeito na Selagem

Quando houver falhas na selagem das embalagens, seguir as etapas abaixo:

2.1. Verificar se a temperatura de selagem encontra-se dentro da faixa operacional recomendada.

2.2. Confirmar se a dosagem do produto está sendo realizada corretamente dentro dos potes.

2.3. Caso os parâmetros estejam corretos e o defeito persista, solicitar o suporte da equipe de manutenção.

## 3. Queda de Energia

Em situações de interrupção do fornecimento elétrico, seja por intempéries ou picos de energia:

3.1. Realizar o procedimento de reinício da máquina (start) e descartar a folha de PSAI que permaneceu na placa de formação durante a paralisação, a fim de evitar contaminações ou falhas na conformação.

## Destinação das Bandejas com Irregularidades

Caso as bandejas apresentem algum dos problemas citados anteriormente, o procedimento deve seguir conforme a situação:

	Nome do Processo:	Código:	Versão:	Página:
	Termoformadora 68	GP-POP 02	01	4 de 4

**3.1. Bandejas Vazias:**

- Confirmar se não há produto nas bandejas.
- Acondicionar as bandejas em sacos plásticos apropriados e encaminhá-las para o setor de reciclagem.

**3.2. Bandejas com Produto:**

- Separar as bandejas contendo produto e direcioná-las ao setor de reprocessamento (pulmão).
- Após o reprocessamento, descartar corretamente os potes inutilizáveis, conforme as normas ambientais e sanitárias vigentes.