



**Universidade Federal do Paraná**  
**Programa de Pós-Graduação Lato Sensu**  
**Engenharia Industrial 4.0**



Diego Kaminski Siqueira  
Elen Eich  
Natália Pereira  
Rita de Cássia Souza Mariano

**Aumento da Eficiência Global do Processo Produtivo de Gomas de  
Mascar**

**CURITIBA**  
**2025**

Diego Kaminski Siqueira  
Elen Eich  
Natália Pereira  
Rita de Cássia Souza Mariano

## **Aumento da Eficiência Global do Processo Produtivo de Gomas de Mascar**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia da Qualidade 4.0 - Certificado *Black Belt*. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Marcos Augusto Mendes Marques

**CURITIBA  
2025**

## RESUMO

Esta monografia apresenta a aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, utilizando o ciclo *DMAIC*, para a redução de perdas e aumento da Eficiência Global (GE) na linha de processo de gomas de mascar em uma planta industrial do setor alimentício. O projeto teve início com a definição do problema na fase *Define*, estabelecendo como meta atingir o aumento de 7 pontos percentuais de GE na laminadora S, com base em análises históricas e *benchmarking* interno. A fase de *Measure* permitiu a estratificação do indicador por tipo de goma e turno, identificando variações significativas entre os sabores produzidos, cujas características físicas impactavam diretamente no desempenho da linha. Na etapa de *Analyze*, foram aplicadas ferramentas como os 5 Porquês, análise de capacidade do processo, *boxplot* por turno e validação por evidências visuais e tabelas de variação de dosagem, confirmando as principais causas para a baixa eficiência. A fase de *Improve* contemplou ações de padronização de setups e retorno de linha, correção de falhas em sensores e implementação de planos de treinamento. Por fim, na fase de *Control*, foi desenvolvida uma rotina de acompanhamento visual dos indicadores e revisão dos padrões operacionais. Como resultado, observou-se um aumento consistente no indicador GE, validando a eficácia da metodologia aplicada e consolidando práticas sustentáveis de melhoria contínua.

Palavras-chave: Lean Six Sigma. Eficiência Global. DMAIC. Melhoria Contínua. Indústria Alimentícia

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. ESCOPO DO ESTUDO .....	16
Figura 2. CONFIABILIDADE DOS DADOS.....	18
Figura 3. COMPARAÇÃO MENSAL DE PERFORMANCE DE GE DAS LAMINADORAS S E M .....	19
Figura 4. COMPARAÇÃO GE TOTAL DO PERÍODO DA LAMINADORA S E M .....	19
Figura 5. SIPOC .....	21
Figura 6. ESTRATIFICAÇÃO DE GE POR FORMATO, TIPO, SABOR E TURNO .....	22
Figura 7. MATRIZ DE CAUSA E EFEITO .....	23
Figura 8. MATRIZ GUT.....	25
Figura 9. META GLOBAL .....	27
Figura 10. 5 PORQUÊS.....	29
Figura 11. FLAP DO ELEVADOR DO CARROSSEL COM ALTURA DIVERGENTE .....	30
Figura 12. ANOVA POR SABOR.....	31
Figura 13. DIFERENÇA ENTRE TURNOS .....	31
Figura 14. VARIAÇÃO DE DOSAGEM AUTOMÁTICA DE MATÉRIAS PRIMAS NO <i>MIXER</i> .....	32
Figura 15. MATRIZ ESFORÇO X IMPACTO .....	35
Figura 16. EXEMPLO DE LIÇÃO PONTO A PONTO .....	36
Figura 17. EFICIÊNCIA GLOBAL (GE %) DIÁRIA .....	37
Figura 18. EVOLUÇÃO NA GE % MENSAL .....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.CAPACIDADE LAMINADORA S POR FORMATO.....	17
Tabela 2.TEMPO DE PRODUÇÃO E SETUP.....	17
Tabela 3.5W2H.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve, Control

GE- Global Efficiency

LPP- Lição Ponto a Ponto

GUT- Gravidade, Urgência e Tendência

5W2H- What, Why, Where, When, Who, How, How Much

SIPOC- Supplier, Input, Process, Output, Customer

MES-Manufacturing Execution System

ANOVA- Analysis of Variance (Análise de Variância)

DM- Daily Management

# CONTEÚDO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
1.1 Contextualização	8
1.3 Formulação do Problema	9
1.3 Justificativa	9
1.3 Hipótese	10
1.4 Objetivo	10
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>11</b>
2.1. D ( <i>Define</i> )	11
2.2. M ( <i>Measure</i> )	11
2.3. A ( <i>Analyze</i> )	11
2.4. I ( <i>Improve</i> )	11
2.5. C ( <i>Control</i> )	12
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>13</b>
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>15</b>
4.1. DEFINE 15	
4.1 Contexto do Problema	15
4.1.1.1. <i>Indicador e Métricas</i>	16
4.1.1.2. <i>Confiabilidade de dados</i>	17
4.1.1.3. <i>Explicação dos histórico</i>	18
4.1.1.4. <i>Definição da Meta</i>	20
4.1.1.5. <i>Cálculo dos Ganhos</i>	20
4.1.1.6. <i>Construção do SIPOC</i>	21
4.2. MEASURE	21
4.2.1.1. <i>Estratificação</i>	21
4.2.1.2. <i>Matriz de Causa e Efeito (Ishikawa)</i>	23
4.2.1.3. <i>Aplicação da Matriz GUT para Priorização</i>	24
4.2.1.4. <i>Comprovação da Meta Global</i>	25
4.3. ANALYZE 27	
4.3.1.1. <i>Potenciais Causas</i>	27
4.3.1.2. <i>Validação das Causas</i>	30
4.4. IMPROVE 32	
4.5. CONTROL	36
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO MAPA DE RACIOCÍNIO</b>	<b>38</b>

<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>40</b>
6.1. Sugestões de trabalhos futuros.....	41
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>
<b>8. ANEXO 1 BUSINESS CASE .....</b>	<b>43</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A transformação digital dos sistemas produtivos tem provocado mudanças significativas nas práticas de gestão da qualidade, exigindo abordagens mais integradas, analíticas e adaptáveis (LOPES; MARTINS,2020). Esse novo cenário, marcado pela conectividade entre máquinas, sistemas e dados em tempo real, demanda métodos que aliem precisão técnica à capacidade de resposta rápida frente a variações e falhas nos processos.

A incorporação de tecnologias digitais, como sensores inteligentes, sistemas ciber-físicos, automação avançada e análise de dados em larga escala, potencializa a aplicação do *DMAIC*, oferecendo subsídios mais robustos para a tomada de decisão (LU; WENG; CHEN, 2019; LIMA et al., 2021). Com isso, cada etapa do ciclo pode ser aprofundada com maior precisão, favorecendo intervenções mais eficazes e sustentáveis em ambientes industriais complexos e dinâmicos.

### 1.1 Contextualização

A metodologia *DMAIC* — acrônimo de *Define, Measure, Analyze, Improve e Control* — destaca-se como uma das ferramentas mais relevantes no âmbito da melhoria contínua. Amplamente aplicada nos projetos de Seis Sigma (*Six Sigma*), essa abordagem estruturada tem como objetivo principal a redução de variabilidades e a eliminação de causas de não conformidades, por meio da análise criteriosa de dados e do uso sistemático de técnicas estatísticas.

Conforme Werkema (2012) o Seis Sigmas por sua vez é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores. Nascido na Motorola na década de 80 com o objetivo de tornar a empresa capaz de enfrentar seus concorrentes, que fabricavam produtos de melhor qualidade e menores preços. Logo o Seis Sigma tornou-se conhecido como o programa responsável pelo sucesso da organização quando a Motorola recebeu o Prêmio Nacional da Qualidade Malcolm Baldrige. Com isso, outras empresas, como a General Electric e a Sony passaram a utilizar com sucesso o programa e a divulgação dos

enormes ganhos alcançados por elas geraram um crescente interesse pelo Seis Sigmas.

### 1.3 Formulação do Problema

O objeto de estudo é uma seção de produção de gomas de mascar em uma indústria de produtos alimentícios localizada na grande Curitiba, capital do Paraná. Onde foi verificada uma baixa eficiência global (GE) dos equipamentos da seção, acarretando alta saturação do time para atender a demanda de produção necessária e a não entrega do planejamento de produção .

### 1.3 Justificativa

A busca por excelência operacional e redução de desperdícios tem se tornado uma prioridade estratégica para empresas do setor alimentício, especialmente em ambientes altamente competitivos e com margens estreitas (GEORGE, 2004; CORRÊA; GIANESI, 2014). Nesse contexto, a aplicação da metodologia *Lean Six Sigma* representa uma ferramenta eficaz para impulsionar resultados mensuráveis e sustentáveis, por meio de uma abordagem estruturada de resolução de problemas (ANTONY, 2017).

Este projeto justifica-se pela necessidade real observada na linha de processo de gomas de mascar, que apresentava níveis insatisfatórios de Eficiência Global (GE), impactando negativamente a produtividade, o custo operacional e a utilização dos recursos disponíveis. O desempenho abaixo da meta dificultava o cumprimento dos planos de produção e gerava aumento de perdas por paradas, retrabalhos e variações de processo (SANTOS, 2014).

A escolha do indicador *GE* como foco do projeto se deu pelo seu caráter integrador, refletindo o equilíbrio entre disponibilidade, performance e qualidade da linha. A baixa eficiência observada era decorrente de um conjunto de variáveis interligadas, cuja solução exigia uma abordagem sistemática e baseada em dados, reforçando a aderência da metodologia *DMAIC* ao contexto.

Além disso, este trabalho contribui para a consolidação da cultura de melhoria contínua na organização, promovendo o uso de ferramentas estatísticas, padronização de práticas operacionais e maior engajamento dos times produtivos na análise crítica

do processo. Assim, o projeto não apenas atende a uma necessidade específica da planta, como também fortalece a maturidade organizacional na gestão por processos e na tomada de decisão baseada em evidências.

### 1.3 Hipótese

Considera-se que a aplicação da metodologia *DMAIC* pode contribuir significativamente para a melhoria dos processos na linha de produção de gomas de mascar, especialmente no que diz respeito à redução de desperdícios, retrabalhos e variações no processo. A hipótese central é que, ao identificar e analisar as causas-raiz dos problemas por meio das etapas do *DMAIC*, será possível propor soluções eficazes que impactem positivamente a produtividade e a qualidade do produto. Além disso, acredita-se que a utilização de ferramentas como o Diagrama de Ishikawa, e *5W2H* poderá complementar a identificação de falhas e apoiar a implementação de melhorias sustentáveis no processo produtivo analisado.

### 1.4 Objetivo

O objetivo central foi o aumento da *GE* na laminadora S em 7 p.p. até março de 2025, por meio de ações técnicas e comportamentais que garantissem a estabilidade operacional e o controle estatístico do projeto. A escolha do objetivo foi amparado por dados que serão apresentados nos tópicos seguintes. Além do objetivo central espera-se atingir outros ganhos como a redução de saturação do time operacional, risco de segurança por intervenção nos equipamentos, desperdício de matéria prima e material semi acabado com ganho estimado de R\$ 1,5 milhão além da potencial replicação para a laminadora M.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*DMAIC* é uma ferramenta com abordagem em resolução de problemas e melhorias de processos, utilizado na metodologia Seis Sigma. O termo representa as suas cinco etapas: Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyze*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*). (GEORGE, 2004).

O *DMAIC* permite com que as Companhias trabalhem baseadas em dados e fatos, sem “achismos”, aumentando a confiabilidade do seu trabalho.

### 2.1. D (*Define*)

Esta primeira etapa é fundamental para garantir o bom andamento do projeto. É nesse momento que se reconhecem os problemas a serem resolvidos. Uma definição clara do problema ajuda a equipe a não desperdiçar esforços com causas que não são relevantes, permitindo manter o foco nas questões mais importantes. (NEUMAN, 2001).

### 2.2. M (*Measure*)

A etapa de medição foca no entendimento do desempenho atual do processo com base nas informações coletadas, essa fase é o alicerce para todas as tomadas de decisão ao longo do projeto, direcionadas exclusivamente para os problemas identificados anteriormente. (ARANTES, 2014).

### 2.3. A (*Analyze*)

A análise dos dados visa identificar as causas raízes dos problemas. (GITLOW et al., 2005). Ferramentas como diagrama de causa e efeito, análise de Pareto, gráficos de controle e 5 porquês são comumente utilizadas. Essa etapa é uma das mais importantes, pois evita que se tratem apenas os sintomas dos problemas.

### 2.4. I (*Improve*)

Ao identificar a causa dos problemas, a equipe deve tratá-las através de matrizes de priorização, brainstorming ou mesmo por tentativa e erro, deve-se partir de

um grupo muito grande de possíveis soluções, para escolher aquelas que tragam o melhor benefício possível. (ARANTES, 2014).

A implementação deve ser acompanhada através de um planejamento, onde deverá conter ação, prazo e o responsável pela atividade até a conclusão da melhoria.

### 2.5. C (*Control*)

E para finalizar, é preciso garantir a sustentabilidade das melhorias realizadas, através de monitoramentos dos indicadores e variáveis do processo, com o objetivo de assegurar que os ganhos obtidos no projeto, se mantenha por um longo prazo. Para isso, utilizamos ferramentas como Avaliação de Sistemas de Medição e Inspeção, Gráfico de Pareto, Carta de Controle, Histograma, Índices de Capacidade e Métricas do *Lean Seis Sigma*. (CORRÊA; GIANESI, 2014).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Com foco em eficiência e qualidade a metodologia *Lean Six Sigma* destaca-se como uma abordagem estruturada e orientada por dados, capaz de conduzir projetos de melhoria contínua de forma sistemática e esta monografia descreve a aplicação do ciclo *DMAIC* em um projeto real conduzido em uma planta industrial do setor alimentício, focado na redução de perdas e aumento da eficiência global do processo de fabricação de gomas de mascar. O projeto foi motivado por desvios persistentes no indicador de *GE*, impactando diretamente a rentabilidade da operação e a confiabilidade do processo produtivo.

A aplicação das 5 etapas que norteiam a metodologia escolhida serão detalhados no capítulo 4 juntamente com as ferramentas utilizadas para alcançar os objetivos de cada marco.

O *Define* é a etapa alicerce do projeto onde se contextualiza o problema, estabelece metas mensuráveis, delimita o escopo de atuação, identifica os stakeholders, garante o alinhamento estratégico com os objetivos da organização e sua viabilidade de aplicação através da formalização do *Project Charter*, o foco foi a baixa Eficiência Global (*GE*) da linha de processo de gomas de mascar, identificada por meio da análise histórica de desempenho que foi explorada por laminadora.

A etapa *Measure* e medição objetiva quantificar o problema com base em dados reais, estabelecer a linha de base e estruturar os dados de forma a possibilitar análises posteriores. Foram coletados dados históricos da linha nos últimos quatro meses anteriores ao início do projeto que foram validadas junto ao sistema MES e a equipe de produção. Também foram realizadas estratificações do indicador por formato, tipo, sabor e turno, visando compreender os padrões de variação do processo. As causas potenciais da baixa eficiência foram levantadas por meio de ferramentas como matriz de causa e efeito (*Ishikawa*) e matriz *GUT*, possibilitando a priorização das hipóteses mais críticas.

Com base nas causas priorizadas no *Analyze* foram realizadas análises de correlação entre variáveis do processo e a capacidade da laminadora por meio da aplicação de ferramentas estatística e qualitativas como histograma, carta de controle, 5 Porquês com o objetivo de encontrar a causa raiz e a validação das potenciais causas que foram priorizadas na etapa anterior.

Após a conclusão da fase *Analyze*, as causas raiz foram identificadas com clareza. Baseando-se nos dados dessa etapa, foi iniciada a fase *Improve*, na qual o objetivo principal consistiu em mapear soluções para cada uma das causas validadas. Para isso, foi utilizada a ferramenta *5W2H*, comumente utilizada na estruturação de planos de ação devido a sua simplicidade e eficácia. Para apoiar a priorização das ações e a definição dos prazos de implementação, foi utilizada a Matriz Esforço x Impacto.

Após a conclusão da fase *Improve*, as ações foram mapeadas com base nas causas raiz identificadas, priorizadas e implementadas. Considerando os dados dessa etapa, deu-se início à fase *Control*, na qual o objetivo principal consistiu em padronizar as ações, monitorar os impactos gerados e criar um plano de manutenção dos resultados por meio de revisão de instruções de trabalho, implementação de LPP e governança diária dos resultados.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. DEFINE

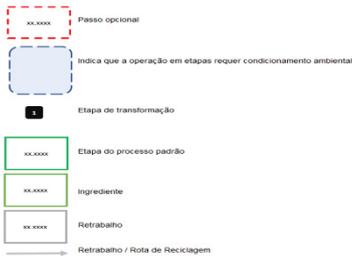
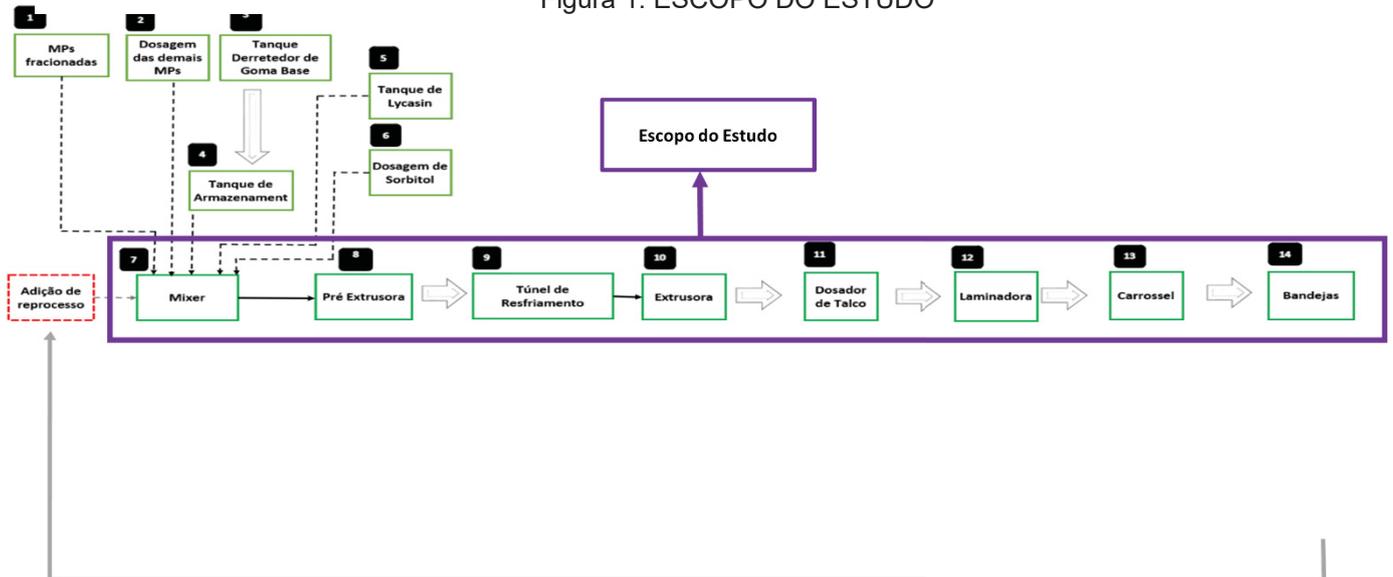
A partir da aplicação estruturada da metodologia *DMAIC* foi possível conduzir uma abordagem sistêmica e orientada por dados, voltada à identificação e mitigação das causas que impactavam negativamente a Eficiência Global (*GE*) da linha de processo de gomas de mascar. Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos em cada uma das etapas do método, com base nos dados coletados, nas análises realizadas e nas ações implantadas ao longo do projeto. As evidências aqui descritas consolidam o percurso metodológico e os ganhos gerados por meio da utilização de ferramentas da qualidade e práticas de melhoria contínua.

#### 4.1 Contexto do Problema

Com base no problema de desempenho evidenciado pela empresa da incapacidade de entrega do volume de produção do produto final pelas linhas de embalagem, iniciou-se um estudo de caso para entender quais fatores estavam influenciando negativamente, os modos de falha observados no *GEMBA* realizado nas linhas de embalagem estavam majoritariamente atrelados a qualidade da manta de goma, produto semi acabado, que vinha da linha de processo, o que direcionou a necessidade de atuação na etapa anterior a embalagem.

Como o processo de fabricação de gomas de mascar é extenso e complexo, o escopo de estudo apresentado na FIGURA 1 foi definido visando o tempo de atuação necessário e impacto geral, já que a etapa de fabricação do semi acabado da goma, manta de goma sem o corte em *slab* (formato final), impacta diretamente na etapa seguinte do processo que é a de embalagem, pois formato, espessura e textura são as principais variáveis quantitativas dentro do processo para definir a qualidade do produto final.

Figura 1. ESCOPO DO ESTUDO



FONTE: O Autor (2024)

4.1.1.1. Indicador e Métricas

Com o objetivo de caracterizar o estado atual do processo e definir uma base comparativa para nortear o início do projeto, foram coletado dados de 4 meses, abril a julho de 2024. Para obter o valor de *GE*, que é utilizado em porcentagem, a empresa utiliza o seguinte cálculo abaixo:

$$GE(\%) = \frac{\text{Volume Produzido}}{\text{Capacidade de produção dentro do intervalo de tempo produzido}}$$

O volume produzido é em toneladas e cada pallet é pesado individualmente e seu peso é registrado descontando o valor da estrutura para chegar no peso apenas da goma produzida.

A capacidade de produção refere-se a capacidade teórica de produção levando em consideração a quantidade de horas em operação e a quantidade que deve ser entregue de goma por hora.

Para a capacidade teórica são considerados os valores de referência dispostos na TABELA 1 e TABELA 2.

Tabela 1.CAPACIDADE LAMINADORA S POR FORMATO

Laminadora	Formato	Capacidade teórica (Kg/h)
S	5S	2880
S	14S	2606
S	Max	2187

FONTE: O Autor (2024)

Tabela 2.TEMPO DE PRODUÇÃO E SETUP

<b>Tempo de produção/lote</b>	0,7	h
<b>Tempo de limpeza seca</b>	0,7	h
<b>Tempo de limpeza úmida</b>	2,0	h
<b>Tempo troca de formato</b>	0,3	h

FONTE: O Autor (2024)

Os dados da TABELA 2 são de extrema importância e devem ser levados em consideração ao ser realizado o planejamento semanal de produção já que o tempo de *setup* deve ser considerado com uma parada planejada e esse projeto tem foco em ações de paradas não planejadas.

#### 4.1.1.2. Confiabilidade de dados

Para garantir a confiabilidade, os dados foram obtidos da plataforma global de automação utilizada pela operação o *Infinity Quality Suite*, a qual possui registros de produção, gráficos de controle estatístico do processo, controle de peso, *checklists* de

inspeção de defeitos, operacionais e de limpeza e registros de *HACCP*, como pode ser visualizado no compilado apresentado na FIGURA 2.

Figura 2. CONFIABILIDADE DOS DADOS



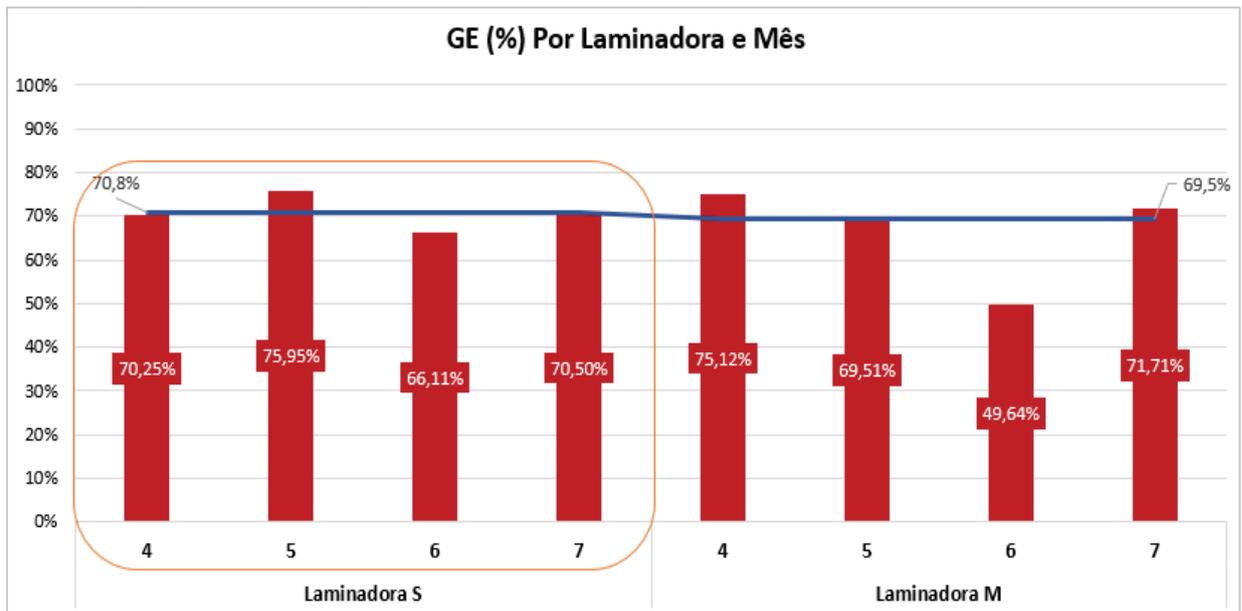
FONTE: O Autor (2024)

Os dados de *GE* e apontamento de produção são gerados turno a turno e os dados de espessura e peso a cada 30 min.

#### 4.1.1.3. Explicação dos histórico

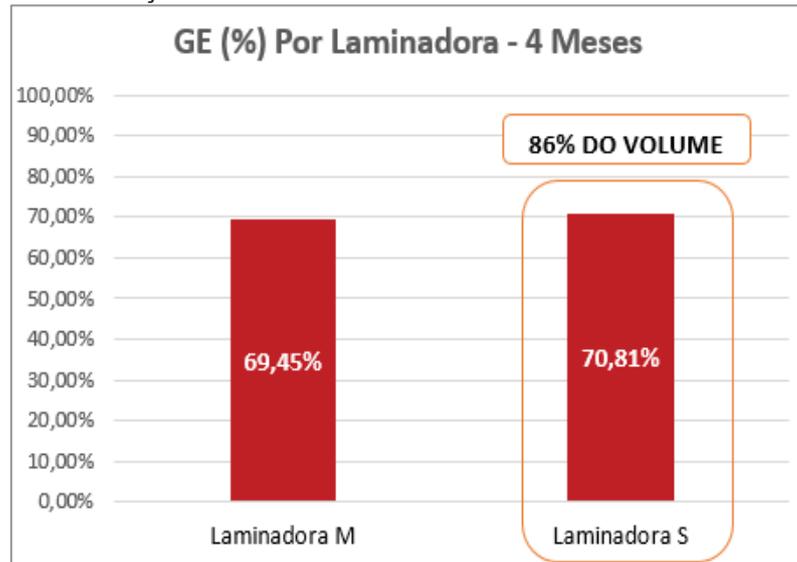
Para a definição do *baseline* do projeto foram utilizados dados de quatro meses, abril a julho de 2024, afim de estabelecer os principais pontos de oportunidade para atuação dentro do estudo realizado, na FIGURA 3 e 4 são apresentados os dados de performance obtidos no período mencionado.

Figura 3.COMPARAÇÃO MENSAL DE PERFORMANCE DE GE DAS LAMINADORAS S E M



FONTE: O Autor (2024)

Figura 4.COMPARAÇÃO GE TOTAL DO PERÍODO DA LAMINADORA S E M



FONTE: O Autor (2024)

Como é possível visualizar ambas as laminadoras apresentam variação de performance, a laminadora M tem uma *GE* ligeiramente pior que a laminadora S porém essa detém 86% do volume de produção por isso foi a escolhida como equipamento foco para a aplicação do projeto, por conta da sua significancia dentro do contexto geral do processo.

#### 4.1.1.4. Definição da Meta

A meta global estabelecida foi do aumento da GE da laminadora S em 7 pontos percentuais até março de 2025 e foi definida com base em *benchmarking* internos, históricos da linha, análise dos dados de performance apresentados anteriormente e alinhada com o desejo da empresa em atender o cliente interno que são as linhas de embalagem, a mesma foi formalizada no *Business Case*, disponível no Apêndice 1, validada com o *champion* do projeto e comunicada a toda equipe envolvida, a comprovação para a meta global será abordada na etapa *Medir*.

#### 4.1.1.5. Cálculo dos Ganhos

Para justificar os recusos aplicados para a realização de um projeto *Black Belt* é imprescindível que ganhos financeiros estejam atrelados aos benefícios do projeto, para chegar no valor estimado de ganho foram considerados os seguintes ganhos que atacam diretamente o desperdício de matéria prima e semi acabado que precisam ser descartados ou retrabalhados pela má performance da linha.

- Redução da geração de refugo e reprocesso da área por paradas nos equipamentos;
- Redução de sobrepeso devido a maior estabilidade da laminadora;
- Redução de defeitos por paradas nos equipamentos.

A produtividade esperada é de R\$ 1.5 M ao longo de um ano considerando a expectativa de redução de perdas de goma em aproximadamente 1% (160 Kg/dia), o valor médio do Kg de goma de R\$ 27,91 e 358 dias trabalhados por ano.

Além dos ganhos financeiros e de performance, temos os ganhos indiretos que estão ligados a segurança e cultura da empresa:

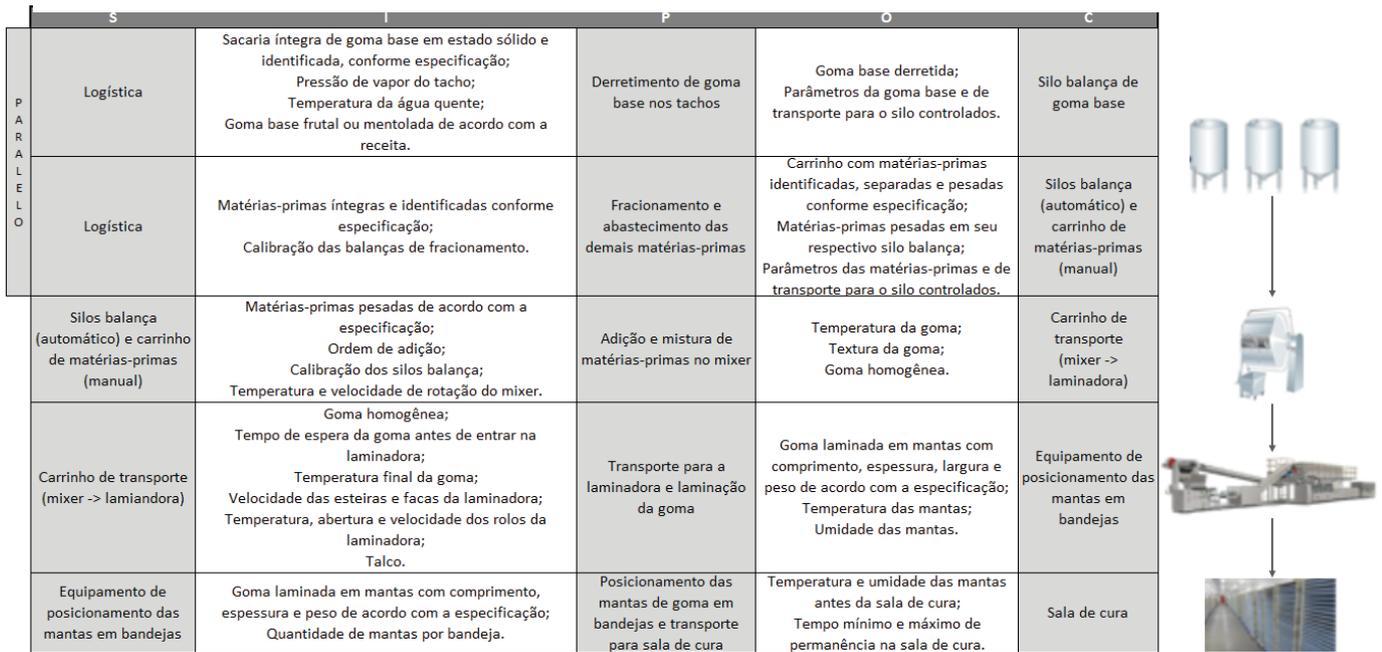
- Redução da saturação do time;
- Redução de riscos de segurança por intervenção em equipamentos;
- Melhora no 5S da área;

E o potencial de replicação para a laminadora M e demais produtos.

### 4.1.1.6. Construção do SIPOC

A ferramenta SIPOC, apresentada na FIGURA 5, foi utilizada para mapear o fluxo macro do processo e entender as interações entre fornecedores, entradas, processo, saídas e clientes internos.

Figura 5.SIPOC



FONTE: O Autor (2024)

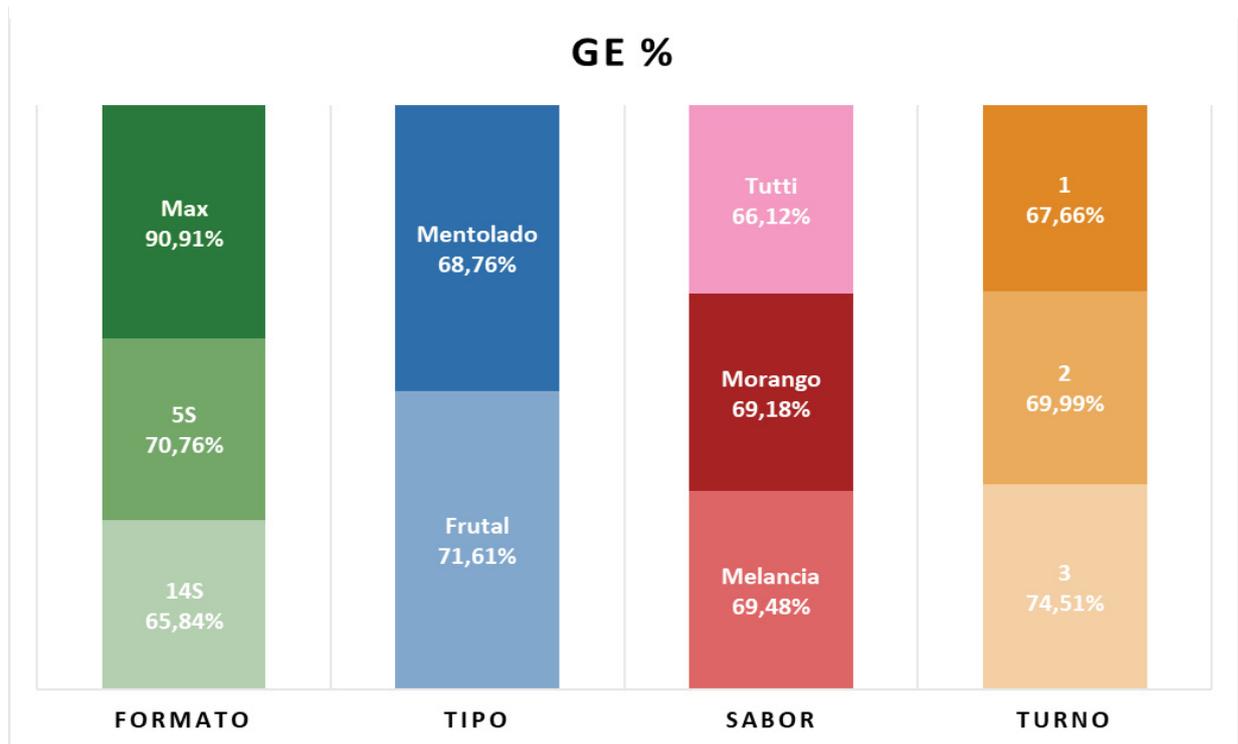
## 4.2. MEASURE

A etapa de medição objetiva quantificar o problema com base em dados reais, estabelecer a linha de base e estruturar os dados de forma a possibilitar análises posteriores.

### 4.2.1.1. Estratificação

Uma das primeiras análises exploratórias realizadas foi a estratificação do GE pelos diferentes tipos de formato, tipo, sabor e também por turno de produção, com o objetivo de identificar se esses fatores influenciavam na performance do equipamento, o resultado é apresentado na FIGURA 6.

Figura 6. ESTRATIFICAÇÃO DE GE POR FORMATO, TIPO, SABOR E TURNO



FONTE: O Autor (2024)

Essa abordagem se justifica pelo fato de que as gomas produzidas diferem entre si em diversos aspectos físicos, como:

- Formato: Max (*slab* maior), 5s e 14 s (mesmo formato) o que muda é a quantidade na embalagem;
- Sabor: por conta da diferente formulação diferem em textura e dureza;
- Tempo de cura: antes de ser embalado a goma passa por uma cura em sala com temperatura e umidade controladas antes de ser embalado.

Essas variações impactam diretamente na alimentação da linha e regulagem de equipamento, influenciando o tempo de *setup*, a frequência de paradas e a velocidade da operação, três pilares que compõem o indicador de *GE*.

O tipo frutal representa a maior parte da demanda de produção por isso os dados foram analisados separadamente para os sabores frutais. A performance dos sabores Morango e Melancia foram bem similares, porem o principal sabor frutal que é o Tutti ficou abaixo da média de 69% apresentada nos demais sabores e dentro do tipo frutal ele é o que tem maior volume de produção, isso possibilitou compreender melhor como os aspectos físicos listados acima interferem no comportamento da goma no equipamento.

Outro ponto importante foi entender se os turnos de trabalho tinham uma padronização de operação e pelos resultados obtidos foi possível concluir que há oportunidades operacionais, visto que o terceiro turno que é onde está concentrado os operadores mais experientes possui uma *GE* superior aos demais turnos.

#### 4.2.1.2. Matriz de Causa e Efeito (Ishikawa)

Com base na observação no *GEMBA*, entrevista com os operadores e supervisores do setor e os dados coletados, foi construída uma Matriz de Causa e Efeito estruturada nos 6Ms, ilustrada na FIGURA 7, com foco na baixa Eficiência Global.

Figura 7. MATRIZ DE CAUSA E EFEITO



FONTE: O Autor (2024)

Os principais pontos levantados foram:

- Máquina: sensores de falha com atuação intermitente, necessidade de ajustes constantes;

- Método: ausência da padronização na retomada da produção, falta de rotina estruturada para setup entre sabores;
- Mão de obra: lacunas de capacitação técnica;
- Material: variação na textura da goma, influenciando no comportamento da mesma;
- Meio ambiente: variações de temperatura e umidade;
- Medição: ausência de controle sobre indicadores de performance, dificultando a correção em tempo real.

#### 4.2.1.3. Aplicação da Matriz GUT para Priorização

Pelo número significativo de possíveis causas levantadas na aplicação da Matriz de Causa e Efeito, foram 23 no total, a aplicação da Matriz *GUT* se fez necessária para estabelecer as causas com atuação prioritárias, considerando os critérios:

- Gravidade: impacto da causa sobre o *GE*;
- Urgência: necessidade de resolução imediata;
- Tendência: probabilidade de agravamento ao longo do tempo.

A matriz *GUT* completa está na FIGURA 8, as quatro principais causas priorizadas foram selecionadas para atuação na etapa *Improve*, e são:

- Carrossel ineficiente;
- Goma mole;
- Falta de conhecimento do time técnico;
- Variação na dosagem automática de matérias-primas.

Figura 8.MATRIZ GUT

MATRIZ GUT						4 PRIORIZADAS
Nº	Descrição da possível causa	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (tendência)	GxUxT	Ranking
11	Carrossel ineficiente	5	5	4	100	1º
1	Goma mole	5	5	3	75	2º
7	Falta de conhecimento do time técnico	5	5	3	75	2º
21	Variação na dosagem automática de matérias-primas	4	4	4	64	3º
10	Falha na sincronização dos equipamentos	5	3	4	60	4º
2	Goma seca	5	4	3	60	4º
6	Desequilíbrio de experiência entre turnos	5	4	3	60	4º
9	Atraso na transferência de matéria-prima no mixer	5	3	4	60	4º
18	Falta de padronização de parâmetros conforme velocidade, número de mantas por bandeja e número de tiras por manta	5	4	3	60	4º
13	Facas da laminadora sem corte	4	5	3	60	4º
3	Goma com grumos	4	4	3	48	5º
23	Falta de calibração dos medidores de parâmetros da manta	3	4	4	48	5º
4	Goma curta	3	4	3	36	6º
8	Falha nos equipamentos que controlam a temperatura	4	3	3	36	6º
16	Falta de padronização de parâmetros após troca de sabor	4	3	3	36	6º
19	Falta de controle de temperatura na laminadora	3	3	4	36	6º
22	Falha na calibração das balanças da sala de fracionamento	3	3	4	36	6º
5	Goma rachada	3	3	3	27	7º
12	Variação da temperatura do tacho	3	2	4	24	8º
17	Falta de padronização da limpeza dos rolos da laminadora	3	2	3	18	9º
14	Talco no ambiente	2	1	3	6	10º
15	Alta temperatura ambiente	2	1	2	4	11º
20	Falta de controle de umidade ambiente	2	1	1	2	12º

FONTE: O Autor (2024)

#### 4.2.1.4. Comprovação da Meta Global

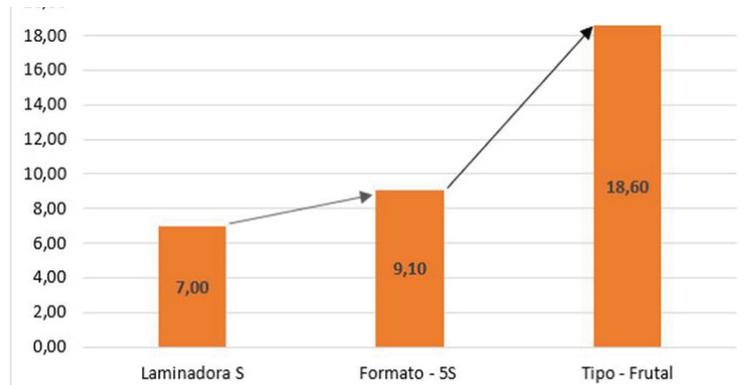
A definição da meta global do projeto foi realizada com base em critérios técnicos, históricos e comparativos, assegurando que o objetivo estabelecido fosse desafiador, porém alcançável dentro da realidade operacional da linha. A meta de alcançar o aumento de 7 pontos percentuais na laminadora S para atingir 77% de Eficiência Global (GE) foi determinada considerando dados de referência de linhas semelhantes dentro da própria planta, bem como *benchmarking* interno da companhia para o mesmo tipo de processo.

Para validar a viabilidade da meta, foram analisadas séries históricas dos últimos meses de produção, aplicando-se filtros por formato, tipo e sabor demonstrados posteriormente de forma a isolar distorções e obter uma média realista de desempenho atual. Essa análise revelou que, mesmo diante das variabilidades do processo, existiam janelas operacionais onde o indicador GE evidenciava o potencial de melhoria com ajustes de processo e padronização.

Além disso, foram realizados estudos de capacidade da linha demonstrados na etapa *Analyze*, que demonstraram ser tecnicamente possível atingir a meta com a redução de perdas associadas a falhas intermitentes de sensores e instabilidades no retorno de linha. A validação envolveu também a análise de viabilidade em termos de recursos e tempo, assegurando que a meta não comprometesse a qualidade ou segurança dos produtos.

Dessa forma, a comprovação da meta foi fundamentada em dados objetivos e análises comparativas, servindo como norte claro para a condução das etapas seguintes do ciclo *DMAIC* e para o engajamento da equipe ao longo do projeto a lógica aplicada esta resumida na FIGURA 9.

Figura 9.META GLOBAL



Considerando que...		É necessário...		
Laminadora S	100% do volume	Aumentar	7,0	pontos percentuais de GE
5S	77% do volume da laminadora S	Aumentar	9,1	pontos percentuais de GE
Frutal	49% do volume de 5S			
Frutal	38% do volume da laminadora S	Aumentar	18,6	pontos percentuais de GE

S ESPECÍFICO (SPECIFIC)	M MENSURÁVEL (MEASURABLE)	A ATINGÍVEL (ARCHIEVABLE)	R RELEVANTES (RELEVANT)	T TEMPORAIS (TIME-BOUND)
Aumentar a eficiência (GE %) da laminadora S com os sabores do formato 5S frutais.	Aumentar o GE (%) que está em 70,81% para 77,81%.	Utilizando a metodologia DMAIC, traçaremos planos de ação assertivos e factíveis de serem executados até mar/2025.	A meta está relacionada a um dos pilares da empresa hospedeira e irá contribuir para a meta de eficiência e produtividade da mesma.	Prazo de conclusão: 03/2025.

FONTE: O Autor (2024)

### 4.3. ANALYZE

#### 4.3.1.1. Potenciais Causas

Na etapa *Analyze*, foi conduzida uma investigação aprofundada com o objetivo de validar as causas prioritárias identificadas nas fases anteriores, utilizando ferramentas como o 5 Porquês, observações em campo e entrevista com time

multidisciplinar. Essa etapa foi essencial para garantir que as ações de melhoria fossem direcionadas às causas reais que comprometiam o desempenho da linha de envase.

Aplicou-se a ferramenta dos 5 Porquês, detalhada na FIGURA10, às hipóteses mais críticas levantadas na matriz *GUT*, permitindo desdobrar sintomas operacionais até as raízes dos problemas. Um exemplo foi o caso recorrente de paradas curtas após o retorno de linha, cuja análise revelou, como causa raiz, a ausência de um padrão definido para esse procedimento, o que levava a instabilidades na alimentação do equipamento e à reincidência de falhas.

Figura 10.5 PORQUÊS

POSSÍVEL CAUSA RAIZ	1º POR QUÊ	2º POR QUÊ	3º POR QUÊ	4º POR QUÊ	5º POR QUÊ	CAUSA RAIZ
11. Carrossel ineficiente	Bandejas enroscam durante o transporte no elevador	O flap do elevador não está com a altura adequada	Desgaste precoce do flap	Posicionamento incorreto das bandejas	Falta de padronização no abastecimento das bandejas (manual)	Falta de padronização no abastecimento das bandejas (manual)
	Muitas paradas não programadas do robô	Robô frequentemente apresenta diversas falhas eletrônicas	Não há manutenção preventiva (MP) do robô			Não há manutenção preventiva (MP) do robô
	Atraso no abastecimento das bandejas para o carrinho	Travamento das engrenagens, interrompendo o abastecimento das bandejas.	Desgaste precoce das engrenagens	O talco presente no ambiente acelera o desgaste das engrenagens	Não há um sistema de proteção ou limpeza regular para mitigar o acúmulo de talco e não há MP	Não há um sistema de proteção ou limpeza regular para mitigar o acúmulo de talco e não há MP
		Falha na sincronização das guias	Folga nas guias do abastecedor	O talco presente no ambiente acelera o desgaste das guias	Não há um sistema de proteção ou limpeza regular para mitigar o acúmulo de talco e não há MP	Não há um sistema de proteção ou limpeza regular para mitigar o acúmulo de talco e não há MP
1. Goma mole	Variação na formulação das gomas entre os diferentes sabores	As proporções das matérias-primas que influenciam a textura são diferentes para cada sabor	O time de R&D ajusta as formulações para cada sabor sem avaliar o parâmetro de textura	Não há um parâmetro objetivo de textura para as gomas, a avaliação é feita de forma subjetiva	Não há um método padrão validado para medir a textura das gomas	Não há um método padrão validado para medir a textura das gomas
	Não utilização de reprocesso	Nem sempre há reprocesso disponíveis	A formula não foi validada para os casos em que não há reprocesso	O processo de validação de mudança de formula não inclui testá-la em condições diferentes (com e sem reprocesso)		O processo de validação de mudança de formula não inclui testá-la em condições diferentes (com e sem reprocesso)
	Variação das dosagens de matérias-primas	Furo de sequenciamento de dosagem entre as MPs	Atraso na transferência das matérias-primas até o mixer	Variação nas temperaturas das matérias-primas	Não há controle e monitoramento da temperatura das tubulações que conduzem as matérias-primas para o mixer	Não há controle e monitoramento da temperatura das tubulações que conduzem as matérias-primas para o mixer
			Não há um intertravamento no sistema que impeça a adição de outra matéria-prima até a conclusão da dosagem anterior	Ineficiência das bombas	Bomba mal dimensionada e falta de intertravamento de pressão	Bomba mal dimensionada e falta de intertravamento de pressão
				O sistema permite ajustes manuais, e o controle de intertravamento não foi implementado		O sistema permite ajustes manuais, e o controle de intertravamento não foi implementado
7. Falta de conhecimento do time técnico	Onboarding ineficiente, não orienta os técnicos sobre o que eles devem aprender e onde podem buscar	Não há um plano estruturado de aprendizado técnico, indicando os documentos e contatos que podem buscar	Não há um "guia" para os técnicos sobre as etapas de aprendizado	Não há um padrinho responsável por criar o "guia" e orientar os novos técnicos	Não há um processo estruturado de mentoria para garantir que todos os técnicos tenham o suporte e orientação necessários	Não há um processo estruturado de mentoria para garantir que todos os técnicos tenham o suporte e orientação necessários
	Falta do conhecimento do princípio de funcionamento dos equipamentos	Os treinamentos são superficiais, focam apenas nas atividades operacionais	Os treinamentos não foram desenvolvidos para o time técnico	Não há uma avaliação regular para entender as necessidades de conhecimento e treinamentos específicos do time técnico de cada área	Não há um processo de revisão e atualização dos treinamentos com base nas necessidades específicas de cada área	Não há um processo de revisão e atualização dos treinamentos com base nas necessidades específicas de cada área
21. Variação na dosagem automática de matérias-primas	As balanças usadas para dosagem automática não estão sendo calibradas regularmente	A frequência de calibração não está clara para o time técnico	A responsabilidade pela calibração é de outro time	A comunicação entre os times é ineficiente	Não há um procedimento formal que defina o acompanhamento das calibrações e responsabilidades	Não há um procedimento formal que defina o acompanhamento das calibrações e responsabilidades

FONTE: O Autor (2024)

#### 4.3.1.2. Validação das Causas

A análise também contou com um estudo de capacidade do processo, o qual demonstrou que, do ponto de vista técnico, a linha tinha potencial para operar com Eficiência Global superior à observada, desde que reduzidas as variações operacionais e estabilizados os parâmetros críticos. Isso reforçou a viabilidade da meta proposta na fase *Define*.

A validação das causas foi embasada por diferentes evidências:

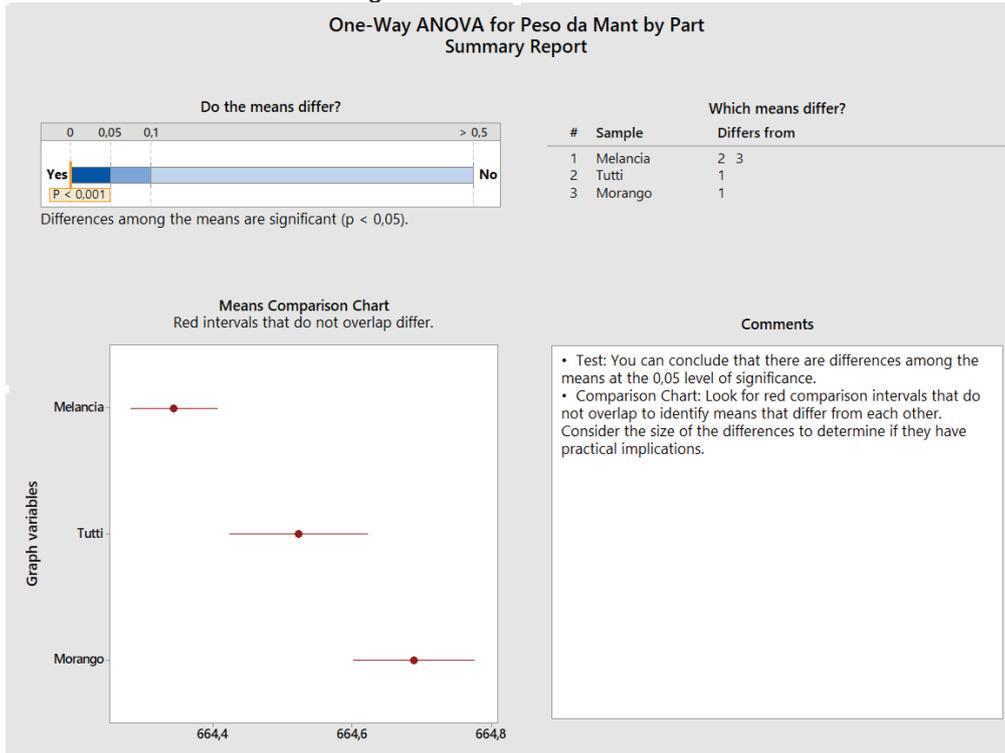
- Foto do *flap* do elevador, mostrado na FIGURA 11, registrou-se visualmente um exemplo de falha no processo de formação causado pela altura divergente gerando falhas e paradas de linha.
- *Anova* da diferença por sabor, FIGURA 12, onde é possível observar que a diferente formulação impacta no desempenho por causa das diferenças físicas.
- Gráfico *boxplot* de *GE* por turno, FIGURA 13, a análise estatística evidenciou diferenças significativas entre os turnos, apontando para variações na condução operacional, setups e manuseio dos equipamentos. Essa variação sugeriu falta de padronização e dependência de conhecimento tácito dos operadores.
- Tabela de variação de dosagem, FIGURA 14, os dados de dosagem demonstraram um desvio considerável entre o valor de referência e os valores reais, especialmente durante períodos de instabilidade operacional, refletindo diretamente na perda de eficiência.

Figura 11. FLAP DO ELEVADOR DO CARROSSEL COM ALTURA DIVERGENTE



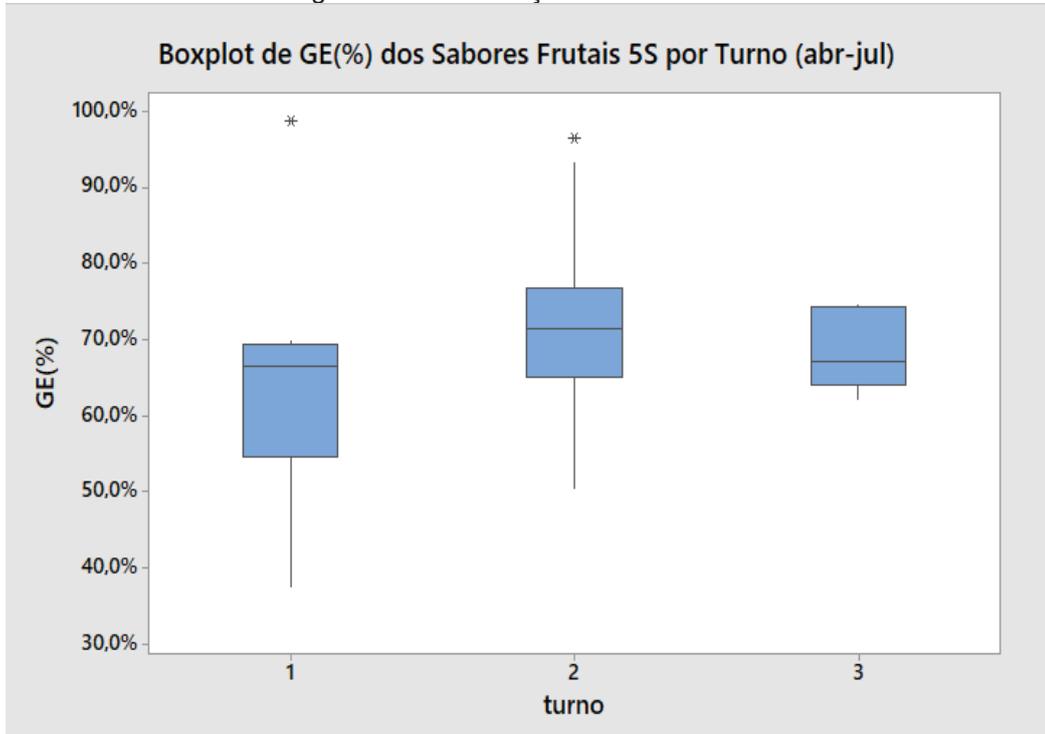
FONTE: O Autor (2024)

Figura 12.ANOVA POR SABOR



FONTE: O Autor (2024)

Figura 13.DIFERENÇA ENTRE TURNOS



FONTE: O Autor (2024)

Figura 14. VARIAÇÃO DE DOSAGEM AUTOMÁTICA DE MATÉRIAS PRIMAS NO MIXER

MPs	Mixer 5				
	Pedido	% Pedido x Dosado	Dosado	% Dosado x Balança	Conferência balança
L	17,16	97,9%	16,80	102,0%	17,14
	20,00	93,0%	18,60	101,6%	18,89
G	5,00	100,0%	5,00	106,0%	5,30
	10,00	100,0%	10,00	99,5%	9,95
	15,00	100,0%	15,00	102,3%	15,35
C	5,00	152,0%	7,60	87,5%	6,65
	10,00	102,0%	10,20	104,9%	10,70

\*Variação de até 3% é aceitável

\*As mesmas análises foram feitas para os demais mixers

FONTE: O Autor (2024)

A consolidação dessas evidências confirmou como causas validadas da baixa *GE*:

- Falta de padronização no retorno de linha e no processo de setup;
- Falhas intermitentes nos sensores críticos da linha;
- Variação operacional entre turnos;
- Desvios de dosagem que comprometem o sincronismo entre equipamentos.

#### 4.4. IMPROVE

A ferramenta *5W2H* possibilitou a visualização estruturada das ações mapeadas, por meio do detalhamento das seguintes perguntas: o que seria feito, quem seria responsável, quando e onde seria implementada, por que a ação era relevante, como seria executada e quanto custaria para ser feita. A TABELA 3 ,apresenta o desdobramento dessas ações, organizadas de acordo com suas respectivas causas de origem.

Para apoiar a priorização das ações e a definição dos prazos de implementação, foi utilizada a Matriz Esforço x Impacto, ferramenta que permite classificar as iniciativas com base em dois critérios: o impacto potencial gerado no processo após a execução da ação e o esforço necessário para implementá-la. Ambos

os critérios foram avaliados em uma escala de 0 a 5, sendo que o impacto varia de impacto reduzido a impacto altamente positivo, e o esforço varia de baixo a muito elevado. A FIGURA 15 apresenta a priorização das ações considerando o resultado da Matriz Esforço x Impacto.

Tabela 3.5W2H

Causas Validadas	5W2H								Matriz Esforço x Impacto	
	ID	What? Ação (O que?)	Who? Responsável (quem?)	When? Prazo (Quando)	Where? Local (Onde?)	Why? Justificativa (Por que?)	How? Detalhamento (Como?)	How Much? Custo (Quanto?)	Impacto	Esforço
1. Goma mole (melancia)	1	Padronizar curva de textura da goma	Time de Qualidade (Caroline) e P&D (Vitor)	31/03/2025	Área de processo	Para reduzir a variabilidade entre os sabores e, consequentemente, reduzir o impacto na eficiência das laminadoras após troca de sabor	Teste em laboratório e validação da utilização de um texturômetro	R\$ 30.000,00	5	4
	2	Redefinir quantidade de reprocesso utilizada para fórmulas que apresentam textura mole	Time de P&D (Vitor)	28/02/2025	Área de processo	Reduzir o impacto de goma mole nas fórmulas atuais	Teste em laboratório e em escala industrial	R\$ -	4	3
	3	Criar um procedimento padrão de teste que considere testar novas fórmulas com e sem reprocesso	Time de P&D (Vitor) e Manufatura (Ana)	30/01/2025	Área de processo	Garantir que novas fórmulas considerem a variabilidade da textura provocada pela utilização do reprocesso e o impacto que pode causar no processo posterior	Construção de uma IT	R\$ -	4	2
	4	Instalação de PT100 nas tubulações de matérias-primas e alarme sonoro	Time de Manutenção (Leandro)	15/03/2025	Tubulação de Matérias-primas	Monitorar a temperatura da matéria-prima e sinalizar caso esteja abaixo das especificações	Instalar sensores PT100 nas tubulações críticas e integrá-los a um CLP para monitorar as temperaturas em tempo real	R\$ 8.000,00	5	5
	5	Intertravar a pressão das bombas anteriores ao mixer	Time de Manutenção (Leandro)	15/03/2025	Área de processo	Erradicar o atraso na transferência de matérias-primas para o mixer	Instalar sensores de pressão nas bombas e configurar lógica de intertravamento no CLP	R\$ 6.000,00	4	4
	6	Intertravar as etapas de dosagem de matérias-primas no mixer	Time de Manutenção (Leandro)	25/02/2025	Mixer	Bloquear ajustes manuais de fórmulas ou "pula-passo"	Programar o sistema para permitir nova dosagem apenas após a conclusão da anterior	R\$ -	4	4
7. Falta de conhecimento do time técnico - Diferença entre turnos	7	Criar matriz de habilidades para o time técnico	Time do Pilar de Educação e Treinamento (Devair) e Time de Manutenção (Leandro)	30/01/2025	Área de processo	Melhorar a eficácia do onboarding	Entender treinamentos específicos e habilidades necessárias para as atividades da área de processo de gomas	R\$ -	3	2
	8	Mapear padrinhos para novos colaboradores do time técnico	Time do Pilar de Educação e Treinamento (Devair) e Time de Manutenção (Leandro)	30/01/2025	Área de processo	Melhorar a eficácia do onboarding	Selecionar colaboradores referência a partir da matriz de habilidades	R\$ -	3	2
	9	Incluir revisão periódica dos treinamentos e gestão de mudança	Time de Manutenção (Leandro)	20/02/2025	Área de processo	Garantir a atualização dos treinamentos caso seja feita alguma melhoria e revisão periódica	Incluir disparo de e-mail automático para o revisor das ITs após período determinado e caso seja feita alguma alteração no equipamento	R\$ -	2	2
	10	Capacitar o time técnico	Time de Manutenção (Leandro)	15/03/2025	Área de processo	Aumentar a agilidade na resolução de problemas técnicos dos equipamentos	Treinar o time técnico nas principais competências de acordo com a necessidade apresentada na matriz de habilidades	R\$ -	4	4

11. Carrossel ineficiente	11	Desenvolver poka-yoke para que a bandeja seja posicionada na altura correta	Time de Manutenção (Leandro) e Engenharia (Jonas)	15/03/2025	Carrossel	Flap desgastado por falta de padronização no abastecimento das bandejas (manual)	Criar batente com sensor para validar o posicionamento correto da bandeja	R\$ 1.500,00	4	3
	12	Trocar o flap do elevador	Time de Manutenção (Leandro)	15/02/2025	Carrossel	Flap desgastado	Substituir o flap atual por um novo reforço de material e alinhamento adequado para evitar desgaste precoce	R\$ 1.200,00	4	2
	13	Criar cronograma de limpeza do equipamento	Time de Manufatura (Ana) e Qualidade (Caroline)	15/02/2025	Carrossel	Reduzir paradas do equipamento ou falha de sincronização por acúmulo de talco	Definir frequência e responsáveis pela limpeza do equipamento e arealizar o acompanhamento por um checklist	R\$ -	2	2
	14	Criar plano de manutenção preventiva para o robô	Time de Manutenção (Leandro) e Time do Pilar de Manutenção Progressiva (Alexandre)	15/02/2025	Carrossel	Reduzir paradas não planejadas do robô	Criar um plano de inspeção, lubrificação e troca/manutenção de peças considerando o histórico de quebras	R\$ -	4	3
	15	Desenvolver um projeto A3 para reduzir a utilização do talco na goma	Time de Manufatura (Ana) e P&D (Vitor)	30/05/2025	Carrossel	Reduzir paradas do equipamento ou falha de sincronização por acúmulo de talco	Utilizar a metodologia A3 para entender a necessidade da utilização da talco e buscar soluções alternativas	R\$ -	3	4
21. Variação na dosagem automática de matérias-primas	16	Revisar a frequência das calibrações das balanças	Time de Manutenção (Leandro)	15/01/2025	Mixer	Reduzir a variação na dosagem, garantindo a calibração regularmente	Entender considerando o histórico de variação de dosagem e por testes	R\$ -	3	2
	17	Definir matriz de responsabilidades para atividades de manutenção	Time de Manutenção (Leandro)	20/02/2025	Área de processo	Clarificar se a responsabilidade é do time de MP, MA ou Tec Chave	Reunir o time e estruturar a matriz RACI	R\$ -	2	2
	18	Criar rota de calibração das balanças no SAP	Time de Manutenção (Leandro)	20/01/2025	Mixer	Garantir a calibração sendo feita na frequência correta	Incluir a rota no SAP	R\$ -	3	2

FONTE: O Autor (2025)



FONTE: O Autor (2025)

Ao todo, foram dezoito ações mapeadas utilizando a ferramenta *5W2H*, sendo seis priorizadas pela Matriz Esforço x Impacto, considerando seu alto impacto e baixo esforço para execução. Entre as ações de maior destaque, é possível citar a criação de um procedimento padrão de teste que considere testar novas fórmulas com e sem reprocesso, a criação de uma matriz de habilidades para o time técnico da área e a criação no sistema SAP da rota de calibração das balanças dos *mixers*.

Para a implementação das ações mapeadas, foram disponibilizados recursos financeiros pela empresa, uma vez que a mesma considerou que todas as iniciativas são viáveis e de alta relevância para o negócio. Até a conclusão desta etapa, cerca de setenta por cento do total das ações foram concluídas e cem por cento das ações prioritárias foram executadas.

## 4.5. CONTROL

Após a conclusão da fase *Improve*, as ações foram mapeadas com base nas causas raiz identificadas, priorizadas e implementadas. Considerando os dados dessa etapa, deu-se início à fase *Control*, na qual o objetivo principal consistiu em padronizar as ações, monitorar os impactos gerados e criar um plano de manutenção dos resultados.

Para a padronização das ações, manutenção dos resultados obtidos e com o objetivo de reduzir a variabilidade de conhecimento entre os turnos, foram revisadas duas instruções de trabalho (IT) e criadas seis lições ponto a ponto (LPP). Ambas as ferramentas permitem a transferência de conhecimento de maneira visual e objetiva para o time. A FIGURA 16 apresenta um exemplo de LPP criada e o modelo utilizado.

Figura 16. EXEMPLO DE LIÇÃO PONTO A PONTO

**LIÇÃO PONTO A PONTO**  
TIPO: CONHECIMENTO BÁSICO

**DATA:** 20/01  
**RESPONSÁVEL:** ALBERTO

**TURNO:** 2° TURNO  
**ÁREA:** PROCESSO DE GOMAS

**DESCRIÇÃO:** Conforme o cornograma de limpeza, os tanques que armazenam matérias-primas devem ser limpos com a frequência de duas vezes por semana (segunda e quinta-feira). O tanque sujo acarreta em variabilidade na quantidade dosada de matéria-prima para o mixer, ocasionando variabilidade na característica da fórmula.



ERRADO



CERTO

**APROVADO POR:** ELIZABETH (LÍDER)  
**DATA:** 27/01/2025

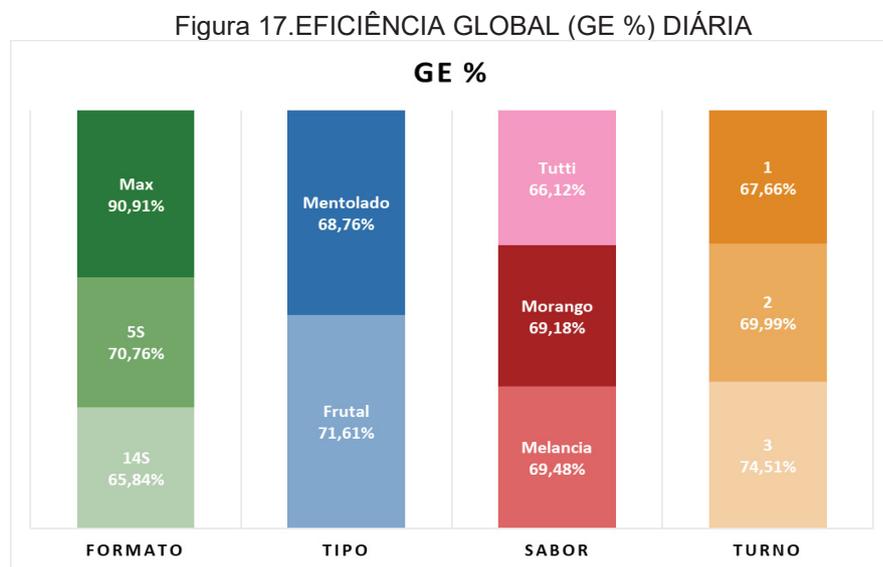
**TREINADOS:**

FONTE: O Autor (2025)

Para monitorar as ações mapeadas na fase anterior, o plano *5W2H* foi atualizado semanalmente na governança do projeto. As ações que demandam maior tempo de execução foram incluídas no *Hoshin* da área, garantindo a continuidade do projeto e assegurando o acompanhamento pelas diferentes instâncias gerenciais da

empresa. Entre elas, destaca-se a ação voltada para o desenvolvimento um projeto A3 que visa reduzir a utilização do talco no processo de laminação da goma.

Nas governanças diárias da área (*DMs*), foi incluído o FIGURA 17 contendo os dados referentes ao dia anterior, com o objetivo de monitorar os principais indicadores relacionados ao processo e a avaliar da eficácia das ações. Além disso, o mesmo gráfico passou a ser analisado também nas reuniões de governança semanal e mensal da área, garantindo maior visibilidade dos resultados e contribuindo para tomada de decisões mais assertivas.



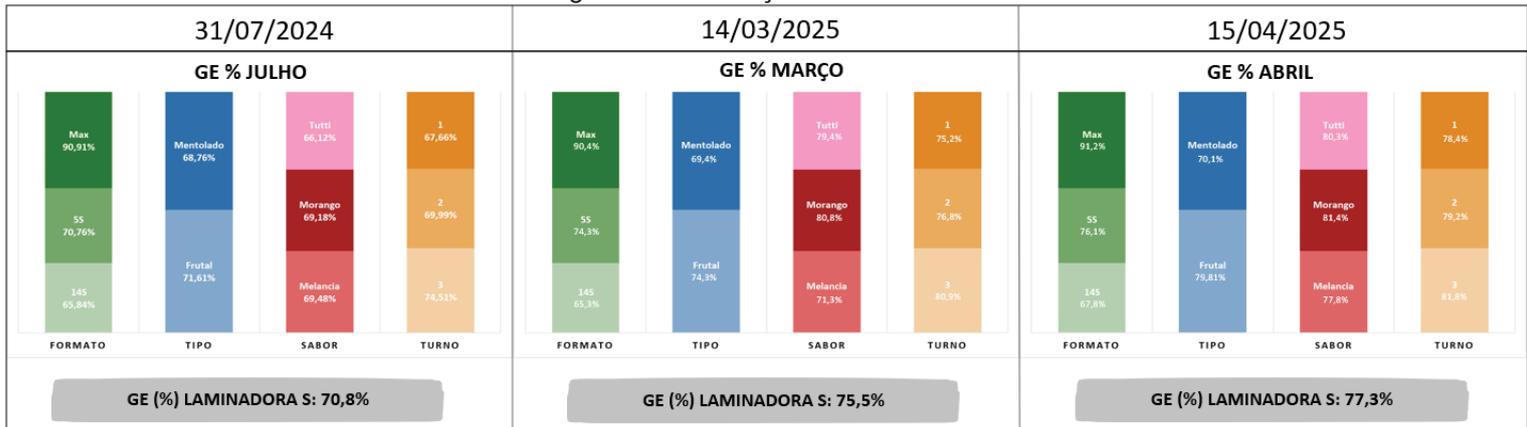
FONTE: O Autor (2025)

As ferramentas utilizadas nesta fase, juntamente com as rotinas de governança e as visualizações criadas para o monitoramento dos indicadores-chave, permitiram a padronização das informações e a manutenção dos resultados alcançados. Esse conjunto de práticas contribuiu para a estabilidade do processo e reforçou a agilidade na identificação de desvios e oportunidades de melhoria.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO MAPA DE RACIOCÍNIO

O objetivo do projeto consistia em aumentar a eficiência do processo produtivo de gomas de mascar, sendo definida como meta global o aumento da eficiência (*GE* %) da laminadora S de 70,8% para 77,8% até março de 2025. Após a implementação das seis ações prioritárias, selecionadas pela Matriz Esforço x Impacto e concluídas em 14/03/2025, notou-se um aumento de 4,7 pontos percentuais na *GE* da laminadora S, com destaque para os sabores Tutti e Morango. Até o dia 15/04/2025, cerca de 77% das ações mapeadas no plano *5W2H* haviam sido concluídas, sendo novamente percebido o aumento na *GE* da laminadora S, atingindo 77,3%. A FIGURA 18 apresenta a evolução do indicador nos três períodos avaliados.

Figura 18.EVOLUÇÃO NA GE % MENSAL



FONTE: O Autor (2025)

Durante a fase *Measure*, o desdobramento da meta para a laminadora S previa o aumento na *GE* de 9,1 pontos percentuais na família 5S e 18,6 pontos percentuais nos sabores frutais. Conforme observado na FIGURA 18, foi registrado o aumento de 5,4 pontos percentuais no *GE* da família 5S e de 8,2 pontos percentuais de aumento no *GE* dos sabores frutais. Embora essas famílias fossem o foco principal do projeto, também foram observados ganhos nas famílias Max e 14S, uma vez que as ações implementadas impactaram o processo como um todo. Assim, a eficiência geral da laminadora S evoluiu de 70,8% para 77,3%, representando um ganho total de 6,5 pontos percentuais.

Para que a meta global de 77,8% seja atingida, ainda é necessário avançar cerca de 0,5 pontos percentuais na *GE*. Porém, considera-se que ao serem finalizadas todas as ações mapeadas, a meta inicial será alcançada. Além dos ganhos em eficiência, o projeto também gerou benefícios qualitativos e quantitativos expressivos para a área, tais como:

- Redução da saturação do time;
- Redução de 5% dos toques da laminadora, impactando na diminuição de riscos de segurança por intervenção em equipamentos;
- Melhora do 5S da área;
- Redução de 4% da geração de refugo e reprocesso da área por paradas nos equipamentos;
- Redução de 7% do sobrepeso nos sabores de Tutti e Morango, devido a maior estabilidade da laminadora;
- *Saving* estimado de R\$ 1.500.000,00;
- Redução da variabilidade dos indicadores-chave entre turnos.

O projeto foi aprovado pelos *stakeholders* da área, que reconheceram tanto a relevância das ações mapeadas quanto os resultados alcançados após sua implementação. Além dos indicadores quantitativos, os benefícios também foram percebidos pelo time operacional, refletindo-se em melhorias na rotina, maior estabilidade do processo e aumento do engajamento da equipe.

## 6. CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi aumentar a eficiência da laminadora S no processo produtivo de gomas de mascar utilizando a metodologia *DMAIC*. Em cada fase do projeto, foram utilizadas ferramentas da qualidade que possibilitaram a identificação das principais causas raiz, a priorização das soluções mais adequadas e a implementação das ações com foco em resultados sustentáveis.

Na etapa *Define*, foi mapeada a meta global, identificado o problema central e utilizada a ferramenta *SIPOC* para mapear o processo. Na etapa seguinte, *Measure*, os dados foram estratificados, foi desenvolvida a matriz causa e efeito com 23 possíveis causas e a meta do projeto foi definida com base no modelo *SMART*. A meta global estabelecida foi o aumento da eficiência (*GE%*) da laminadora S de 70,8% para 77,8% até março de 2025. Na etapa *Analise*, foi feito o mapeamento detalhado do processo em estudo, a validação de quatro causas por meio de análises estatísticas como Análise de Capacidade, Carta  $\bar{X}$ -R, *Boxplot* e *ANOVA*, além da aplicação da técnica 5 porquês. Em *Improve*, foi construído o plano *5W2H* e utilizada a Matriz Esforço x Impacto para priorizar as 18 ações propostas. Por fim, na etapa *Control*, foram desenvolvidas Instruções de Trabalho (ITs) e Lições Ponto a Ponto (LPPs), além da inclusão de indicadores-chave nas rotinas de governança da área, garantindo o acompanhamento contínuo dos resultados.

Ao final da fase *Control*, a eficiência da laminadora S atingiu 77,3%, representando um ganho de 6,5 pontos percentuais em relação ao valor inicial. Embora a meta ainda não tenha sido totalmente alcançada, o avanço obtido na *GE* e em outros indicadores da área, indica que a meta de 77,8% será atingida com a conclusão das ações mapeadas no plano *5W2H*.

Conclui-se que a utilização da metodologia *DMAIC* permitiu a estruturação do projeto de maneira clara, lógica e prática, facilitando a condução das análises e decisões. A combinação de ferramentas estatísticas e gerenciais contribuiu significativamente para a eficácia do projeto, sendo notável pela gerência da empresa em que o projeto foi executado.

### 6.1. Sugestões de trabalhos futuros

Durante a análise e discussão dos resultados, surgiram oportunidades que não puderam ser exploradas neste projeto, mas que podem servir de base para iniciativas futuras na área. As principais sugestões estão apresentadas abaixo:

- Realizar análises estatísticas, como cartas de controle do tipo Antes e Depois, com o objetivo de comprovar estatisticamente os resultados obtidos após implementação de todas as ações mapeadas no plano *5W2H*;
- Desenvolver um projeto similar para a laminadora M, replicando possíveis ações mapeadas neste projeto;
- Avaliar a viabilidade de instalação de sensores integrados a sistemas de inteligência artificial para monitoramento contínuo do peso das mantas e da temperatura das matérias-primas, visando maior controle e estabilidade do processo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONY, Jiju. Six Sigma for service processes: Business process improvement for the service industry. *International Journal of Production Economics*, v. 193, p. 147–154, 2017.

ARANTES, Vinícius. *Six Sigma: A estratégia da qualidade total com base em fatos e dados*. São Paulo: Érica, 2014.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GEORGE, Michael L. *Lean Six Sigma: combining Six Sigma quality with lean speed*. New York: McGraw-Hill, 2004.

GITLOW, Howard S. et al. *Quality management: tools and methods for improvement*. 2. ed. Boston: McGraw-Hill, 2005.

LOPES, Rodrigo; MARTINS, Maurício. *Qualidade 4.0: A evolução da gestão da qualidade na era da Indústria 4.0*. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, v. 7, n. 2, 2020.

LU, Y.; WENG, W.; CHEN, X. *Smart manufacturing system design based on cyber-physical systems technologies*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 105, p. 2877–2894, 2019.

LIMA, Emerson R. T. de et al. *Aplicações de metodologias Seis Sigma na Indústria 4.0: Um estudo de caso em manufatura inteligente*. *Revista Gestão & Tecnologia*, v. 21, n. 3, p. 127–144, 2021.

NEUMAN, Lawrence W. *Social research methods: qualitative and quantitative approaches*. 4. ed. Boston: Allyn and Bacon, 2001.

SANTOS, João Heitor de Avila. *Eficiência Global (OEE) como ferramenta de melhoria contínua da produção*. *Revista Produção Online*, v. 14, n. 2, p. 590–612, 2014.

## 8. ANEXO 1 BUSINESS CASE



# Business Case

<b>Champion Responsável:</b> Ana Paula Proste	
<b>Candidatos:</b> 1- Elan Eich 2- Rita Mariano 3- Natália Pereira	<b>Projeto n°:</b> (para coordenação)
<b>Empresa:</b> Mondelez Brasil	
<b>Título do Projeto:</b> Aumento da Eficiência Do Processo Produtivo de Gomas	
<b>Data de Elaboração do Business Case:</b> 02/07/2024	<b>Revisão:</b> 02

<b>Descrição do Problema/Oportunidade:</b>
Baixa eficiência global (GE) dos equipamentos da seção, acarretando em alta saturação do time para atender a demanda de produção necessária.

<b>Meta Geral:</b>
Aumento de 7 pp de Eficiência Global (GE) da seção de processo de gomas até março de 2025; Produtividade estimada de R\$1.500.000,00 ao ano.

<b>Ganhos Resultantes da Execução do Projeto (Diretos/Indiretos):</b>
Assertividade na programação do produto semiacabado; Redução da saturação do time de processo; Cumprimento do plano de produção; Aumento da eficiência global (GE) dos equipamentos da seção; Digitalização do plano de produção da seção; Redução do padrão de mão de obra por turno; Redução do custo de conversão do produto.

<b>Possíveis Limitações:</b>
Conhecimento técnico do time operacional; Variação das matérias-primas; Capacidade de armazenamento de produto semiacabado.

<b>Recursos a Serem Providenciados:</b>
Dados referentes a eficiência global (GE) e cumprimento de plano de produção; Capacitação técnica para o time operacional; Dados referentes a espessura, comprimento e peso do produto semiacabado.

<b>Observações:</b>
Todas as integrantes são funcionárias na empresa hospedeira nos cargos de: - Elen Eich: Analista de Manufatura - Rita Mariano: Técnica de Controle de Qualidade - Natália Pereira: Especialista de Processo

Curitiba, 02 de julho de 2024.

**Nomes e Assinaturas:**

Nome do Champion: Ana Paula Proste

Nome do candidato 1: Elen Eich

Nome do candidato 2: Rita Mariano

Nome do candidato 3: Natália Pereira

Nome do Orientador: Marcos Marques