

## **UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA MELHORIA DA GESTÃO DE INSUMOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

*USE OF THE DMAIC METHODOLOGY TO IMPROVE INPUT MANAGEMENT: A CASE STUDY IN A FOOD INDUSTRY*

**DIANA GRAVANO DA SILVA**

UNILASALLE

**CAIO CARDOSO DE SOUZA**

UNILASALLE

**MARCELO ARESE**

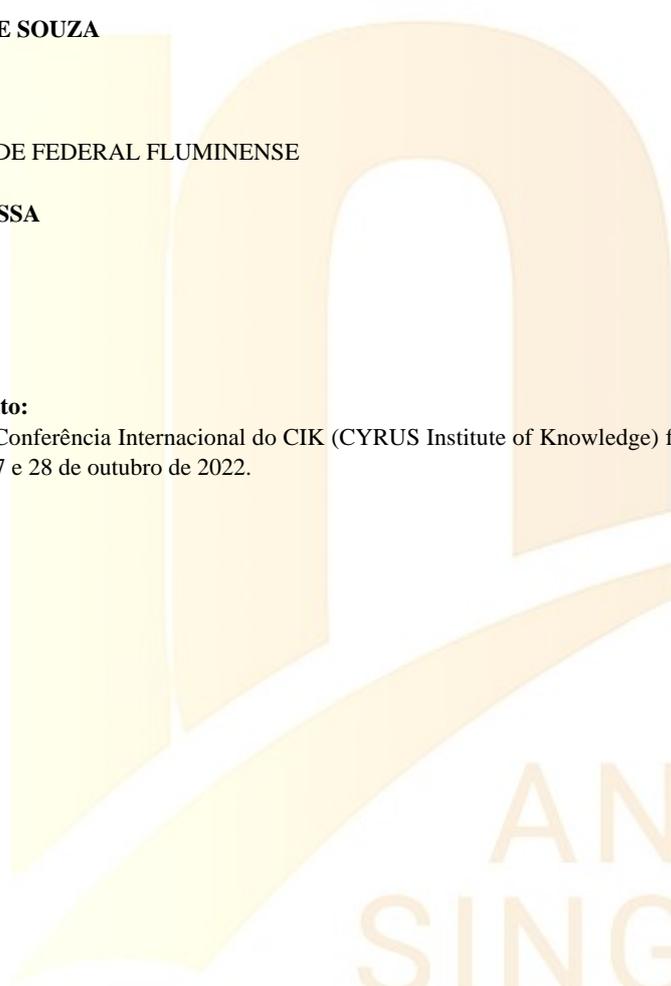
UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

**YANKO RICHA LESSA**

UNILASALLE

**Nota de esclarecimento:**

O X SINGEP e a 10ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias 26, 27 e 28 de outubro de 2022.



ANOS  
SINGEP

## **UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA MELHORIA DA GESTÃO DE INSUMOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

### **Objetivo do estudo**

O estudo conta com um método capaz de analisar cada etapa do processo e focar na otimização de tempo e recursos, avaliando quais os benefícios podem trazer para empresa e para as áreas envolvidas no processo produtivo.

### **Relevância/originalidade**

É capaz de trazer soluções que auxiliem os envolvidos no sistema, tornando o processo mais fluido e descomplicado, desde sua elaboração até sua emissão.

### **Metodologia/abordagem**

Para o desenvolvimento do estudo foi utilizada a metodologia DMAIC, com duração de seis meses, sendo cinco para implementação de ações chaves definidas para melhoria do processo e um para analisar os resultados obtidos.

### **Principais resultados**

Foi feita uma análise do desenvolvimento do indicador e concluiu-se que o descarte, que foi o foco do trabalho, obteve uma redução de 6,15%, o maior ganho absoluto de Rendimento dentre as 3 macros causas, evidenciando a efetividade do método aplicado.

### **Contribuições teóricas/metodológicas**

Analisar o processo de fabricação de biscoitos e fazer uma proposta de melhoria utilizando as ferramentas do método DMAIC, em conjunto com a filosofia do método Lean Manufacturing visando a diminuição de desperdícios e aumento do indicador de rendimento.

### **Contribuições sociais/para a gestão**

Implementação de melhorias, como a mudança do layout da área de produção e apoio à gestão para práticas que aumentassem a eficiência e colocassem os indicadores em linha com os números praticados por outras fábricas do grupo e mercado como um todo.

**Palavras-chave:** DMAIC, MELHORIA, GESTÃO DE INSUMOS, SETOR INDUSTRIAL

## *USE OF THE DMAIC METHODOLOGY TO IMPROVE INPUT MANAGEMENT: A CASE STUDY IN A FOOD INDUSTRY*

### **Study purpose**

The study has a method capable of analyzing each step of the process and focusing on the optimization of time and resources, evaluating what benefits it can bring to the company and to the areas involved in the production process.

### **Relevance / originality**

It is capable of bringing solutions that help those involved in the system, making the process more fluid and uncomplicated, from its elaboration to its issuance.

### **Methodology / approach**

For the development of the study, the DMAIC methodology was used, lasting six months, five of which were for the implementation of key actions defined to improve the process and one to analyze the results obtained.

### **Main results**

An analysis of the development of the indicator was carried out and it was concluded that the disposal, which was the focus of the work, had a reduction of 6 15%, the highest absolute gain in Yield among the 3 macro causes.

### **Theoretical / methodological contributions**

Analyze the cookie manufacturing process and make a proposal for improvement using the tools of the DMAIC method, together with the philosophy of the Lean Manufacturing method, aiming at reducing waste and increasing the yield indicator.

### **Social / management contributions**

Implementation of improvements, such as changing the layout of the production area and management support for practices that increase efficiency and bring the indicators in line with the numbers practiced by other factories in the group and the market as a whole.

**Keywords:** DMAIC, IMPROVEMENT, INPUT MANAGEMENT, INDUSTRIAL SECTOR

## 1. Introdução

De acordo com Ghinato (2002), a Manufatura Enxuta teve o seu surgimento na década de 50, no Japão, onde o país se encontrava devastado devido à Segunda Guerra Mundial. As fábricas no Japão necessitavam aumentar a produção otimizando custos, ou seja, eliminando os desperdícios e aumentando a flexibilidade de produção e a qualidade.

Dentre as fábricas japonesas que passavam por esse difícil período, pode-se destacar a fábrica de automóveis da Toyota, Toyota Motor Company, onde foi aplicado um sistema de produção conhecido como modelo padrão de produção, o Sistema Toyota de Produção - STP, ou Toyota Production System - TPS, Lean Manufacturing ou Manufatura Enxuta.

O sucesso obtido na Toyota pelo sistema criado pelo vice-presidente da Toyota, Taiichi Ohno junto com o engenheiro Eiji Toyoda, foi tão expressivo que foi difundido por diversas fábricas, não apenas do setor Automotivo, mas de diversos setores.

O aumento da competitividade entre as empresas é um fator que colabora diretamente com a busca da melhoria contínua, a qual permite uma redução dos custos de produção, redução dos desperdícios, redução da movimentação, aumento de capacidade produtiva, otimização dos processos, possível eliminação de operações inerentes na fabricação dos produtos

Com isso, tem-se a seguinte questão de pesquisa a ser analisada: como a empresa pode melhorar seus resultados através do indicador de rendimento? Que estratégias podem ser tomadas para que o indicador de rendimento seja simples e eficiente?

O objetivo deste trabalho é analisar o processo de fabricação de biscoitos e fazer uma proposta de melhoria utilizando as ferramentas do método DMAIC, em conjunto com a filosofia do método Lean Manufacturing visando a diminuição de desperdícios e aumento do indicador de rendimento.

Como justificativa para este estudo pode ser citado o fato de que tendo em vista o ambiente industrial, percebe-se o quanto é importante a diminuição de desperdícios e como cada organização necessita estar com um bom indicador de rendimento sendo capaz de demonstrar isso através da reutilização de insumos de forma eficaz.

O estudo conta com um método capaz de analisar cada etapa do processo e focar na otimização de tempo e recursos, avaliando quais os benefícios podem trazer para empresa e para as áreas envolvidas no processo, capaz também de trazer soluções que auxiliem os envolvidos no sistema e tornando o processo mais fluido e descomplicado, desde sua elaboração até sua emissão.

## 1. Referencial Teórico

### 1.1. Eliminação de desperdícios

A produção enxuta é uma filosofia que engloba diferentes práticas gerenciais como: Just in Time (JIT), Sistema da Qualidade Total (SQT), trabalho em equipe, layout e Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), com o objetivo de eliminar desperdícios (OLIVEIRA, CORRÊA e NUNES, 2014).

Para Ohno (1997) e Shingo (1996) as perdas da manufatura enxuta estão diretamente relacionadas ao conceito do mecanismo da função da produção. Estas perdas são: perdas por superprodução (quantitativa e por antecipação); perdas por transporte; perdas nos estoques;

perdas no processamento em si; perdas devido à fabricação de produtos defeituosos; perdas no movimento e perdas por espera.

Segundo Antunes et al. (2008) as perdas por superprodução são indesejáveis nos sistemas produtivos. Então para diminuir ou eliminá-las é necessário combater as causas fundamentais e trabalhar nas causas raízes.

## 1.2. Metodologia Lean Manufacturing

Segundo Ghinato (1996), o sistema Toyota de produção (*Toyota Production System - STP*) tem sido, mais recentemente, referenciado como "sistema de produção enxuta". O termo *Lean* foi cunhado originalmente no livro *A Máquina que Mudou o Mundo*, de Womack et al. (1992), como resultado de um amplo estudo sobre a indústria automobilística mundial realizado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*, EUA), no qual se evidenciaram as vantagens no uso do STP. O estudo evidenciou, entre outras questões, que o STP proporciona expressivas diferenças em relação à produtividade, qualidade, desenvolvimento de produtos, e explicava o sucesso da indústria japonesa na época.

De acordo com Womack e Jones (1996), ao aprender a identificar os desperdícios será possível descobrir que há muitos mais desperdícios do que aqueles que se possa imaginar. Foi este o argumento que deu origem ao conceito Lean Manufacturing, visando a eliminação de desperdícios.

## 1.3. DMAIC

Segundo WERKEMA (2006), o DMAIC é uma metodologia que busca a melhoria contínua dos processos. Ela é dividida em 5 fases e dentro de cada uma dessas fases é possível utilizar várias ferramentas da qualidade e estatística para obtenção dos resultados buscados, como demonstrado no quadro 1:

Fases	Conceito
Definir (Define)	Definir o problema a ser estudado ( defina a oportunidade)
Medir (Measure)	Medir o desempenho atual do processo que precisa ser melhorado (meça o desempenho)
Analisar (Analyse)	Analisar o processo para encontrar a causa principal de baixo desempenho (analise a oportunidade)
Melhorar (Improve)	Melhoria do processo com base em testes e estudo de soluções para melhoria dos processos (melhore o desempenho)
Controlar (Control)	Controlar o processo melhorado definindo um processo novo capaz de ser operado e continuamente melhorado (controle o desempenho)

**Quadro 1: Fases do método DMAIC**

Fonte: Elaborada pelo autor com base em de Seleme e Stadler (2010)

O circuito dos métodos de melhoria do DMAIC é usado como um método para coordenar os projetos visto que cada uma das fases deve realizar entregas bem claras, tanto em

relação ao formato da análise quanto em relação aos procedimentos a serem utilizados nessa análise (PORTO et al. 2017).

#### 1.4. Estratificação de dados

A estratificação consiste na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em características distintivas ou de estratificação. As principais causas de variação que atuam nos processos produtivos constituem possíveis fatores de estratificação de um conjunto de dados: equipamentos, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais são fatores naturais para a estratificação dos dados. Com a estratificação dos dados, objetiva-se identificar como a variação de cada um desses fatores interfere no resultado do processo ou problema que se deseja investigar (CARPINETTI, 2012)

Segundo Witten, Frank e Hall (2011), a estratificação de dados normalmente é utilizada para garantir que todas as classes de uma base de dados estejam devidamente representadas em seus conjuntos de treinamento e teste. A representação das classes é feita com base na proporção dos exemplos de cada uma delas no seu conjunto original (GOLDSCHMIDT; PASSOS; BEZERRA, 2015). Assim, se uma base de dados contém as classes A, B e C, e as mesmas representam respectivamente 20%, 50% e 30% do número total de classes, esta proporção deve ser mantida para os conjuntos de treinamento e teste.

#### 1.5. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras verticais que permite determinar quais problemas a resolver e quais as prioridades. Ele deve ser construído tomando como suporte uma lista de verificação (RODRIGUES, 2006). É uma ferramenta de análise de dados que se apresenta em gráficos de barras verticais e após a construção do Diagrama de Pareto é comum considerar-se que as causas a atacar são aquelas que contribuem, em conjunto, para cerca de 80 % do problema.

Segundo Slack et al. (2009) o Gráfico de Pareto é uma técnica relativamente direta, que envolve classificar os itens de informação nos tipos de problemas ou causas de problemas por ordem de importância. E com essa classificação é possível assimilar e priorizar a ação que trará o melhor resultado para o processo.

Lobo (2019) complementa falando que o princípio de Pareto é chamado de proporção 80/20, o que significa que 80% dos problemas são causados por 20% das causas potenciais. O gráfico é do tipo barras que classifica os dados do problema por importância para determinar a prioridade das ações corretivas.

#### 1.6. Diagrama de Ishikawa

Segundo Rodrigues (2006) 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. Cada efeito possui várias categorias de causas, que, por sua vez, podem ser compostas por outras causas.

Esta ferramenta consiste em uma forma gráfica usada como metodologia de análise para representar fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito). Também é denominada de Diagrama de Ishikawa, devido ao seu criador, ou Diagrama Espinha de Peixe, devido à sua forma (MIGUEL, 2006). O diagrama de causa-efeito pode ser elaborado para Determinar o problema a ser estudado (identificação do efeito); Relatar sobre as possíveis

causas e registrá-las no diagrama; Construir o diagrama agrupando as causas em “6M” (mão-de-obra, método, matéria-prima, máquina, medida e meio-ambiente); Analisar o diagrama, a fim de identificar as causas verdadeiras; Correção do problema.

Basicamente, o resultado do diagrama é fruto de um brainstorming (significa tempestade de ideias), ou seja, pensamentos e ideias que cada membro de um grupo de discussão expõe sem restrições e democraticamente. Sendo o diagrama, o elemento de registro e representação de dados e informação (MIGUEL, 2006).

### 1.7. FIFO

O método FIFO (*first in first out*) prioriza a ordem cronológica das entradas, respeitando o primeiro material que entrou no estoque garantindo que os produtos mais velhos sejam consumidos de forma prioritária (FRANCISCHINI, 2004). Esse sistema possibilita um maior controle de armazenagem, evitando o desperdício gerado por uma má gestão.

Segundo Jensen et al. (2013) com esse método são gerenciadas as entradas e as saídas das mercadorias controladas na Ficha de Estoque, à medida que ocorrerem as vendas. Baixam-se as compras que ocorreram primeiro, ou seja, vendem-se antes as unidades que foram adquiridas primeiro. Com esse critério, a empresa atribui às mercadorias estocadas os custos mais recentes.

### 1.8. Cinco Porquês

Para Aguiar (2002), a ferramenta de análise dos cinco porquês, criada por Sakichi Toyoda, busca identificar as causas raízes de um problema de forma simples: ao encontrar um problema, você deve realizar cinco iterações perguntando o porquê daquele problema, sempre questionando a causa anterior. Deve ser feito o questionamento até atingir o nível raiz, no qual não é mais possível determinar o desdobramento das causas.

Na realidade, não é necessário que sejam exatamente cinco perguntas. Podem ser menos ou mais, desde que você chegue à real causa do problema. É importante lembrar que esta é uma ferramenta limitada, e se faz necessária uma boa avaliação das respostas encontradas através dela, pois pode ser uma análise superficial.

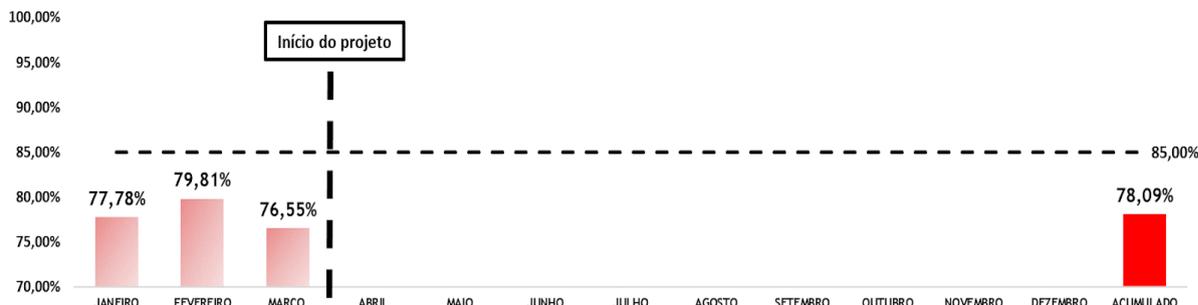
## 2. Estudo de Caso

Para o desenvolvimento do estudo de caso foi utilizada a metodologia DMAIC, com duração de seis meses, sendo cinco para implementação de ações chaves definidas para melhoria do processo e um para analisar os resultados obtidos.

Este trabalho foi realizado em uma fábrica de biscoitos com, em média, 800 funcionários e 14 linhas de produção. A fábrica onde ocorreu o projeto vinha de um cenário de reformulação, tendo sido incorporada por uma das maiores empresas do ramo na América Latina a poucos anos, o que favorecia na implementação de melhorias e apoio da gestão para práticas que aumentassem a eficiência e colocassem os indicadores em linha com os números praticados por outras fábricas do grupo e o mercado como um todo.

O indicador de Rendimento foi escolhido para ser o alvo do projeto por diversos fatores, entre os principais o desalinhamento com os valores praticados no mercado, com números acima de 90%, enquanto a fábrica em análise possuía valor acumulado de 78,09% no ano de 2021. Além disso, a principal matéria prima da indústria, o trigo, que representa mais de 60% dos insumos utilizados, vinha passando por seus valores máximos históricos. Foi definida pela

gerência de produção a meta de 85,00% para o projeto, como está sendo demonstrado na Figura 1.



**Figura 1: Rendimento Mensal**

Fonte: O Autor

### 2.1. Fase Define (Definir)

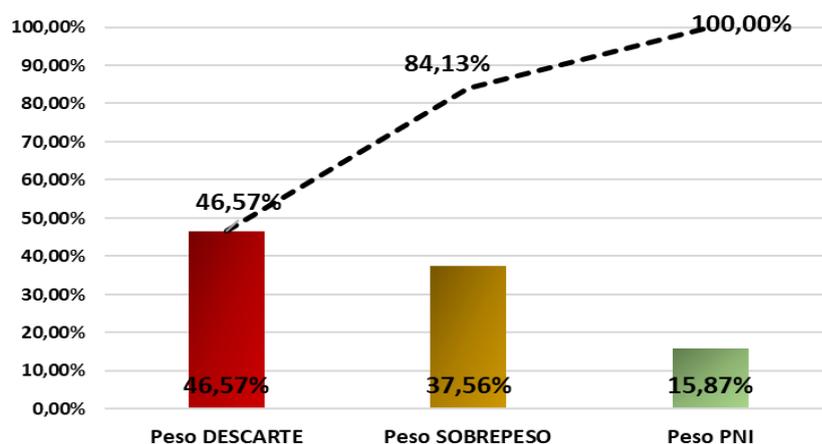
O indicador de Rendimento é afetado por 3 subindicadores diretamente e vamos aqui dar um breve resumo deles para fim de entendimento do projeto. São eles: o Sobrepeso, que indica o volume de produto que está sendo enviado ao consumidor além do peso líquido informado na embalagem, o Descarte, que indica quanto produto está sendo jogado fora, dessa forma não sendo convertido em produção acabada, e por fim o P.N.I. (perdas não identificadas), que são todas as outras perdas que não são identificadas e controladas pelo processo em forma de indicador, que por definição reflete a falta de controle e gestão do processo.

A seguir, na Figura 2, estratificamos as perdas de rendimento no ano de 2021 até o início do projeto para esses 3 indicadores. Em seguida, foi montado um Diagrama de Pareto com os dados acumulados do ano, como mostra a Figura 3.



**Figura 2: Peso das perdas por mês**

Fonte: O Autor



**Figura 3: Diagrama de Pareto das perdas**

Fonte: O Autor

Como o escopo do projeto definiu um limite de seis meses de duração, foi escolhido o subindicador com maior impacto no problema de baixo Rendimento, o Descarte.

## 2.2. Fase Measure (Medir)

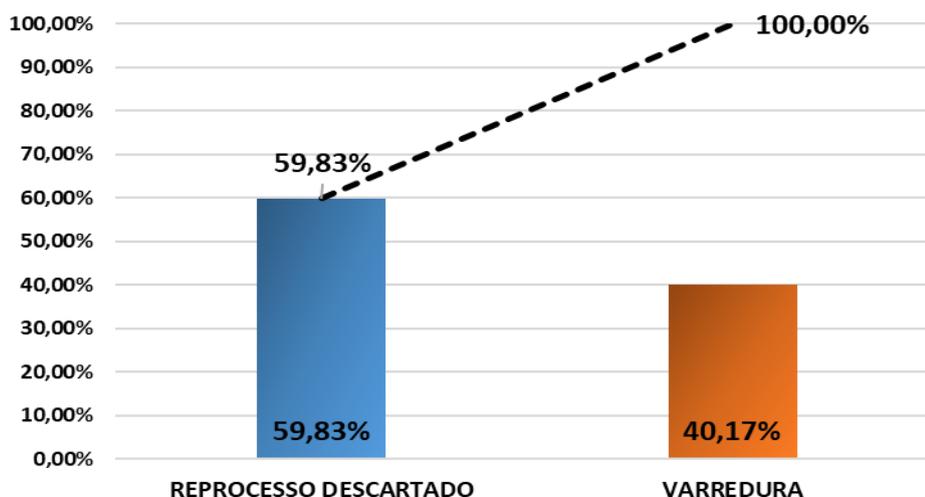
Na fase Medir foi estudado mais a fundo o subindicador de Descarte, e foi observado a divisão do material descartado em dois grandes grupos, a Varredura, que engloba todo produto que caiu no chão, ou se encontra fora de condições de ser reutilizado, e o Reprocesso Descartado, que envolve o produto que está fora do padrão, mas por meio do processo de moagem, poderia ser reutilizado na cadeia produtiva em forma de pó, quando os insumos são misturados para se formar a massa, como mostra a Figura 4.

Na Figura 5, novamente, estratificamos os dados históricos do processo, desta vez referentes ao descarte, em Varredura e Reprocesso Descartado, ao longo dos meses de 2021, e o acumulado do ano.



**Figura 4: Descarte por mês**

Fonte: O Autor



**Figura 5: Diagrama de Pareto do Descarte**

Fonte: O Autor

Com base nos dados medidos podemos observar que atacando o Reprocesso Descartado, que representa 59,83% do Descarte, que por sua vez representa 46,57% das Perda de Rendimento, estaríamos atuando em um problema responsável por 6,10% das perdas, saltando de um Rendimento médio de 78,09% para 84,19%. Isso somado ao fato observado em benchmarking com outras fábricas do grupo que a fábrica em questão era a única que praticava o descarte de reprocesso levou a decisão de caminharmos para a próxima etapa da metodologia atuando apenas nesse problema.

### 2.3. Fase Analyse (Analisar)

Nesta fase analisamos as possíveis causas para o problema em questão, o Reprocesso Descartado, e definimos em quais delas iremos atuar na próxima etapa para obter melhores resultados de forma mais eficiente possível, para tal utilizamos 2 ferramentas no presente projeto: 5 Porquês, e Diagrama de Ishikawa.

#### 2.3.1. 5 Porquês

Na Figura 6, utilizou-se a ferramenta 5 Porquês e foi encontrada uma possível causa raiz para o problema de perda de rendimento.

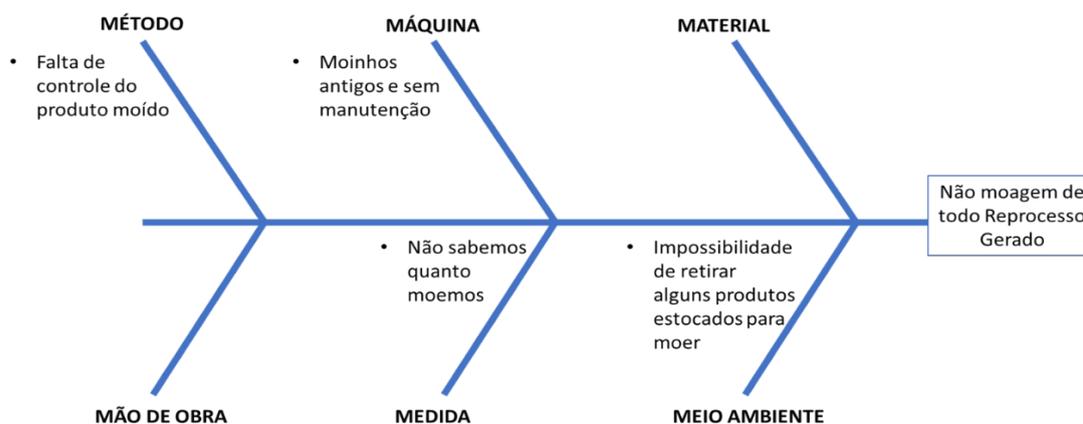


**Figura 6: 5 Porquês**  
 Fonte: O Autor

No entanto, como se trata de uma fábrica com 14 linhas de produção, seria inviável para o escopo do projeto atuar na diminuição dos produtos fora de especificação de todas as linhas. Contudo no “Porquê?” anterior, Incapacidade de Consumir Reprocesso Gerado, nota-se que é possível atuar tanto na questão da geração, quanto na moagem, e esse segundo ponto envolve apenas um setor para atuação, a Área de Moagem. Dessa forma, foi tomada a decisão estratégica de atuar na Área de Moagem.

### 2.3.2. Diagrama de Ishikawa

Após definir a área de atuação, foi feita uma reunião de Brainstorming com o líder do setor e a Coordenação da Produção com o intuito de definir possíveis causas para a não moagem do reprocesso gerado e por consequência seu descarte. Após o filtro de algumas das possíveis causas que surgiram da tempestade de ideias, se originou das principais delas o Diagrama de Ishikawa a seguir, na Figura 7:



**Figura 7: Diagrama de Ishikawa**

Fonte: O Autor

- **Não sabemos quanto moemos:** o fato de não medir exatamente a quantidade que é moída impossibilita ter as informações básicas para algumas tomadas de decisão que podem ajudar o problema em questão, como definir metas e acompanhá-las, perceber comportamentos atípicos no processo, analisar possíveis diferenças entre a mão de obra de cada turno, entre outros.
- **Falta de controle do produto moído:** são produzidos mais de 20 tipos de biscoitos nesta fábrica, logo a falta de controle do produto moído ocasiona em uma moagem pouco eficiente, fazendo com que se moa produtos que já existe estoque para uso, e se deixe de moer produtos sem estoque e que estão em produção.
- **Impossibilidade de retirar alguns produtos estocados para moer:** os produtos fora da especificação são estocados ao lado dos moinhos de reprocesso, sem nenhuma predisposição definida, e de forma que impossibilita a retirada de produtos mais próximos das grades que delimitam a Área de Moagem, fazendo com que alguns produtos vençam o prazo de validade antes de serem moídos, e por consequência descartados.
- **Moinhos antigos e sem manutenção:** as condições dos moinhos utilizados para moer o reprocesso foi identificado com um dos fatores preponderantes para a baixa capacidade do processo de moagem.

## 2.4. Fase Improve (Melhorar)

Com base na etapa anterior foram definidas 4 ações para combater as causas encontradas, e melhorar o processo, elas serão abordadas de forma mais superficial, tendo em vista o escopo do presente artigo, foram elas:

- Implementar fluxo do processo de moagem;
- Elaborar layout para a área;
- Desenvolver ferramenta de controle;
- Melhorar as condições dos moinhos de reprocesso;

### 2.4.1. Implementar fluxo do processo de moagem

O processo de moagem era feito sem um fluxo definido, desde a entrada do produto fora de especificação, até a saída dos pallets de biscoito moído para reutilização nas massas. Foi definido então, no primeiro mês do projeto, um fluxo de trabalho, envolvendo um formulário de controle, placas de identificação de entrada, e saída de produtos, conferindo assim rastreabilidade ao processo, além de possibilitar a medição da produtividade, assim como os turnos e moinhos que estavam mais moendo, e os produtos que mais estavam sendo moídos.

### 2.4.2. Elaborar layout para a área

No segundo mês de projeto foi desenvolvido e implementado um novo layout para área, baseado na metodologia Lean, e implementando a técnica de FIFO, dividindo a área de estocagem em ruas que só poderiam ser estocadas produtos da mesma família, dessa forma eliminando a problemática de produto vencido por impossibilidade de retirada no estoque.

### 2.4.3. Desenvolver ferramenta de controle

A partir do terceiro mês de projeto foi desenvolvido um Dashboard de Controle do processo de moagem, representado na Figura 8, para melhor acompanhamento do processo pelas lideranças do setor, Coordenação e Gerência da Produção, de forma a consolidar as mudanças já feitas. Nesta ferramenta, além de conseguir acompanhar a produção por turno ao longo do mês, também foi possível acompanhar a produtividade de cada moinho, e o estoque tanto de pó, quanto de reprocesso a moer, ajudando assim com o problema da falta de controle do produto moído e melhorando a assertividade de que produto moer.



Figura 8: Dashboard de Controle do processo de moagem

Fonte: O Autor

### 2.4.4. Melhorar as condições dos moinhos de reprocesso

Também a partir do terceiro mês foi iniciado em parceria com a equipe de manutenção um trabalho para melhoria dos moinhos de reprocesso, com intuito de aumentar a capacidade de moagem. Durante o terceiro mês foram feitos estudos pela manutenção para definir qual seria o melhor caminho para seguir o projeto, efetuando a compra de novos moinhos, ou reformando os moinhos existentes.

Foi decidido que inicialmente iriam comprar as peças necessárias para a reforma de um dos moinhos para avaliar os resultados antes de tomar a decisão para os 3 equipamentos. Além disso, foi proposta também uma melhoria no mesmo moinho, de forma a manter o processo contínuo, que antes eram necessárias interrupções para troca do recipiente que era enchido de pó pelo processo.

Todo o processo de melhoria do moinho foi concluído no fim do quinto mês, dia 25, e como podemos ver na Figura 9, houve uma melhora de 404% na eficiência, indo de uma média diária de 1075 kg moídos por dia nas três primeiras semanas, para 5420 kg por dia na última semana do mês.



**Figura 9: Volume moído por dia pelo moinho reformado**

Fonte: O Autor

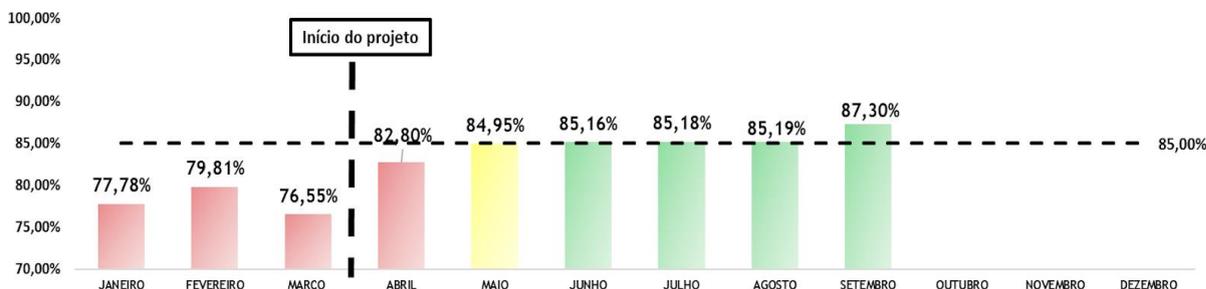
## 2.5. Fase Control (Controlar)

No sexto e último mês iniciou-se a fase de controle, onde as ações adotadas ao longo do projeto foram consolidadas e controladas, garantido o cumprimento e padronização. Nesta fase os formulários e o desenho do novo layout criados foram oficialmente validados e incorporados a documentação padrão da fábrica, além do dashboard ratificado como ferramenta oficial de controle e gestão da moagem, e o fluxo de moagem transformado em instrução operacional. Vale ressaltar a importância desta etapa no contexto de mudança em que a fábrica se encontrava.

Além disso, ao longo do mês foi percebido que o aumento de capacidade de moagem alcançado com as melhorias tornava-se possível o não descarte do reprocesso, viabilizando a implementação, pela Gerência Industrial, de uma medida que proibiu que fosse levado produto com possibilidade de reprocesso para a área que era direcionado o descarte da fábrica, zerando assim o reprocesso descartado neste último mês.

## 3. Conclusão

Por fim, podemos analisar na Figura 10 o desenvolvimento do indicador ao longo dos meses, desde o início do projeto, para averiguar a efetividade das ações tomadas.



**Figura 10: Rendimento Mensal**

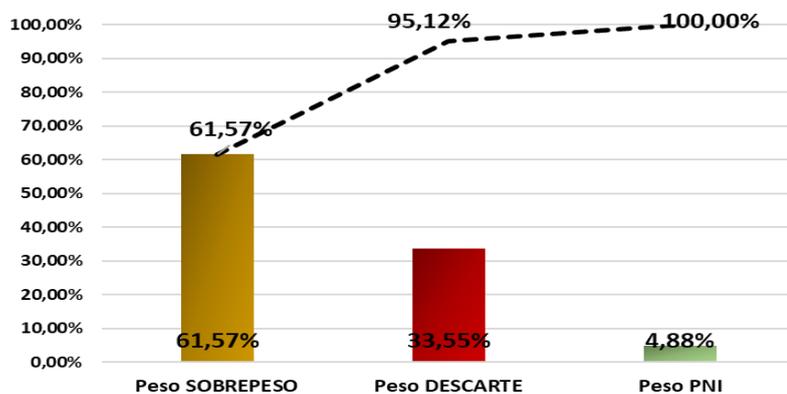
Fonte: O Autor

Logo no primeiro mês, quando foi implementado o fluxo do processo de moagem, podemos perceber um grande salto no indicador, proporcionado pelo aumento de produtividade ocasionado pela implementação de um método padrão para a tarefa, e maior controle, indo de 76,55% para 82,80%, um aumento de 6,25%.

No segundo mês houve um ganho de 2,15%, que reflete a melhoria de controle de estoque e ambiente de trabalho proporcionada pelo novo layout pautado na metodologia Lean, e proporcionando a possibilidade de aplicar o FIFO, fazendo com que no segundo mês chegássemos a 84,95% de Rendimento, praticamente a meta proposta no início do projeto.

A partir do terceiro mês foram iniciados em paralelo o projeto de melhoria dos moinhos, e o desenvolvimento e implementação de uma ferramenta de controle para a liderança envolvida no setor de moagem para que o fluxo e layout implementados fossem seguidos e consolidados, e os resultados acompanhados para melhores tomadas de decisões. Nesse período o objetivo inicial definido para o projeto foi alcançado e mantido com tendência de estabilidade, chegando a 85,19% no quinto mês.

No sexto e último mês do projeto foi realizada a fase de controle e padronização das ações realizadas, além de ser o primeiro mês completo com a utilização do moinho reformado. Este possibilitou a Gerência Industrial proibir o deslocamento de reprocesso para a área de descarte, zerando o reprocesso descartado, trazendo um salto de rendimento de 85,19% para 87,30% ao fim do projeto, ultrapassando a meta em 2,30%.



**Figura 11: Peso das perdas no final do projeto**

Fonte: O Autor

Acima, na Figura 11 vemos como o peso das perdas variou após as ações proporcionadas pela aplicação da metodologia DMAIC, em percentuais absolutos o Sobre peso saiu de 8,23% para 7,82%, representando 61,57% das perdas, o Descarte foi de 10,20% para 4,05%, representando 33,5% das perdas e uma queda de 60,29% frente ao valor inicial, e o PNI teve uma redução de 3,48% para 0,83%, tendo uma representatividade nas perdas finais de 4,88%.

Podemos concluir com a redução de 76,15% do PNI que as medidas de maior controle e padronização do processo trouxeram por consequência uma diminuição das perdas não identificadas. Já o descarte que foi o foco do trabalho obteve uma redução de 6,15%, o maior ganho absoluto de Rendimento dentre as 3 macros causas, evidenciando a efetividade do método aplicado.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002. 234p

ANTUNES, J., ALVAREZ, R., KLIPPEL, M., BORTOLOTTI, P.; PELLEGRIN, I. (2008). **Sistemas de produção: sistemas e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**.

CARPINETTI, L. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. São Paulo, Editora Atlas S.A, 2012. Citado nas páginas 77,78.

GHINATO, P. (1996). **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-In-Time**. Caxias do Sul: Ed. Universidade de Caxias do Sul.

GHINATO, P. (2002). **Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta**. EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul.

GOLDSCHMIDT, R.; PASSOS, E.; BEZERRA, E. **Data Mining: Conceitos, técnicas, algoritmos, orientações e aplicações**. [S.l.]: Elsevier, 2015. Citado na página 28.

GURGEL; A. F. FRANCISCHINI. P. G. **Administração de Materiais e do Patrimônio**. São Paulo: Pioneira, 2004.

JENSEN, A.; MARTINS, A. S.; JESUS, E. R.; JUNIOR, P. J. T.; FREITAS, W. A.; HALT, E. **O controle de estoque em agropecuária**. Revista Ampla de Gestão Empresarial, v.2, n.2, p. 130-146, v. 2, outubro 2013.

LOBO, R.N. **Gestão da Qualidade**. São Paulo, Editora Saraiva, 2019.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas**, São Paulo: Artliber, 2006.

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

OLIVEIRA, DE; MENDES, RICARDO BECKER; CORRÊA, VALESKA ALVES; NUNES, LUIZ EDUARDO NICOLINI DO PATROCÍNIO (2014). **Mapeamento do fluxo de valor em um modelo de simulação computacional**. Revista Produção Online. v.14 n.3 pp. 837-861.

OLIVEIRA, PEDRO MIGUEL. **Aplicação do Lean Manufacturing na indústria das embalagens plásticas**. Porto, 2011.

PORTO, Lucas Enxide; et al. **Aplicação da Metodologia DMAIC para redução de reclamações de consumidores por ausência de recheio em biscoitos**. In. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Joinville, ENEGEP, 2017.

SELEME Robson; STADLER Humberto. **Controle da Qualidade: as ferramentas essenciais [livro eletrônico]**. 2<sup>a</sup> ed. Editora: IBPEX 2<sup>a</sup> ed. Curitiba, 2010, 186p.

SHINGO, SHIGEO. (1996). **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2<sup>a</sup> Edição. Porto Alegre: Bookman.

SLACK N, CHAMBERS S, JOHNSTON R. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo Editora Atlas S.A, 2009.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para Qualidade, Gestão Integrada para Qualidade**. Rio de Janeiro. Editora: Qualitymark. 2006.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma: introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. 1 ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

WITTEN, I. H.; FRANK, E.; HALL, M. A. **Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques**. 3rd. ed. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2011. ISBN 0123748569, 9780123748560. Citado na página 28.

WOMACK, J., JONES, D. (1996). **A máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro, Ed. Campus.