



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



DALANA CERRI VALERIO DE MOURA
DANIELE CERRI VALERIO SCHUH

REDUÇÃO DE DESCARTE DE RESÍDUOS

TOLEDO
2024

DALANA CERRI VALERIO DE MOURA
DANIELE CERRI VALERIO SCHUH

REDUÇÃO DE DESCARTE DE RESÍDUOS

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. Me. Anderson Donato

**TOLEDO
2024**

RESUMO

O estudo detalha a aplicação da metodologia DMAIC em um projeto de certificação Black Belt, centrado na redução de resíduos gerados durante o processo de fabricação. As abordagens adotadas foram embasadas nos conceitos transmitidos durante o curso, direcionando todo o desenvolvimento de acordo com a problemática específica identificada. A análise estatística foi conduzida para subsidiar as decisões tomadas. As perdas financeiras decorrentes do descarte dos resíduos representavam um desafio significativo para a empresa, dada a impossibilidade de reaproveitamento desses materiais. A meta estabelecida para aprimoramento visava uma redução de 55% na quantidade de resíduos descartados, no entanto, foi observada uma queda de 68% após a implementação das soluções propostas. Com a conclusão do projeto, não apenas alcançou-se a meta estabelecida, mas também foi obtido um retorno financeiro satisfatório, corroborando a eficácia das medidas adotadas.

Palavras-chave: Metodologia DMAIC, projeto, certificação Black Belt, resíduos, redução.

ABSTRACT

The study details the application of the DMAIC methodology in a Black Belt certification project, focused on reducing waste generated during the manufacturing process. The approaches adopted were based on the concepts conveyed during the course, guiding all development according to the specific problem identified. Statistical analysis was conducted to support the decisions made. The financial losses resulting from waste disposal represented a significant challenge for the company, given the impossibility of reusing these materials. The improvement goal aimed at a 55% reduction in the quantity of waste disposed, however, a decrease of 68% was observed after the implementation of the proposed solutions. With the completion of the project, not only was the established goal achieved, but also a satisfactory financial return was obtained, corroborating the effectiveness of the measures adopted.

Keywords: DMAIC Methodology, project, Black Belt certification, waste, reduction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – ETAPAS DA METODOLOGIA DMAIC.....	11
FIGURA 2 – PERCENTUAL DE LIMPEZA DE FLUXO.....	17
FIGURA 3 – MAPA PROCESSO PRODUTIVO.	18
FIGURA 4 – PROCESSOS GERADORES DE RESÍDUOS.....	19
FIGURA 5 – FORMULÁRIO DE CONTROLE DE RESÍDUOS.....	20
FIGURA 6 – SISTEMA DATASUL TOTVS	20
FIGURA 7 – FORMULÁRIO DE DESCARTE DE RESÍDUOS	21
FIGURA 8 – GRÁFICO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS	22
FIGURA 9 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS EM 2022.....	23
FIGURA 10 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE LIMPEZA.....	26
FIGURA 11 – CAUSA PRIORIZADA	28
FIGURA 12 – SOLUÇÕES ESCOLHIDAS.....	29
FIGURA 13 – RISCOS	30
FIGURA 14 – SOLUÇÃO IMPLEMENTADA.....	31
FIGURA 15 – CERTIFICADO ANÁLISE LINHA 2.....	31
FIGURA 16 – CERTIFICADO ANÁLISE LINHA 2.....	32
FIGURA 17– PLANO DE AÇÃO	33
FIGURA 18 – PERCENTUAL DE DESCARTE EM RELAÇÃO A QUANTIDADE DE PRODUÇÃO.....	34
FIGURA 19 – VOLUME DE RESIDUOS E PRODUÇÃO REFERENTE AO ANO DE 2022 ...	34
FIGURA 20– VOLUME DE RESIDUOS E PRODUÇÃO REFERENTE AO ANO DE 2023	35
FIGURA 21 – RESULTADOS LINHA 2 PARA O ANO DE 2024	35
FIGURA 22– VOLUME DE RESIDUOS E PRODUÇÃO REFERENTE AO ANO DE 2022	36
FIGURA 23– VOLUME DE RESIDUOS E PRODUÇÃO REFERENTE AO ANO DE 2023	36
FIGURA 24 – RESULTADOS LINHA 5 PARA O ANO DE 2024.....	37
FIGURA 25 – RESULTADOS LINHA 5 E 2 PARA O ANO DE 2023.....	37

FIGURA 26– ÍNDICE DE DESCARTE NO MÊS DE JANEIRO/2024	38
FIGURA 27– ÍNDICE DE DESCARTE EM RELAÇÃO AO VOLUME DE PRODUÇÃO.....	38
FIGURA 28 –DESPESAS COM DESCARTE ANO 2024	39
FIGURA 29 –INSTRUÇÕES DE TRABALHO ALTERADAS	39
FIGURA 30 – DESPESAS COM DESCARTE ANO 2024	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	14
TABELA 2 – QUANTIDADE DE RESIDUOS GERADOS NA LIMPEZA DAS LINHAS.....	24
TABELA 3 – MAPEAMENTO DO PROCESSO	25
TABELA 4 – MAPEAMENTO DO PROCESSO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES.....	27
TABELA 5 – MATRIZ GUT	27

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	9
1.2. JUSTIFICATIVA.....	9
1.3. HIPÓTESE.....	9
1.4. OBJETIVO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. SEIS SIGMA	10
2.2. METODOLOGIA DMAIC.....	10
2.2.1. <i>Define</i> (Definir)	11
2.2.2. <i>Measure</i> (Medir)	12
2.2.3. <i>Analyse</i> (Analisar)	12
2.2.4. <i>Improve</i> (Melhorar)	12
2.2.5. <i>Control</i> (Controlar).....	13
2.3. FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	13
2.4. SIPOC	15
3. METODOLOGIA.....	16
3.1 <i>DEFINE</i> (Definir)	16
3.1.1. Definição do projeto.....	16
3.1.2. Mapeamento do processo	18
3.1.3. Meta	18
3.2 <i>MESURE</i> (Medir)	19
3.2.1 Estratificação	19
3.2.2 Confiabilidade dos dados	20
3.2.3 Focos do problema	21
3.2.4 Comportamento dos focos ao longo do tempo	22
3.2.5 Metas específicas	23
3.3 <i>ANALYZE</i> (Analisar).....	24
3.3.1 Processo gerador do Problema	24
3.3.2 Descrição da Priorização.....	27
3.3.3 Comprovação das causas priorizadas	28
3.4 <i>IMPROVE</i> (Analisar)	29
3.4.1 Possíveis soluções	29

3.4.2	Priorização das soluções.....	29
3.4.3	Soluções apresentam riscos.....	30
3.4.4	Realização dos testes.....	30
3.4.5	Plano de ação para implementação em larga escala	32
3.4.6	As ações foram implementadas conforme planejado	34
3.4.7	As metas específicas foram alcançadas	34
3.5	CONTROL (Controlar)	38
3.5.1	A meta global foi alcançada?.....	38
3.5.2	Foi obtido retorno financeiro?	39
3.5.3	Alteração de padrões?.....	39
3.5.4	Como será o acompanhamento do processo com base no sistema de monitoramento?.....	40
4	APONTAMENTOS DE OPORTUNIDADES DE MEHORIAS.....	40
5	CONCLUSÕES	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1. INTRODUÇÃO

A busca pela eficiência operacional e pela sustentabilidade ambiental tem sido uma preocupação crescente para as organizações em diversos setores industriais. Nesse contexto, a redução do descarte de resíduos tornou-se uma prioridade, não apenas como uma medida de responsabilidade social, mas também como uma estratégia para minimizar custos e maximizar a eficiência dos processos produtivos. Este projeto tem como objetivo central abordar esse desafio, explorando a viabilidade de incorporar o processo de flushing na composição de outros produtos, conforme estabelecido pela PORTARIA SDA Nº 798, DE 10 DE MAIO DE 2023. A aplicação da metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar), embasada nos princípios do Seis Sigma, servirá como guia para a identificação de oportunidades de melhoria e implementação de soluções eficazes.

A crescente preocupação com o volume de resíduos gerados durante o processo produtivo, especialmente aqueles resultantes da limpeza de linha, tem levado as empresas a buscarem alternativas para reduzir seu impacto ambiental e financeiro. Este projeto visa enfrentar esse desafio, concentrando-se na análise estatística e na aplicação de ferramentas específicas para identificar e mitigar os pontos críticos que contribuem para o acúmulo de resíduos. Através da implementação de melhorias direcionadas e do estabelecimento de práticas sustentáveis, almeja-se alcançar uma redução significativa na quantidade de resíduos descartados, contribuindo assim para a promoção de uma produção mais eficiente e ambientalmente responsável.

No contexto da revisão bibliográfica, serão exploradas as metodologias Seis Sigma e DMAIC, reconhecidas por sua eficácia na redução de variabilidades nos processos e na melhoria contínua da qualidade. Além disso, serão discutidos os princípios fundamentais dessas abordagens, suas aplicações práticas e os benefícios potenciais que podem ser alcançados ao implementá-las no contexto específico deste projeto.

1.1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O objetivo deste projeto consiste na redução do descarte de resíduos na indústria, mediante a avaliação da viabilidade de incorporar o processo de flushing na composição de outros produtos sempre que aplicável, em estrita conformidade com a PORTARIA SDA Nº 798, DE 10 DE MAIO DE 2023. Esta regulamentação permite a inclusão de até 2,5% de resíduos em produtos que não contenham medicamentos em sua formulação, promovendo assim a diminuição do desperdício de materiais. Para atingir esse objetivo, será implementada a metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar), um conjunto de diretrizes técnicas fundamentadas nos princípios da metodologia Lean Six Sigma.

1.2. JUSTIFICATIVA

O volume de resíduos gerados durante o processo produtivo tem apresentado um aumento geral, sendo que o resíduo resultante da limpeza de linha representa uma parte substancial desse total, acarretando impactos financeiros significativos para a empresa. Diante desse cenário, o projeto concentra-se na redução da quantidade de resíduos provenientes da limpeza de linha, através de análises estatísticas e aplicação de ferramentas referente a metodologia.

1.3. HIPÓTESE

Inicialmente, será prioritário analisar e identificar o processo que gera a maior quantidade de resíduos durante a produção. Esta etapa é fundamental para direcionar adequadamente os esforços de redução e otimização, visando maximizar os resultados do projeto.

1.4. OBJETIVO

O objetivo central deste trabalho é alcançar uma redução de 55% na quantidade de resíduos descartados. Essa meta representa um marco significativo no esforço contínuo da empresa em promover práticas sustentáveis, reduzir o impacto ambiental de suas operações, além do ganho financeiro significativo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O progresso tecnológico e a crescente demanda dos consumidores por produtos e serviços de alto padrão têm impulsionado as empresas a adotarem abordagens de trabalho inovadoras, focadas na constante otimização dos processos produtivos. Nesse sentido, tanto a metodologia Seis Sigma quanto a ferramenta DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) surgem como excelentes alternativas para reduzir as variações nos processos.

2.1. SEIS SIGMA

A referência com a palavra Seis Sigma se dá pela letra do alfabeto grego Sigma “ σ ”, que se caracteriza como sendo o desvio-padrão em uma distribuição normal de medidas e valores. Tem como método a busca incessante da redução da variabilidade dos processos, visando chegar ao nível próximo a zero defeitos. Para se dizer que um processo é Seis Sigma ele deverá apresentar 3,4 peças por defeito a cada milhão de peças processadas. Empresas que atingem um nível de qualidade dessa importância conseguem se diferenciar de seus concorrentes de mercado, tornando-se referência no ramo em que atua (CLETO e QUINTEIRO, 2011).

O SS nasceu na Motorola durante a segunda metade dos anos oitenta, criado pelo engenheiro Bill Smith, com objetivo de alcançar altos níveis de qualidade e elevar a competitividade da empresa no mercado externo (WERKEMA, 2002).

A metodologia Seis Sigma oferece uma abordagem estruturada para projetos de melhoria e resolução de problemas, garantindo que seus métodos e ferramentas estejam alinhados de maneira precisa com cada etapa do processo. Isso permite a aplicação de técnicas estatísticas adequadas para alcançar os objetivos identificados e analisar minuciosamente cada etapa do processo.

2.2. METODOLOGIA DMAIC

A metodologia DMAIC baseada ao ponto de vista do Seis Sigma é um conjunto de etapas das quais utilizam-se de ferramentas estatísticas que servem de base para uma busca profunda de informações que resultam na resolução dos problemas (RECHULSKI e CARVALHO, 2004). A Figura 1 apresenta as etapas para aplicação dessa ferramenta: Define (Definir), Measure (Medir), Analyse (Analisar), Improve (Melhorar), Control (Controlar).

FIGURA 1 – ETAPAS DA METODOLOGIA DMAIC.

SIGLAS	ETAPAS	OBJETIVOS
D	→ <i>Define</i> (Definir)	Detalhar o problema e definir a meta do projeto.
M	→ <i>Measure</i> (Medir)	Mesurar o desempenho do processo, que durante a coleta de dados possibilita obter as primeiras ideias da causa do problema e identificar os pontos fortes e as oportunidades para sua melhoria.
A	→ <i>Analyse</i> (Analisar)	Analisar os dados coletados na fase anterior, identificar e organizar as causas potenciais do problema quantificar a importância das causas potenciais.
I	→ <i>Improve</i> (Melhorar)	Propor, avaliar e implementar soluções potenciais com o objetivo de eliminar as causas fundamentais do problema prioritário analisado na fase anterior.
C	→ <i>Control</i> (Controlar)	Garantir o alcance da meta em longo prazo. São adotadas diversas ferramentas para controlar continuamente o desempenho dos processos.

FONTE: WERKEMA (2002).

2.2.1. *Define* (Definir)

Na etapa de definição são usadas ferramentas que possuem grande importância no auxílio ao monitoramento das etapas, elas contribuem para uma interpretação geral de todo processo, são elas: SIPOC (*Suppliers* - Fornecedor, *Inputs* - Insumos, *Process* - Processo, *Outputs*-Saídas e *Customers* - Clientes), fluxograma e mapa de processos (WERKEMA, 2004).

O processo se inicia com a identificação e definição do problema, oportunidade de melhoria ou do próprio processo a ser aprimorado. Nesta etapa, é recomendado identificar os processos críticos que estão associados à origem de resultados insatisfatórios ou desperdícios.

Durante esta etapa é necessário definir o problema de forma precisa e mensurável, estabelecendo limites claros e identificando as métricas-chave a serem utilizadas. Além disto é necessário realizar uma análise detalhada do processo atual, identificar as lacunas de desempenho e definir metas realistas para a melhoria (WERKEMA, 2012).

2.2.2. *Measure* (Medir)

A finalidade desta etapa reside na estipulação de técnicas para a coleta de dados referentes ao desempenho atual do setor em análise. Tal procedimento se efetua por meio de análises qualitativas e quantitativas, fazendo uso de indicadores de desempenho, avaliações do sistema de medição, entrevistas, entre outros métodos pertinentes à investigação.

Para a etapa de medição são usadas algumas ferramentas para o controle da qualidade, tais como: Capabilidade, Diagrama de Pareto e teste de normalidade. O uso correto dessas ferramentas auxiliará na criação de planos de ação para o processo (WERKEMA, 2004).

Os dados coletados devem incluir informações que destaquem oportunidades de aprimoramento. Deve-se dedicar especial atenção a aspectos do processo que possam não ter sido previamente notados, uma vez que podem representar falhas não identificadas anteriormente. Conforme destacado por Breyfogle III (2003), a fase "medir" do DMAIC é marcada pelo uso enfático de ferramentas estatísticas e técnicas de amostragem para analisar os dados coletados.

2.2.3. *Analyse* (Analisar)

Segundo MIM (2014), o objetivo primordial desta etapa é identificar a causa raiz do problema. É de suma importância elaborar um plano de ação que intervenha diretamente na causa real do problema, em vez de apenas lidar com os possíveis efeitos.

A etapa de análise é totalmente voltada ao conhecimento do problema exposto de modo que se descubra quais são as causas fundamentais e as quantidades de ocorrências apresentadas. Algumas ferramentas fazem parte das análises como: brainstorming e diagrama de causa e efeito que juntos geram dados que serão utilizados na criação da matriz esforço x impacto, que sequentemente apresentarão dados para construção do plano de ação da etapa de melhoria. (WERKEMA,2004).

2.2.4. *Improve* (Melhorar)

Tem como foco sugerir, avaliar e propor soluções para os problemas de maior relevância se baseando nas causas de variabilidade analisadas na fase anterior. As soluções encontradas deverão ser impostas de modo que facilite a eliminação das

causas raízes do problema, portanto é necessário que se priorize as soluções dos problemas considerados relevantes. A ferramenta da qualidade 5W2H servirá de apoio na criação de um plano de ação (WERKEMA, 2004).

2.2.5. *Control* (Controlar)

De acordo com Da Fonte (2008), o principal objetivo da fase de Controle é assegurar a sustentabilidade dos conhecimentos adquiridos e das melhorias implementadas ao longo da aplicação do método DMAIC. Diversas atividades estão associadas a essa etapa, tais como: fornecer treinamento aos envolvidos, implementar o plano elaborado, documentar o novo sistema, realizar monitoramento contínuo, disseminar os conhecimentos e melhorias alcançadas, avaliar os benefícios obtidos e celebrar as conquistas.

Na fase conclusiva do processo DMAIC, Matos (2003) destaca a validação da implementação das melhorias, a resolução efetiva dos problemas e a confirmação dos benefícios alcançados. Além disso, são efetuadas as adaptações requeridas no processo global e são implantadas as ferramentas de controle apropriadas.

2.3. FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As Ferramentas da Qualidade são recursos versáteis que podem ser empregados em diversas situações, como na definição, mensuração, análise e resolução de problemas que porventura surjam e prejudiquem o desempenho eficaz dos processos de trabalho.

O conceito de qualidade relaciona-se tanto a produtos como serviços e contempla elementos como satisfação do cliente, controle de processos, padronização, melhoria contínua, parcerias à jusante e à montante na cadeia (LAKHAL, PASIN e LIMAM, 2006). Por meio desse conceito, pode-se obter melhorias e benefícios conjuntos e racionalização de tempo e insumos. A Tabela 1 lista algumas das ferramentas mais comumente utilizadas.

TABELA 1 – FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Ferramentas de Qualidade	Definições
Fluxograma	<p>O Fluxograma tem como finalidade identificar o caminho real e ideal para um produto ou serviço com o objetivo de identificar os desvios. É uma ilustração sequencial de todas as etapas de um processo, mostrando como cada etapa é relacionada. Utiliza diferentes símbolos para denotar os diferentes tipos de operações em um processo.</p>
Diagrama Ishikawa (Espinha-de-Peixe)	<p>O Diagrama Espinha-de-Peixe tem a finalidade de explorar e indicar todas as causas possíveis de uma condição ou um problema específico. O Diagrama de Causa e Efeito foi desenvolvido para representar a relação entre o efeito e todas as possibilidades de causa que podem contribuir para esse efeito. Também conhecido como Diagrama de Ishikawa, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa, da Universidade de Tóquio, em 1943, onde foi utilizado para explicar para o grupo de engenheiros da Kawasaki Steel Works como vários fatores podem ser ordenados e relacionados.</p>
Folhas de Verificação	<p>As folhas de verificação são tabelas ou planilhas simples usadas para facilitar a coleta e análise de dados. O uso das folhas de verificação economiza tempo, eliminando o trabalho de se desenhar figuras ou escrever números repetitivos. São formulários planejados, onde os dados coletados são preenchidos de forma fácil e concisa</p>
Diagrama de Pareto	<p>O Diagrama de Pareto tem como finalidade mostrar a importância de todas as condições, a</p>

	<p>fim de escolher o ponto de partida para solução do problema; identificar a causa básica do problema e monitorar o sucesso. Velfredo Pareto foi um economista italiano que descobriu que a riqueza não era distribuída de maneira uniforme. Ele formulou que aproximadamente 20% do povo detinha 80% da riqueza criando uma condição de distribuição desigual. Os Diagramas de Pareto podem ser utilizados para identificar o problema mais importante por meio do uso de diferentes critérios de medição, como frequência ou custo.</p>
Histograma	<p>O histograma tem como função mostrar a distribuição dos dados por meio de um gráfico de barras indicando o número de unidades em cada categoria.</p>
Brainstorming	<p>É um processo de grupo em que os indivíduos emitem ideias de forma livre, em grande quantidade, sem críticas e no menor espaço de tempo possível (KHANNA, 2009; BAMFORD; GREATBANKS, 2005).</p>

FONTE: GAMA(2016).

2.4. SIPOC

O SIPOC (Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas, Clientes) é uma ferramenta essencial para identificar todos os elementos relevantes de um projeto antes mesmo de sua implementação. Esta abordagem oferece uma visão abrangente das interações dentro do processo, destacando suas interfaces e o impacto dessas interações na qualidade do resultado. Assim, contribui para o desenvolvimento de uma perspectiva organizacional voltada para o processo. Essa ferramenta, junto a outras como o fluxograma, faz parte de uma técnica chamada mapeamento de processos.

No diagrama SIPOC, o elemento "Fornecedores" representa os indivíduos, departamentos ou organizações que fornecem materiais, informações ou recursos necessários para os processos em análise. As "Entradas" correspondem às informações ou materiais fornecidos para o processo. O "Processo" engloba as etapas

ou atividades que transformam essas entradas em produtos ou serviços finais (as "Saídas"). Por fim, as "Saídas" são os produtos ou serviços finais resultantes do processo, e os "Clientes" são aqueles que recebem essas saídas.

Segundo Zanela (2015), as organizações enfrentam a crescente pressão da competitividade no mercado, o que demanda a busca constante por iniciativas, metodologias e estratégias que garantam sua relevância e permanência. Nesse cenário, a melhoria contínua é imprescindível. É neste contexto que ferramentas como o mapeamento de processos se tornam cada vez mais essenciais.

3. METODOLOGIA

Para realizar este estudo, inicialmente optou-se por uma revisão bibliográfica abrangente, focalizando o pensamento sistêmico e sua aplicação em conjunto com as metodologias Seis Sigma e DMAIC, além das ferramentas da qualidade pertinentes a esse contexto. Em seguida, realizou-se um acompanhamento detalhado para coletar informações sobre os resíduos gerados nas linhas de produção da empresa. Esse processo de pesquisa proporcionou uma base sólida para compreender a problemática dos resíduos e identificar oportunidades de melhoria visando à reutilização e eficiência operacional.

3.1 *DEFINE* (Definir)

3.1.1. Definição do projeto

O descarte de matéria-prima utilizada como flushing para a limpeza residual da linha de produção é uma prática necessária para reduzir os resíduos gerados na indústria alimentícia para animais de diferentes espécies. A fim de evitar a contaminação cruzada, é essencial realizar o flushing entre os diferentes produtos fabricados. Esse procedimento consiste em circular um ingrediente ou veículo nos equipamentos compartilhados para eliminar ou reduzir a contaminação cruzada por medicamentos veterinários antes da fabricação do próximo produto destinado à alimentação animal.

Nesse contexto, o presente projeto busca avaliar a viabilidade de incorporar o flushing na composição de outros produtos sempre que possível, em conformidade com a PORTARIA SDA Nº 798, DE 10 DE MAIO DE 2023. Esta portaria estabelece um limite de resíduos de até 2,5% em outros produtos que não contenham medicamentos em sua composição, contribuindo significativamente para a redução do descarte de resíduos na indústria.

Em 2022 houve uma redução na quantidade limpeza descartada conforme apresentado na Figura 2, porém ainda manteve uma média de 44 ton por mês.

FIGURA 2 – PERCENTUAL DE LIMPEZA DE FLUXO.



FONTE: AUTORES (2024).

O reuso do material de arraste no processo de flushing pode reduzir o desperdício desse material, evitando a necessidade de descartá-lo como resíduo. Isso contribui para a gestão mais eficiente dos recursos e reduz os custos associados ao descarte de resíduos. Ao reutilizá-lo, a fábrica economiza nas matérias-primas, reduzindo os custos de aquisição e minimizando a necessidade de novas compras.

A prática de reutilizar o material de arraste alinha-se com práticas sustentáveis de negócios, mostrando o compromisso da fábrica de alimentos para animais com a redução do impacto ambiental e a utilização responsável de recursos.

3.1.2. Mapeamento do processo

O SIPOC é uma ferramenta essencial de mapeamento de processos que estrutura as atividades produtivas de uma empresa em um diagrama composto por cinco elementos-chave: Fornecedores (Suppliers), Entradas (Inputs), Processos (Process), Saídas (Outputs) e Consumidores (Customers). Essa abordagem oferece uma visão abrangente do processo, facilitando a compreensão e identificação de falhas e desperdícios nas atividades da organização, conforme apresenta a Figura 3.

FIGURA 3 – MAPA PROCESSO PRODUTIVO.

Fornecedores Suppliers	Insumos Inputs	Processo Process	Produtos Outputs	Consumidores Customers
Fornecedores de matérias-	Matérias-primas	Recebimento de matéria-prima	Matéria-Prima recebida	Estoque
Recebimento de matérias primas	Matérias primas aprovadas	Armazenamento de matéria prima	Matérias primas armazenadas	Separação de matérias primas
Estoque	Armazem de matérias primas	Separação de matéria prima	matérias aprovadas	Consumo
Ordem de produção	Matérias-primas separadas	Pesagem das matérias-primas	Matérias-primas pesadas	Quarentena
Transferência matérias-primas	Matérias-primas transferidas	Mistura das matérias-primas	Produto acabado	Análises Controle de
Embalagens	Embalagens separadas	Embalagem Produto Final	Produto Final embalado	Análises Controle de
Produto liberado	Cadastro produto sistema	Armazenamento dos produtos acabados	Produto Armazenado	Estoque produto acabado
Sequencia de produção	Separação Insumos para	Realização do flushing	Equipamento Limpo	Validação de Limpeza
Descarte resíduos	Resíduos recolhidos	Pesagem do resíduo	Resíduos pesados	Destinação para descarte
Resíduos disponível para	Informações preenchidas	Avaliação das informações do	Autorização para descarte	Resíduo Descartado
FML 024	Coleta de dados	Alimenta planilha	Dados Resíduos descartados	Indicador

FONTE: AUTORES (2024).

3.1.3. Meta

Considerando que as aproximadamente 528 toneladas de matéria-prima descartadas poderiam ser aproveitadas na produção de outros produtos, e que, de

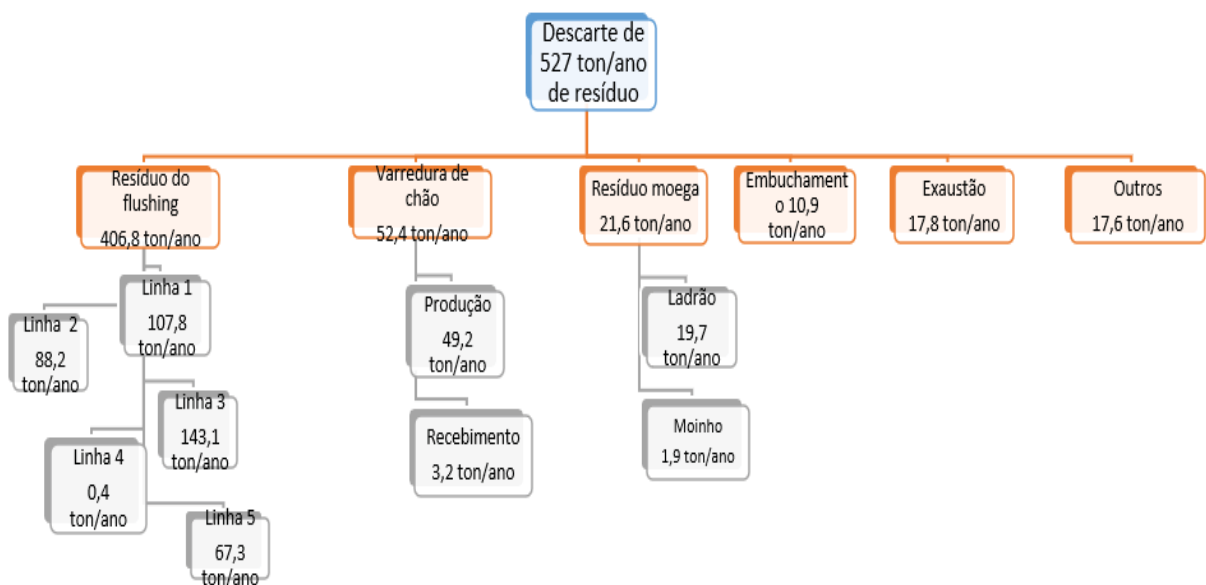
qualquer forma, mais matéria-prima foi adquirida para atender às necessidades de produção, podemos multiplicar o valor dessas toneladas descartadas por 2. Se a meta é reduzir em 55% a quantidade de resíduos descartados, o *saving* (economia) em um ano pode alcançar R\$ 400.000,00, sem levar em conta possíveis reajustes no preço da matéria-prima durante esse período. Além disso, essa redução teria impactos significativos no meio ambiente, contribuindo para uma operação mais sustentável.

3.2 *MESURE* (Medir)

3.2.1 Estratificação

Na etapa *Mesure* utilizou-se a ferramenta *Árvore de estratificação*, para a estratificação dos dados obtidos através da quantidade de resíduos gerados no ano de 2022. A Figura 4 ilustra de forma clara o principal gerador de resíduos durante a etapa de limpeza.

FIGURA 4 – PROCESSOS GERADORES DE RESÍDUOS.



FONTE: AUTOR (2024).

Ao estratificar o problema, é possível verificar que a maior quantidade de resíduos gerados na empresa refere-se ao resíduo do flushing.

3.2.2 Confiabilidade dos dados

Após a realização da limpeza e ensacamento, o responsável pela linha de produção pesa a quantidade ensacada e registra os dados no Formulário de Controle de Resíduos (FML 024, v. 11), conforme ilustrado na Figura 5. Em seguida, identifica o material correspondente e insere as informações no sistema Datasul TOTVS, conforme representado na Figura 6.

FIGURA 5 – FORMULÁRIO DE CONTROLE DE RESÍDUOS

O formulário apresenta o seguinte conteúdo:

- Identificação:** 00666C, LIMPEZA LINHA 03, Lote: 148778.
- Logotipo:** TECTRON.
- Metadados:** Código FML 024, Versão 11, Emissão 29/07/2009, Revisão 06/06/2023.
- Resíduo Medicamentoso:** () SIM (X) NÃO.
- Gerador:** LINHA 1 a 5.
- Origem do Resíduo:**
 - Linha 1: Limpeza de Linha
 - Linha 2: Varredura de Chão
 - Linha 3: Limpeza de Poço
 - Linha 4: Embuchamento
 - Linha 5: Amostra Contra-prova
- Informações Complementares:**
 - Produto Anterior Produzido: 242 MTD
 - Produto Utilizado na Limpeza: 99993C
- Observações:** 1 bag.
- Quantidade (Kg):** 212
- Data:** 26/07/23
- Responsável pelas Informações:** [Assinatura]
- Superior Imediato:** [Assinatura]
- PREENCHIMENTO AMBIENTAL**
- CODIGO DO FORMULÁRIO:** 999
- VERIFICADO POR / DATA:** [Assinatura] 26/07/2023

FONTE: AUTORES (2024).

FIGURA 6 – SISTEMA DATASUL TOTVS

A interface do sistema Datasul TOTVS apresenta os seguintes dados:

- Título da Janela:** CSCP200 - 1.00.00.007 - Cockpit de Produção - 1 - TECTRON IMP. E EXP. DE PROD. VET...
- Menu:** Arquivo Ajuda
- Botões de Navegação:** Voltar, Avançar, Home, Atualizar, Salvar, Imprimir, Ajuda.
- Metadados:**
 - Ordem Produção: 148.778
 - Estabelecimento: 101
 - Emissão: 25/07/2023
 - Estado: Terminada
 - Item: 00666C
 - LIMPEZA LINHA 03
- Detalhes:**
 - Referência: [Campo]
 - Data Início: 25/07/2023
 - Data Término: 26/07/2023
 - Qtde Ord: 200,0000
 - Qtde Produzida: 212,0000
 - Qtde Refugo: 0,0000
 - Qtde Aprov Cond: 0,0000
 - Planejador: PL-01
 - % Variação: 6,0000
 - Lote/Série: [Campo]
 - Cliente: [Campo]
 - Pedido Cliente: [Campo]
 - Seqüência Pedido: 0
 - Linha Produção: 3
 - Processo Ordem - Roteiro: LIMPEZA L3 - 250
- Legenda:** Entre os dados ou pressione ESC para sair.

FONTE: AUTORES (2024).

Em seguida, o operador de empilhadeira transporta o material até a área designada para descarte. Nessa etapa, o Assistente da Qualidade entra em cena, autorizando o descarte após verificar o preenchimento adequado do FML 024. Uma vez obtida a autorização, o assistente recolhe o formulário e lança a quantidade correspondente no Formulário de Descarte de Resíduos (FML 497, v.04), realizando um comparativo entre o peso registrado na balança e o peso reportado pelo sistema.

FIGURA 7 – FORMULÁRIO DE DESCARTE DE RESÍDUOS

MÊS/ANO:		FORMULÁRIO DE DESCARTE DE RESÍDUOS							Pág	1/1
Agosto/2023 /Caçamba NF: 0115372		Código FML 497	Versão 04	Emissão 01/07/2020	Revisão 23/06/2023					
Data de Descarte	Data da Solicitação	Código	Descrição	Lote	Quantidade (Kg)	Origem	Centro de Custo	NF		
28/07/2023	28/07/2023	0900	MICROPESAGEM	-	15,8	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
26/07/2023	26/07/2023	0901	GERAL (TODAS AS LINHAS)	-	130	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
26/07/2023	26/07/2023	0902	LABORATÓRIO	-	97	AMOSTRA CONTRA-PROVA	-	NF-0115372		
28/07/2023	28/07/2023	0903	GERAL (TODAS AS LINHAS)	-	73	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
27/07/2023	27/07/2023	0904	GERAL (TODAS AS LINHAS)	-	137	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
28/07/2023	28/07/2023	0905	LINHA 5	-	128	RESÍDUO LADRÃO	-	NF-0115372		
27/07/2023	27/07/2023	0906	GERAL (TODAS AS LINHAS)	-	58	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
28/07/2023	28/07/2023	0907	MACROPESAGEM	-	28,73	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
28/07/2023	28/07/2023	0908	LINHA 2	148851	456	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
26/07/2023	26/07/2023	0909	LINHA 3	148778	212	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
28/07/2023	28/07/2023	0910	LINHA 2	148850	710	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
27/07/2023	27/07/2023	0911	LINHA 3	148817	225	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
28/07/2023	28/07/2023	0912	LINHA 5	148853	723	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
27/07/2023	27/07/2023	0913	LINHA 5	148852	720	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
27/07/2023	27/07/2023	0914	LINHA 1	148808	523	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
27/07/2023	27/07/2023	0915	LINHA 1	148806	557	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
28/07/2023	28/07/2023	0916	LINHA 5	148854	718	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
31/07/2023	31/07/2023	0917	LINHA 3	148883	206	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
31/07/2023	31/07/2023	0918	LINHA 2	148893	806	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
31/07/2023	31/07/2023	0919	LINHA 3	148875	200	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
31/07/2023	31/07/2023	0920	GERAL (TODAS AS LINHAS)	-	78	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0921	MICROPESAGEM	-	15,8	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0922	RECEBIMENTO	-	32	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
02/08/2023	02/08/2023	0923	GERAL (TODAS AS LINHAS)	-	72	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0924	PRO MONTAGEM	-	25	VARREDURA DE CHÃO	-	NF-0115372		
03/08/2023	03/08/2023	0925	LINHA 3	148959	200	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0926	LINHA 1	148986	593	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0927	LINHA 2	148987	789	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
02/08/2023	02/08/2023	0928	LINHA 3	148906	200	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
03/08/2023	03/08/2023	0929	LINHA 5	148963	700	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
03/08/2023	03/08/2023	0930	LINHA 3	148908	266	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
03/08/2023	03/08/2023	0931	LINHA 1	148952	605	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0932	LINHA 5	148990	727	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0933	LINHA 5	148964	720	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0934	LINHA 2	148988	786	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023	0935	LINHA 2	148989	426	LIMPEZA DE LINHA	-	NF-0115372		
04/08/2023	04/08/2023				2.460			NF-0115372		

Montado por: Andrei L. Andrade
 Verificado por: Andrei L. Andrade
 Data: 09/08/2023

15.460,00	RESÍDUOS
15.418,00	NF-0115372
42,00	DIFERENÇA

FONTE: AUTORES (2024).

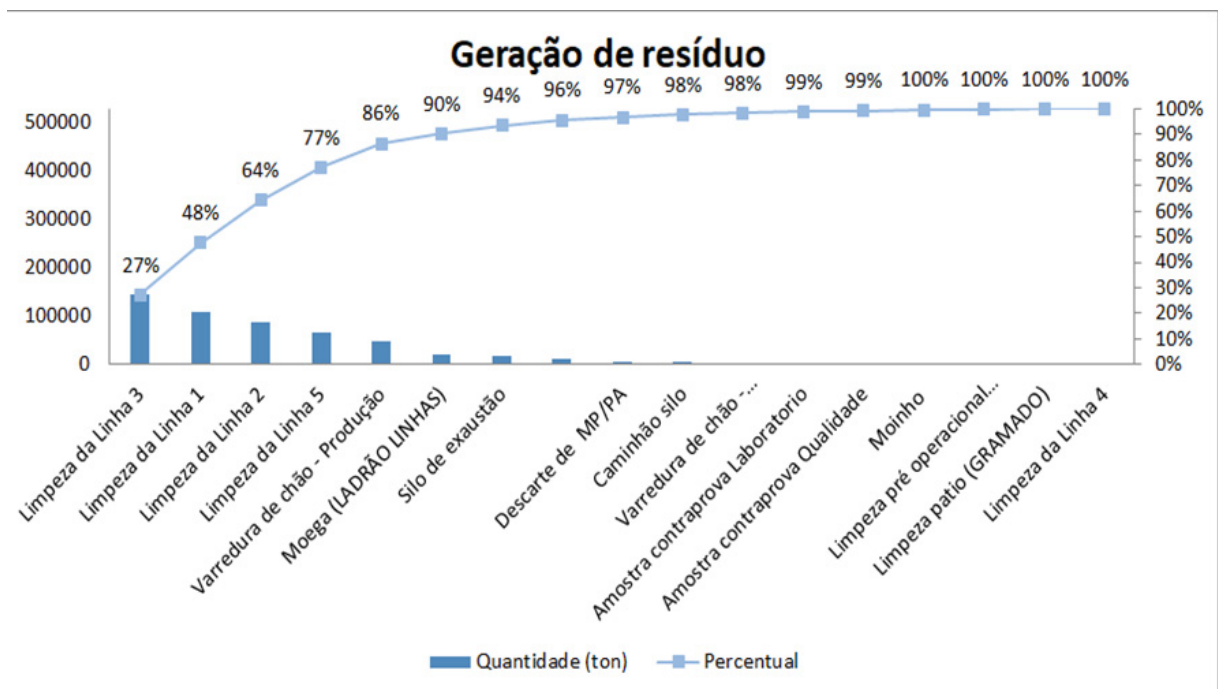
Os dados são altamente confiáveis devido à existência de um procedimento minuciosamente elaborado, que descreve em detalhes os processos de lançamento e conferência das informações inseridas no sistema. Após o lançamento, não é possível realizar qualquer tipo de manipulação ou alteração nos dados, garantindo assim sua integridade e precisão.

3.2.3 Focos do problema

A análise dos resíduos gerados durante o processo de produção é fundamental para identificar áreas de melhoria e reduzir desperdícios. Nesse contexto, o gráfico de

Pareto é uma ferramenta eficaz para visualizar e priorizar os principais problemas que impactam a eficiência e a sustentabilidade da operação. No presente estudo, o Gráfico de Pareto, Figura 8, revelou que os resíduos provenientes da limpeza de linha representam uma parcela significativa do total de resíduos descartados, totalizando 77%. Este relatório discutirá estratégias para mitigar esse problema, visando a redução da quantidade de resíduos gerados a partir da limpeza de linha.

FIGURA 8 – GRÁFICO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS



FONTE: AUTORES (2024).

O Gráfico de Pareto revela uma distribuição desigual dos resíduos gerados durante o processo de produção, destacando a limpeza de linha como a principal fonte de desperdício, representando 77% do total de resíduos descartados. Essa análise ressalta a importância de direcionar esforços para reduzir a quantidade de resíduos provenientes desse processo específico, visando otimizar a eficiência operacional e minimizar impactos ambientais.

3.2.4 Comportamento dos focos ao longo do tempo

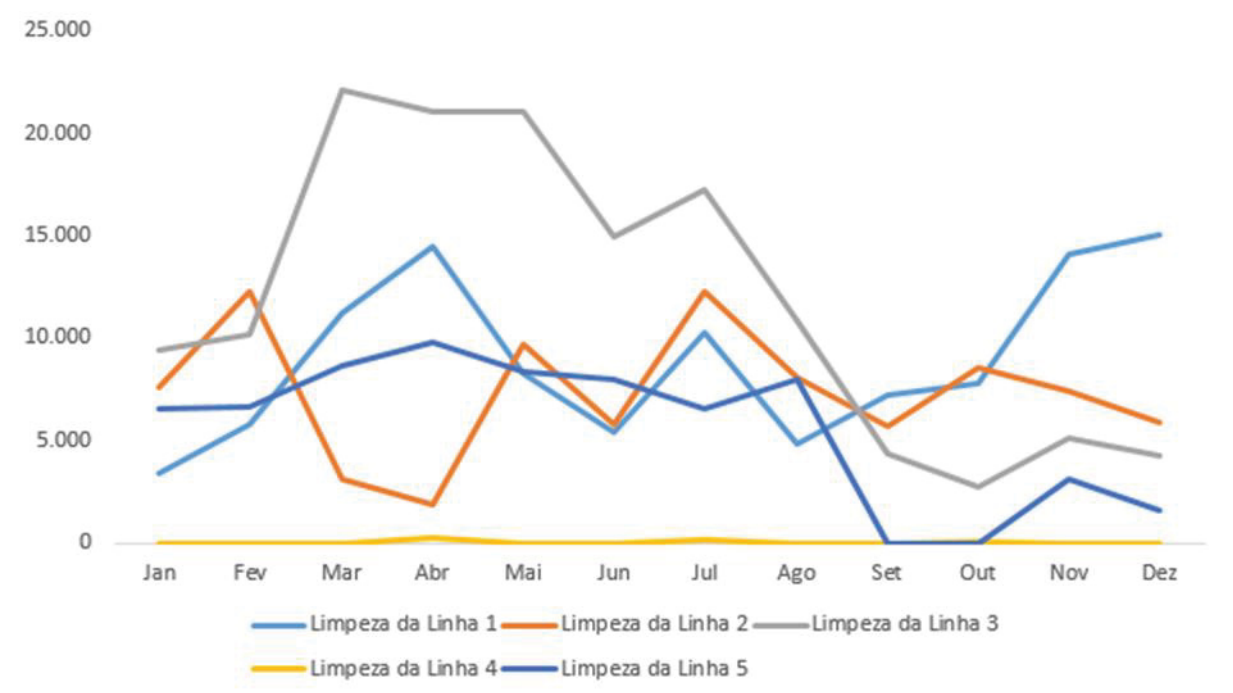
A análise da quantidade de resíduos gerados ao longo do ano é fundamental para compreender padrões sazonais e identificar eventuais variações que possam influenciar na gestão ambiental e na eficiência operacional de uma empresa. No ano

de 2022, foram registradas flutuações significativas na geração de resíduos, destacando-se particularidades em relação às diferentes linhas de produção.

Destaca-se que a limpeza da linha 4 é realizada exclusivamente com ar comprimido, um método que pode influenciar diretamente na quantidade de resíduos gerados. Além disso, a linha 5 apresentou um comportamento distinto nos meses de setembro e outubro, período no qual não houve produção devido a atividades de reforma, resultando na ausência de geração de resíduos nesse período específico.

O Gráfico Sequencial apresentado na Figura 9, ilustra de forma clara e concisa a variação da quantidade de resíduos ao longo dos meses do ano de 2022, destacando os eventos mencionados e evidenciando a quantidade total de resíduos gerados no período em análise. Em 2022 os descartes realizados, devido a flushing, foram de 406 Toneladas.

FIGURA 9 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS EM 2022



FONTE: AUTORES (2024).

3.2.5 Metas específicas

As metas específicas desempenham um papel crucial no direcionamento de projetos de melhoria dentro de uma empresa. Elas fornecem uma orientação clara, permitindo que a organização trabalhe de maneira consistente na resolução dos problemas identificados e na busca de resultados tangíveis ao longo do tempo. Ao

estabelecer metas específicas, a empresa pode alinhar seus esforços com os objetivos estratégicos, promovendo uma abordagem sistemática e eficaz para o aprimoramento contínuo de processos e práticas operacionais. Neste contexto, a definição e o acompanhamento de metas específicas são elementos essenciais para impulsionar o progresso e alcançar os resultados desejados.

A Tabela 2 apresenta dados sobre a quantidade de resíduos gerados em diferentes locais, juntamente com a porcentagem correspondente em relação ao total e à meta estabelecida.

TABELA 2 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS NA LIMPEZA DAS LINHAS

Local	Quantidade	%	% em relação a meta
Linha 1	107776	26,53%	15%
Linha 2	88224	21,7%	12%
Linha 3	143125	35,22%	19%
Linha 5	67255,5	16,55%	9%
Total	406380,5	100%	55%

FONTE: AUTORES (2024).

Esses dados são importantes para avaliar o desempenho de cada local em relação às metas estabelecidas e identificar áreas que podem precisar de mais atenção ou intervenção para melhorar a gestão de resíduos.

3.3 ANALYZE (Analisar)

3.3.1 Processo gerador do Problema

O problema em questão está relacionado ao processo de limpeza de linha, conhecido como "flushing", que tem impacto direto na geração de resíduos dentro da empresa. Para compreender melhor a dinâmica desse problema e suas ramificações, foi empregado o mapeamento de processo. Este método permite uma análise detalhada das entradas, saídas, insumos e produtos gerados durante o processo de limpeza de linha.

A Tabela 3 e Figura 10 descrevem o mapeamento do processo, o objetivo do processo é eliminar completamente o residual dos equipamentos e sistema de transporte para garantir a qualidade e a segurança dos produtos.

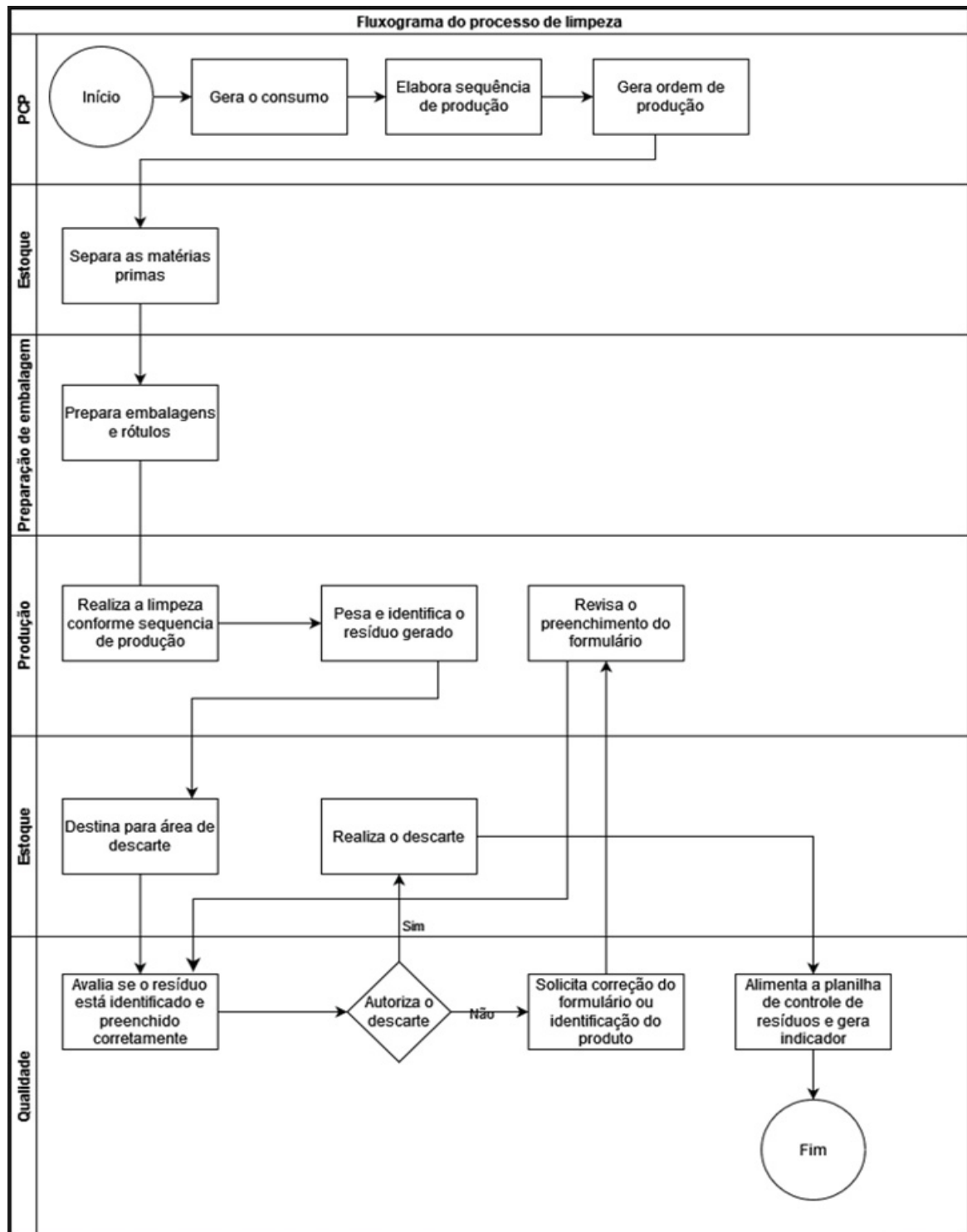
TABELA 3 – MAPEAMENTO DO PROCESSO

Fornecedores	Insumos	Processos	Saídas	Clientes	Indicadores
PCP	Consumo das matérias primas que serão utilizadas	Limpeza de linha (Flushing)	Produto para descarte	Estoque – Descarte	Indicador de descarte
PCP	Sequência de Produção				
PCP	Ordem de Produção				
Estoque MP	Matérias primas para abastecimento e uso na limpeza				
Embalagem e Rotulagem	Embalagem e Rótulos				

FONTE: AUTORES (2024).

O fluxograma de processo é uma ferramenta visual essencial para compreender e analisar as diversas etapas e interações envolvidas em um processo operacional. Neste contexto, o fluxograma permite uma representação clara e sistemática das atividades, insumos, saídas e relações entre os diferentes elementos do processo. No caso em questão, utilizamos o fluxograma de processo para elucidar a dinâmica do processo de limpeza de linha, conhecido como "Flushing", e sua relação com os fornecedores, insumos, processos, saídas, clientes e indicadores relevantes.

FIGURA 10 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE LIMPEZA



FONTE: AUTORES (2024).

Após a implementação das ações, será imperativo revisar o mapa de processo, uma vez que o produto resultante será considerado matéria-prima a ser incorporada nas próximas produções. Neste cenário, o armazenamento de matéria-prima, conforme apresentado na Tabela 4, assumirá o papel de cliente desse processo.

TABELA 4 – MAPEAMENTO DO PROCESSO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES

Fornecedores	Insumos	Processos	Saídas	Clientes	Indicadores
PCP	Consumo das matérias primas que serão utilizadas	Limpeza de linha (Flushing)	Matéria Prima para uso e próximas produções	Estoque de MP	Indicador de descarte
PCP	Sequência de Produção				
PCP	Ordem de Produção				
Estoque MP	Matérias primas para abastecimento e uso na limpeza				
Embalagem e Rotulagem	Embalagem e Rótulos				

FONTE: AUTORES (2024).

3.3.2 Descrição da Priorização

A Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) é uma ferramenta de análise de priorização utilizada para identificar e classificar problemas ou causas de forma estruturada, permitindo uma abordagem mais eficaz na gestão de ações corretivas ou preventivas. A Tabela 5 mostra a matriz GUT das causas potenciais do problema.

TABELA 5 – MATRIZ GUT

Causas de geração de resíduos	G	U	T	Total	Priorização
Flushing de Linha	5	4	4	80	1°
Varredura de Chão	3	3	3	27	2°
Resíduo de Moega	3	3	2	18	3°
Embuchamento	2	2	1	4	6°
Exaustão	3	2	2	12	4°
Outros	2	2	2	8	5°

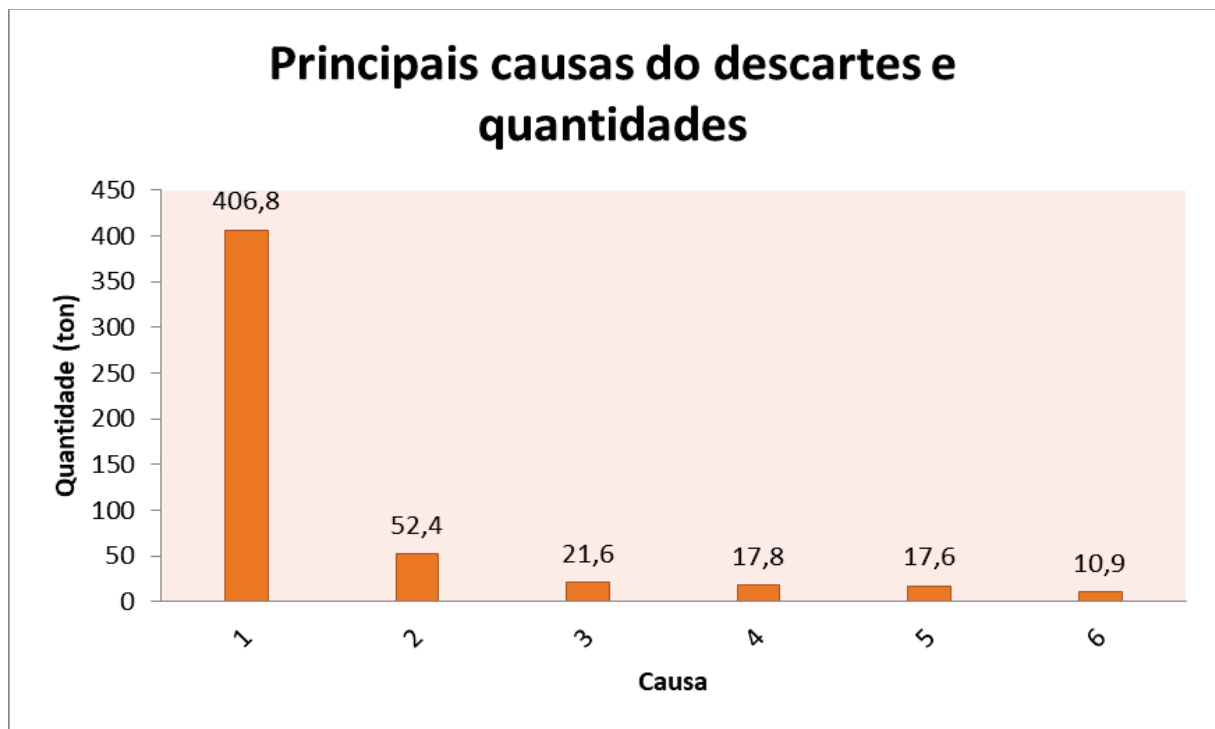
FONTE: AUTORES (2024).

Ao elaborar a matriz GUT, é possível verificar que o flushing de linha recebeu uma pontuação total de 80, sendo classificado como a primeira prioridade devido à sua alta gravidade, urgência e tendência. Já o embuchamento, com uma pontuação total de 4, é classificado como a sexta prioridade, indicando que é menos urgente e grave em comparação com as outras causas listadas.

3.3.3 Comprovação das causas priorizadas

O flushing de linha corresponde a 77% do total de 527 toneladas de resíduos gerados, totalizando 406,8 toneladas, conforme ilustrado na figura 11.

FIGURA 11 – CAUSA PRIORIZADA



FONTE: AUTORES (2024).

A causa priorizada pelo projeto foi o Flushing de Linha, no qual refere-se ao processo de limpeza de tubulações e equipamentos após a produção de uma determinada fórmula de ração antes de iniciar a produção de outra. Durante esse processo, a casca de arroz é frequentemente usada para eliminar os vestígios da fórmula anterior, resultando em resíduos.

3.4 IMPROVE (Analisar)

3.4.1 Possíveis soluções

Substituir matérias primas utilizadas atualmente como flushing, por matérias primas com maior uso em cada linha de produção e incluí-las na composição dos produtos acabados, na proporção de 50%, atendendo o requisito de até 2,5% de residual, de acordo com a PORTARIA SDA Nº 798, DE 10 DE MAIO DE 2023.

Essa substituição visa reduzir o desperdício de matérias-primas, aproveitando aquelas com maior uso em cada linha de produção, além de garantir o cumprimento dos requisitos regulatórios. Identificando as matérias-primas com maior uso em cada linha de produção, levando em consideração a viabilidade técnica e econômica de sua utilização no processo de flushing.

3.4.2 Priorização das soluções

É essencial priorizar soluções, especialmente quando se trata de implementar mudanças em processos. A priorização permite concentrar recursos e esforços nos aspectos mais críticos ou urgentes do problema em questão.

Os recursos financeiros, humanos e materiais são finitos. Portanto, priorizar soluções é crucial para garantir sua alocação eficaz e direcioná-los para as áreas que proporcionarão o maior impacto. A Figura 12 destaca a causa raiz na geração de resíduos, bem como a solução identificada para enfrentá-la.

FIGURA 12 – SOLUÇÕES ESCOLHIDAS

FOCO 1	FOCO 2	FOCO 3	FOCO 4	CAUSAS FUNDAMENTAIS	SOLUÇÕES ESCOLHIDAS
x				Flushing de linha	Reutilizar o material utilizado no flushing de linha na composição das próximas produções, devido ser material comumente utilizado na fábrica e de composição conhecida.

FONTE: AUTORES (2024).

3.4.3 Soluções apresentam riscos

Os riscos mencionados na figura 13, em relação à solução de incorporar o material utilizado como flushing nas próximas produções da linha estão diretamente relacionados às preocupações de segurança alimentar e eficiência operacional.

FIGURA 13 – RISCOS

CAUSA FUNDAMENTAL	SOLUÇÃO SELECIONADA	RISCO DA IMPLEMENTAÇÃO	ANÁLISE DE RISCO			PLANO DE CONTINGÊNCIA
			PROBABILIDADE	IMPACTO	RISCO	
Flushing de linha	Incorporação do material utilizado como flushing na próximas produções da linha	Residual de medicamentos acima do aceitável pela Portaria 798/2023 -	50%	10	Alto	Utilizar na formulação a proporção de 50% do material
		Produto oriundo do flushing ficar parado em estoque	25%	5	Baixo	Monitoramento do estoque Definir procedimento para uso e rotatividade do estoque.

FONTE: AUTORES (2024).

É importante que a empresa implemente medidas de controle e mitigação para enfrentar esses riscos, incluindo testes rigorosos de qualidade e segurança alimentar, conformidade estrita com regulamentos governamentais, monitoramento cuidadoso do estoque e previsão de demanda precisa. Além disso, é fundamental garantir a conscientização e o treinamento adequados dos funcionários em relação aos procedimentos e regulamentações relevantes para garantir a segurança dos produtos e a proteção da saúde dos consumidores.

3.4.4 Realização dos testes

A figura 14 a seguir apresenta a causa fundamental identificada e a solução detalhada com informações sobre a atividade a ser realizada, quem será responsável por executá-la, quando será implementada, por que é necessária, onde será aplicada, como será conduzida, quanto custará e o status atual do processo.

FIGURA 14 – SOLUÇÃO IMPLEMENTADA

Causa Fundamental	Solução a ser implementada para Teste	5W 2H							
		Atividade	Who	When	Why	Where	How	How Much	Status
Flushing de linha	Incorporação do material utilizado como flushing nas próximas produções da linha	Análise laboratorial para validação do material utilizado como flushing	Assistente da Qualidade	Linhas 2 e 5 - Até Dezembro/2023 Linhas 1 e 3 - Até Fevereiro/2024	Para validar se o material utilizado para flushing atende o valor de residual aceitável.	Linhas 1 e 3 - com molécula de Tiamulina Linhas 2 e 5 - com microtracer	Conforme procedimento de validação - IT 021	R\$ 10.800,00	Linhas 1 e 3 em Andamento Linhas 2 e 5 Concluído

FONTE: AUTORES (2024).

Fornece uma visão detalhada das ações propostas e em andamento para abordar a causa fundamental identificada na linha de produção, com o objetivo da redução de resíduos e custos produtivos. Os resultados dos testes são apresentados por meio dos laudos das análises conforme figuras 15 e 16.

FIGURA 15 – CERTIFICADO ANÁLISE LINHA 2



TECTRON

Tecnologia e Inovação

Certificado de Análises

Cliente: TECTRON TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	Amostra: 30235102
Endereço: Av. Maripá, 895, Pinheirinho Toledo PR	Código do Cliente: 173
Solicitante: CONTROLE DE QUALIDADE	Responsável: Controle de Qualidade

Informações da Amostra

Produto: LIMPEZA LINHA 02	Data produção: 27/09/2023	Data coleta:
Fornecedor : Tectron Tecnologia e Inovação	Data envio:	Data recebimento: 27/09/2023
Controle cliente: 00666B	Data de validade: 26/09/2024	Data início: 28/09/2023
Lote da amostra: 150139	Nota fiscal:	Data liberação: 05/10/2023

Análise	Resultado	Unidade	Padrão		St
			Mínimo	Máximo	
Carry Over - Contaminação Cruzada	0,67	%			

Observações: Os resultados destas análises limitam-se exclusivamente às amostras enviadas ao laboratório. Os resultados estão expressos na matéria original.

Comentários

Cliente "TESTE CARRY OVER LINHA 02
LIMPEZA COM MP 27221 750KG - TESTE 1"

Laboratório

Depto. Técnico



FONTE: AUTORES (2024).

FIGURA 16 – CERTIFICADO ANÁLISE LINHA 2



TECTRON Certificado de Análises
Tecnologia e Inovação

Cliente: TECTRON TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	Amostra: 30234975
Endereço: Av. Maripá, 895, Pinheirinho Toledo PR	Código do Cliente: 173
Solicitante: CONTROLE DE QUALIDADE	Responsável: Controle de Qualidade

Informações da Amostra

Produto: PRIMEIRA LPZ	Data produção: 12/09/2023	Data coleta: 21/09/2023
Fornecedor: Tectron Tecnologia e Inovação	Data envio:	Data recebimento: 21/09/2023
Controle cliente: TESTE 1	Data de validade: 11/09/2024	Data início: 21/09/2023
Lote da amostra: 149878	Nota fiscal:	Data liberação: 27/09/2023

Análise	Resultado	Unidade	Padrão		St
			Mínimo	Máximo	
Carry Over - Contaminação Cruzada	2,75	%			

Observações: Os resultados destas análises limitam-se exclusivamente às amostras enviadas ao laboratório. Os resultados estão expressos na matéria original.

Comentários



Cliente: *TESTE CARRY OVER LINHA 05
Laboratório: LIMPEZA COM MP 27340 650KG - TESTE 1*
Depto. Técnico:

FONTE: AUTORES (2024).

3.4.5 Plano de ação para implementação em larga escala

O plano de ação apresentado na figura 17 foi criado para abordar a causa fundamental identificada, que é o "Flushing de linha", na linha de produção. O flushing de linha é o processo de limpeza de tubulações e equipamentos após a produção de uma determinada fórmula de ração, antes de iniciar a produção de outra, e tem sido associado à geração de resíduos.

A solução selecionada para enfrentar esse problema foi a "Incorporação do material utilizado como flushing nas próximas produções da linha". Essa solução propõe reutilizar o material utilizado como flushing em futuras produções da linha, desde que seja validado por testes de eficiência de limpeza.

O plano de ação detalha as atividades a serem realizadas, quem será responsável por executá-las, quando serão implementadas, por que são necessárias, onde serão aplicadas, como serão conduzidas, quanto custarão e qual é o status atual de cada atividade. Foi criado para garantir que as medidas necessárias sejam tomadas para validar a eficácia do flushing de linha como parte do processo de produção. Ele visa melhorar a eficiência operacional, reduzir a geração de resíduos e garantir a conformidade com as regulamentações governamentais, como a Portaria 798/2023 do MAPA.

FIGURA 17– PLANO DE AÇÃO

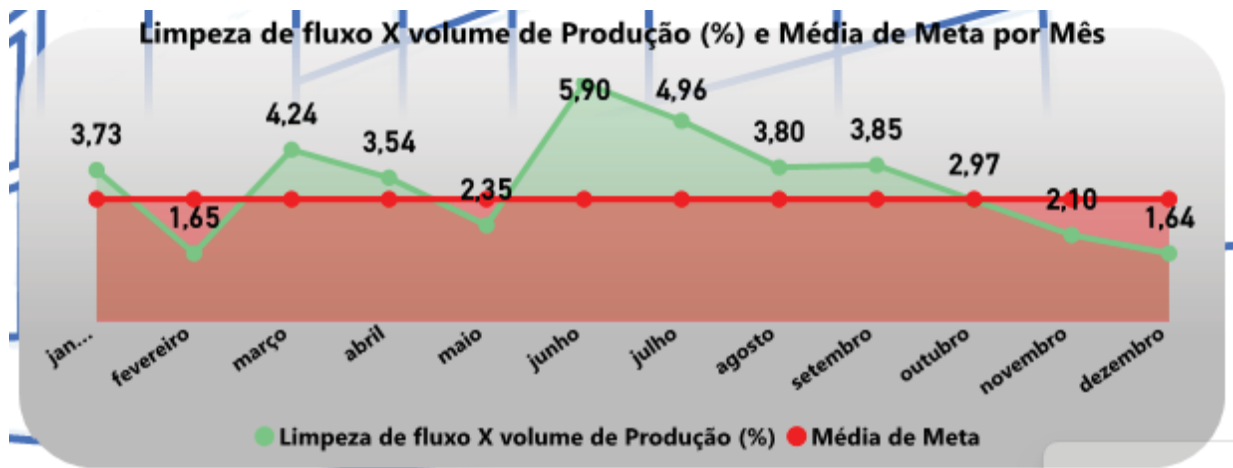
Causa Fundamental	Solução selecionada a ser implantada	5W 2H							
		Atividade	Who	When	Why	Where	How	How Much	Status
Flushing de linha	Incorporação do material utilizado como flushing nas próximas produções da linha	Realizar teste de validação da linhas 2 e 5 com microtracer	Assistente da Qualidade	set/23	Para validar se a limpeza é eficiente	Nas linhas 2 e 5	Conforme estabelecido na IT 021	R\$ 2.160,00	Concluído
		Informar MAPA início dos testes das linhas 1 e 3, devido ser linhas com medicamento	Assuntos regulatórios	dez/23	Para informar MAPA a intenção de mudar o material utilizado para flushing	por meio do sistema SEI	Conforme estabelecido na Portaria 798/2023	---	Concluído
		Realizar teste de validação da linhas 1 e 3 com molécula de medicamento	Assistente da Qualidade	jan/24	Para validar se a limpeza é eficiente	Na linhas 1 e 3	Conforme estabelecido na IT 021	R\$ 10.800,00	Em andamento
		Informar MAPA resultados dos testes das linhas 1 e 3	Assuntos regulatórios	fev/24	Para informar o MAPA resultados dos testes de realizados	por meio do sistema SEI	Conforme estabelecido na Portaria 798/2023	---	Concluído
		Revisar procedimento de limpeza de flushing (IT 021)	Analista da Qualidade	out/23	Para colocar em procedimento o processo que será realizado	Instrução de trabalho disponível no FLUIG (sistema de gestão eletrônica de documentos)	Descrevendo novo procedimento a ser realizado, a partir dos testes.	---	Concluído
		Revisar procedimento de programação de produção (IT 558)	Analista de Nutrição	out/23	Para colocar em procedimento o processo que será realizado	Instrução de trabalho disponível no FLUIG (sistema de gestão eletrônica de documentos)	Descrevendo novo procedimento a ser realizado, a partir dos testes.	---	Concluído
		Revisar procedimentos de emissão e controles de ordens de produção (IT 091)	Supervisor de PCP	out/23	Para colocar em procedimento o processo que será realizado	Instrução de trabalho disponível no FLUIG (sistema de gestão eletrônica de documentos)	Descrevendo novo procedimento a ser realizado, a partir dos testes.	---	Concluído
		Treinar colaboradores	Analista da Qualidade	out/23	Orientar colaboradores envolvidos no processo	no local de trabalho	Informando colaboradores o novo procedimento a ser realizado de flushing	---	Concluído

FONTE: AUTORES (2024).

3.4.6 As ações foram implementadas conforme planejado

A instrução de trabalho de limpeza de linha (IT 021) demonstra que o procedimento foi implementado para as linhas 2 e 5. De acordo com o gráfico apresentado na figura 18 referente aos indicadores de descarte de 2023, houve uma redução da quantidade descartada nos meses de novembro e dezembro de 2023. As linhas 1 e 3 os testes de validação ainda estão em andamento.

FIGURA 18 – PERCENTUAL DE DESCARTE EM RELAÇÃO A QUANTIDADE DE PRODUÇÃO



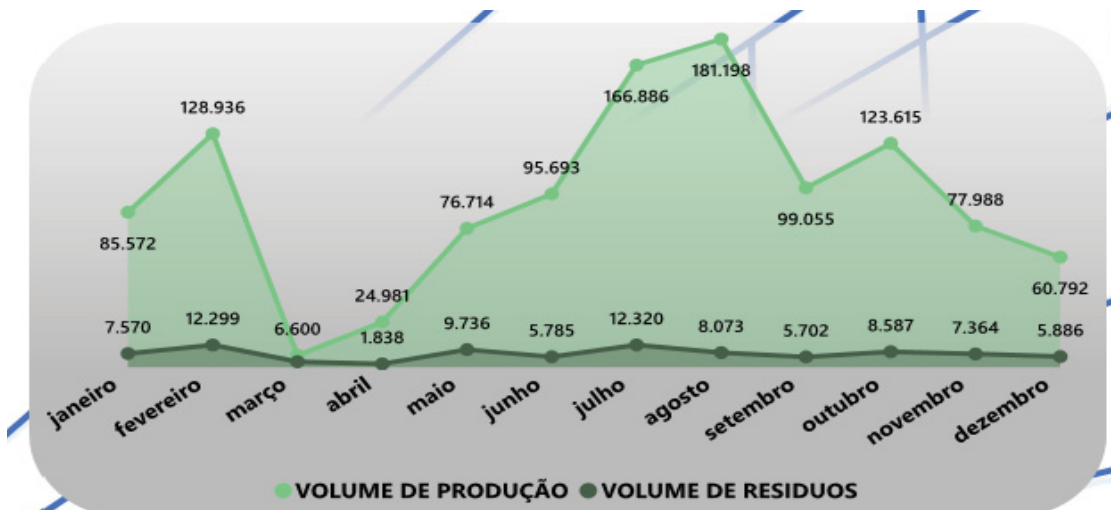
FONTE: AUTORES (2024).

3.4.7 As metas específicas foram alcançadas

- Linha 2 – Meta específica 12%.

A figura 19 abaixo apresenta a quantidade de produção e de flushing da linha 2 em 2022.

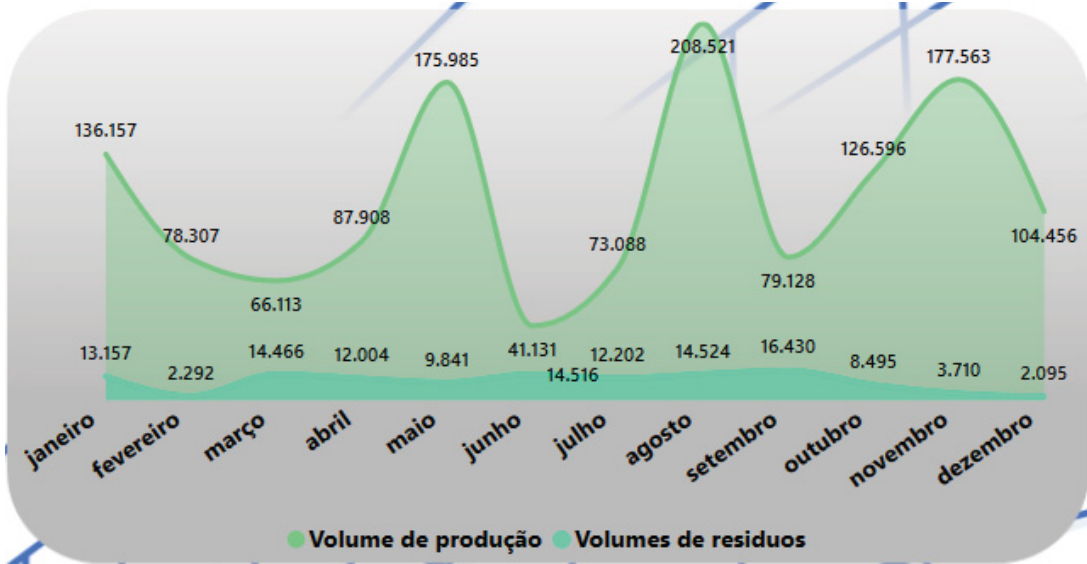
FIGURA 19 – VOLUME DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO REFERENTE AO ANO DE 2022



FONTE: AUTORES (2024).

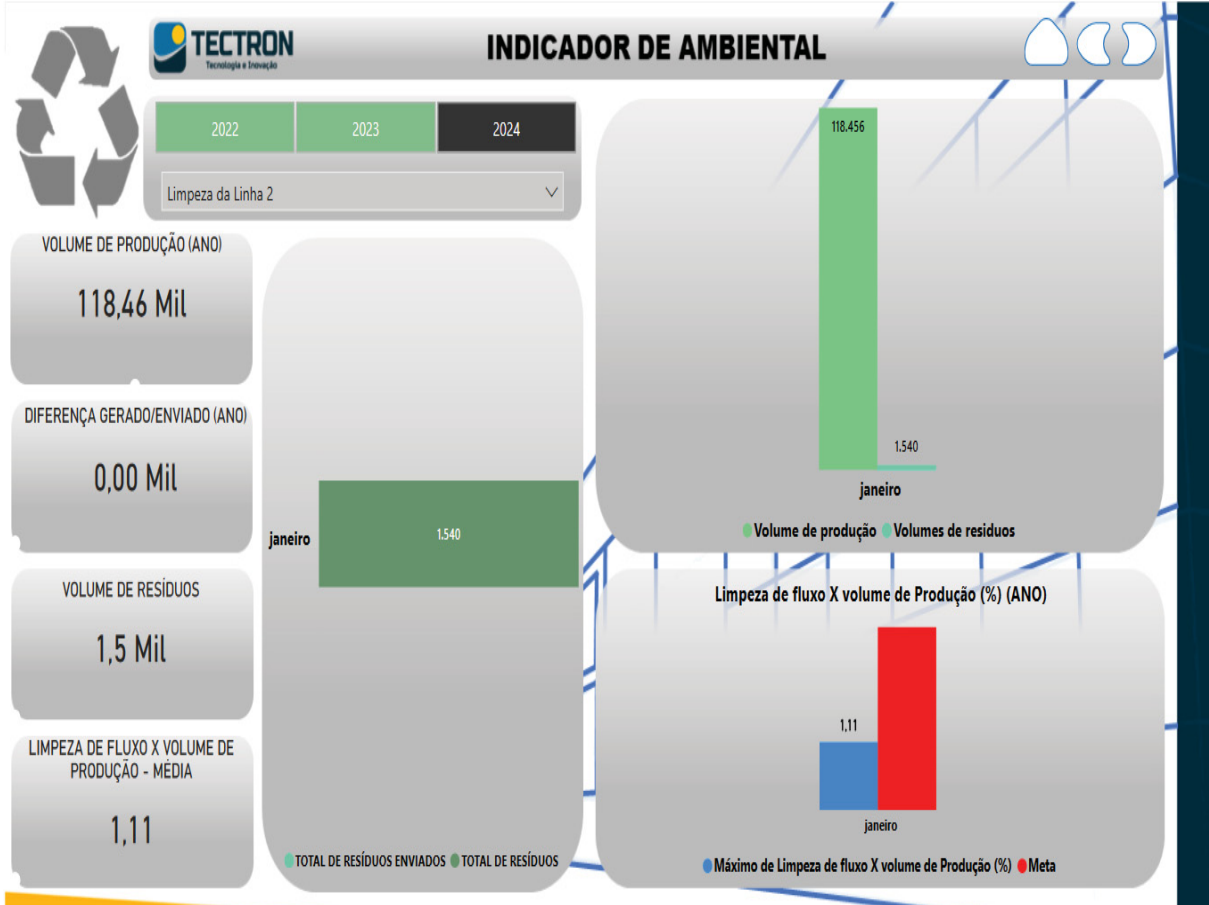
A figura 20 apresenta a quantidade de produção e de flushing da linha 2 em 2023.

FIGURA 20– VOLUME DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO REFERENTE AO ANO DE 2023



FONTE: AUTORES (2024).

FIGURA 21 – RESULTADOS LINHA 2 PARA O ANO DE 2024

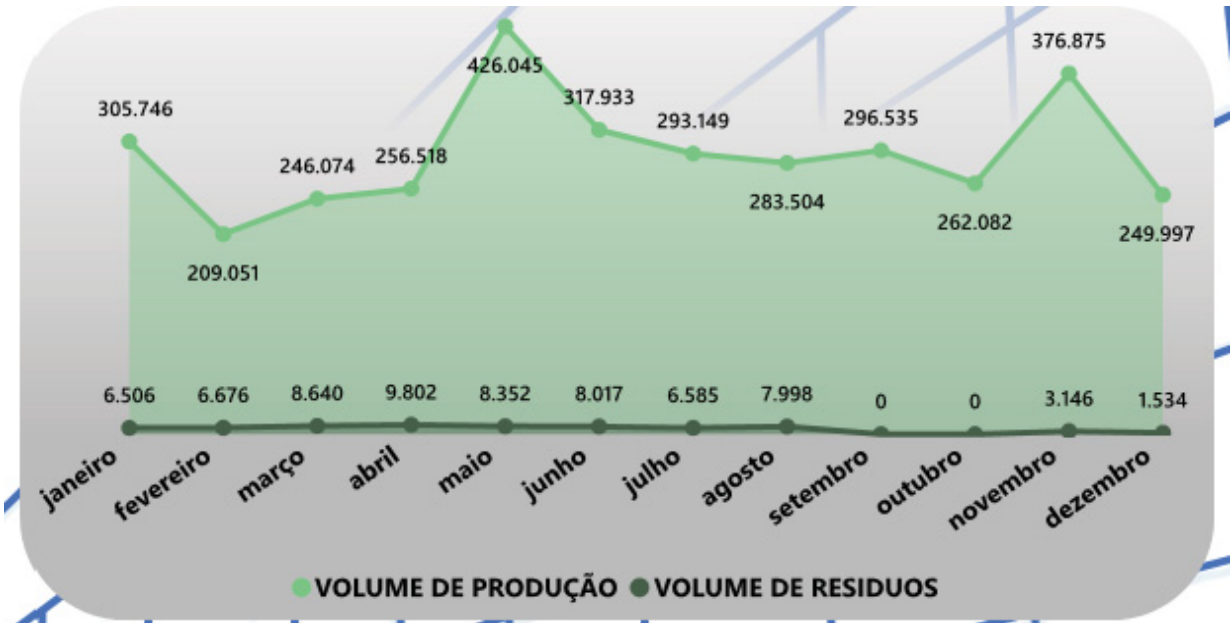


FONTE: AUTORES (2024).

- Linha 5 – Meta específica 9%.

A figura 22 apresenta a quantidade de produção e de flushing da linha 5 em 2022.

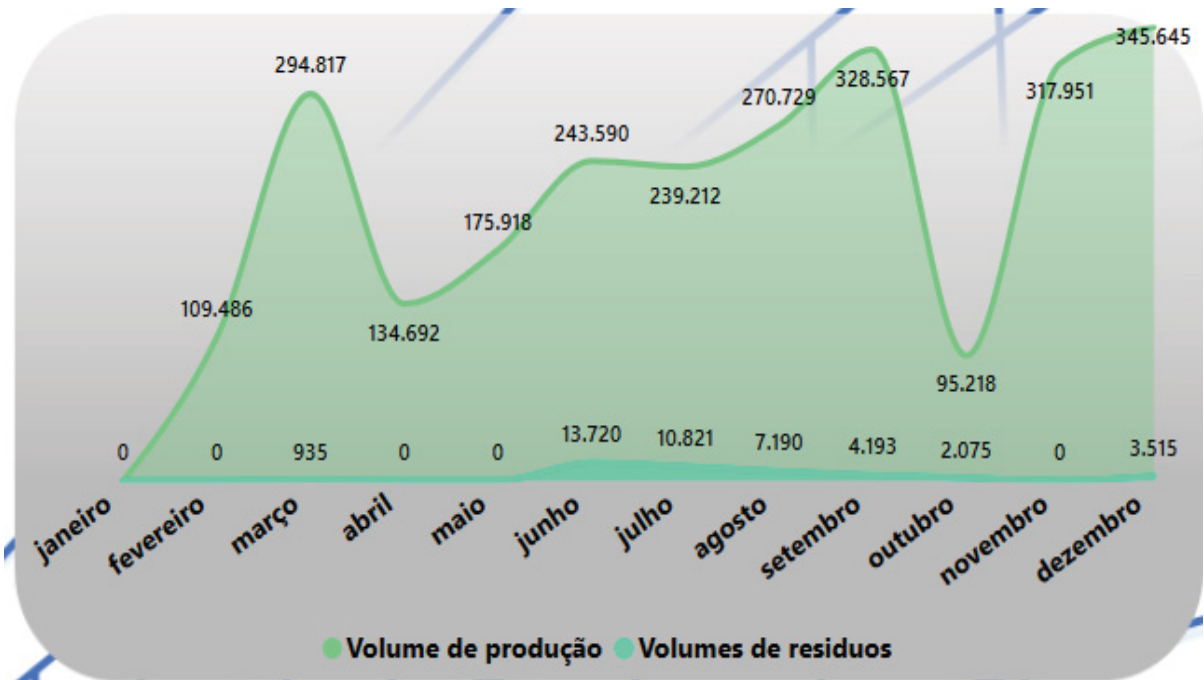
FIGURA 22– VOLUME DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO REFERENTE AO ANO DE 2022



FONTE: AUTORES (2024).

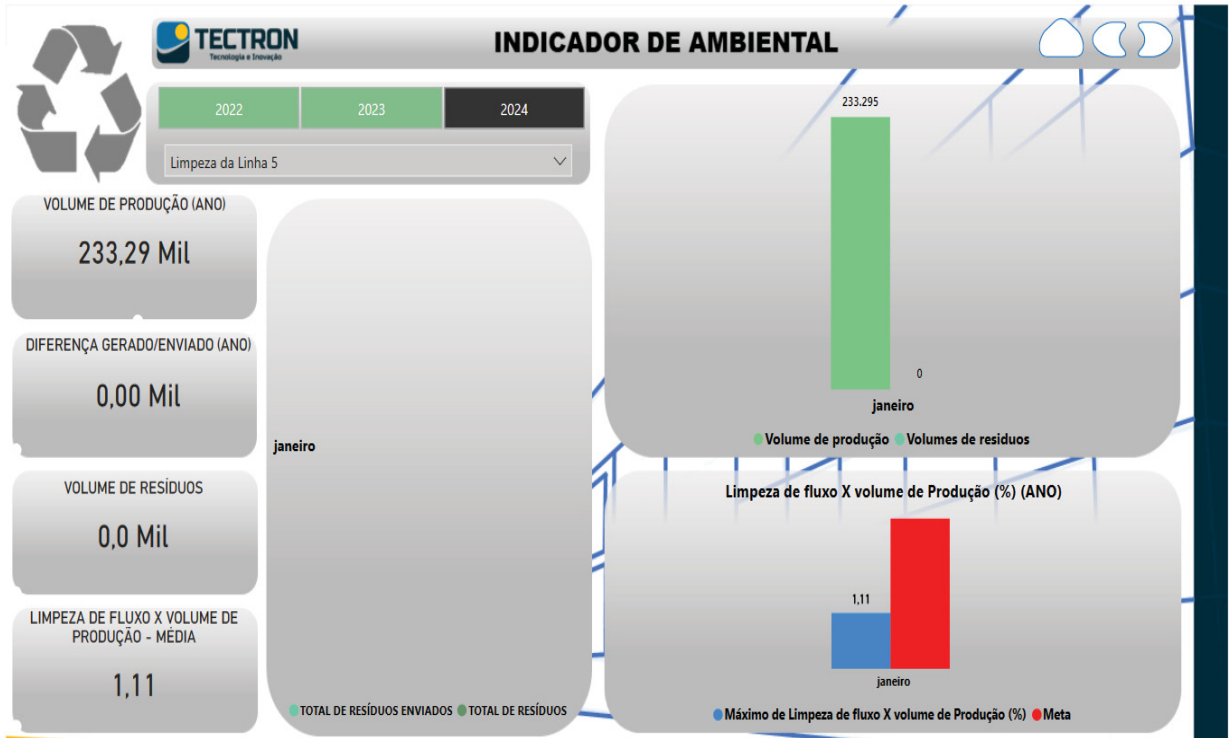
A figura 23 apresenta a quantidade de produção e de flushing da linha 5 em 2023.

FIGURA 23– VOLUME DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO REFERENTE AO ANO DE 2023



FONTE: AUTORES (2024).

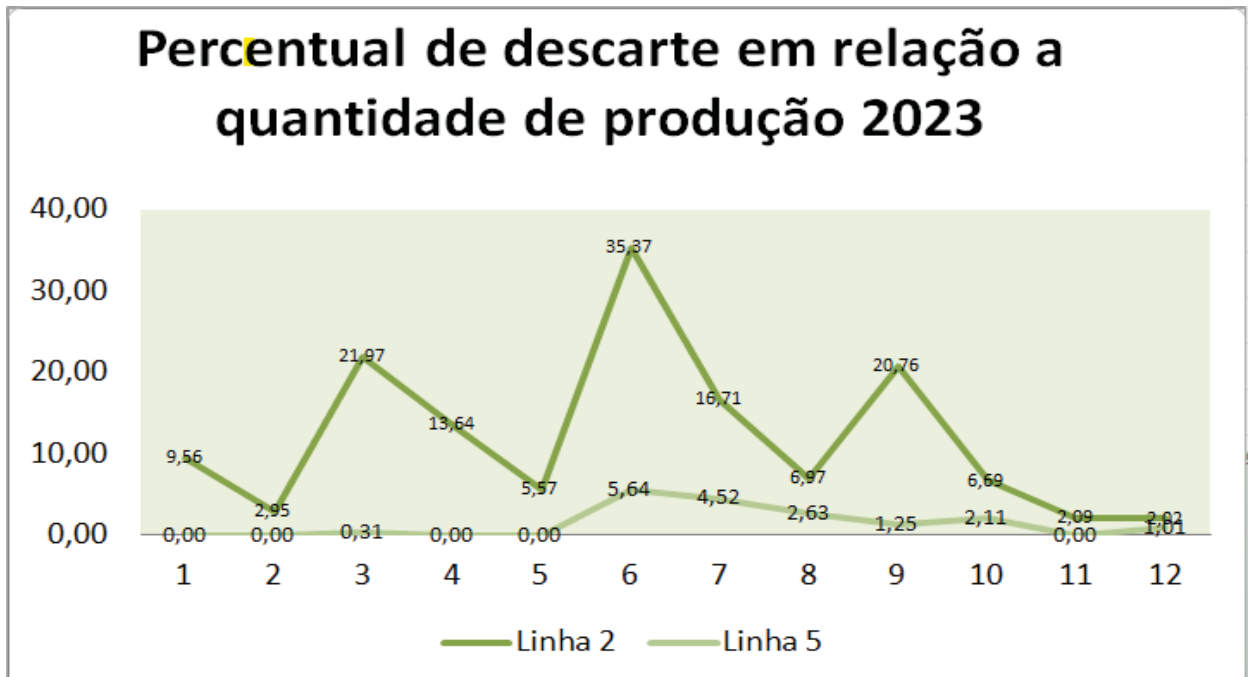
FIGURA 24 – RESULTADOS LINHA 5 PARA O ANO DE 2024



FONTE: AUTORES (2024).

O próximo gráfico apresentado na figura 25 mostra o percentual de descarte em relação a quantidade em Kg de produção para as linhas 2 e 5, de todos os meses de 2023.

FIGURA 25 – RESULTADOS LINHA 5 E 2 PARA O ANO DE 2023



FONTE: AUTORES (2024).

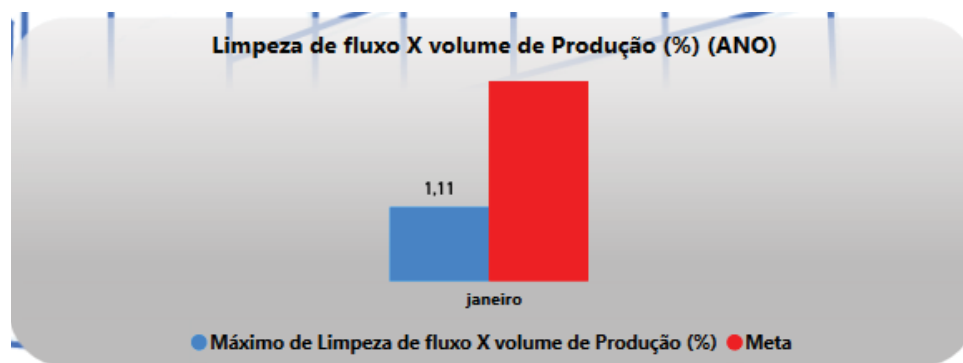
A média de descarte para a linha 2 foi 12,02% e para a linha 5 foi 1,46%. Comparando a média de descarte da linha 2 com o percentual de descarte de Jan/24, houve uma redução de 89,4% ($1,27 \times 12,02 / 100$). Na linha 5 houve uma redução de 100%, considerando que não houve descartes em 2024.

3.5 CONTROL (Controlar)

3.5.1 A meta global foi alcançada?

Em janeiro de 2024, o índice de descarte foi registrado em 1,11%, conforme demonstrado na figura 26 abaixo. A implementação do projeto foi efetuada exclusivamente nas linhas de produção 2 e 5, resultando em uma notável redução de 68%, superando significativamente as expectativas estabelecidas pela meta global de 55%.

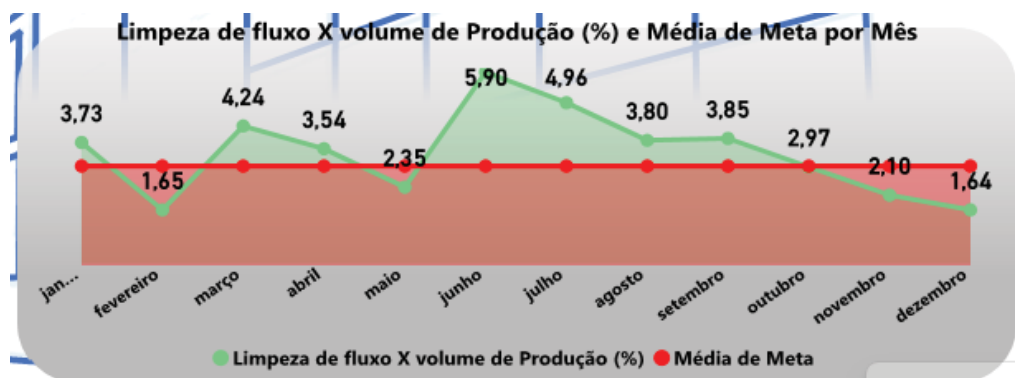
FIGURA 26– ÍNDICE DE DESCARTE NO MÊS DE JANEIRO/2024



FONTE: AUTORES (2024).

O gráfico da figura 27 apresenta os valores de descarte com relação ao volume de produção (Kg). Onde a média dos valores abaixo é 3,39%.

FIGURA 27– ÍNDICE DE DESCARTE EM RELAÇÃO AO VOLUME DE PRODUÇÃO



FONTE: AUTORES (2024).

3.5.2 Foi obtido retorno financeiro?

De acordo com o apresentado na figura 28, as despesas com descarte da linha 2 e 5 apresentam redução significativa.

FIGURA 28 –DESPESAS COM DESCARTE ANO 2024

Rótulos de Linha	01/2024			02/2024			Total ORÇADO	Total REALIZADO	Total % VAR MÊS
	ORÇADO	REALIZADO	% VAR MÊS	ORÇADO	REALIZADO	% VAR MÊS			
Limpeza Linha de Produção	R\$ 15.000,00	R\$ 7.106,60	-52,62%	R\$ 15.000,00	R\$ 8.912,77	-40,58%	R\$ 30.000,00	R\$ 16.019,37	-46,60%
Mistura Linha 1	R\$ 5.000,00	R\$ 4.103,42	-17,93%	R\$ 5.000,00	R\$ 5.834,21	16,68%	R\$ 10.000,00	R\$ 9.937,63	-0,62%
Mistura Linha 2	R\$ 5.000,00	R\$ 1.326,23	-73,40%	R\$ 5.000,00	R\$ 123,11	-93,54%	R\$ 10.000,00	R\$ 1.649,34	-83,51%
Mistura Linha 3	R\$ 3.000,00	R\$ 1.653,84	-44,87%	R\$ 3.000,00	R\$ 2.675,44	-10,82%	R\$ 6.000,00	R\$ 4.329,28	-27,85%
Mistura Linha 4	R\$ -	R\$ -	-100,00%	R\$ -	R\$ 27,01	100,00%	R\$ -	R\$ 27,01	100,00%
Mistura Linha 5	R\$ 2.000,00	R\$ 23,11	-98,84%	R\$ 2.000,00	R\$ 53,00	-97,35%	R\$ 4.000,00	R\$ 76,11	-98,10%
Total Geral	R\$ 15.000,00	R\$ 7.106,60	-52,62%	R\$ 15.000,00	R\$ 8.912,77	-40,58%	R\$ 30.000,00	R\$ 16.019,37	-46,60%

FONTE: AUTORES (2024).

3.5.3 Alteração de padrões?

Para manutenção dos resultados foi necessário revisar as instruções de trabalho 021, 091 e 558.

FIGURA 29 –INSTRUÇÕES DE TRABALHO ALTERADAS

Descrição foco 1	Descrição foco 2	Descrição foco 3	Descrição foco 4	Causa Fundamental	Solução Implantada	Mostrar o Padrão que foi criado
X				Flushing de linha	Incorporação do material utilizado como flushing nas próximas produções da linha	Instrução de trabalho 021 Instrução de trabalho 091 Instrução de trabalho 558

FONTE: AUTORES (2024).

As pessoas envolvidas com o cumprimento dos novos padrões foram treinadas. Realizado treinamento com equipe da qualidade, planejamento e controle de produção, produção e equipe de nutrição, conforme mostra a figura 30.

FIGURA 30 – DESPESAS COM DESCARTE ANO 2024

Descrição o foco 1	Descrição o foco 2	Descrição o foco 3	Descrição o foco 4	Causa Fundamental	Solução Implantada	Mostrar Treinamentos que foram Realizados
X				Flushing de linha	Incorporação do material utilizado como flushing nas próximas produções da linha	Treinamento na IT 021 - Instrução de trabalho de limpeza de fluxo Treinamento na IT 091 - Instrução de trabalho para emissão e controle de ordens de produção Treinamento na IT 558 - Instrução de trabalho para verificação da programação de produção

FONTE: AUTORES (2024).

As variáveis de processo serão monitoradas por meio dos indicadores de resíduos e o giro de estoque, baseado na quantidade de flushing descartados e estoque gerado.

3.5.4 Como será o acompanhamento do processo com base no sistema de monitoramento?

O acompanhamento do processo se dará da seguinte forma:

- Reavaliar o material de flushing: Se o estoque de flushing está aumentando e há dificuldade em girá-lo, reconsiderar o material usado no processo de flushing. Isso pode envolver a busca por um material alternativo que seja mais fácil de usar ou que tenha uma demanda mais consistente. Avaliar fatores como custo, disponibilidade e eficácia na limpeza.
- Avaliar o residual: Verificar se o residual do material de flushing atende aos padrões especificados na Portaria 798/2023, que estabelece um limite de 2,5%. Realizar testes para garantir que o residual do material atual esteja dentro desses limites. Se necessário, considerar ajustes no processo de aplicação do flushing para reduzir o residual ou busque alternativas com menor residual.
- Incorporar maior quantidade de flushing nas próximas formulações: Se o residual atual estiver dentro dos limites permitidos, mas o estoque ainda estiver aumentando, avaliar a possibilidade de aumentar a quantidade de flushing nas próximas formulações. Isso ajudará a reduzir o estoque acumulado e garantir uma melhor utilização do material.
- Monitoramento contínuo: Independentemente das medidas tomadas, é importante monitorar continuamente o estoque de flushing, o residual do material e a eficácia do processo de limpeza. Isso ajudará a identificar qualquer problema emergente e permitirá ajustes conforme necessário para otimizar o desempenho e reduzir desperdícios.

4 APONTAMENTOS DE OPORTUNIDADES DE MEHORIAS

Durante o desenvolvimento do projeto, identificou-se as seguintes oportunidades de melhorias:

1. Explorar a possibilidade de desenvolver produtos complementares que possam incorporar os resíduos resultantes do processo de flushing.
2. Identificar nichos de mercado ou necessidades dos clientes que possam ser atendidas por esses produtos complementares, garantindo assim uma utilização mais eficiente dos recursos.
3. Avaliar a viabilidade técnica e econômica de utilizar diferentes ingredientes ou veículos para o flushing que sejam compatíveis com os requisitos de segurança alimentar e regulamentações.
4. Capacitar os funcionários envolvidos no processo de flushing e na produção de alimentos para animais sobre as melhores práticas de segurança alimentar, manipulação de matérias-primas e gestão de resíduos.

As sugestões de melhoria visam otimizar e maximizar a utilização do flushing de linha para redução do descarte de resíduos, contribuindo para uma operação mais sustentável e eficiente.

5 CONCLUSÕES

A redução do descarte de resíduos na indústria não apenas promove a sustentabilidade ambiental, mas também oferece oportunidades significativas de ganho financeiro para as empresas. Este estudo detalhou a aplicação da metodologia DMAIC em um projeto de certificação Black Belt, com o objetivo principal de incorporar o processo de flushing na produção de novos produtos, gerando impactos positivos nos resultados financeiros da organização.

Durante o projeto, adotamos abordagens embasadas nos conceitos transmitidos durante o curso, direcionando todo o desenvolvimento de acordo com a problemática identificada. A análise estatística desempenhou um papel crucial na identificação de oportunidades de melhoria, subsidiando as decisões tomadas ao longo do processo.

As soluções implementadas resultaram não apenas na redução significativa da quantidade de resíduos descartados, mas também na sua incorporação na produção de novos produtos. Isso representou uma redução substancial nos custos associados

ao descarte de resíduos, ao mesmo tempo em que gerou novas fontes de receita por meio da valorização desses materiais anteriormente descartados.

Com a incorporação dos resíduos na produção, a empresa obteve economias significativas em custos de matéria-prima, redução dos custos de descarte e gestão de resíduos, além de uma maior eficiência operacional. Além disso, essa prática sustentável ajudou a fortalecer a imagem da empresa perante seus stakeholders, demonstrando seu compromisso com a sustentabilidade e responsabilidade ambiental.

Portanto, fica evidente que a incorporação de resíduos na produção não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também oferece oportunidades valiosas de ganho financeiro e competitividade para as empresas, destacando a importância de investir em práticas sustentáveis como parte integrante da estratégia de negócios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA FONTE, M. O. A. **O Lean Sigma Aplicado a uma Industria Automobilística**. 2008. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_1_Mariana.pdf>. Acesso em: 03 de jul. 2023.

BREYFOGLE III, F. W. **Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods**. John Wiley & Sons, 2ª edição, 2003.

CLETO, Marcelo Gechele; QUINTEIRO, Leandro. Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva. Revista Produção Online, v. 11, n. 1, p.210-239, 2011. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/640>>. Acesso em: 11 de set. 2018.

GAMA, T. Ferramentas da qualidade. Santa Biblioteconomia, 2016. Disponível em: . <<https://santabiblioteconomia.com.br/2015/12/09/ferramentas-da-qualidade/>>. Acesso em: 22 de mai. 2021.

LAKHAL, L.; PASIN, F.; LIMAM, M. Quality management practices and their impact on performance. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 23 n. 6, p. 625-646, 2006.

MATOS, J. L. Implementação de um projeto de melhorias em um processo de reação química em batelada utilizando o método DMAIC. Dissertação (Mestrado). UFRGS, 2003.

MIM, P. L.; REYES, J. A. G.; KUMAR, V.; LIM, M. K. A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process, International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 5 Iss 1 pp. 2 – 21. 2014.

RECHULSKI, D.K., CARVALHO, M.M. Programas de qualidade seis sigma: características distintivas do modelo DMAIC e DFSS. n.2. PIC-EPUSP, São Paulo, 2004. Disponível em:

<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_11/copiar.php?arquivo=699-Rechulski_DK_Programas%20de%20Qualidade%20Seis%20Sigma.pdf>. Acesso em: 06 de set. 2018.

WERKEMA, M. C. Criando a Cultura Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, p.13-45, 2002.

WERKEMA, Cristina. Criando a cultura Seis Sigma. Série Seis Sigma. Vol. 1. Nova Lima, MG: Werkema, 2004.

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