

Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA A REDUÇÃO DE *OTHER WASTE* EM UMA FÁBRICA DE FRALDAS DESCARTÁVEIS

APPLYING QUALITY TOOLS TO REDUCE *OTHER WASTE* IN A DISPOSABLE DIAPER FACTORY

APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD PARA REDUCIR *OTHER WASTE* EN UNA FÁBRICA DE PAÑALES DESECHABLES

Maylane Neres Costa Santos ^{1*}, Natália Macêdo e Silva ², André de Mendonça Santos ³,
Eron Passos Andrade ⁴, & Djoille Denner Damm ⁵

^{1 2 3 4 5} Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade

^{1*} maylanecs@aluno.ufrb.edu.br ² nataliamacedo@aluno.ufrb.edu.br ³ andre.medonca@ufrb.edu.br ⁴

eronpassos@ufrb.edu.br ⁵ djoille@ufrb.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 25.02.2025

Aprovado: 16.04.2025

Disponibilizado: 14.05.2025

PALAVRAS-CHAVE: Desperdício; Ferramentas Da Qualidade; *Other Waste*; Redução De Resíduos Sólidos.

KEYWORDS: Waste; Quality Tools; *Other Waste*; Solid waste reduction

PALABRAS CLAVE: Desperdiciar; Herramientas de Calidad; *Other Waste*; Reducción De Resíduos Sólidos.

*Autor Correspondente: Santos, M. N. C.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar e mitigar desperdícios na fabricação de fraldas descartáveis em uma indústria na Bahia, utilizando ferramentas da qualidade. A empresa, objeto de estudo, lida com processos industriais complexos, que incluem a combinação de matérias-primas como celulose, polímeros superabsorventes e não tecidos para a produção de bens de consumo não duráveis, com ênfase em higiene pessoal. O sistema produtivo é automatizado, em alta escala, mas requer controle rigoroso para prevenir desperdícios. Utilizando ferramentas como o *brainstorming*, gráfico de Pareto, o diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês, esse estudo se concentrou na identificação e na mitigação das causas do desperdício de materiais primários, chamado de *Other Waste*. A aplicação das ferramentas contou com a participação da equipe de operação e a validação se deu em reuniões diárias, que culminaram em ações de treinamentos, ajustes operacionais e manutenção preditiva. Os resultados demonstraram em média de 51,6% de redução dos resíduos da máquina 1 e 65,9% da máquina 2, evidenciando a eficácia das ações implementadas. Além de aprimorar a eficiência econômica, esta pesquisa destacou a importância da integração entre as equipes operacionais e de manutenção, promovendo uma mudança cultural que fortalece a confiança nos sistemas automatizados.

ABSTRACT

This work aimed to identify and mitigate waste in the manufacture of disposable diapers in an industry in Bahia, using quality tools. The company under study deals with complex industrial processes, which include combining raw

materials such as cellulose, superabsorbent polymers and non-woven fabrics for the production of non-durable consumer goods, with an emphasis on personal hygiene. The production system is automated, on a large scale, but requires strict control to prevent waste. Using tools such as *brainstorming*, Pareto charts, the Ishikawa diagram and the 5 Whys, this study focused on identifying and mitigating the causes of primary material waste, known as *Other Waste*. The tools were applied with the participation of the operations team and validated in daily meetings, which culminated in training actions, operational adjustments and predictive maintenance. The results showed an average 51.6% reduction in waste from machine 1 and 65.9% from machine 2, demonstrating the effectiveness of the actions implemented. In addition to improving economic efficiency, this research highlighted the importance of integration between the operational and maintenance teams, promoting a cultural change that strengthens confidence in automated systems.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue identificar y mitigar los residuos en la fabricación de pañales desechables en una industria de Bahía, utilizando herramientas de calidad. La empresa analizada opera con procesos industriales complejos que combinan celulosa, polímeros superabsorbentes y telas no tejidas en la producción de bienes de consumo no duraderos, enfocados en la higiene personal. El sistema de producción está automatizado, a gran escala, pero requiere un control estricto para evitar residuos. Se utilizaron herramientas como la lluvia de ideas, el diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa y los 5 porqués para identificar y mitigar las causas de los residuos de materias primas, conocidos como Otros Resíduos. La implementación contó con la participación del equipo operativo y fue validada en reuniones diarias, dando lugar a acciones de formación, ajustes operativos y mantenimiento predictivo. Los resultados mostraron una reducción media del 51,6% de los residuos en la máquina 1 y del 65,9% en la máquina 2, demostrando la efectividad de las estrategias aplicadas. Además de mejorar la eficiencia económica, esta investigación puso de manifiesto la importancia de la integración entre los equipos operativos y de mantenimiento, promoviendo un cambio cultural que refuerza la confianza en los sistemas automatizados.

INTRODUÇÃO

A indústria de fraldas descartáveis é relevante para a economia global devido à crescente demanda por produtos descartáveis de higiene, o setor enfrenta o desafio do descarte de resíduos. No Brasil, são descartadas anualmente mais de 7 bilhões de fraldas, enquanto nos Estados Unidos esse número chega a 20 bilhões, totalizando 3,5 milhões de toneladas anuais de resíduos sólidos (Mitchell, 2019; Santos, 2020). Esse volume alarmante sobrecarrega aterros sanitários, visto que as fraldas podem levar mais de 500 anos para se decompor (Jones et al., 2020). A produção industrial de fraldas pode, ainda, desperdiçar uma quantidade enorme de matéria-prima em casos de ineficiência, o que só serve para agravar os impactos ambientais e, também, os custos operacionais dos sistemas produtivos.

Diante de cenários como esse, é que a sustentabilidade se tornou uma prioridade para a indústria, que busca reduzir resíduos sólidos e otimizar processos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), na forma da Lei nº 12.3055 (Brasil, 2010), enfatiza a importância da redução, reutilização e reciclagem para mitigar os impactos ambientais no Brasil. Além disso, com o investimento em práticas sustentáveis e processos menos poluentes se tornando uma vantagem competitiva, as empresas passaram a adotá-los como uma obrigação e como estratégia de mercado (Curi, 2012). Nesse contexto, a empresa analisada enfrenta um desafio significativo relacionado à geração de resíduos sólidos durante a produção, incluindo aparas de materiais, rejeitos de produção, sobras de cortes e trocas de bobinas de matéria-prima. Essas trocas, realizadas para evitar rupturas no processo, aumentam o volume de resíduos sólidos gerados. No período analisado, o desperdício gerado pelas trocas, tanto automáticas quanto manuais, somava aproximadamente R\$ 20.000,00 mensais.

Essa realidade caracterizada pelo alto volume de resíduos gerados e pelos custos associados a esse desperdício exige práticas mais eficientes, como a maximização do aproveitamento de insumos e a mitigação do desperdício de matéria-prima, denominada *Other Waste* (outros resíduos). Essa prática minimiza os impactos ambientais, melhora a eficiência operacional e reduz custos, promovendo a sustentabilidade econômica e ambiental (ISO 14001, 2015).

Para isso, este artigo tem como objetivo analisar as causas raízes do elevado desperdício de matéria-prima na produção de fraldas descartáveis em uma fábrica na Bahia e implementar soluções para mitigação dessa problemática. Para isso, utilizaram-se ferramentas da qualidade como Brainstorming, Diagrama de Pareto, 5 Porquês, Diagrama de Ishikawa e 5W2H. O artigo contribui para a prática ao explorar o potencial de ferramentas da qualidade para identificar e reduzir desperdícios no processo de fabricação, possibilitando um setor mais sustentável e alinhado às exigências do mundo corporativo industrial.

Este trabalho está organizado em quatro seções: a presente introdução, uma revisão de literatura que aborda conteúdos sobre o *Other Waste* e os conceitos das ferramentas utilizadas, são elas: Brainstorming Diagrama de Pareto, 5 Porquês, Diagrama de Ishikawa e 5W2H, ao que se segue a metodologia adotada para a construção desse e abre espaço para os resultados e discussões, que, por sua vez, esclarece como o projeto de desenvolveu assim, com melhorias implementadas e resultados alcançados. Por fim, a conclusão do trabalho sintetiza o seu alcance.

REVISÃO DE LITERATURA

OTHER WASTE

De acordo com Kossowski et al. (2013), a matéria-prima pode ter origem em recursos naturais ou ser obtida por meio de reprocessamento, transformando-se em subprodutos. Ainda segundo os autores, em um ambiente fabril, os principais desperdícios na produção estão relacionados ao consumo de insumos e matéria-prima.

A relação entre produtividade e desperdício é direta, ou seja, quanto maior a produtividade de um sistema, maior será o consumo de matéria-prima (Filho, 2008). É nessa perspectiva que além dos sete tipos de desperdícios apontados pelo Sistema Toyota de Produção, Bornia (1995) defende que poderia ser acrescentada mais uma categoria: os desperdícios de matéria-prima, ou seja, materiais consumidos de forma atípica ou excedente para a fabricação do produto. Os desperdícios de materiais são gerados nas seguintes circunstâncias: refugo de processo, perda na qualidade, defeito e desempenho.

No caso do processo de produção em questão, o desperdício de processo está relacionado aos resíduos gerados a partir de bobinas de matérias-primas feitas de tecido sintético. Essas bobinas são utilizadas em camadas do produto. Durante o processo fabril, pode ocorrer que parte dessas bobinas seja descartada devido a falhas operacionais, erros de dimensionamento, ou até mesmo defeitos no próprio tecido.

De forma complementar, esse tipo de material, no qual denominou-se de *Other Waste* (outras perdas ou outros resíduos). De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004), na NBR 10004, podem ser classificados como resíduos classe II A, ou não inertes, o que pode incluir propriedades como solubilidade em água, combustibilidade ou biodegradabilidade. Desde que não sejam expostos à contaminação durante o processo fabril, os resíduos têxteis podem ser reciclados ou reaproveitados em quase todos os casos. Por exemplo, em casos de contaminação com óleo de máquina, os tecidos são classificados como resíduos solitários classe I, que apresentam riscos à saúde. Esses materiais perigosos devem ser descartados em locais apropriados, e as empresas devem providenciar o descarte deles.

DIAGRAMA DE PARETO

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta amplamente utilizada, com o propósito de comparar diferentes aspectos, destacando aqueles que são mais significativos. A partir do gráfico gerado, é possível identificar áreas onde podem ser aplicadas melhorias para gerar ganhos maiores (Werkema, 1995). O princípio de Pareto sugere que uma pequena quantidade de causas, geralmente cerca de 20%, é responsável por aproximadamente 80% dos problemas (Menezes, 2007).

O objetivo do Diagrama de Pareto é evidenciar a relevância das diversas condições, ajudando a escolher a melhor abordagem para resolver o problema, identificar suas causas principais e acompanhar o sucesso das ações corretivas. Essa ferramenta ilustra a importância dos processos produtivos e permite identificar as causas fundamentais dos problemas, facilitando a tomada de decisões para corrigir as falhas (Machado, 2012).

No estudo de Silva et al. (2018), intitulado “Análise de Pareto na resolução de problemas organizacionais: estudo de caso”, os autores aplicaram o Diagrama de Pareto para identificar e priorizar os problemas mais recorrentes em uma organização. A pesquisa mostrou que, ao

utilizar a ferramenta, foi possível mapear as causas principais das falhas operacionais, permitindo à empresa concentrar esforços nas questões de maior impacto. Os resultados evidenciaram a eficácia do Diagrama de Pareto na otimização dos processos e na melhoria da gestão da qualidade, contribuindo para a redução dos desperdícios e aumento da eficiência organizacional.

BRAINSTORMING

O termo *brain* significa cérebro, enquanto *storming* significa tempestade, juntos formam a palavra *brainstorming* que na língua portuguesa seria uma “chuva de ideias” (Minicucci, 2001). Essa metodologia pode ser utilizada para identificar, de forma colaborativa, possíveis causas do problema investigado e segundo Godoy (2001), é uma maneira disciplinada de geração de novas ideias a partir de uma discussão em grupo.

De acordo com Carvalho (1999), o conhecimento é visto como recurso para a manutenção das organizações no mercado, e é nesse cenário que o *brainstorming* tem se tornado cada vez mais estratégico. O autor destaca, ainda, alguns benefícios na sua utilização, como a chance de gerar ideias de forma espontânea entre os participantes, além da liberdade concedida a todos os membros da equipe ao expressar suas ideias e opiniões.

No estudo realizado por Granado (2020), intitulado “*Brainstorming* e aplicação do modelo clássico”, a utilização da metodologia contribuiu significativamente para resolver um problema de desnível de produção na distribuição de serviços de emissão de notas fiscais na empresa, a equipe foi capaz de identificar e analisar diversas soluções, criando uma estratégia de curto prazo. A prática não permitiu apenas a geração de ideias, mas, segundo a autora, promoveu maior engajamento da equipe no processo.

PORQUÊS

A ferramenta dos 5 Porquês, desenvolvida por Taiichi Ohno, pai do Sistema Toyota de Produção, é um método simples, mas altamente eficaz para a análise de problemas. Ela consiste em perguntar sucessivamente “porquê” um determinado problema ocorre, utilizando cada resposta como base para a próxima pergunta. Esse processo continua até que a causa raiz do problema seja identificada, evitando decisões repentinas e focando na resolução da questão principal (Carvalho, 2011; Piechnicki, 2014). Ohno (1997) destacou que essa abordagem é eficaz para desmascarar causas ocultas que, frequentemente, estão mascaradas por sintomas triviais.

Segundo Werkema (1995), a técnica possui flexibilidade, podendo ser aplicada em diversas situações, desde a solução de problemas simples até análises sistemáticas em ambientes produtivos. Por exemplo, Valentim et al. (2019) no artigo intitulado “Ferramentas da qualidade aplicadas ao gerenciamento de manutenção: Estudo de caso em uma frota de caminhões”, o autor aplicou a metodologia dos 5 Porquês para analisar falhas recorrentes em uma frota de caminhões. Através dessa abordagem, foi possível identificar que a causa raiz das falhas estava relacionada a procedimentos inadequados de manutenção preventiva. Com base na descoberta, foram implementadas ações corretivas que resultaram em redução significativa das falhas e no aumento da disponibilidade da frota.

Embora a ferramenta dos 5 Porquês sugira, como o próprio nome indica, a formulação de 5 questionamentos para identificar a causa raiz de um problema, sua aplicação não é rígida. De

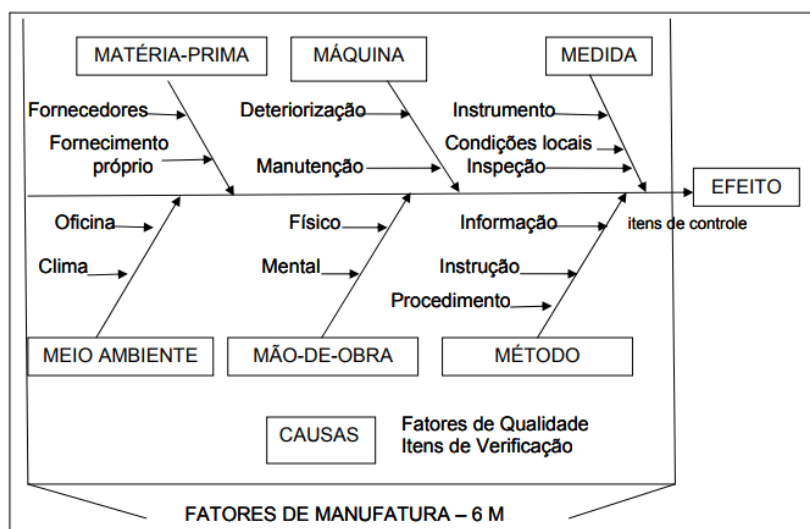
acordo com Weiss (2011), o número de “porquês” pode variar dependendo da complexidade e profundidade do problema. Em algumas situações, três ou quatro perguntas podem ser suficientes para chegar à causa raiz, enquanto outras podem exigir mais de 5 níveis de questionamento.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Como afirma Carroll (2016), ao enfrentar um problema, uma forma eficiente de organizar informações do time e identificar todas as possíveis causas é por meio do uso de diagramas de causa e efeito. Essa ferramenta, também chamada de diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, permite visualizar as causas que contribuem para o problema, ajudando a determinar se ele foi identificado corretamente e facilitando a análise das situações. A abordagem permite uma organização clara das causas, possibilitando um entendimento mais abrangente da situação.

O diagrama de Ishikawa foi criado por Kaoru Ishikawa, um dos pioneiros na área de controle de qualidade, e é amplamente utilizado para identificar, organizar e visualizar as causas de problemas, facilitando sua análise e resolução (Ishikawa, 1990). A estrutura gráfica do diagrama lembra a espinha de um peixe, com uma linha central representando o efeito ou problema e linhas diagonais que derivam dele, representando diferentes categorias de causas. As principais categorias (Figura 1), conhecidas como os 6M's, são: máquinas, métodos, mão de obra, materiais, meio ambiente e medição. Essas categorias abrangem os fatores internos e externos que podem influenciar o processo e o resultado.

Figura 1. Exemplo do diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado de Campos (2004)

Dessa forma, sua aplicação permite uma visualização clara das relações entre causas e efeitos, facilitando a identificação de áreas problemáticas e a priorização de ações corretivas (Ishikawa, 1990). Por exemplo, no estudo “Implantação do Diagrama de Ishikawa no Sistema de Gestão da Qualidade”, os autores aplicaram essa ferramenta no setor de qualidade de uma empresa termoplástica no interior de São Paulo. A utilização do diagrama auxiliou na resolução de Relatórios de Não Conformidade (RNC) enviados pelos clientes, permitindo identificar as causas principais dos problemas e implementar ações corretivas e preventivas. Como resultado, houve uma melhoria na satisfação dos clientes e na eficácia do sistema de gestão da qualidade da empresa (Santos & Martins, 2014).

5W2H

A técnica 5W2H é amplamente utilizado como método de gerenciamento e planejamento, ajudando a organizar ações e a resolver problemas e é uma ferramenta prática que permite, a qualquer momento, identificar dados e rotinas mais importantes de um projeto ou de uma unidade de produção (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [SEBRAE], 2008). Mello et al. (2016) define a ferramenta como um plano de ação que objetiva executar um *checklist* para tornar preciso o resultado que se pretende alcançar realizando perguntas que permitirão, através das respostas, obtendo um planejamento geral para tomada de decisão quanto às ações que dever ser realizadas.

Essa ferramenta (Figura 2) é muito utilizada no mapeamento e padronização de processos e no estabelecimento de procedimentos associados a indicadores (Marshall Junior et al., 2010). Além disso, sua simplicidade e adaptabilidade permitem seu uso em uma variedade de contextos e setores, desde processos industriais até iniciativas administrativas e educacionais (Sena, 2023).

Figura 2. Plano de Ação da ferramenta 5W2H

Plano de Ação (5W2H)						
What? (O que?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	Where? (Onde?)	Why? (Por que?)	How? (Como?)	How much? (Quanto custa?)
<i>O problema a ser resolvido</i>	<i>A pessoa responsável que irá executar a ação</i>	<i>Período de tempo proposto pelo setor, ou por quem irá executar a ação</i>	<i>Geralmente são nos ambientes de trabalho como: empresa e setores</i>	<i>Motivos que levaram a executar tal ação para resolução do problema</i>	<i>Através de métodos estabelecidos pelo aplicador</i>	<i>Custos relacionados a resolução do problema</i>

Fonte: Adaptado de Marshall Júnior et al. (2010)

As ferramentas da qualidade quando utilizadas de forma integrada, segundo Lima et al. (2023), oferecem uma abordagem robusta e complementar para a gestão da qualidade, facilitando a tomada de decisão e organizando as informações de forma mais estruturada. Os 5 Porquês possibilitam uma investigação profunda das causas dos problemas e o diagrama de Ishikawa fornece a representação visual dessas causas, em categorias. Dessa forma, é possível utilizar o 5W2H como plano de ação detalhando informações principais para ações corretivas dos problemas.

Alinhando-se com o estudo de Mintzberg et al. (2010), onde as estratégias emergem das interações sociais e valores compartilhados dentro de uma organização, pode-se analisar que a aplicação dessas ferramentas exige uma abordagem colaborativa, baseado em dados e informações concretas, dessa forma, a utilização dessas metodologias de resolução de problemas pode ser criado um ambiente no qual todos os membros da equipe se envolvem ativamente na identificação e resolução de problemas, o que, por sua vez, reforça uma criação de uma estratégia de mudança de cultura, internalizados, muitas vezes, de forma não verbal, segundo os autores citados.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi definida com base em critérios específicos para atender ao objetivo de compreender as causas raízes do elevado desperdício de matéria-prima no processo produtivo da planta e implementar soluções para a redução de tal problemática em uma fábrica de fraldas descartáveis. Segundo Gerhardt e Silveira (2009),

quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois os conhecimentos gerados têm aplicação prática e direcionada a um problema específico no processo produtivo da fábrica de fraldas descartáveis.

No que diz respeito à abordagem, o estudo é predominantemente quantitativo, utilizando a coleta e análise de dados numéricos e estatísticos relacionados ao processo produtivo e aos indicadores de desperdício. Em suma, também apresenta uma dimensão qualitativa, considerando que aspectos não quantificáveis, como a identificação e análise das causas raízes do problema, foram observados por meio de métodos como “chuva de ideias” e análise do histórico da máquina (Gerhardt & Silveira, 2009).

Quanto ao objetivo, esta é uma pesquisa descritiva, pois busca caracterizar a realidade investigada, detalhando as etapas e os fatores relacionados ao desperdício de matéria-prima. A descrição é fundamentada em dados concisos e na análise detalhada do ambiente de produção, com foco na identificação de causas e possíveis soluções (Gerhardt & Silveira, 2009).

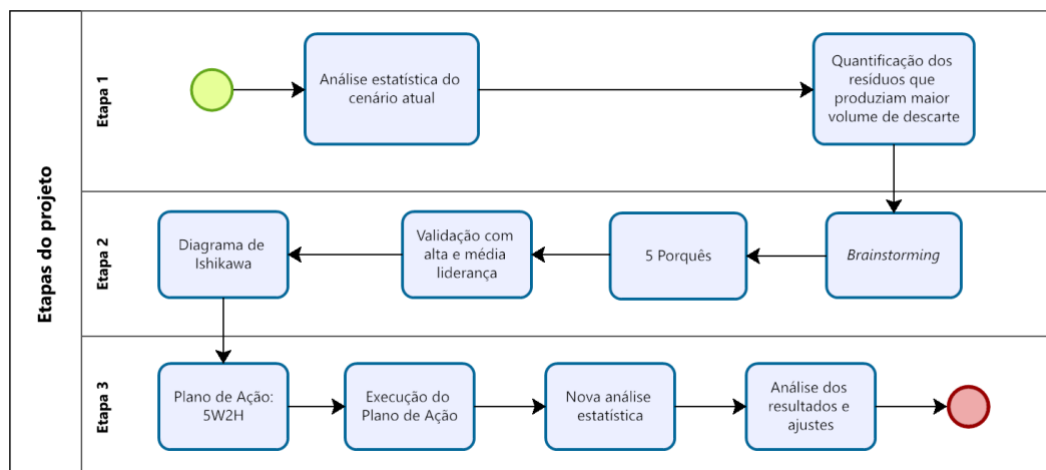
No que se refere ao procedimento, foi escolhido o método de pesquisa de campo. Segundo Gonçalves (2001), a pesquisa de campo permite o pesquisador ao espaço onde o fenômeno ocorre ou ocorreu, e reunir um conjunto de informações a serem analisadas e propor melhorias. Essa abordagem visa compreender a realidade sob uma perspectiva ampla, explorando as relações entre as variáveis do processo produtivo.

A empresa objeto deste estudo pertence ao setor de bens de consumo não duráveis, com foco em higiene pessoal. Seus processos industriais envolvem a combinação de diversas matérias-primas, como celulose, polímeros superabsorventes e não tecidos. A produção é realizada em larga escala, sendo altamente automatizada, capaz de fabricar centenas de tiras por minuto, o que assegura eficiência, mas também exige um controle rigoroso para evitar desperdícios.

A problemática foi evidenciada a partir da alta geração de *Other Waste* (Outros Resíduos), que mensurou o impacto do desperdício no processo. Foi constatado que, em dias de operação com 80% de eficiência, uma única máquina pode utilizar de 6 a 48 bobinas de matéria-prima, gerando diferentes categorias de resíduos, denominados: Resíduo 1, Resíduo 2, Resíduo 3, e assim por diante. A unidade em análise conta com duas máquinas, sendo que a M1 (Máquina 1) opera em uma velocidade superior à M2 (Máquina 2), intensificando os desafios relacionados ao desperdício.

Para identificar e tratar as causas do desperdício, o estudo foi dividido em três etapas (Figura 3) e teve a duração de seis meses. A primeira etapa, realizada pelo setor de processos, consistiu em uma análise estatística do cenário atual. Durante os primeiros dois meses, utilizando dados do setor de compras e aplicando análises estatísticas, foi possível quantificar os tipos de resíduos com maior volume. Para determinar o resíduo com maior quantidade, foi utilizado o gráfico de Pareto, que ajudou a focar nas principais causas do desperdício, permitindo priorizar as ações a serem tomadas.

Figura 3. Etapas do projeto



Fonte: Autores (2025)

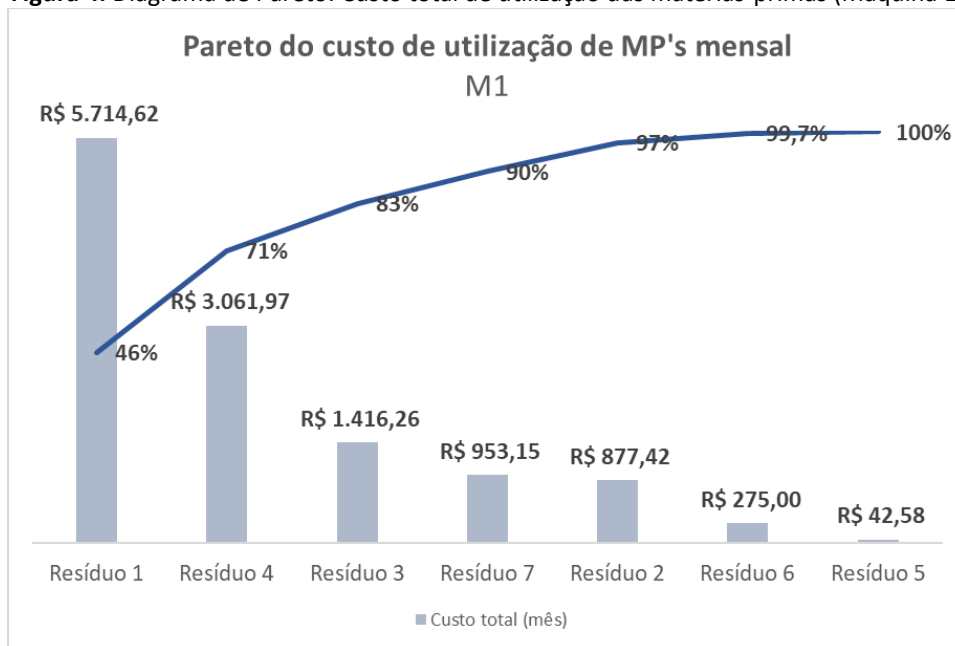
A segunda etapa, que também teve duração de dois meses, foi dedicada à análise de causa raiz. Iniciou-se com um *brainstorming*, conduzido junto à equipe do setor de processos e aos operadores líderes de ambas as máquinas, para listar todas as possíveis causas do desperdício. Em seguida, aplicou-se a ferramenta dos 5 Porquês para explorar as principais causas de cinco problemas selecionados. Durante essa fase, a alta e média liderança participaram ativamente da validação das causas identificadas. A análise enfrentou um desafio devido à cultura operacional, que dificultou a identificação precisa das causas em algumas situações, exigindo uma maior mediação por parte da liderança. Para organizar e visualizar as causas, foi utilizado o Diagrama de Ishikawa, que possibilitou uma análise sistemática das relações entre os fatores contribuintes ao desperdício.

Na terceira etapa, que também teve duração de dois meses, com base nos resultados das etapas anteriores, foi elaborado um plano de ação utilizando a metodologia 5W2H. Esse plano definiu estratégias claras para reduzir os resíduos e otimizar o processo produtivo. As ações foram realizadas conforme o cronograma, e o *status* foi atualizado regularmente no plano de ação. Durante essa fase, também foram realizados treinamentos voltados para a conscientização e melhoria das práticas operacionais. Após a implementação de 80% das ações propostas, realizou-se uma nova análise estatística, utilizando os mesmos dados da etapa inicial, porém com o novo peso e o mesmo preço, para comparar os resultados obtidos com a situação anterior. Essa reavaliação demonstrou uma redução significativa nos resíduos mais custosos, validando a eficácia das ações corretivas implementadas.

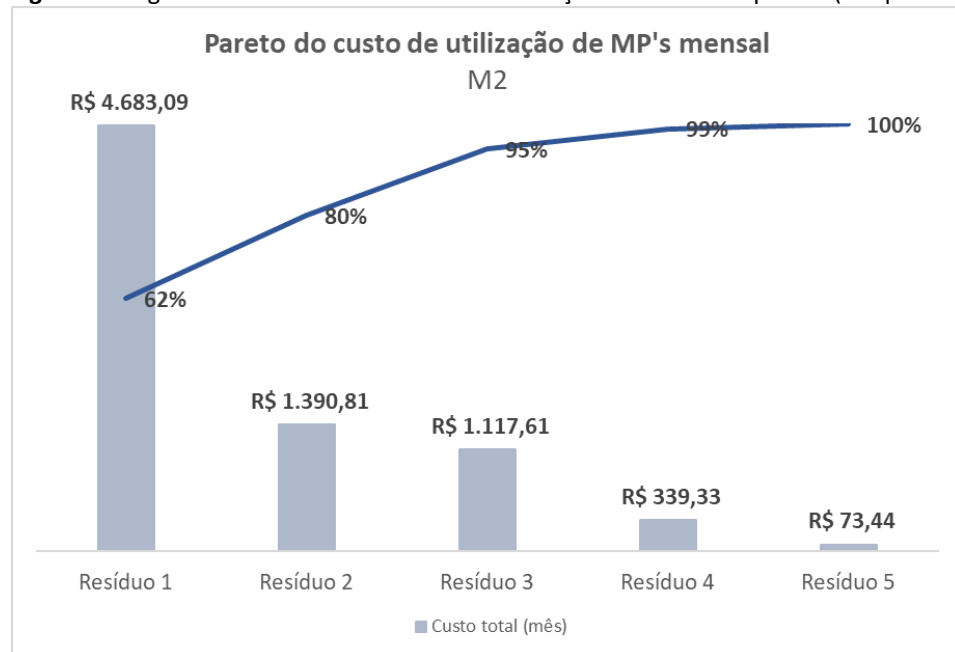
RESULTADOS E DISCUSSÃO

SITUAÇÃO PROBLEMA

Para a realização do projeto, foi identificado um problema relacionado com a área de melhoria contínua com impacto direto no custo do produto. O problema decorre do desperdício de matéria-prima no processo produtivo que é proveniente das trocas automáticas e manuais das bobinas ocasionando sobras nos tubetes. A prática de não utilizar completamente ou maior quantidade possível do tubete, frequentemente, culminava na geração de volumes significativos de resíduos e esse volume refletido em custo está apresentado na forma de diagrama de Pareto (Figuras 4 e 5).

Figura 4. Diagrama de Pareto: Custo total de utilização das matérias-primas (Máquina 1)

Fonte: Autores (2025)

Figura 5. Diagrama de Pareto: Custo total de utilização das matérias-primas (Máquina 2)

Fonte: Autores (2025)

A análise de Pareto evidenciou a necessidade de ações corretivas, como melhorias no processo produtivo. As Figuras 4 e 5 alertaram que o custo do desperdício de matérias-primas chegou à aproximadamente R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) mensais. Esse cenário aumentou os custos de produção e agravou os impactos ambientais. Considerando que a maioria dos materiais utilizados na produção, como polímeros e não tecidos, são de difícil degradação, o desperdício desses recursos contribui para o aumento da quantidade de resíduos industriais, prejudicando o meio ambiente. Identificar e reduzir as causas desse desperdício permitiu uma economia para a empresa e reduziu a quantidade de resíduos descartados, promovendo a sustentabilidade no processo produtivo e alinhando-se com as políticas ambientais que buscam minimizar o impacto da indústria no meio ambiente.

Na Máquina 1, os Resíduos 1, 4 e 3 correspondem a mais de 80% do total de resíduos descartados, enquanto na Máquina 2, os Resíduos 1 e 2 representam 80% do custo total relacionado a não utilização. Apesar de ambas as máquinas gerarem resíduos iguais, o Resíduo 4 na M1 tem um custo mais elevado em comparação com a M2, devido à diferença nos materiais utilizados. A maior capacidade de produção da M1 justifica o consumo mais elevado de matéria-prima, embora os valores do Resíduo 1 sejam semelhantes em ambas as máquinas. Isso sugere que a M2, mesmo com menor volume de produção, apresenta um consumo proporcionalmente alto, indicando uma oportunidade de otimização nesse equipamento. A redução foi iniciada na Máquina 1 devido ao maior consumo. Priorizando o Resíduo 1 e 4 com maior desperdício, mas vale ressaltar que os outros resíduos podem vir a ter uma redução na perda também, já que também causa impacto.

Para identificar as possíveis causas fundamentais do alto desperdício de matéria-prima no processo produtivo, foi aplicada a ferramenta dos 5 Porquês, que facilitou a estratificação das informações e proporcionou uma análise mais precisa das falhas. Essa abordagem permitiu compreender as verdadeiras causas raízes do problema, evitando esforços desnecessários e garantindo um diagnóstico mais assertivo. A aplicação da ferramenta envolveu consultas com a equipe operacional e de processos no formato de *Brainstorming*, validando e assegurando que as informações coletadas fossem consistentes e refletissem a realidade do ambiente produtivo (Figura 6).

Figura 6. Análise dos 5 Porquês das causas referentes a perda no consumo de matéria-prima

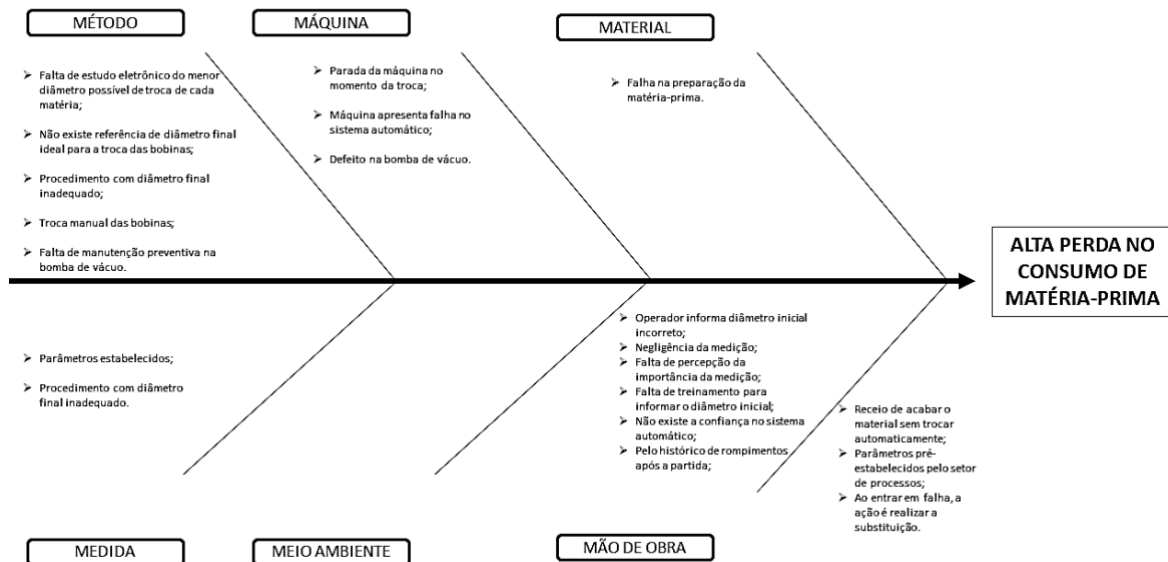
Análise 5 porquês					
Data:	Setor:	Produção	Processo:	Troca de matéria primas	
Descrição do problema:		Por que existe alta perda no consumo de matéria prima?			
1. Por que?	2. Por que?	3. Por que?	4. Por que?	5. Por que?	
Diâmetro de troca alto	Operador informa diâmetro inicial incorreto	Negligência da medição	Falta de percepção da importância da medição	Falta de treinamento para informar o diâmetro inicial	
Troca manual das bobinas	Receio de acabar o material sem trocar automaticamente	Não existe confiança no sistema automático	Falta de treinamento acerca do sistema automático		
Parada da máquina no momento da troca	Pelo histórico de rompimentos após a partida	Falha na preparação da matéria prima	Falta de treinamento da preparação correta da matéria-prima		
Máquina apresenta falha no sistema automático	Defeito na bomba de vácuo	Falta de manutenção preditiva na bomba de vácuo	Não existe cronograma de manutenção preditiva nas bombas de vácuo	Ao entrar em falha, a ação é realizar a substituição	
Parâmetros estabelecidos	Procedimento com diâmetro final inadequado	Pré-estabelecido pelo setor de processos	Falta de estudo eletrônico do menor diâmetro possível de troca de cada MP	Não existe referência de diâmetro final ideal para a troca das bobinas	

Fonte: Autores (2025).

A análise revelou que a principal origem do problema está na falta de treinamento dos operadores, tanto para informar o diâmetro inicial da bobina quanto para compreender o funcionamento do sistema automático e a preparação correta da matéria-prima. Além disso, constatou-se que, ao ocorrer uma falha, a ação padrão é a substituição da bobina, sem uma referência clara do diâmetro final ideal. Isso demonstra que o foco em treinamento está enfraquecido e que não existe a padronização do processo.

Após a identificação das causas raízes, utilizando o método dos 5 Porquês, foi utilizado o Diagrama de Ishikawa (Figura 7), para organizar e visualizar de forma mais clara os fatores que contribuem para o desperdício de matéria-prima no processo produtivo. Essa ferramenta foi fundamental para agrupar as causas em seis dimensões principais: I) mão de obra, II) materiais, III) máquinas, IV) métodos, V) medida e VI) meio ambiente, possibilitando uma visão mais sistemática e abrangente do problema.

Figura 7. Diagrama de Ishikawa das causas referentes a perda no consumo de matéria-prima



Fonte: Autores (2025).

O diagrama (Figura 7) apresenta uma estrutura lógica e abordou as causas que mais contribuem para um determinado problema, ou seja, um resultado indesejado (Toledo et al. 2013). Assim, a setorização das causas no diagrama nesse estudo revelou os pontos críticos do processo, permitindo priorizar áreas que demandam intervenções imediatas. Por exemplo, problemas relacionados à mão de obra, como falta de treinamento ou decisões inconsistentes, foram alocados nessa categoria. Já atividades executadas sem padronização ou sem suporte técnico adequado foram classificadas sob métodos. Além disso, falhas nas trocas automáticas das bobinas foram atribuídas à categoria máquinas, destacando a necessidade de melhorias nos equipamentos. Essa estruturação foi essencial para orientar a elaboração de um plano de ação mais eficiente.

Essa análise das causas revelou que o diâmetro elevado no final do tubete nas trocas de bobinas que refletem no alto descarte de resíduos é consequência de múltiplos fatores que acabam impactando nos resultados. Um dos principais problemas identificados foi o treinamento insuficiente dos operadores, que comprometeu a medição correta do diâmetro das bobinas e, conseqüentemente, a entrada incorreta na máquina. É importante destacar que a falta de treinamento tem ocasionado a falta de percepção da importância da medida inicial e final do diâmetro dos rolos de matéria-prima para a redução dos resíduos. Essa falha resulta na troca automática antes do tempo correto, visto que a máquina lê as rotações através do diâmetro inicial informado ou acontecer de não realizar a troca automática e romper o material, ocasionando consumo desnecessário para emendar o material na máquina.

Além disso, a baixa confiabilidade no sistema automático de troca se mostrou significativa. Operadores optam, frequentemente, por realizar trocas manuais quando a máquina está parada devido a um histórico de rompimentos das bobinas após a partida da máquina. Tal desconfiança no sistema propiciou a criação de uma cultura pautada em adotar procedimento de troca manual como o mais correto e seguro no entendimento que, assim, é mais viável para consumir a maior quantidade de matéria-prima possível.

Outro fator crítico foi a ocorrência de paradas de máquinas durante as trocas manuais, ocasionadas por falhas na preparação da matéria-prima. Esses eventos indicaram a necessidade de maior rigor na inspeção e no manuseio das matérias-primas antes de sua utilização no processo produtivo. Também foi identificado um defeito na bomba de vácuo, elemento relevante para o funcionamento do sistema automático. Essa falha foi atribuída à ausência de manutenção, evidenciando uma lacuna nas práticas de manutenção preditiva que compromete a confiabilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, eleva o desperdício.

Por fim, os parâmetros inadequados no procedimento de troca foi uma das principais causas do problema. Esses parâmetros generalistas, definidos pelo setor de processos, sem considerar as especificidades de cada matéria-prima, não considera um estudo técnico para identificar o menor diâmetro possível de troca para cada tipo de matéria-prima, aumentando os resíduos gerados.

Essa análise integrada destaca a necessidade de ações que vão além de intervenções pontuais, abrangendo desde o aprimoramento dos treinamentos até a revisão dos processos e a implementação de práticas de manutenção mais robustas. Com vistas nos resultados da análise construiu-se a proposta de melhoria apresentada a seguir.

PROPOSTA DE MELHORIA

Através da análise realizada, fez-se necessário elaborar um plano de ação para cada possível causa raiz do problema. Essas melhorias visam reduzir os desperdícios e aumentar a eficiência.

Uma das primeiras iniciativas propostas, expostas no plano de ação da Figura 8, foi a realização de um estudo sobre o menor diâmetro possível para as trocas de bobinas. Esse estudo foi relevante para garantir que a máquina opere com a menor perda de material possível, evitando o descarte desnecessário de matéria-prima. Para isso, fez-se necessário consultar o manual da máquina, códigos de programação e referências técnicas, porém, na prática, foi possível apenas consultar os códigos de programação e o manual da máquina. As referências técnicas não foram possíveis serem coletadas por falta de registros de outras fábricas.

Nos códigos foi observado que a máquina efetua a troca fazendo a contagem das rotações do Servo Motor do eixo e a inserção errônea do diâmetro inicial influencia diretamente no momento da troca. Nada dizia sobre um parâmetro mínimo de troca da bobina. O manual da máquina também não trazia nenhuma referência, apenas o limite inferior e superior de erro na medição que a máquina consegue trabalhar. Logo, a análise do menor diâmetro possível foi realizada através de testes na máquina reduzindo o diâmetro final milímetro a milímetro até obter um valor aceitável sem risco de rompimento do material e com maior utilização possível.

Na Figura 8 está ilustrado o plano de ação elaborado, 5W2H, através das causas raízes identificadas no 5 Porquês. Segundo Sena (2023), a adaptabilidade do 5W2H permite utilizar em diferentes contextos e setores, desde processos industriais até iniciativas administrativas (Sena, 2023). Dessa forma, ele foi elaborado, agrupando ações dos setores de processos, manutenção e produção. Vale ressaltar que o único custo envolvido ao plano de ação é da hora trabalhada do colaborador que ministrou o treinamento.

Figura 8. Plano de Ação para a redução do *Other Waste*

PLANO DE AÇÃO						
What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?	How much?
Realizar estudo acerca do menor diâmetro possível que a máquina pode trabalhar no momento da troca e realizar a redução	Alta perda no consumo de matéria prima	Produção	Auxiliar de Processos	30/09/2024	Verificar em manuais, códigos de programação ou em referências do fabricante qual o menor diâmetro possível que pode ser especificado.	R\$ -
Realizar treinamento de como informar o diâmetro inicial da bobina	Alta perda no consumo de matéria prima	Produção	Operador	10/11/2024	Ir ao setor e treinar os operadores acerca do método de informar o diâmetro inicial da bobina	R\$ 300,00
Realizar treinamento de como preparar as matérias primas	Devido ao rompimento do material em trocas após partidas	Produção	Auxiliar de Processos	10/11/2024	Ir ao setor e treinar os operadores acerca do método de preparação da matéria prima	R\$ 300,00
Realizar treinamento acerca do funcionamento automático de troca das bobinas	Realização de troca manual	Sala de reuniões	Supervisor da Elétrica	10/11/2024	Programar treinamento com o supervisor da elétrica e realizar treinamento em uma parada de máquina na sala de reuniões.	R\$ 300,00
Realizar um POP de preditivas nas bombas de vácuo dos sistemas automáticos de troca	Sistema de troca de bobinas apresentando falha	Manutenção mecânica e elétrica	Auxiliar de Processos	22/10/2024	Alinhar com os gestores da área qual seria a melhor sistemática de realizar a manutenção preditiva, executar cronograma e criar um documento.	R\$ -

Fonte: Autores (2025).

Além disso, foram identificadas lacunas no treinamento da equipe operacional, que impactaram diretamente na seleção do diâmetro inicial das bobinas e na preparação das matérias-primas para as trocas. Treinamentos de preparação da matéria-prima e sobre o funcionamento do sistema automático, assim como a importância de informar o diâmetro inicial da bobina foram elaborados e realizados com os operadores e auxiliares em três encontros com cada turno, visando socializar o conhecimento e tornando a prática mais lógica e corrigindo as falhas gerando mais precisão ao preparar as bobinas. Além disso, foi realizado um treinamento de reciclagem com os líderes de cada equipe de todos os turnos abordando a importância de utilizar a matéria-prima ao máximo, visto que depende, especificamente, do comportamento do operador. Segundo Mintzberg et al. (2010), a aculturação dos colaboradores é realizada através de recursos tangíveis e intangíveis que moldam as crenças e valores de uma organização. Dessa forma, algumas crenças podem ser estabelecidas a fim de garantir essa mudança comportamental.

Outra ação realizada foi o treinamento sobre o funcionamento do sistema automático de troca de bobinas. A análise revelou que a falta de conhecimento sobre o sistema gera baixa confiabilidade, levando à realização de trocas manuais, o que aumentava o desperdício. A capacitação foi realizada com a finalidade de garantir que a equipe confie mais no sistema automatizado, conforme pré-estabelecido pelo fabricante na programação da máquina, reduzindo os erros e o tempo de parada das máquinas.

A fim de também evitar desconfiarças do sistema e de prevenir as falhas no sistema de troca automática, foi desenvolvido um cronograma de inspeção (Figura 9), com o procedimento destacado no documento de inspeção visual diária nas bombas de vácuo para realizar a manutenção preditiva (Figura 10). Segundo Xenos (2014), essa iniciativa pode garantir maior confiabilidade dos equipamentos, prevenindo paradas inesperadas e prolongando a vida útil dos componentes.

Figura 9. Cronograma de inspeção do sistema de troca automática

Atividade	Frequência	Responsável	Método
Inspeção visual das bombas de vácuo	Diária	Operador de máquina	Realizar uma inspeção visual para identificar desgastes ou danos externos
Verificação de ruídos anormais	Semanal	Operador de máquina	Escutar atentamente enquanto a bomba está funcionando para detectar ruídos incomuns
Chechagem dos níveis de óleo lubrificante	Semanal	Técnico de manutenção	Verificar os níveis de óleo utilizando o visor ou vareta e completar se necessário
Inspeção das conexões e mangueiras	Mensal	Técnico de manutenção	Inspecionar as conexões e mangueiras para identificar vazamentos ou danos
Teste de funcionamento do motor	Mensal	Técnico de manutenção	Testar o funcionamento do motor para garantir partida e operação adequadas
Limpeza dos filtros de ar	Mensal	Técnico de manutenção	Remover e limpar os filtros de ar para evitar bloqueios
Chechagem da pressão e do vácuo gerado	Trimestral	Engenheiro de manutenção	Utilizar um manômetro para verificar os níveis de pressão e vácuo
Análise de vibração do equipamento	Trimestral	Engenheiro de manutenção	Utilizar um analisador de vibração para detectar falhas potenciais
Verificação de registros de manutenção anterior	Trimestral	Supervisor de manutenção	Revisar registros anteriores para identificar tendências ou problemas recorrentes
Realização de ajustes necessários	Conforme necessidade	Técnico de manutenção	Realizar ajustes nos componentes baseando-se nos resultados das inspeções

Fonte: Autores (2025).

Figura 10. Documento de Inspeção visual das bombas de vácuo

Documento de Inspeção Visual de Bombas de Vácuo			
1. Identificação			
Empresa:		Unidade:	
Responsável:		Data da Inspeção:	
2. Objetivo			
Realizar a inspeção visual das bombas de vácuo para identificar possíveis anomalias que possam comprometer o desempenho do sistema de troca automática de bobinas, garantindo a continuidade e a eficiência do processo produtivo.			
3. Frequência da Inspeção			
A inspeção visual será realizada semanalmente e em casos de falha detectada, a inspeção deve ser repetida imediatamente após o reparo.			
3. Itens a serem inspecionados			
Item	Descrição da Inspeção	Status (OK/NÃO OK)	Ação Corretiva
Conexões elétricas	Verificar se há cabos soltos, sinais de aquecimento ou mau contato.		
Mangueiras e tubos	Checar se há vazamentos, rachaduras ou desgaste excessivo.		
Motor da bomba	Observar ruídos anormais, vibrações ou sinais de superaquecimento.		
Reservatório de óleo	Inspecionar o nível e coletar amostra para avaliar qualidade do óleo (quando aplicável)		
Válvulas	Verificar se há travamento, corrosão ou acúmulo de resíduos nas válvulas de controle.		
Filtros	Avaliar o estado dos filtros e identificar entupimentos ou saturações.		
Fixação dos componentes	Verificar parafusos folgados ou que estão em falta		
Estrutura externa	Observar sinais de corrosão, trincas ou danos estruturais.		

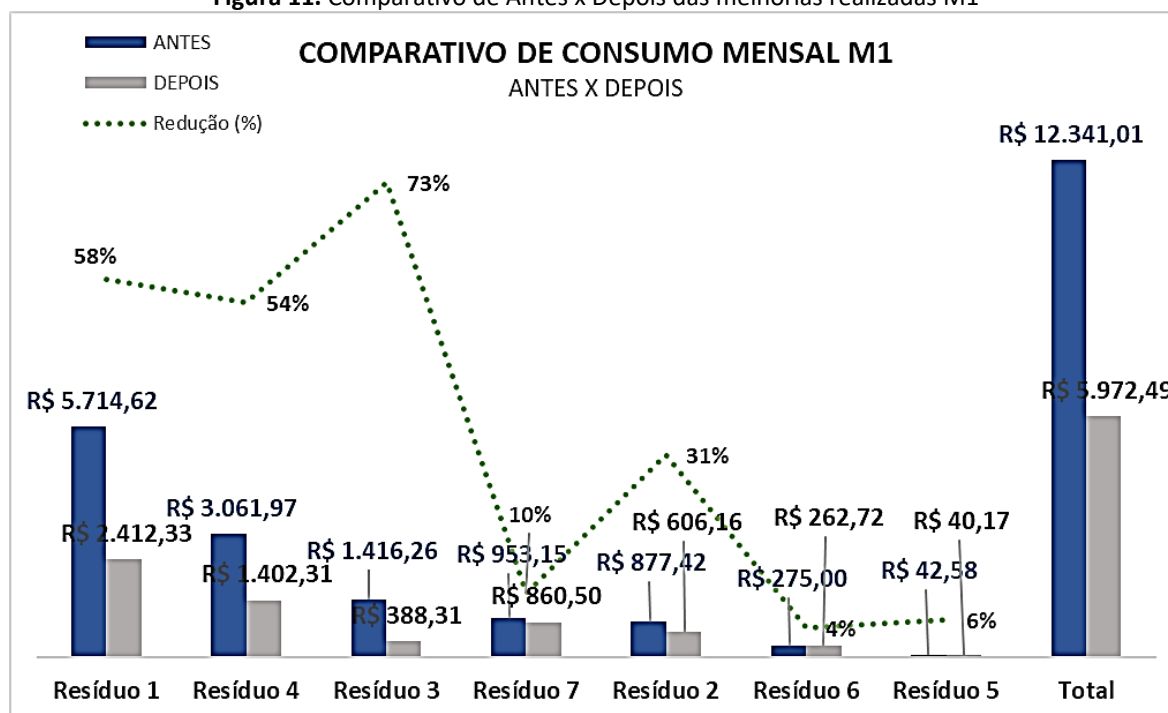
Fonte: Autores (2025).

Métodos foram desenvolvidos para maximizar o uso dos equipamentos com a ajuda de um gerenciamento estratégico adequado na manutenção, o que também traz a garantia de antecipar riscos potenciais e fornecer soluções (Sellitto, 2005). Dessa forma, a criação da rota de inspeção diária, apresentada na Figura 10, visa verificar anormalidades no equipamento e prever a sua falha, deixando outro equipamento substituto em *stand-by* e se caso acontecer de quebrar será otimizado o tempo de substituição. O cronograma e o documento de inspeção foram sugeridos, porém foram as únicas ações que não foram implementadas ainda. Essas ações do plano, além de estarem alinhadas com a análise da causa raiz, promovem uma abordagem proativa para a melhoria contínua, integrando capacitação da equipe e otimização dos procedimentos operacionais.

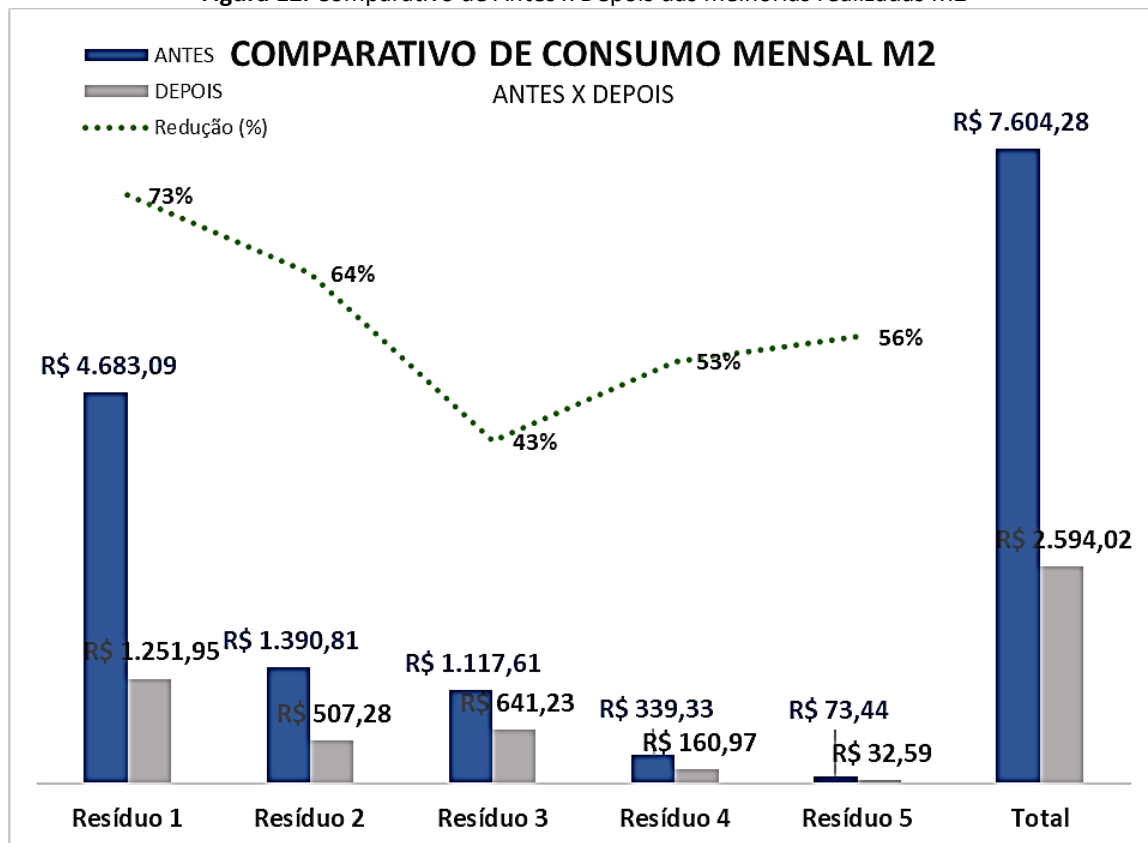
IMPACTOS OBTIDOS NA ORGANIZAÇÃO

A análise dos gráficos (Figuras 11 e 12) comparativos de consumo mensal das máquinas M1 e M2 revela a redução nos resíduos após a implementação das ações propostas, demonstrando a eficácia das melhorias implementadas. Na máquina 1, o consumo do Resíduo 1 reduziu 58% de R\$ 5.714,62 para R\$ 2.412,33, o que demonstra que as ações implementadas para reduzir o desperdício foram bem-sucedidas, considerando que esse resíduo representava um dos maiores custos. O Resíduo 2 foi reduzido de 31%, passando de R\$ 877,42 para R\$ 606,16. Embora menos expressiva em comparação aos demais, essa redução é significativa devido ao volume produzido pela máquina.

Figura 11. Comparativo de Antes x Depois das melhorias realizadas M1



Fonte: Autores (2025).

Figura 12. Comparativo de Antes x Depois das melhorias realizadas M2

Fonte: Autores (2025).

O Resíduo 3 destacou-se com a maior redução proporcional, atingindo 73%, ao cair de R\$ 1.416,26 para R\$ 388,31, evidenciando um ótimo desempenho das ações aplicadas. Por fim, o Resíduo 4 e outros apresentaram reduções que variaram de 54% ou mais, reforçando a eficácia do plano de ação em diversos aspectos do processo produtivo. No total, o custo foi reduzido de R\$ 12.341,01 para R\$ 5.972,49, representando uma economia de aproximadamente 51,6%.

Assim como na Máquina 1, o Resíduo 1 teve o maior impacto na M2, com uma redução de 73%, passando de R\$ 4.683,09 para R\$ 1.251,95. O Resíduo 3 apresentou uma redução de 43%, caindo de R\$ 1.117,61 para R\$ 641,23, o que também demonstra melhorias significativas. O Resíduo 4 destacou-se com a maior redução proporcional na M2, atingindo 64%, ao diminuir de R\$ 507,28 para R\$ 160,97. Já o Resíduo 5 registrou uma queda de 53%, reduzindo de R\$ 73,44 para R\$ 32,59, reforçando a redução do desperdício em diversos pontos do processo. No total, o custo foi reduzido de R\$ 7.604,28 para R\$ 2.594,02, gerando uma economia de aproximadamente 65,9%.

Apesar da resistência operacional acerca da confiança ao realizar a troca automática, por ainda existir o receio de romper a matéria-prima. É importante destacar que o percentual de redução do *Other Waste* ultrapassou o esperado, visto que impactou positivamente em todos os resíduos não somente naqueles que tinham maior perda, além disso agindo em conformidade com a PNRS (2010), que enfatiza a importância da redução dos resíduos de forma a contribuir com o desenvolvimento sustentável do país.

CONCLUSÕES

O objetivo geral do trabalho foi alcançado, realizando melhorias no processo através da análise das causas raízes do alto desperdício de matéria-prima na utilização das bobinas no processo produtivo de fraldas descartáveis, utilizando ferramentas da qualidade a fim de mitigar seu impacto. Dessa forma, é possível concluir que os objetivos pré-definidos foram alcançados, visto que foram identificadas as áreas e os processos relacionados ao alto desperdício de matéria-prima, facilitando a análise e a elaboração e execução do plano de ação. A maior redução foi percebida nos resíduos mais custosos (Resíduos 1 e 3), o que reforça a eficiência das ações direcionadas aos principais desperdícios.

Ao longo do projeto, foi possível observar que houve a necessidade de ajustar estratégias para a obtenção e análise das informações essenciais. Nesse contexto, as ferramentas da qualidade, como os 5 Porquês e o diagrama de Ishikawa foram utilizadas com o propósito de definir de forma clara quais seriam as ações executadas e foram essenciais para a análise detalhada das causas raiz e para o entendimento dos fatores interligados que contribuíam para o problema. As dimensões que estavam mais impactando nos desperdícios e que após a implementação do plano de ação contribuíram para que o resultado fosse obtido foram o método e a mão de obra. As ações propostas, como a realização de treinamentos específicos, ajustes nos parâmetros operacionais e a elaboração de procedimentos de manutenção preditiva, demonstraram grande potencial para reduzir os índices de desperdício.

Do ponto de vista gerencial, o estudo destacou a importância da integração entre as equipes operacionais, de manutenção e de processos para alcançar resultados positivos. A comunicação clara, aliada ao uso de ferramentas de análise, foi determinante para promover uma mudança cultural dentro da organização, fortalecendo a confiança nos sistemas automatizados e aumentando a eficiência das operações. Essa abordagem colaborativa também favoreceu a consolidação de práticas padronizadas que contribuem para a sustentabilidade do negócio.

Por fim, o estudo evidenciou que a aplicação sistemática de metodologias de gestão da qualidade trouxe benefícios, tanto no aspecto econômico quanto ambiental. A redução do desperdício de matéria-prima, além de contribuir para a diminuição dos custos, reforça o compromisso da empresa com a sustentabilidade e a competitividade no mercado.

O estudo apresentou algumas limitações como a falta de referência para dados processuais da máquina, atrasando a tomada de decisão do menor diâmetro possível seguro, sendo necessário optar pelos testes. Além disso, por se tratar de um estudo de caso a não generalização do trabalho também pode ser considerada uma limitação, pois foi aplicada no contexto específico da indústria em questão que possui maquinários específicos. Por fim, é esperado a continuidade das ações implementadas e a busca por melhorias contínuas que são essenciais para consolidar os avanços obtidos e expandir os resultados alcançados.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). NBR 10004:2004 – Resíduos sólidos: Classificação. Recuperado de <https://analiticaqmcreditos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2015). NBR ISO 14001:2015 - Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Recuperado de <https://www.escas.org.br/wp-content/uploads/2023/09/DOCUMENTO-INFORMATIVO-ISO-14001—TEMAS-RELACIONADOS-HISTORICO-E-ANALISE-DAS-VERSOES.pdf>.
- Ahlstrand, B., Lampel, J., & Mintzberg, H. (2010). *Safari de estratégia: Um roteiro pela selva do planejamento estratégico* (2ª ed.). Porto Alegre.
- Almeida Júnior, A. B., Nascimento, C. W. A., Sobral, M. F., Silva, F. B. V., & Gomes, W. A. (2011). Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(10), 1004-1013.
- Bornia, A. C. (1995). *Mensuração das perdas dos processos produtivos: Uma abordagem metodológica de controle interno*. Florianópolis.

- Brasil. (2010). Lei nº 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União. Recuperado de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.
- Campos, V. F. (2004). *TQC - Controle da Qualidade Total no estilo japonês*. Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços Ltda.
- Carroll, C. T. (2016). *Six Sigma for Powerful Improvement*. Boca Raton: Productivity Press.
- Carvalho, A. M. C. (2011). *O uso do método PDCA e de ferramentas da qualidade na gestão da agroindústria no Estado de Mato Grosso do Sul* (Dissertação de Mestrado). Universidade Anhanguera, Uniderp, Campo Grande, MS. Recuperado de: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1295/1017>.
- Carvalho, A. V. de. (1999). *Aprendizagem organizacional em tempos de mudança*. São Paulo: Editora Pioneira Administração e Negócios.
- Centro Nacional de Tecnologias Limpas. (2024). *Resíduos têxteis: gestão e reciclagem*. Recuperado de <http://www.senairs.org.br/cntl>.
- Curi, D. (2012). *Gestão ambiental*. Pearson.
- Dantas, J. R. (2017). Proposta de redução de custos numa empresa do setor de duas rodas no Polo Industrial de Manaus (Dissertação de Mestrado). *Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, UFPA*. Recuperado de <http://ppgep.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Dissertacao2017-PPGEP-MP-JoaoRezendeDantas.pdf>.
- Ferreira, M. D., Costa, T. N., Teixeira, F. G., Jacques, J. J., & Cattani, A. (2015). Redução de resíduos têxteis por meio de projeto de produto de moda. *Design & Tecnologia*, 10, 1-7. Recuperado de www.pgdesign.ufrgs.br.
- Filho, M. P. (2007). *Gestão da Produção Industrial*. Curitiba: IBPEX.
- Fonseca, J. J. S. (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC.
- Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (2009). *Método de pesquisa*. Porto Alegre: UFRGS.
- Godoy, M. H. C. (2001). *Brainstorming*. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial.
- Gonçalves, E. P. (2001). *Iniciação à pesquisa científica*. Editora Alínea.
- Granado, G. C. da S. (2020). Brainstorming e a aplicação do modelo clássico. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 5(10), 5-20. Recuperado de <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/brainstorming>.
- Ishikawa, K. (1990). *What Is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice Hall.
- Jones, T. A., Martinez, R., & Smith, L. (2020). Environmental Impacts of Disposable Diapers: A Life Cycle Assessment. *Sustainable Production and Consumption*.
- Junior, F. J. G. da S., Bezerra, S. M. G., Santos, M. S., Benício, C. D. V. A., & Luz, M. H. B. A. (2009). Assistência ao recém-nascido com dermatite de fralda: um estudo de enfermagem. Recuperado de http://sobende.org.br/estudos/l%20ESSBA_2009/Trabalho%2012.pdf.
- Kossowski, L., Martins, G. H. H., Lima, T. S., & Tigrinho, C. E. (2013). Projeto de redução do desperdício de matéria-prima: estudo de caso na indústria de embalagens de papel no Brasil. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5077969.pdf>.
- Lima, M., Silva, J. F. T., Nascimento Júnior, A. S., Nascimento, F. L., Oliveira, L. G. F., Veras, R. O., & Falcão, C. S. M. (2023). Análise da gestão da qualidade para a melhoria do acesso à Atenção Primária à Saúde. *Revista de Casos e Consultoria*, 14(1). Recuperado de <https://periodicos.ufrn.br/casoseconsultoria/article/download/32181/16915/110298>.
- Machado, S. (2012). *Gestão da Qualidade*. Inhumas/GO: e-Tec Brasil.
- Marshall Júnior, I., Cierco, A. A., Rocha, A. V., Mota, E. B., & Leusin, S. (2010). *Gestão da Qualidade* (10ª ed.). Rio de Janeiro: Editora FGV.
- Mello, M. F., Araujo, A. C., Cunha, L. A., & Silva, N. J. (2016). A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para a melhoria de processo em indústria metal mecânica: um estudo de caso. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, João Pessoa, 2016. Recuperado de http://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO-226_323_28620.pdf.
- Menezes, G. O. (2007). *Aplicação do Índice de Salubridade Ambiental em Comunidades Carentes e sua comparação com comunidades padrão: Instrumento para Planos de Gestão Municipal* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto.
- Minicucci, A. T. (2001). *Técnicas do trabalho de grupo* (1ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Mitchell, K. (2019). *The long-term environmental impact of disposable diapers*. Environmental Science & Technology.
- Novaes, W. (1991). Mercado para quem não polui. *Visão*, São Paulo, p. 46.
- Ohno, T. (1997). *O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Piechnicki, A. S. (2014). Proposta de um método de análise e solução de perdas. *Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGET)*, 11, Resende, Rio de Janeiro. Recuperado de <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/37220389.pdf>.
- Santos, A. C. F. & Martins, R. A. (2014). Proposta de um Método de Análise e Solução de Perdas. *Anais do XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*. Recuperado de <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/33321814.pdf>.

Santos, C. (2020). Descarte de fraldas descartáveis no Brasil: Um desafio ambiental. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*.

Sellitto, M. A. (2005). Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. *Produção*, 15(1), 44-59. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132005000100005>

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2008). *Ferramenta 5W2H*. Recuperado de http://www.trema.gov.br/qualidade/cursos/5w_2h.pdf.

Sena, W. N. (2023). The use of the PDCA cycle and the 5W2H tool as quality control tools by school management. *Seven Editora*.

Silva, D. F., et al. (2018). Análise de Pareto na resolução de problemas organizacionais: estudo de caso. *Revista Mundo Acadêmico*, 11(16), 130-137. Recuperado de <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2019/04/revista-mundo-academico-v11-n16-artigo-05.pdf>.

Toledo, J. C., Borrás, M. Á. A., Mergulhão, R. C., & Mendes, G. H. S. (2013). *Qualidade: Gestão e método*. Rio de Janeiro: LCT.

Valentim, É. C., Júnior, R. F., & Neto, G. B. O. (2019). Ferramentas da qualidade aplicadas ao gerenciamento de manutenção: Estudo de caso em uma frota de caminhões. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Recuperado de <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/gerenciamento-de-manutencao>

Weiss, A. E. (2011). Key business solutions: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know. Grã-Bretanha: *Pearson Education Limited*.

Werkema, M. C. C. (1995). *As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos* (Vol. 1). Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, *Escola de Engenharia da UFMG*.

Wilkinson, L. (1992). The Application of Cause-and-Effect Diagrams in Quality Management. *Quality Journal*.

Xenos, H. G. (2014). Gerenciando a manutenção produtiva: Melhores práticas para eliminar falhas nos equipamentos e maximizar a produtividade (2ª ed.). *Falconi Editora*.