



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

ANA GIOVANA MENDONÇA DE ALMEIDA

**USO DA FERRAMENTA DE *GEMBA WALKS* PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA
GERAL DE EQUIPAMENTOS: UM ESTUDO DE CASO**

RECIFE

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

ENGENHARIA QUÍMICA

ANA GIOVANA MENDONÇA DE ALMEIDA

**USO DA FERRAMENTA DE *GEMBA WALKS* PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA
GERAL DE EQUIPAMENTOS: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Química da Universidade Federal de
Pernambuco, Departamento de
Engenharia Química, como requisito para
a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

Orientador(a): Profº. Dr. Jorge Vinicius
Fernandes Lima Cavalcanti

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Almeida, Ana Giovana Mendonça de.

Uso da ferramenta de Gemba Walks para aumentar a eficiência geral de equipamentos: um estudo de caso / Ana Giovana Mendonça de Almeida. - Recife, 2025.

49 p. : il., tab.

Orientador(a): Jorge Vinicius Fernandes Lima Cavalcanti

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Química - Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. Eficiência. 2. Ferramentas de Manufatura Enxuta. 3. Melhoria contínua. 4. Gemba Walks. 5. OEE. I. Cavalcanti, Jorge Vinicius Fernandes Lima. (Orientação). II. Título.

670 CDD (22.ed.)

ANA GIOVANA MENDONÇA DE ALMEIDA

**USO DA FERRAMENTA DE GEMBA WALKS PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA
GERAL DE EQUIPAMENTOS: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso TCC
apresentado ao Curso de Engenharia
Química da Universidade Federal de
Pernambuco, Departamento de
Engenharia Química, como requisito para
a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

Aprovado em: 09/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Jorge Vinicius Fernandes Lima Cavalcanti (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Mayara Barbosa (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dr^a. Santulla Leide Bernardes (Examinador Externo)

*Aos meus pais que, apesar de não entenderem o que um engenheiro químico faz,
sempre foram meus maiores apoiadores.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que ouviu todas as minhas lamentações e pedidos durante o curso. Que me deu a sabedoria que pedi todas as manhãs para chegar até aqui.

Aos meus pais, Gilvane e Jeilse, que nunca negaram nada com relação a minha educação. E, muitas vezes, com muito discernimento e firmeza, me privaram de coisas para impulsionar meu crescimento.

Ao meu namorado, Bruno, por todas as noites de trabalho conjunto. Por todos os lanchinhos e cafés que ele providenciou. Por todos os dias me lembrar que eu consigo, especialmente quando eu achei que não ia conseguir.

À minha gestora e mentora, Rose, uma das mulheres mais fortes e determinadas que eu já conheci, que sempre me confiou desafios e sempre colocou meu crescimento como prioridade.

Às minhas amigas, Ana Paula e Maria Gabriela, por sempre me incentivarem a buscar a minha melhor versão e me lembrarem que eu mereço amor.

A todos que sempre acreditaram e torceram mim, especialmente em momentos que nem eu mesma acreditei.

RESUMO

Qualquer processo industrial, para sobreviver no mercado, deve trabalhar de forma a diminuir os custos e aumentar a eficiência da produção. Para que isso seja realizado de forma sustentável, com a garantia de qualidade dos produtos e segurança das pessoas na operação, existem diversas ferramentas e metodologias desenvolvidas pela engenharia. A eficiência é obtida com um conjunto de parâmetros a serem observados em cada um dos processos, gerando valor ao cliente por meio do produto, por isso, é necessário um sistema robusto que garanta o aprimoramento e manutenção desses padrões. Manufatura Enxuta é um sistema que define um conjunto de boas práticas, englobando toda a cadeia de suprimentos e tem o objetivo de sustentar a entrega de produtos com qualidade de forma eficiente. Para isso, o sistema dispõe de várias ferramentas para medir e aumenta a eficiência. *Gemba Walks*, que promovem uma interface entre a liderança da planta fabril e os trabalhadores da operação, a fim de garantir que os padrões de produção estão sendo bem executados e observar se há pontos de melhoria. OEE (*Overall Equipment Efficiency*, Eficiência Geral do Equipamento) é uma medida de eficiência que correlaciona e categoriza as perdas de volume do equipamento com perdas de eficiência. Este trabalho analisa a relação entre a eficiência geral de uma fábrica e a adesão a uma escala de GW (*Gemba Walks*). O estudo, realizado ao longo de um ano, em uma fábrica de ração animal, analisou o percentual de realização de procedimentos de GW, impulsionado pelo envio semanal de um lembrete de cumprimento da escala, que foi criado com o uso de uma ferramenta digital. Os resultados mostraram que, juntamente ao aumento da realização da ferramenta, ocorreu um aumento na eficiência geral da fábrica de, aproximadamente, 5% até novembro, e de 1,5% na extrusora e 5% na empacotadora nos dois equipamentos analisados.

Palavras-chave: eficiência; ferramentas de Manufatura Enxuta; *Gemba Walks*; melhoria contínua; OEE.

ABSTRACT

Any industrial process, in order to survive in the market, must work to reduce costs and increase production efficiency. For this to be carried out in a sustainable way, with the guarantee of product quality and safety of the people in operations, there are several tools and methodologies developed by engineering. Efficiency is obtained with a set of parameters to be observed in each of the processes, generating value to the customer through the product, so a robust system is needed to ensure the improvement and maintenance of these standards. Lean Manufacturing is a system that defines a set of good practices, encompassing the entire supply chain and aims to sustain the delivery of quality products efficiently. To do this, the system has several tools to measure and increase efficiency. Gemba Walks, which promotes an interface between the factory leadership and the workers in the operation, to ensure that production standards are well set and to observe if there are points of improvement. OEE is an efficiency measure that correlates and categorizes equipment volume losses with efficiency losses. This paper analyzes the relationship between the overall efficiency of a factory and the adherence to a GW schedule. The study, carried out over the course of a year, in an animal feed factory, analyzed the percentage of WG procedures, driven by the weekly sending of a reminder of compliance with the schedule, which was created with the use of a digital tool. The results showed that, along with the increase in the realization of the GWs tool, there was an increase in the overall performance of the factory of approximately 5% until November, 5% in the package maker and 1,5% in the extruder.

Keywords: efficiency; Lean Manufacturing tools; Gemba Walks; continuous improvement; OEE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo de ração seca	18
Figura 2 - Exemplo de Diagrama de Pareto	27
Figura 3 - Valores de TRS entre janeiro e junho de 2024	32
Figura 4 - Valores de TRS entre fevereiro e junho de 2024	33
Figura 5 - OEE e perdas com paradas da extrusora entre janeiro e junho de 2024..	34
Figura 6 – Árvore de Perdas na Extrusora entre Janeiro e Junho de 2024.....	34
Figura 7 – Árvore de Perdas com Manutenção Autônoma entre janeiro e junho na Extrusora.....	35
Figura 8 – OEE da Empacotadora entre janeiro e junho, 2024.....	36
Figura 9 – Árvore de perdas da empacotadora entre janeiro e junho de 2024	37
Figura 10 – Árvore de perdas com Manutenção Autônoma na empacotadora entre janeiro e junho de 2024.....	38
Figura 11 - Análise da quantidade de Gemba Walks realizadas e percentual de atendimento.....	39
Figura 12 - TRS geral de fábrica antes e após o aumento da realização de GWs....	40
Figura 13 - TRS ao longo de 2024 sem os meses de janeiro e dezembro.....	40
Figura 14 - OEE da Extrusora entre junho e novembro de 2024.....	41
Figura 15 - OEE perdido com paradas na extrusora em 202	42
Figura 16 - Perfil de perdas da extrusão julho e dezembro 2024	43
Figura 17 – OEE da Empacotadora entre julho e dezembro de 2024	43
Figura 18 - Perfil de Perdas da Empacotadora entre julho e dezembro de 2024	44
Figura 19 - OEE da Extrusora antes e após o aumento da realização de GWs.....	45
Figura 20 - OEE da Empacotadora antes e após o aumento da realização de GWs	45

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ABINPET	Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação
GW	<i>Gemba Walks</i> , Caminhadas de Linha
LM	<i>Lean Manufacturing</i> , Manufatura Enxuta
MAPA	Ministério de Agricultura e Pecuária
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i> , Eficiência geral do Equipamento
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> , Manutenção Produtiva Total
TRS	Taxa de Rendimento Sintético

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1	PROCESSO PRODUTIVO DE RAÇÃO SECA ANIMAL	17
3.1.1	<i>Recebimento e preparo das matérias prima</i>	<i>18</i>
3.1.2	<i>Processamento por Extrusão.....</i>	<i>19</i>
3.1.3	<i>Empacotamento e Logística.....</i>	<i>20</i>
3.2	LEAN MANUFACTURING	21
3.2.1	<i>Just-in-time</i>	<i>22</i>
3.2.2	<i>Jidoka.....</i>	<i>22</i>
3.2.3	<i>Desperdício - Muda, Mura e Muri.....</i>	<i>23</i>
3.3	FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING E CONTROLE ESTATÍSTICO.....	24
3.3.1	<i>Gemba Walks</i>	<i>24</i>
3.3.2	<i>OEE</i>	<i>25</i>
3.3.3	<i>TRS.....</i>	<i>27</i>
3.3.4	<i>Diagrama de Pareto</i>	<i>27</i>
4	METODOLOGIA	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6	CONCLUSÃO	46
7	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A produção de ração para animais de estimação é um setor em crescente ascensão, de acordo com dados de 2023 da ABINPET (Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação). Para garantir a sustentabilidade do negócio, em um ambiente cada vez mais competitivo, é necessário manter um alto padrão de qualidade ao menor custo possível.

Para unir esse objetivo à produção industrial, foi desenvolvido por Taiichi Ohno o *LM*, *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta). Além de compreender, mensurar e definir os melhores parâmetros de processo, a metodologia cria ferramentas para garantir que os procedimentos operacionais estejam sendo cumpridos.

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão de processos de manufatura, cuja principal ênfase reside na redução ou mitigação de desperdícios (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2023). Dessa forma, o sistema é capaz de diminuir os custos e aumentar eficiência da produção, sem necessariamente realizar investimento em equipamentos industriais.

Um dos princípios do *LM* é que a garantia da qualidade deve ser feita ao longo de todo o processo, não apenas com o produto. Ter um controle de todas as etapas garante menos desperdícios, pois evita a produção e custos com não qualidade. E, para além disso, um controle generalista do processo, promovido pelo *LM*, visa garantir que tudo o que foi produzido será absorvido pelo mercado.

Essa filosofia possui o próprio conceito de perdas e desenvolve a metodologia para eliminá-las do processo, garantindo a qualidade e segurança da operação. Isso ocorre por meio do desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua, que promove a identificação de problemas antes que eles ocorram e a priorização de perdas que geram maior custo (KUMAR, HASAN, *et al.*, 2022).

Ao longo dos anos, diversos autores tiveram diferentes interpretações para aplicação da filosofia. Destaca-se o *Total Productive Maintenance* (*TPM*, Manutenção Produtiva Total), criado por Seiji Nakajima, em 1998, que tem como objetivo aumentar o tempo disponível dos equipamentos em uma indústria, com o aumento da confiabilidade na manutenção e prevenção de quebras (ZANIOL, GOMES e ORSELLI, 2021).

No livro “*Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance*”, Nakajima (1988), define os oito pilares que trabalham em conjunto para garantir a máxima eficiência e disponibilidade dos equipamentos. São eles: Controle Inicial do Equipamento; Manutenção da Qualidade; TPM em Escritórios; Segurança e Meio Ambiente; Melhorias Individuais; Manutenção Autônoma; Manutenção Planejada; Capacitação e Treinamento.

A Manutenção da Qualidade é um pilar que define o controle do produto como um parâmetro para eficiência do equipamento. Dessa forma, a metodologia correlaciona o processo de manufatura com o que é entregue ao cliente. Tornando, assim, qualidade e eficiência variáveis diretamente proporcionais.

Duas importantes métricas para implementação e desenvolvimento da Manufatura Enxuta são *Overall Equipment Efficiency* (OEE, Eficiência geral do Equipamento), que determina a eficiência de um equipamento. E o TRS (Taxa de Rendimento Sintético), que é utilizado para calcular a taxa de rendimento de toda a fábrica (NAKAJIMA, 1988)

O OEE é uma medida para determinar quanto realmente foi produzido com relação à quanto o equipamento deveria ter produzido, no tempo que lhe foi programado para produção, determinado por uma taxa padrão de operação (em volume ou massa por tempo). Já o TRS pretende criar uma relação entre o equipamento menos eficiente (ou equipamento gargalo) e o que realmente vai sair da fábrica para o mercado.

Tudo o que torna a eficiência menor do que 100%, é considerado uma perda. E, para entender e eliminar esses desperdícios, o *LM* define que devem existir categorias para as perdas. Existem variações para cada equipamento, mas, de uma forma geral, existem perdas por tempo parado (quebras; limpeza e sanitização; configuração do equipamento; etc.), perdas com rejeito (produtos sem padrão de qualidade) e perdas por redução na velocidade.

As perdas por tempo de equipamento parado podem, ainda, ser divididas em várias categorias, e essas sofrem muita influência da equipe de trabalho da fábrica, como explorado por Kolberg e Zühlke, em 2015. Tempo para configuração; tempo de manutenção e limpeza; rapidez da identificação de problemas são alguns dos processos diretamente relacionadas ao comportamento de pessoas que fazem parte do processo.

Algumas ferramentas de controle estatístico podem ser usadas para a avaliação dessas perdas. O Diagrama de Pareto, por exemplo, é uma forma que facilita a visualização para uma melhor compreensão das maiores perdas ou das perdas que ocorrem por mais tempo, gerando, assim, um impacto maior na eficiência e custos.

Existem ferramentas que facilitam a implementação e construção da cultura de melhoria contínua. Algumas das mais comumente utilizadas em fábricas ao redor do mundo, e que serão exploradas nesse trabalho são *OEE*; *TRS*; *Gestão Visual*; *Gemba Walks* (Caminhadas de Linha).

Gemba Walks, GW, tem o objetivo de criar uma interface entre a equipe de operação e a liderança. Dessa forma, assegurar que as perdas estão sendo devidamente identificadas, mitigadas e, quando possível, eliminadas. Além de garantir que o processo esteja em constante melhoria.

Existem estudos que demonstram a importância de caminhadas na linha para aumentar a performance. *Gemba Walks* são uma ferramenta para observação de comportamento, feita no local onde o trabalho está acontecendo. Por isso, são uma forma de líderes identificarem como os times se comportam e o que está faltando para eficiência máxima das equipes

No presente trabalho, será apresentado um estudo de caso envolvendo o uso da ferramenta de *Gemba Walks* para reduzir as perdas impactadas por padrões comportamentais, gerando o aumento da eficiência dos equipamentos e rendimento geral em uma fábrica de ração para animais de estimação. Fundamentado no *Lean Manufacturing*, o estudo pretende evidenciar os resultados alcançados com a maior aderência à ferramenta.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do estudo foi diminuir as perdas de rendimento e eficiência geradas num processo de fabricação de ração seca. Dessa forma, o estudo pretende demonstrar a relação entre a realização da ferramenta de *Gemba Walks* e a performance de dois equipamentos e rendimento geral da fábrica. Após análise da árvore de perdas dos equipamentos, será elaborada uma escala para realização de caminhadas. Também será utilizada uma ferramenta digital com o objetivo de aumentar a aderência à escala de caminhadas proposta. Será avaliado, ao longo do estudo, os valores de eficiência e rendimento, em termos de OEE e TRS, respectivamente. Além disso, sugerir melhorias de quais ações tomar com os dados coletados durante as GWs.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma ferramenta para diminuição de perdas relacionadas a elementos comportamentais do operador;
- Aumentar a eficiência por meio da redução das perdas e mentalidade de melhoria contínua;
- Demonstrar o aumento na eficiência geral dos equipamentos e da fábrica com o aumento à aderência a ferramenta.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 PROCESSO PRODUTIVO DE RAÇÃO SECA ANIMAL

Em dados de 2023, o setor de nutrição para animais de estimação no Brasil é o que apresenta o terceiro maior crescimento comparado a outros países. Ainda, o faturamento em 2024 atingiu a marca de 77 milhões de reais, com um aumento recorde de 13% com relação ao ano anterior (ABINPET, 2024).

Para garantir a qualidade dos produtos no setor, existem normas para definir as características nutricionais, microbiológicas, físicas e químicas a exemplo da Instrução Normativa N°30, de 07 de agosto de 2009, do MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). Como também formaliza a classificação da produção de acordo com o produto. No artigo terceiro, subseções I, III e IV, são definidos:

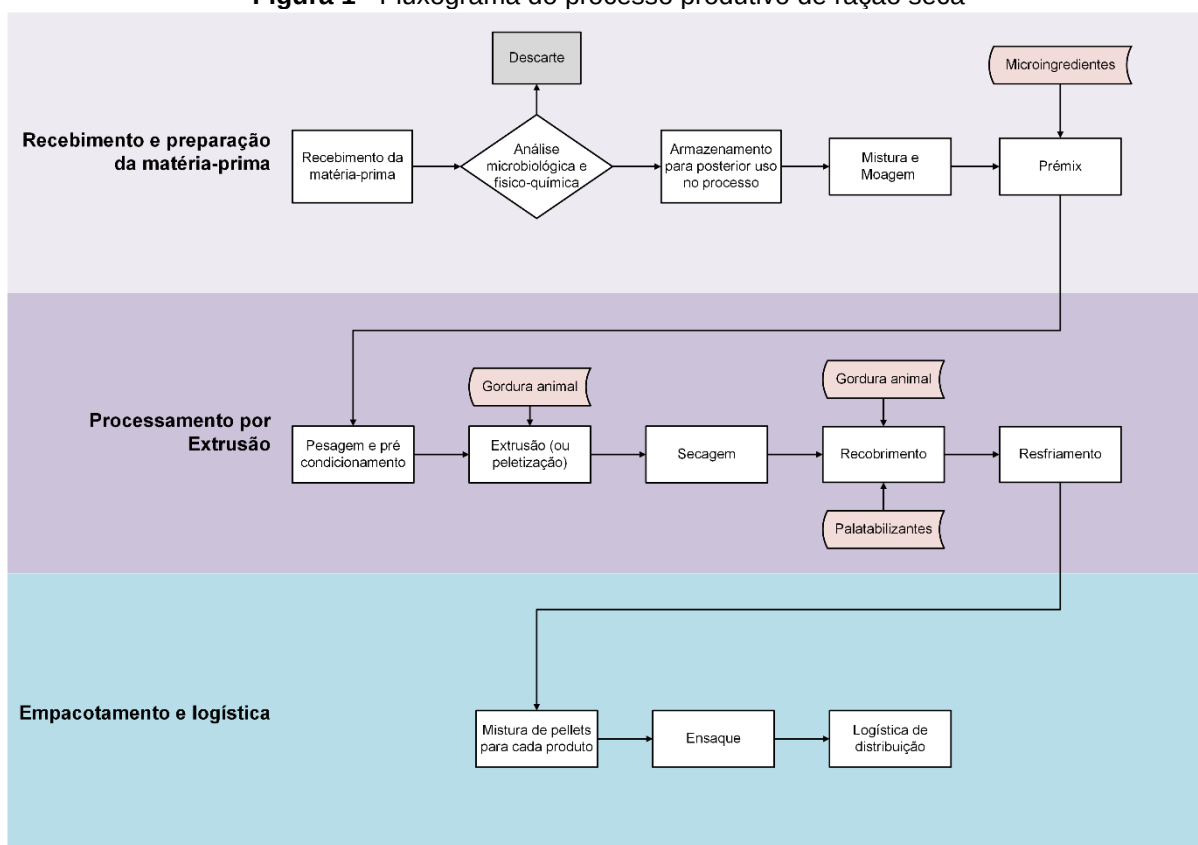
II alimento completo: é um produto composto por ingredientes ou matérias-primas e aditivos destinado exclusivamente à alimentação de animais de companhia, capaz de atender integralmente suas exigências nutricionais, podendo possuir propriedades específicas ou funcionais;

III alimento coadjuvante: é um produto composto por ingredientes ou matérias-primas ou aditivos destinados exclusivamente à alimentação de animais de companhia com distúrbios fisiológicos ou metabólicos, capaz de atender integralmente suas exigências nutricionais específicas, cuja formulação é incondicionalmente privada de qualquer agente farmacológico ativo;

IV alimento específico: é um produto composto por ingredientes ou matérias-primas ou aditivos destinados exclusivamente à alimentação de animais de companhia com finalidade de agrado, prêmio ou recompensa e que não se caracteriza como alimento completo, podendo possuir propriedades específicas” (Redação dada pela Instrução Normativa 39/2014/MAPA, art.3, subseções I, III e IV)

Existem, para atender todas as exigências, parâmetros de produção para cada etapa do processo produtivo. A definição desses critérios ocorre por meio de testes de controle estatístico de qualidade. Esses parâmetros devem garantir as condições nutricionais e microbiológicas requeridas, garantindo a saúde e bem-estar animal.

O processo pode ser dividido em 3 principais seções, de acordo com o fluxograma da Figura 1. Essas seções podem ser, ainda, divididas em etapas.

Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo de ração seca

Fonte: Autora, 2025

3.1.1 Recebimento e preparo das matérias prima

A seleção das matérias-primas é a primeira etapa na produção, e influencia muito a qualidade produto. Por isso, desde a escolha dos fornecedores até o recebimento e armazenamento, existem critérios a serem seguidos do processo (ALMEIDA JÚNIOR, NOGUEIRA, *et al.*, 2021). Uma boa prática é, após o recebimento, realizar uma análise laboratorial interna, para assegurar a qualidade do material nos parâmetros do processo.

Após o recebimento e análise, os produtos são armazenados para seguir para o processo. Um armazenamento adequado é essencial para garantir que a matéria-prima utilizada no processo tem a qualidade assegurada. Além disso, existem sistemas de *FIFO* (*first in first out*, primeiro a entrar primeiro a sair) para que o consumo tenha um fluxo otimizado (SHUBHANKAR RAMDASI, 2021).

Segundo Júnior em 2021, as principais fontes de macronutrientes são, para proteínas: farinha de carne, peixe, soja; carboidratos: milho, arroz e gorduras, óleos animais, como frango e peixe (Júnior, 2021). Os grãos são primeiramente dosados e moídos, para então serem misturados às farinhas proteicas. Esse processo é a primeira etapa na manufatura de ração.

Micronutrientes, como vitaminas e minerais, presentes no cloreto de colina; cloreto de sódio e farinha de beterraba, por exemplo, são misturados aos grãos e farinhas. Forma-se, então, o *pré-mix* (pré-mistura), material que irá seguir para o processo de extrusão. Esse processo envolve a moagem e a mistura, garantindo uma distribuição uniforme dos nutrientes (SILVA, 2018).

3.1.2 Processamento por Extrusão

Existem algumas formas de processar o *pré-mix*. A escolha da técnica tem influência no formato, densidade, palatabilidade e qualidade nutricional. leva em consideração o tamanho desejado para o produto e a necessidade nutricional. O processamento tem o objetivo de conformar a farinha em *pellets*. A depender do tamanho desejado, é escolhido um tipo diferente de processo: peletização para ração em (MELO, QUEIROZ, *et al.*, 2016)

Outro objetivo do processamento é melhorar a disponibilidade e digestibilidade dos nutrientes. Para animais de estimação como cães e gatos, o processamento por extrusão é o mais utilizado, porque torna o alimento mais palatável, permitindo a adição de gorduras, como óleo de frango e óleo de peixe.

A extrusão é uma técnica amplamente utilizada na fabricação de ração seca, pois facilita a digestibilidade do alimento e mata microrganismos patogênicos ao animal (MELO, QUEIROZ, *et al.*, 2016). Este processo envolve a adição de calor, água e gordura ao *pré-mix* que, em seguida, será pressionado contra uma matriz para formar os *pellets*.

A extrusão melhora a digestibilidade dos nutrientes e elimina possíveis contaminações microbiológicas presentes nas matérias-primas. Bactérias como *Salmonella sp.* são muito comumente encontradas e são letais para animais de estimação (CARCIOFI, *et al.*, 2010). O limite tolerável é de 0, segundo a IN 30/09.

A mistura de grãos moídos; farinhas proteicas e micronutrientes precisa, primeiramente, passar pelo processo de condicionamento. O objetivo principal dessa etapa é garantir que o produto vai ter pressão suficiente para ser extrusado pela matriz. O tempo e a temperatura utilizados no Pré-condicionador, equipamento de condicionamento específico para o processo de extrusão, dependem das características da matéria prima e do resultado desejado (BALDISSERA, 2009).

O condicionamento prepara o *pré-mix* para ser extrusado na Extrusora, aumentando a pressão. A depender do formato dos furos na matriz, os *pellets* terão

tamanhos e formas variados. A pressão na matriz pode ser controlada com a obstrução de furos, isso pode ser necessário para que os *pellets* atinjam o tamanho e formas esperados.

Os *pellets* formados seguem, então, para o secador, para atingir a densidade final e, então, são peneirados para separar apenas os que possuem o tamanho e formato desejado. Os grãos que não possuem o diâmetro requerido, são retrabalhados no processo de moagem.

Em seguida, podem passar por um processo de recobrimento com gorduras e palatilizantes para se tornarem mais palatáveis pelos animais (ALMEIDA JÚNIOR, et al., 2021). Óleo de frango; tupuri e corante caramelo são exemplos de recobrimentos adicionados. Em seguida, para separar os finos formados no processo, os grãos de ração são novamente peneirados ao sair do tambor de recobrimento.

O produto, então, precisa atingir a temperatura ambiente para ser armazenado, do contrário, pode haver condensação de água nos silos, causando proliferação de fungos. Então, após o resfriador, os *pellets* seguem para os silos onde serão misturados a depender do produto final e, em seguida, empacotados.

3.1.3 Empacotamento e Logística

O empacotamento é uma etapa do processo de produção que precisa garantir a preservação e proteção do produto. A selagem hermética é crucial para evitar a entrada de umidade e contaminantes, preservando o frescor e a qualidade nutricional da ração. As etapas incluem formar o saco a partir de bobinas de embalagem, pesar quantidade de ração para cada embalagem, selar e rotular com a data e o lote.

A qualidade microbiológica das rações é um aspecto crítico que deve ser rigorosamente controlado. Portanto, são necessários controles de qualidade rigorosos, incluindo análises microbiológicas frequentes e a implementação de boas práticas de fabricação (BPF) para garantir a segurança do produto (OLIVEIRA et al., 2016).

No Brasil, as Resoluções da Diretoria Colegiada (RDC) nº 429, de 8 de outubro de 2020, dispõe sobre os requisitos para a rotulagem de alimentação animal, assegurando que as informações fornecidas aos consumidores sejam claras e precisas. E a RDC nº 12.031, de 28 de maio de 2024, regulamenta a inspeção e fiscalização de produtos destinados à alimentação animal, garantindo que esses

produtos atendam aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O conjunto de equipamentos do empacotamento inclui uma balança, uma empacotadora, na qual o pacote é formado e selado e um sistema para formar fardos. Os fardos são, então, armazenados para seguir para o processo de entrega aos fornecedores e ao cliente final. O armazenamento e transferência, nesse caso, seguem um sistema de FILO (*first in last out*, primeiro a entrar último a sair).

Seguir o *FILO* é necessário porque o espaço para armazenamento é muito limitado. Isso tem pouco impacto no tempo de prateleira do produto, pois o tempo de armazenamento é menos de 1% do tempo total de validade para a fábrica em questão. E, nesse caso, a prioridade de ação é diminuir o espaço ocupado com produto.

3.2 LEAN MANUFACTURING

O Japão na década de 1950, século XX, enfrentava diversas dificuldades. A indústria automobilística do país, em especial, vivia um cenário econômico prejudicado pela guerra; forte concorrência internacional; demanda interna de mercado baixa e muito variada (MARKOVITZ, ROSS, *et al.*, 2007). Dessa forma, a necessidade de produzir usando o mínimo possível de recursos, era determinante para o futuro de qualquer companhia.

Kiichiro Toyota e Taiichi Ohno, engenheiros da empresa *Toyota*, logo chegam à conclusão que necessitam focar em métodos para redução de desperdícios. Segundo Dennis, 2008, esses foram os principais criadores do chamado Sistema Toyota de Produção que foi precursor para o LM (*Lean Manufacturing*, Manufatura Enxuta) (DENNIS, 2008).

Ao observarem o sistema de produção em massa, ou Fordismo, desenvolvido por empresas concorrentes na América, percebem que este não se atenta às necessidades do mercado ou do trabalhador, foca apenas na quantidade produzida. Por isso, essa metodologia não serviria para a *Toyota*, devido ao cenário socioeconômico do Japão (DENNIS, 2008).

Após alguns anos, o Sistema Toyota de Produção expande as possibilidades de atuação para fora da companhia e passa a ser conhecido como *Lean Manufacturing*. O objetivo do LM é ter desperdício zero, a partir da compreensão de onde vêm as perdas, que guiam ações de melhoria contínua. Para isso, existem dois principais

pilares: *JIT* (*Just-in-time*, Bem-na-hora) e *Jidoka* que, segundo Ohno, 1997, suportam a entrega de resultados com foco no cliente.

O *Lean Manufacturing* engloba todo o processo produtivo. Em uma tradução de Leksic, Stefanic & Veza, 2020 “Em um nível estratégico, *Lean Manufacturing* pode ser descrito como uma filosofia; em um nível tático, um conjunto de princípios; e em um nível operacional, um conjunto de práticas e ferramentas”.

Pode-se, então, entender que, para cada nível organizacional, existe uma forma diferente de aplicar o sistema. Ao longo do trabalho, serão apresentadas ferramentas que têm objetivo de unir essas aplicações. E, dessa forma, fortalecer a mentalidade de melhoria contínua, pois a esse é um dos principais motivos pelo qual o LM funciona (ROMERO, 2020).

3.2.1 Just-in-time

“A filosofia *JIT* refere-se a produzir o que é exigido, na hora e quantidade que é exigido, todo o resto resultaria em *muda* (perda)” (DENNIS, 2008). *Muda* é como o LM trata desperdícios, todo produto que não se enquadrar nessas classificações (produto e quantidade que será consumido pelo mercado) é considera perda.

Demonstra-se, em uma revisão integrativa, a aplicabilidade do conceito a dias atuais. Cada vez mais, o mercado exige que as indústrias trabalhem com inovação, personalização e especificidade. Para fábricas, isso significa total controle do processo produtivo e, conseqüentemente, das perdas do processo (STORFE, MACHADO, *et al.*, 2024).

Para quantificar o alinhamento com JIT, existem indicadores específicos. O atendimento à escala de produção é, apesar de não ser um foco do estudo, um indicador muito importante para o conceito. O objetivo é medir a porcentagem da produção que realmente atendeu o planejamento feito pela equipe de vendas.

3.2.2 Jidoka

Segundo Soliman (2020), *Jidoka* é o conceito de construir qualidade para o cliente. Tudo que o cliente não está disposto a pagar, como produção extra; perdas com avarias; maior custo devido a produção lenta, são possíveis exemplos de custos que o cliente definitivamente não está disposto a absorver.

Em sua experiência na Toyota, Dennis (2008) afirma que o conceito de *Jidoka* está relacionado a criar um processo sem defeitos promovendo:

A capacidade do processo; a contenção (os defeitos são rapidamente identificados e contidos em uma zona); o *feedback* (retroalimentação, para que rápidas contramedidas possam ser tomadas). (DENNIS, 2008, p. 12)

Pode-se dizer que, para cumprir com Jidoka, é necessário criar uma linha de produção com pessoas aptas para identificar falhas. E, sobretudo, modelar processos de forma a tornar visíveis as falhas e potenciais falhas e direcionar esforços para que elas sejam eliminadas. Isso exige um alinhamento entre operadores; máquinas e pontos de controle.

3.2.3 Desperdício - *Muda, Mura e Muri*

Além de *JIT* e *Jidoka*, que são alicerce para o sistema *Lean*, os conceitos de *muda* (desperdício), *mura* (irregularidade) e *muri* (sobrecarga) são definições para perda. Dentro desse conceito, existem sete classificações para as perdas, como descrito por Dennis (2008). São elas:

1. Superprodução
2. Espera (tempo disponível)
3. Transporte (de Materiais)
4. Processamento em si (processamento desnecessário)
5. Estoque (estoque disponível)
6. Movimento (de Pessoas)
7. Produtos defeituosos

Ao longo do trabalho, serão apresentadas perdas de eficiência no equipamento. Todas as classificações, podem ser enquadradas em *mura*, *muda* ou *muri*. Existem diferentes nomenclaturas que podem ser utilizadas, a depender da convenção adotada pela empresa.

Muitas companhias, além disso, desenvolvem subclassificações para as perdas. Para facilitar a compreensão e direcionar melhor o plano de ação para mitigar esses desperdícios. Por exemplo, a perda com produtos defeituosos pode ser devido a problemas com embalagem, problemas com contaminação microbológica etc. Quanto mais detalhes, mais precisas podem ser as ações.

Para quantificar as perdas, podem ser considerados o tempo ou o volume mássico de produção. A obtenção de dados, em fábricas mais modernizadas, é feita de forma

automatizada, com um historiador¹, por exemplo. Mas também existem formas menos automatizadas de fazer esse cálculo, como por meio de apontamentos realizados pelo operador do equipamento em uma planilha digital, essa maneira, no entanto, tem diversas fontes de erro.

3.3 FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING E CONTROLE ESTATÍSTICO

Existem ferramentas desenvolvidas para parametrizar e implementar a filosofia *Lean*. Para este trabalho, as mais relevantes são: *Gemba Walks*; *OEE* (*Overall Equipment Efficiency*; Eficiência Geral do Equipamento) e TRS (Taxa de Rendimento Sintético). E ferramentas de controle estatístico da qualidade, como o Diagrama de Pareto, que servem como suporte para o tratamento de dados.

3.3.1 *Gemba Walks*

Gemba significa local em português, o conceito está relacionado ao ambiente em que está ocorrendo o trabalho e *walks* quer dizer caminhadas. Em uma fábrica, essa é uma ferramenta para integrar as pessoas que trabalham com a produção direta e indiretamente. Todas as pessoas da fábrica, de operadores a coordenadores, precisam conhecer sobre a manufatura no local em que ela acontece, não apenas por meio de relatórios (TAYLOR, 2021).

Para estabelecer uma relação de confiança entre as duas partes e, dessa forma, haver uma troca de informações e identificação de problemas efetiva. São, pelo Lean Enterprise Institute em 2023, estabelecidas três boas práticas para a realização de caminhadas:

1. Ir ver, pois uma caminhada exige atenção aos detalhes;
2. Perguntar o porquê, porque o(a) operador(a) é a pessoa que passa mais tempo com o equipamento e entende mais sobre a máquina;
3. Ser respeitoso(a), para que seja bem recebido(a).

Uma estratégia utilizada para estimular esse comportamento, é criar um formulário ou questionário para ser preenchido ao realiza as caminhadas.

¹ Historiador é uma ferramenta que armazena os dados obtidos do equipamento em um sistema na nuvem.

Idealmente, esse deve ser criado com base em dados históricos do perfil de perdas do equipamento ou da área. Um grupo composto por pessoas de todos os níveis organizacionais é necessário para que se tenha uma visão mais generalista dos problemas (COSTA, 2021).

Uma estratégia é elaborar uma escala para a realização de *Gemba Walks*. Essa escala define o período; local e foco (segurança; qualidade; organização; produtividade etc.) do que será observado. Pode-se usar um formulário para cada foco, com objetivo de garantir que seja capturada onde podem estar ocorrendo as maiores perdas.

A confirmação de processos não apenas ajuda a manter a conformidade com os padrões, mas também promove uma cultura de melhoria contínua. Ao facilitar o diálogo entre líderes e equipes operacionais, a ferramenta permite um acompanhamento mais eficaz dos indicadores de desempenho e contribui para a identificação de oportunidades de aprimoramento (MARTINS e FREITAS, 2020; ALMEIDA et al., 2021).

3.3.2 OEE

OEE, *Overall Equipment Efficiency* (Eficiência Geral do Equipamento), é uma medida para a eficiência geral equipamentos. Sendo reconhecida e utilizada por diversos autores a nível mundial, como Pereira e Gardino em 2020, utilizaram-no para medir os benefícios da implementação de um sistema *Lean*. Uma medida padronizada permite uma comparação justa entre os equipamentos em todas as fábricas de uma corporação, auxiliando na evolução conjunta (GARDINO e PEREIRA, 2020).

O *OEE* pode ser compreendido como uma medida tridimensional, pois correlaciona eficiência, disponibilidade e qualidade produzida da máquina. E, por essa abrangência, também, é considerado o principal indicador de eficiência em sistemas *Lean*, de acordo com Dennis, 2008.

O cálculo da eficiência por meio do *OEE* envolve, inicialmente a transformação das variáveis para a mesma unidade de medida. Qualidade e disponibilidade, são variáveis que podem se apresentar em diferentes unidades de medida, como custo, volume ou tempo. Para o fim desse estudo, será considerado a base de volume para cálculo de eficiência.

Como explorado anteriormente, existem diversas formas para obtenção de eficiência. E, para todos os casos, a fórmula resumida para o cálculo da eficiência com base em volume é vista na Equação 1 abaixo

$$\text{Equação 1} \quad OEE = \frac{\text{Volume produzido}}{\text{Volume teórico}}$$

Para calcular o volume teórico, são consideradas a velocidade (em ton/h) nominal do equipamento. A carga nominal é um valor sugerido pelo fabricante, no entanto, são necessários realizar testes ao longo de um tempo de pelo menos 3 meses para obter um valor assertivo.

O volume produzido se correlaciona com o volume teórico conforme a Equação 2. O volume teórico é o volume referente a produção sem paradas à velocidade nominal do equipamento, no entanto, existem perdas que ocorrem devido a paradas do equipamento (planejadas ou não); perdas devido à redução da velocidade (por dificuldades com o processo) e, ainda, perdas devido a problemas de qualidade, quando o produto não atende aos padrões estabelecidos.

$$\text{Equação 2} \quad \begin{aligned} \text{Volume teórico} = & \text{Volume produzido} + \text{Volume perdido com velocidade reduzida} \\ & + \text{Volume perdido com qualidade} + \text{Volume perdido com paradas} \end{aligned}$$

Para obter os volumes perdidos com cada uma das explicações são usadas as seguintes equações. O tempo de programação diz respeito ao tempo programado de acordo com o que tem sido demandado pelo mercado.

$$\text{Equação 3} \quad \text{Volume teórico} = \sum \text{Taxa}_{\text{produto}} \times \text{Tempo}_{\text{programação}}$$

$$\text{Equação 4} \quad \text{Volume perdido com velocidade reduzida} = \sum V_{\text{teórico}} - V_{\text{perdido com paradas}} - V_{\text{produzido}} - V_{\text{perdido qualidade}}$$

$$\text{Equação 5} \quad \text{Volume perdido com paradas} = \sum \text{Taxa}_{\text{produto}} \times \text{Tempo}_{\text{parado}}$$

O tempo parado, por sua vez, pode ser estratificado em motivos de parada para, dessa forma, ser criado o perfil de perdas para o equipamento, como será explorado abaixo.

Estudos como o de Chiaradia (2004) demonstram a aplicabilidade do OEE em diferentes setores industriais, enquanto outros autores, como Accadrolí, Tersi e Ivan (2010), aprofundam a análise dos componentes do OEE. O OEE pode ser aplicado em qualquer setor industrial.

3.3.3 TRS

O TRS, ou taxa de rendimento sintético, é uma medida para avaliar a eficiência geral de uma fábrica. Diferente do OEE, essa medida avalia quanto do volume teórico de um equipamento realmente se tornou um produto. A forma de cálculo se assimila muito a do OEE (Equação 1), mas o volume teórico deve ser o volume do equipamento que apresenta menor OEE em toda a cadeia de produção.

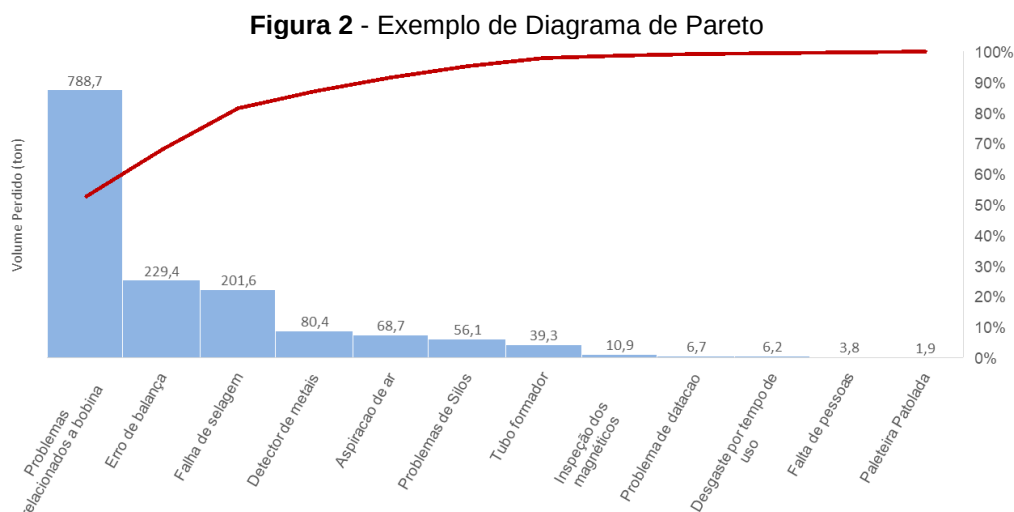
O TRS é calculado dessa forma para que seja analisado o rendimento da fábrica como um todo. Para o presente trabalho, a equação utilizada será

Equação 6

$$TRS = \frac{Vol. empacotado_{final}}{Vol. Teórico_{gargalo}}$$

3.3.4 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta de Controle Estatístico da Qualidade muito útil ao fazer análises de eficiência. A ferramenta consiste em um gráfico de colunas com uma linha. As colunas representam a frequência e a linha representa o percentual do total que aquela perda representa.



Fonte: Autora, 2025

A Figura 2 é um exemplo de diagrama que avalia o volume perdido com cada um dos eventos descritos. Pode-se perceber, com muita clareza, que “Problemas relacionados a bobina” são a maior fonte de perdas de volume.

O diagrama de Pareto também é conhecido como a regra 80/20, é uma ferramenta de análise que ajuda a identificar as causas mais significativas de um problema. Baseado no princípio de Pareto, que foi desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto, este conceito estabelece que aproximadamente 80% dos efeitos vêm de 20% das causas. Em outras palavras, uma pequena quantidade de causas geralmente é responsável pela maior parte dos problemas ou resultados (OLIVEIRA, 2020).

Pode-se separar o volume perdido com paradas entre as principais perdas de cada equipamento, descritas por Nakajima, 1988 e Dennis, 2018. E, com um Diagrama de Pareto, para visualizar as classificações que geram maior perda, pode ser criado um plano de ação para aumento da eficiência. A esse Pareto, se dá o nome de árvore de perdas.

Podem ser construídas infinitas árvores de perdas. Por exemplo, o volume perdido pode ser com qualidade, velocidade reduzida ou paradas. A respeito do volume perdido com paradas, podem ser de quebras ou configuração, por exemplo. Ainda, as quebras podem ser elétricas ou mecânicas. Em suma, pode-se explorar as perdas até onde se deseja.

4 METODOLOGIA

O estudo visou impulsionar, por meio do envio semanal de lembretes, a realização de *Gemba Walks*. Guiadas pelo preenchimento de um formulário, as caminhadas pretendiam diminuir o tempo de máquina parada, aumentando a aderência ao padrão comportamental esperado da equipe operacional, qual seja: um ambiente de trabalho organizado; atenção ao que acontece com o equipamento; comportamento preventivo de inspeção ao longo do turno e total responsabilidade com o equipamento.

Inicialmente, para a construção do formulário, foi realizado um levantamento de dados para compreender a situação da fábrica. Foram obtidos dados de eficiência e perfil de perdas referentes a seis meses até o período atual a respeito de dois equipamentos: uma extrusora e uma empacotadora. A extrusora foi considerada o “equipamento gargalo” do processo, devido ao volume produzido ser menor do que o da empacotadora, por isso, esses equipamentos são os que determinarão o TRS da fábrica.

Ao longo de todos os seis meses anteriores ao estudo, foram coletados dados sobre as duas máquinas em uma plataforma digital. A coleta é realizada ao longo dos turnos de produção, pela equipe operacional. Por turno, duas pessoas são responsáveis por operar a extrusora e outras duas para operar a empacotadora. Esses operadores são responsáveis por fornecer os dados em tempo real do que ocorre com o equipamento.

É realizado anualmente um treinamento interno, ministrado pela equipe de Engenharia Industrial da fábrica, composta por engenheiros químicos e de produção, a respeito da forma correta para se apontar os dados na ferramenta. Isso busca minimizar a falha e melhorar a visão de melhoria contínua da equipe.

O OEE da máquina é medido com base na diferença entre o peso teórico de produção, durante o tempo de programação estabelecido, e o que realmente foi produzido. Já o TRS, é medido de acordo com o volume teórico de produção da extrusora em comparação ao volume total empacotado, isso ocorre porque a extrusora é considerado o “equipamento gargalo”.

Os apontamentos são feitos com base no tempo. O volume teórico é calculado com base na velocidade nominal determinada para o produto que estiver sendo manufaturado no momento. Pois diferentes composições de *pré-mix* têm diferentes parâmetros de operação na extrusora. De forma semelhante, diferentes bobinas de

embalagem de produto final nas empacotadoras, possuem diferentes taxas de produção.

Todas as ocorrências de equipamento parado tiveram 2 níveis de justificativa, sendo o nível dois possíveis causas para o nível um, conforme Tabela 1

Tabela 1 - Categorias de perdas por nível utilizadas no estudo

NÍVEL 1	NÍVEL 2
Aguardando processo anterior	Falta de pellet Falta de ar comprimido Equipamentos eletrônicos Falta de espaço na logística
Configuração	Com limpeza
Falta de material	Falta de Equipamento Falta de Insumo na fábrica
Limpeza e sanitização	Pesquisa e desenvolvimento Sujidades na máquina Limpeza semanal
Manutenção Autônoma	Detector de metais Problemas relacionados a bobina Tubo formador Aspiração de ar Erro de balança Falha de selagem Problema de datação Problemas de Silos Paleteira Patolada Desgaste por tempo de uso Inspeção dos magnéticos Inspeção
Manutenção não planejada	Chokotei Mecânica Chokotei Elétrica
Manutenção Preventiva	Parada para limpeza e manutenção preventiva
Mobilidade Operacional	Falta de pessoas Erro operacional
Partida e parada	Partida ou parada planejada
Produção	Velocidade reduzida Produção
Quebra	Mecânica Elétrica
Queda de energia	Falta de energia
Sem programação	Falta de programação
Testes	Comissionamento

Fonte: Autora, 2025

O Diagrama de Pareto foi a ferramenta utilizada para identificar quais as maiores perdas e, assim, guiar a priorização e ações. A partir dessa análise, foi formulado um questionário e escala de realização de *Gemba Walks* para alguns tipos

de categoria de perda: perdas de qualidade; tempo e produtividade. Grande parte dessas perdas, segundo a metodologia *Lean*, pode ser tratada com uma pequena atitude diária.

As perguntas incluíram: identificação de problemas operacionais; sugestões de melhorias; observações sobre o ambiente de trabalho; qualidade; organização ou produtividade; registro correto de indicadores; utilização correta das ferramentas de resolução e escalonamento de problemas. Além disso, também foram abordados temas de qualidade e segurança, que são temas prioritários para a segurança dos operadores e produtos.

As caminhadas têm objetivo de promover o contato da liderança com o cotidiano da manufatura e, dessa forma, promover a cultura de melhoria contínua. O trabalho foi, então, idealizado, para aumentar a quantidade de caminhadas realizadas. Uma vez que já existia uma escala de cumprimento de GWs, a implementação do projeto focou em aumentar a aderência a essa escala.

Durante as caminhadas, os participantes observaram os processos produtivos, interagiram com os colaboradores e registraram suas observações no formulário. As *Gemba Walks* foram realizadas em diferentes turnos e setores da fábrica, garantindo uma visão ampla das operações.

Foi criado um lembrete com atualização de realização da escala de caminhadas, o qual era enviado semanalmente por correio digital para todos os colaboradores presentes. O formulário era preenchido em uma e a primeira etapa do estudo consistiu em criar um fluxo para automatizar a obtenção de dados dessa ferramenta para visualizar a aderência à escala em tempo real.

Foi desenvolvido um fluxo no *Microsoft Power Automate* para monitorar automaticamente o preenchimento das caminhadas. Os dados coletados foram analisados com relação a: média de nota dos formulários; quantidade e percentual de realização (atendimento à escala de *Gemba Walks*).

A ferramenta para cálculo de eficiência é uma planilha automatizada no *Microsoft Excel*, que coleta os dados e gera valores para filtros selecionados, em anexo foi colocado o arquivo das planilhas para cada equipamento.

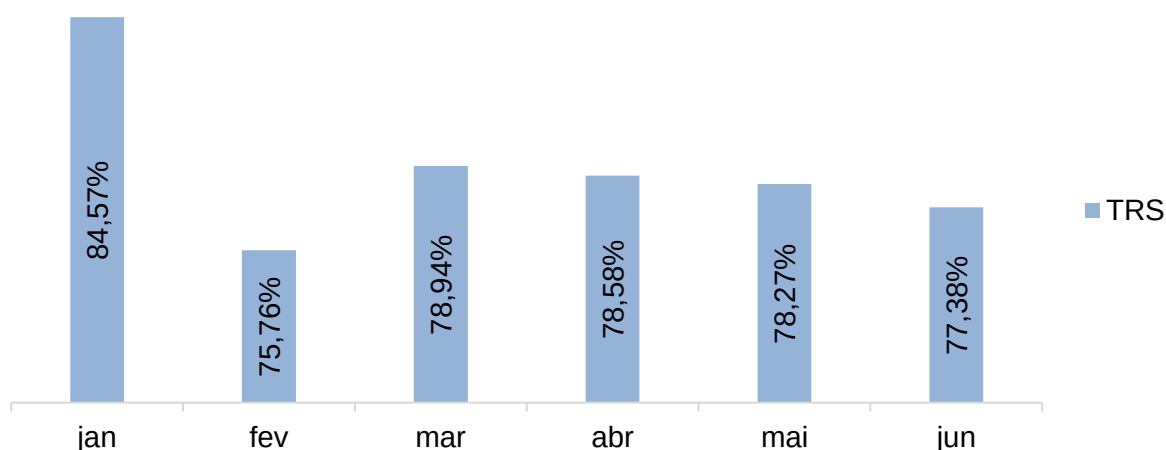
A eficácia das *Gemba Walks* foi avaliada por meio da comparação dos dados do OEE e perfil de perdas. Por meio de uma comparação com gráficos de dispersão, foi determinado o grau de relação entre as variáveis de quantidade de caminhadas realizadas e eficiência geral dos equipamentos e da fábrica.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos no histórico da fábrica, antes do início do projeto, foram construídos relatórios visuais para melhor compreensão da situação de cada um dos equipamentos. Para a área da extrusão, o equipamento analisado foi a Extrusora, operada por duas pessoas por turno, tal qual a empacotadora, o equipamento que será analisado para a área do empacotamento. Inicialmente, para obter uma visão completa do processo, será analisado o valor de TRS da fábrica.

Figura 3 - Valores de TRS entre janeiro e junho de 2024

TRS da Fábrica entre Janeiro e Junho 2024

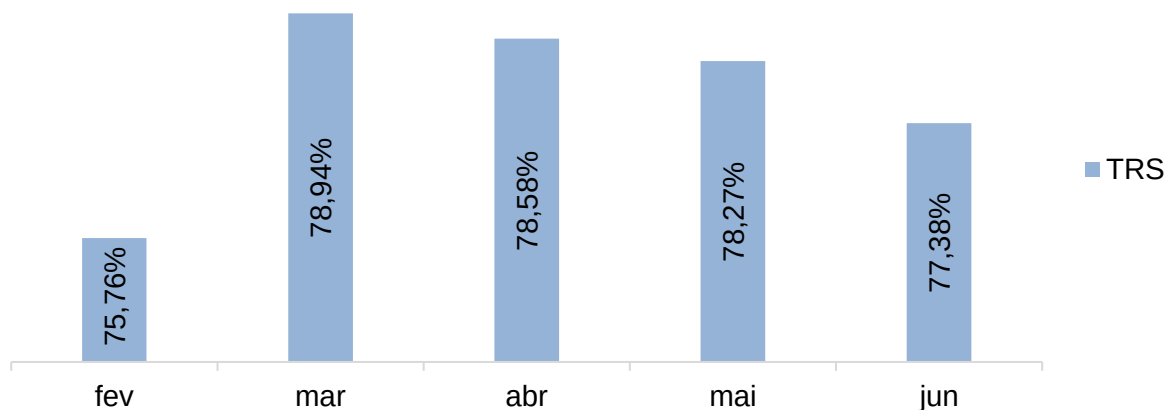


Fonte: Autora, 2025

O aumento de performance é esperado ao longo do ano, uma vez que a fábrica realiza uma parada para limpeza e manutenção preventiva ao fim de todos os anos. É necessário manter uma velocidade de segurança no período de comissionamento². Ao longo do ano, a taxa pode ser aumentada de forma segura

No entanto, o valor de TRS em janeiro é especificamente alto pois uma maior parte do volume empacotado estava armazenado em silos, devido ao período de comissionamento. No entanto, se for observada a tendência desconsiderando o comportamento anormal de janeiro, pode ser observada uma tendência crescente, com exceção do mês de junho.

² Período em que uma fábrica se encontra em fase de testes por conta de um longo período de manutenção ou início de operação.

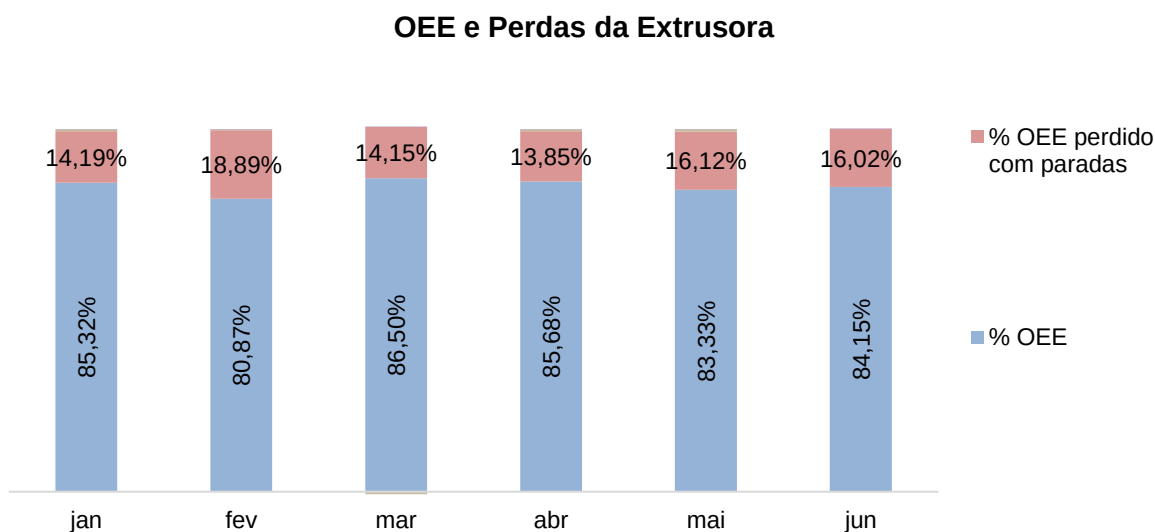
Figura 4 - Valores de TRS entre fevereiro e junho de 2024**TRS da Fábrica entre Fevereiro e Junho 2024**

Fonte: Autora, 2025

O TRS é um valor que mostra a eficiência geral da fábrica, pode-se ter uma visão do funcionamento do conjunto dos equipamentos. No entanto, o valor do mês de janeiro é um exemplo de como esse valor não é suficiente para tirar conclusões sobre a eficiência geral de cada equipamento.

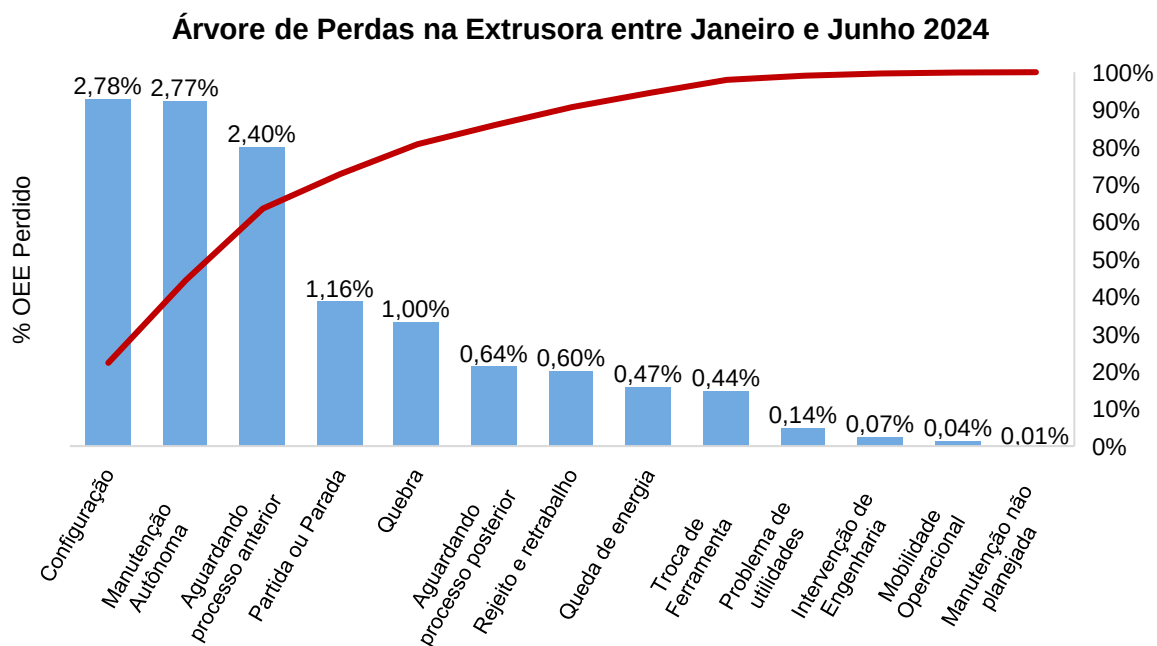
Por isso, analisa-se a tendência de comportamento do OEE na Extrusora, entre os meses de janeiro e junho. O mês de fevereiro apresenta um valor maior de perda de eficiência com a máquina parada, como pode ser observado na Figura 5. Houve, nesse mês, um problema relacionado ao processo anterior de mistura e moagem das matérias-primas, causando tempo parado na extrusora.

A perda de eficiência devido a outros motivos permanece relativamente estável, variando entre menos de um ponto percentual. Perdas com rejeito e retrabalho e perdas com velocidade reduzida representam menos de 5% do total, por isso, não foram demonstradas no gráfico.

Figura 5 - OEE e perdas com paradas da extrusora entre janeiro e junho de 2024

Fonte: Autora, 2025

Para ser realizada a construção do formulário de Gemba Walks, analisa-se a árvore de perdas na Extrusora. As perdas com configuração do equipamento; manutenção autônoma e espera pelo processo anterior são as que apresentam maior volume percentual perdido.

Figura 6 – Árvore de Perdas na Extrusora entre Janeiro e Junho de 2024

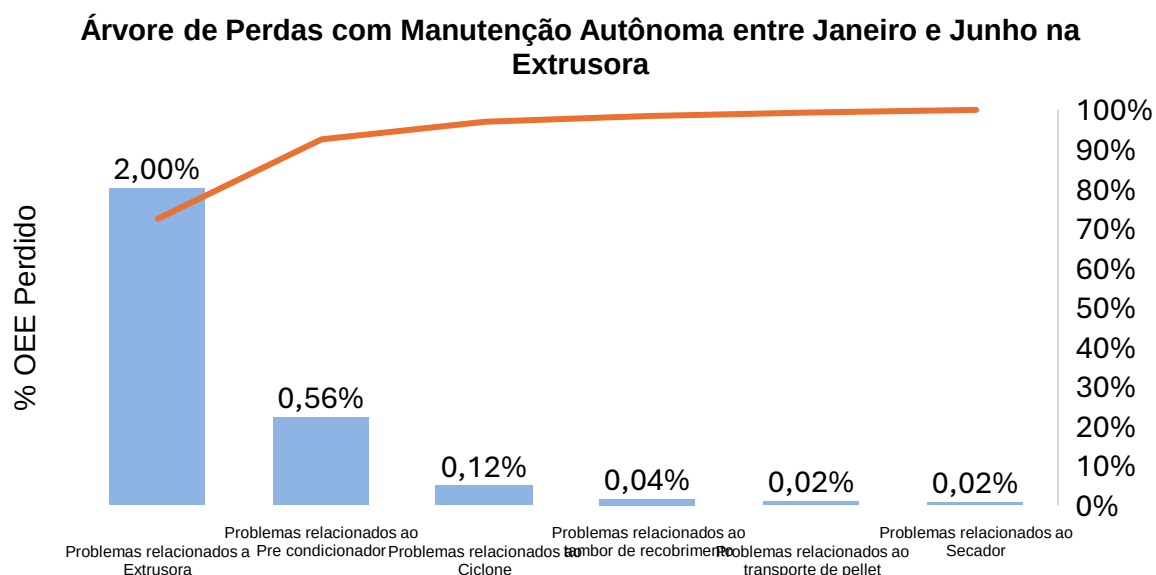
Fonte: Autora, 2025

Como proposto pelo sistema *Lean*, as maiores perdas podem ser mitigadas com atividades realizadas no dia a dia. Isso também é visualizado no Pareto, pois

perdas com configuração do equipamento envolvem a troca de matrizes e existem maneiras de otimizar esse tempo com, por exemplo, disposição ótima de ferramentas. Foram adicionadas ao formulário perguntas para certificar que as ferramentas estão no lugar correto.

Ainda, a manutenção autônoma, por ser realizada pelo time operacional, é muito influenciada por padrões comportamentais. Processos estabelecidos de manutenção autônoma, nos quais o operador tem domínio sobre o equipamento e como conserta-lo, podem ser melhorados com gembu walks. Para melhor compreender como ocorrem as perdas com Manutenção autônoma, é analisada a figura abaixo

Figura 7 – Árvore de Perdas com Manutenção Autônoma entre janeiro e junho na Extrusora



Fonte: Autora, 2025

Como principal motivo de perda têm-se Problemas Relacionados à Extrusora. Isto é: obstrução de bicos de vapor, picos de amperagem, retenção de farinha, entre outros. Boa parte desses problemas são resolvidos pelo time operacional, sem o auxílio do time técnico de manutenção.

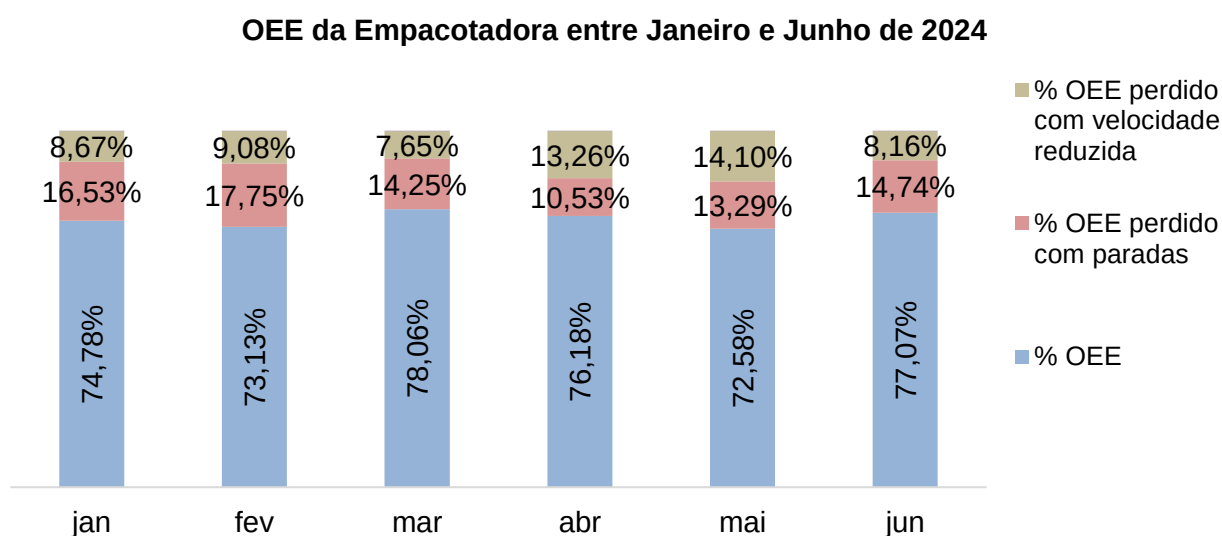
De forma semelhante, o tempo de manutenção autônoma pode ser reduzido com a realização de inspeções detalhadas ao longo do turno, com o objetivo de identificar possíveis falhas antes que ela aconteça. O comportamento preventivo da operação é algo que é abordado com as caminhadas de linha, e um comportamento estimulado pela liderança.

Na extrusão, os *Gemba Walks* foram destinados a tratar esses dois temas principalmente. A programação de escala de caminhadas consistiu em 24% programado para temas de produtividade, que se relacionam com configuração do equipamento e manutenção autônoma; 33% para disposição otimizada de ferramentas, que também aborda temas mais específicos de produtividade; 19% para qualidade e 24% para segurança que, apesar de não possuírem interferência direta na árvore de perdas, são fundamentos para a construção da cultura de melhoria contínua, pois promovem o cuidado com o produto e com sigio mesmo. No total, foram programadas 21 caminhadas para o segundo semestre.

A seguir, analisa-se os valores de eficiência para o empacotamento, na Figura 8 abaixo. Espera-se, devido ao comissionamento, um comportamento crescente ao longo dos meses. O mês de maio e junho se iniciam com um comportamento anormal, com relação a perdas com velocidade reduzida. Ao observar registros, entende-se que houve um problema relacionado a uma nova embalagem. Houve troca na espessura do filme de embalagem, gerando problemas com relação ao atrito, desalinhamento da bobina e término inesperado de filme. Por isso, foi necessário que a velocidade fosse reduzida.

Perdas com rejeito e retrabalho não foram destacadas na Figura 8 pois representam menos de 3% das perdas totais.

Figura 8 – OEE da Empacotadora entre janeiro e junho, 2024

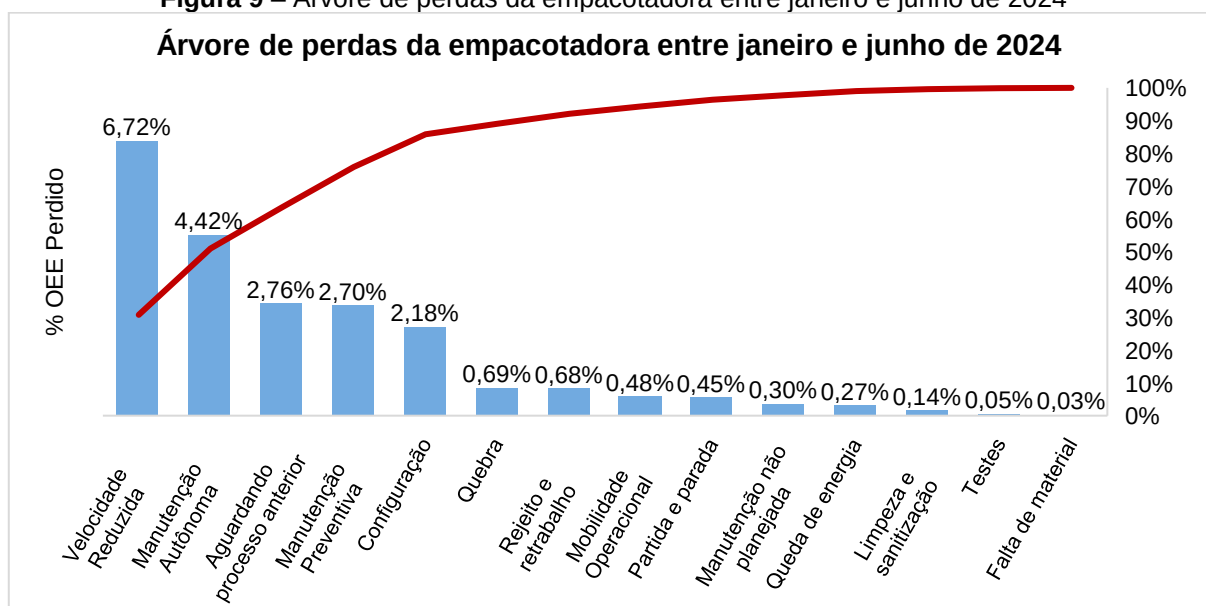


Fonte: Autora, 2025

O perfil de perdas na empacotadora também será avaliado por meio de um Diagrama de Pareto. Percebe-se, novamente, que a principal perda está relacionada a velocidade reduzida. Em segundo e terceiro lugar, respectivamente, tem-se, manutenção autônoma e configuração em quinto lugar, com diferença menor que 0,6% entre os segundo e terceiro lugar. De forma semelhante, a realização de inspeções com caráter preventivo também influencia no tempo de manutenção preventiva.

O tempo utilizado para manutenção autônoma também é uma oportunidade para realizar inspeções para identificar pequenos defeitos que podem, no futuro, ter grande impacto na performance do equipamento. Esse comportamento também faz parte da cultura de melhoria contínua, que foi um dos principais objetivos na realização dos *Gemba Walks*.

Figura 9 – Árvore de perdas da empacotadora entre janeiro e junho de 2024



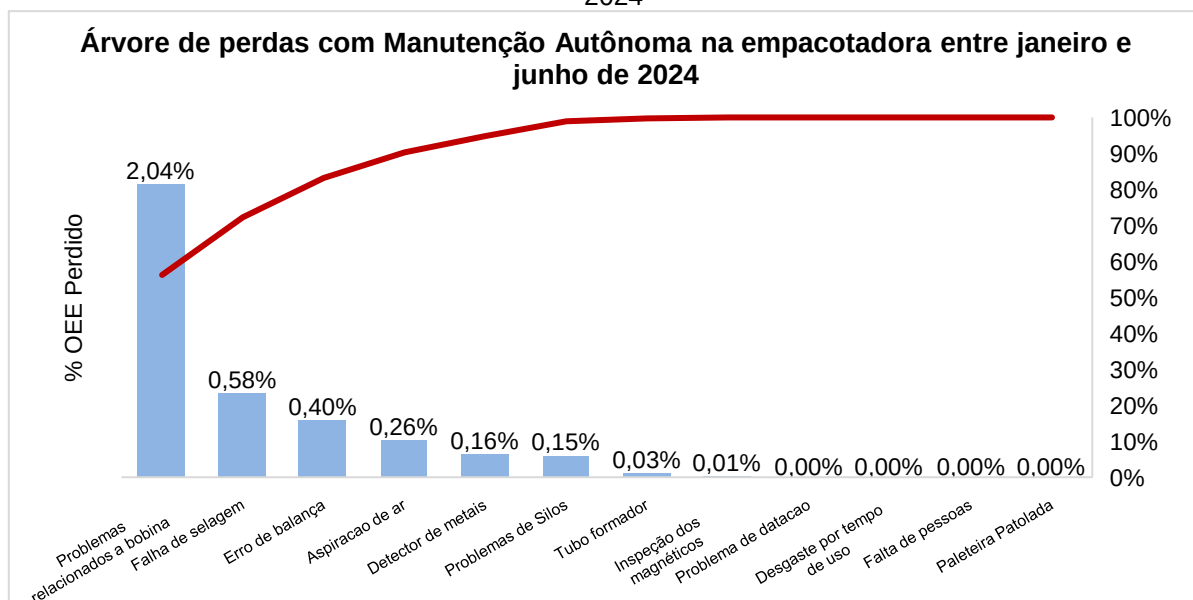
Fonte: Autora, 2025

A perda com velocidade reduzida, apesar de ser a maior perda, é tratada de outras maneiras. Existem diferentes projetos com parâmetros do processo para diminuir a perda com velocidade reduzida.

Para melhor compreender as perdas com manutenção autônoma, analisa-se o volume perdido com cada uma das categorias abaixo. Como explicado, houve uma troca no filme da bobina que gerou diversos problemas com embalagem. Foi

desenvolvido uma forma padronizada para lidar com esses problemas, com o objetivo de reduzir o tempo de parada e fornecer informações para que o problema fosse posteriormente tratado.

Figura 10 – Árvore de perdas com Manutenção Autônoma na empacotadora entre janeiro e junho de 2024



Fonte: Autora, 2025

Na área de empacotamento, o foco das *Gemba Walks* foi o comportamento de inspeção e padronização do comportamento com configurações, relacionado a produtividade. Essa também é uma área crítica para que o produto siga o padrão de qualidade, visto que é o último nível de inspeção, então foi aumentada a programação relacionada à segurança.

Por isso, a escala de caminhadas teve programação de igualmente 22,6% para produtividade, qualidade e disposição correta de ferramentas e de 32% para segurança. No total, foram programadas 32 caminhadas para o empacotamento. Por apresentar uma área muito maior que a área da extrusão, foram programadas mais caminhadas.

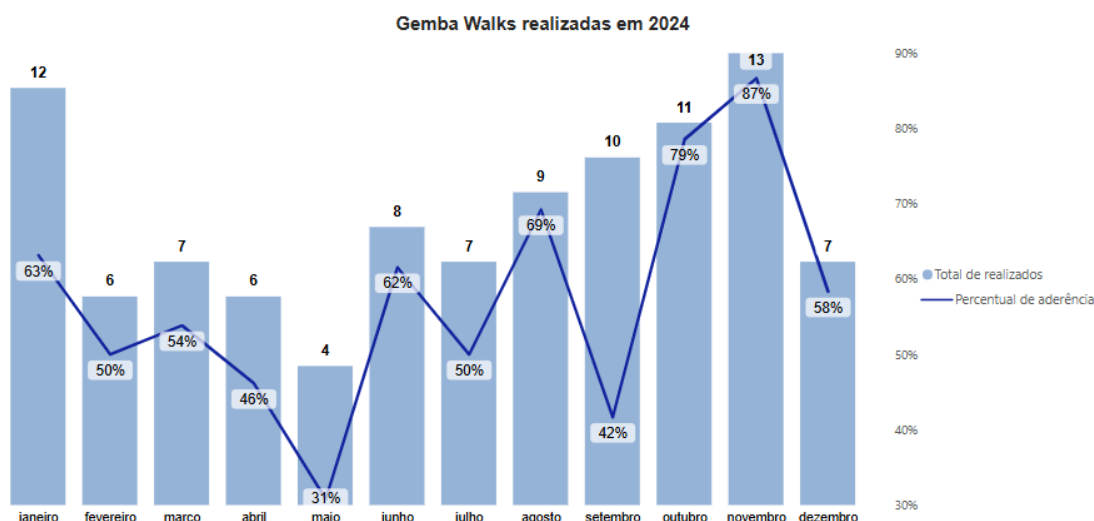
Apesar de entre as perdas de eficiência não estarem segurança e qualidade, esse tipo de incidentes pode gerar perdas imensuráveis, como a morte de um animal, em caso de contaminação microbiológica ou a morte de um colaborador, em caso de um incidente de segurança. Caminhadas para verificar esses dois temas sempre serão a maior prioridade.

Os formulários do empacotamento e da extrusão são muito similares, pois observam o mesmo comportamento. A diferença reside nas especificidades de cada processo. O empacotamento possui mais atividades realizadas pelo time operacional, como formação dos fardos; inserção da bobina no equipamento; verificação de qualidade do produto, entre outros.

A construção dos formulários teve como base formulários antigos, com atualizações que davam mais ênfase a perguntas que verificassem comportamentos e processos relacionados às maiores perdas. A construção da escala, além de temas diretamente relacionados à eficiência, como produtividade e disponibilidade otimizada, também precisa incluir temas de segurança e qualidade.

Para que os participantes da escala reduzissem a inadimplência por esquecimento, foi criado um lembrete, enviado via correio digital. E, a partir do mês de agosto, o lembrete passou a ser enviado de forma automática. Isso permitiu que o envio fosse feito a uma frequência maior, semanalmente ao invés de quinzenalmente. A quantidade de caminhadas realizadas e o percentual de aderência pode ser analisado na Figura 11.

Figura 11 - Análise da quantidade de Gemba Walks realizadas e percentual de atendimento

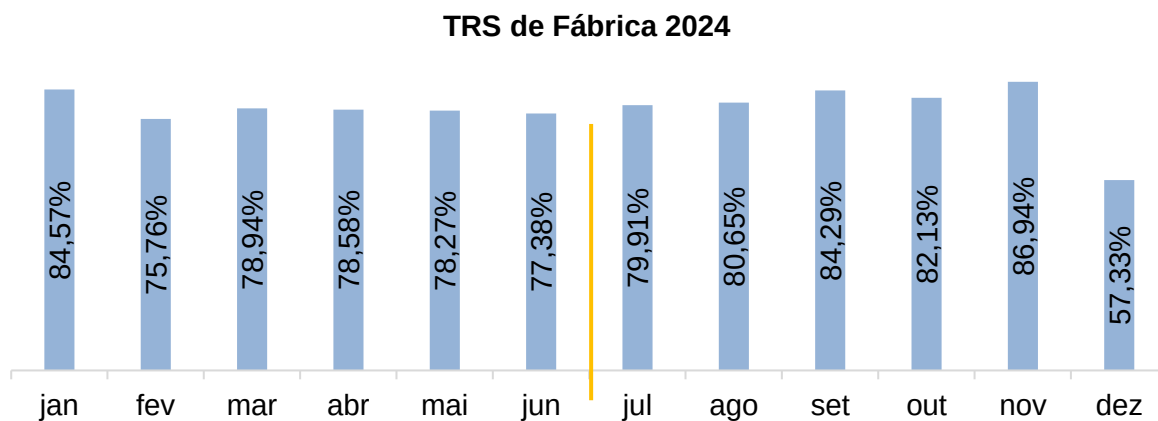


Fonte: Autora, 2025

Com exceção do mês de setembro e dezembro, nos quais cerca de 30% dos colaboradores da escala tiram férias, os valores possuem tendência crescente. Em julho, o lembrete digital não apresentou resultados esperados, isso pode se dar devido à baixa frequência do lembrete ou devido ao período de adaptação.

Ao analisar os dados de TRS geral da fábrica após o aumento na realização de *Gemba Walks*, a partir do mês de agosto, uma vez que os resultados de julho e setembro estão sofrendo influência de fatores externos a esse estudo. Os meses de janeiro e dezembro possuem um comportamento anormal correlacionado.

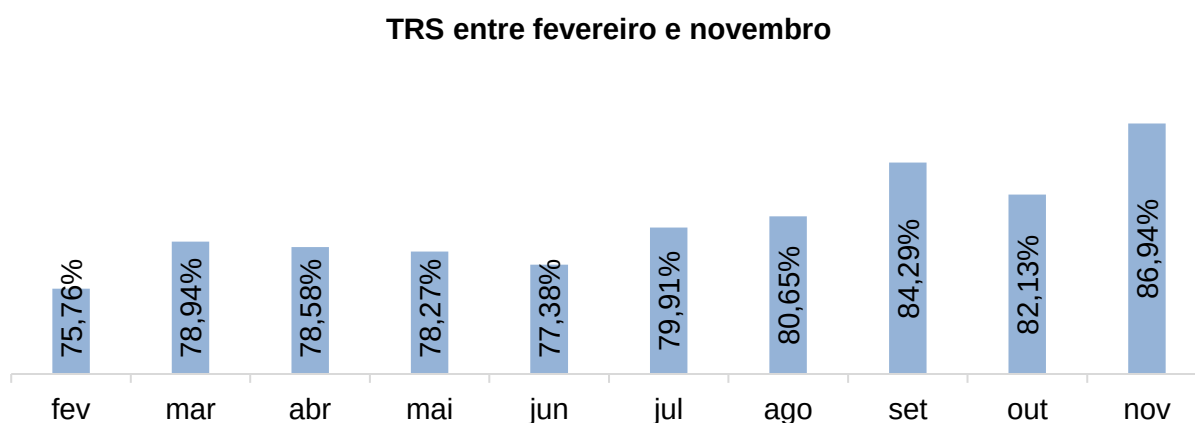
Figura 12 - TRS geral de fábrica antes e após o aumento da realização de GWs



Fonte: Autora, 2025

Como explicado anteriormente, em janeiro há um volume empacotado maior de produtos armazenados em silos, em dezembro há um volume de produção para estoque em silos. Por isso, o TRS desses meses tem comportamento anormal e podem ser desconsiderados. A partir do mês de agosto, o TRS passa a crescer a uma taxa maior que no primeiro semestre. Isso demonstra um alinhamento maior entre as áreas da fábrica, pois o “equipamento gargalo” está apresentando volume teórico mais próximo do volume empacotado.

Figura 13 - TRS ao longo de 2024 sem os meses de janeiro e dezembro

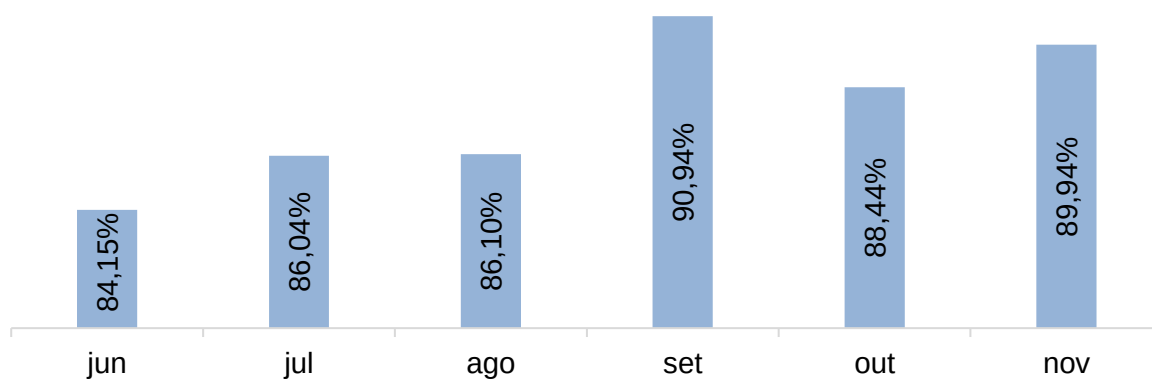


Fonte: Autora, 2025

O OEE da extrusora também teve uma tendência crescente, especialmente a partir do mês de julho. O mês de dezembro, no entanto, possui um tempo de parada maior que nos outros, devido à manutenção planejada realizada ao fim de todos os anos, por isso o mês de dezembro não foi considerado ao se analisar a tendência

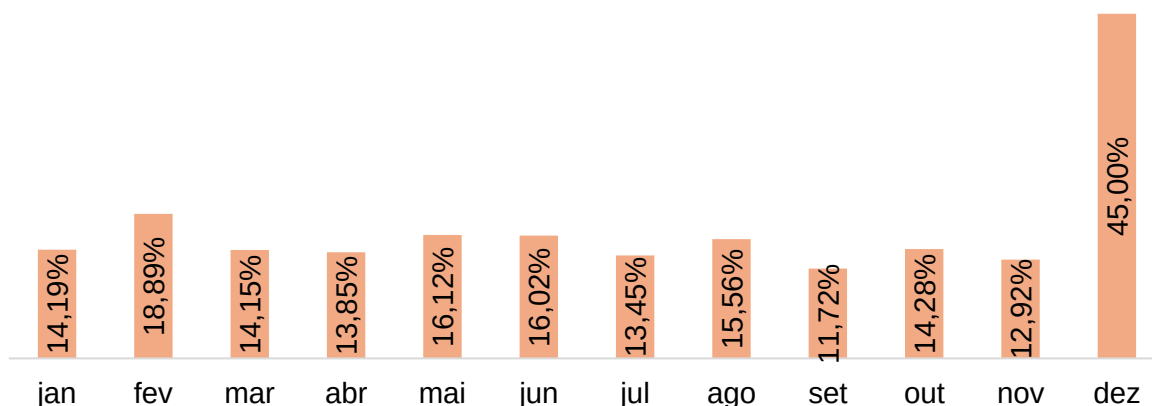
Figura 14 - OEE da Extrusora entre junho e novembro de 2024

OEE da Extrusora entre junho e novembro 2024



Fonte: Autora, 2025

Ao observar exclusivamente o OEE perdido com paradas na extrusora, pode-se perceber uma redução a partir do mês de agosto. Os resultados, porém, apresentam certa variação ao longo dos meses. Isso demonstra certa instabilidade na mitigação das perdas. Em dezembro, ocorre uma parada programada para manutenção preventiva, que representa cerca de 34% do OEE perdido com parada. Por isso, considera-se que houve uma redução de 3 a 4 pontos percentuais no tempo de máquina parada.

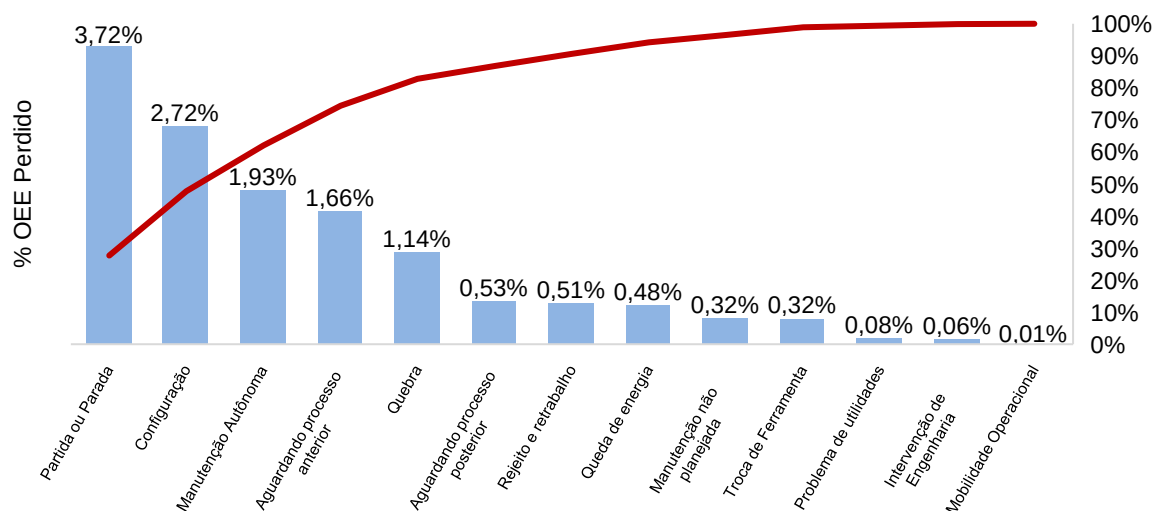
Figura 15 - OEE perdido com paradas na extrusora em 202**OEE perdido com paradas na Extrusora**

Fonte: Autora, 2025

Para os meses de julho a dezembro de 2024, a árvore de perdas da extrusão teve uma redução nos valores de manutenção autônoma de 2,77% para 1,93%, causando alteração na árvore de perdas. Isso significa que as perdas com manutenção autônoma estão atrapalhando menos a eficiência e não são. Esse é um dos sucessos do projeto.

No entanto, a perda com configuração não teve alteração significativa (aumento de 2,72% para 2,78%). Configurações de equipamento são feitas por operadores treinados regularmente. Apesar de se mostrarem eficientes no tratamento de aspectos culturais, *Gemba Walks* não tem o objetivo de transmitir conhecimento técnico. O estudo demonstra que a ferramenta tem pouca influência no tempo de configuração do equipamento, para a extrusora.

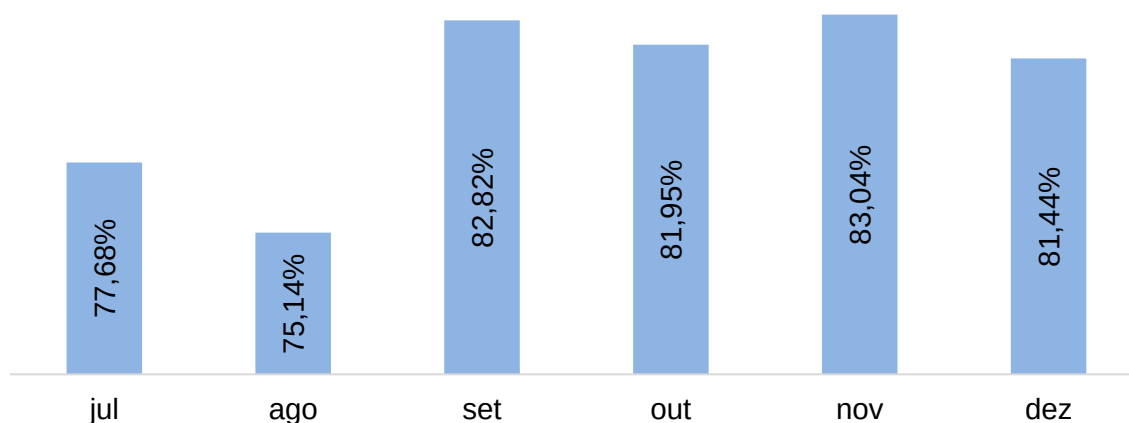
Figura 16 - Perfil de perdas da extrusão julho e dezembro 2024
Árvore de perdas da extrusora entre julho e dezembro 2024



Fonte: Autora, 2025

O OEE da empacotadora apresentava uma tendência decrescente até o mês de junho. De julho em diante, os valores de eficiência tiveram um aumento de em média 6%. Além do aumento na realização de *Gemba Walks*, foram realizados outros projetos com o objetivo de aumentar a velocidade na empacotadora e diminuir a produção de perdas com bobinas de filme de embalagem.

Figura 17 – OEE da Empacotadora entre julho e dezembro de 2024
OEE da Empacotadora entre Julho e Dezembro de 2024



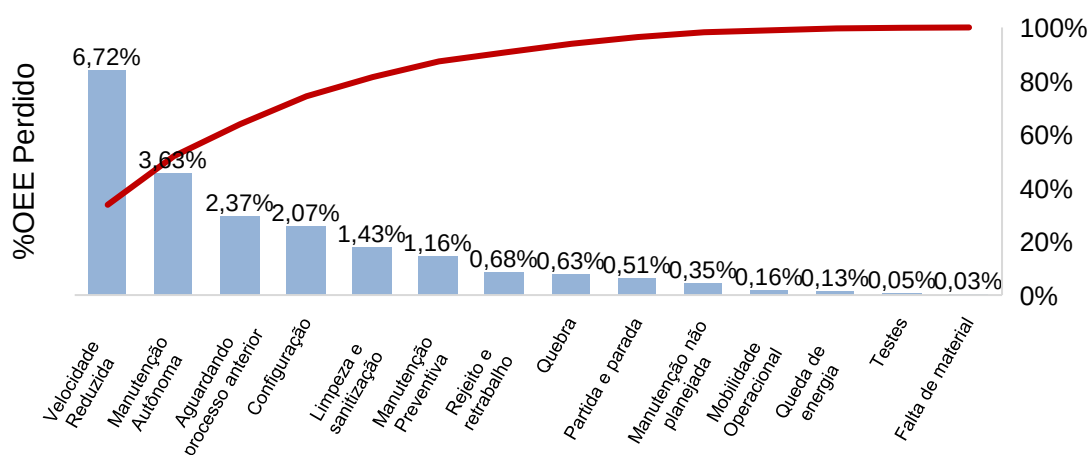
Fonte: Autora, 2025

O perfil de perdas da empacotadora também sofreu diminuição entre os valores das perdas, o que é um resultado positivo. Apesar de não apresentar mudança na ordem de cada uma das perdas. Pode-se inferir que as caminhadas realizadas tiveram um impacto indireto na árvore de perdas.

A redução de 0,1% para Manutenção Autônoma e de 0,8% para Configuração demonstra que a ferramenta surtiu impacto positivo nesse equipamento. No caso da empacotadora, existiam melhorias simples, que demandavam pouco ou nenhum investimento na realização da manutenção autônoma do equipamento que foram encontradas durante as caminhadas.

Figura 18 - Perfil de Perdas da Empacotadora entre julho e dezembro de 2024

Árvore de Perdas da Empacotadora entre julho e dezembro de 2024



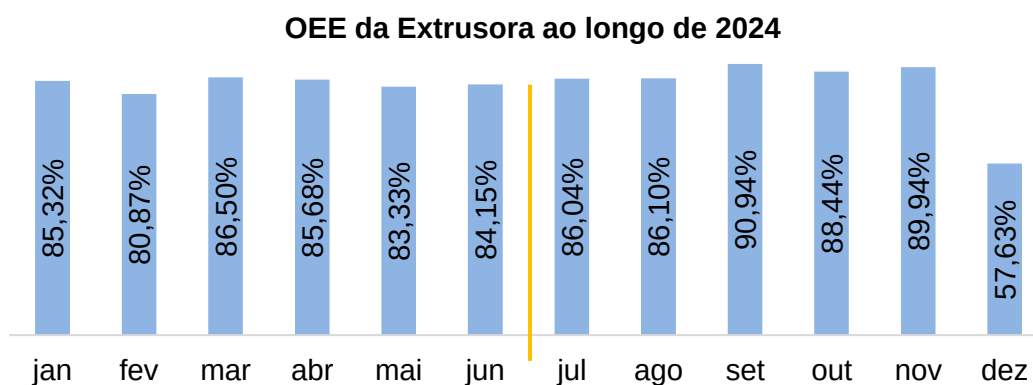
Fonte: Autora, 2025

O aumento na realização das caminhadas de linha tem se mostrado uma ferramenta eficiente para melhorar a eficiência geral da fábrica e de cada equipamento. Ao tratar padrões comportamentais e fomentar uma cultura de melhoria contínua, juntamente com a realização de projetos e a formação de equipes que unem conhecimento técnico e prático, ocorreu um incremento de 8% na eficiência mensal da fábrica entre fevereiro e novembro.

A eficiência geral da empacotadora entre os meses de janeiro e junho foi de 75,11%, considerando todo o volume produzido entre esse período. Para o segundo semestre o valor é de 80,09%. As perdas com paradas também caíram de 14,50% para 12,52%, com impacto de 0,7% reduzido nas perdas com configuração e manutenção autônoma. Um resultado que não exigiu nenhum investimento e mudou o perfil de perdas do equipamento.

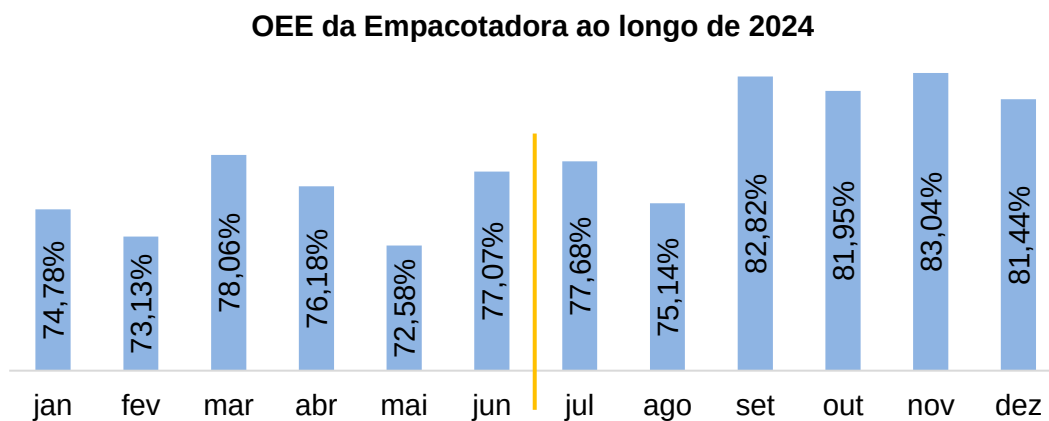
Da mesma forma, para a extrusora, o aumento na eficiência foi de 79,00% no primeiro semestre para 80,46% no segundo semestre, apesar da redução no mês de dezembro devido à parada de fim de ano. O impacto da redução de perdas com manutenção autônoma e configuração foi de 0,6% de redução. Como pode ser observado nas Figuras 19 e 20.

Figura 19 - OEE da Extrusora antes e após o aumento da realização de GWs



Fonte: Autora, 2025

Figura 20 - OEE da Empacotadora antes e após o aumento da realização de GWs



Fonte: Autora, 2025

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho tinha o objetivo de comprovar que o uso da ferramenta de *Gemba Walks* é eficaz para o aumento da eficiência. Para isso, considerou as perdas que poderiam ser diminuídas com o uso da ferramenta e, a partir do monitoramento de sua execução e a eficiência de cada equipamento, definiu uma correlação entre ambas.

Inicialmente, definiu-se a unidade de medida para a eficiência dos equipamentos. O *OEE* é uma unidade de medida que leva em consideração que o tempo de máquina parada corresponde a certo volume perdido. E, dessa forma, define a eficiência como o volume de produto que foi realmente produzido em comparação com o que poderia ter sido produzido.

O volume perdido pode, dessa forma, estar relacionado a paradas não planejadas, como quebras ou falhas; paradas planejadas, como para limpeza e sanitização; ou relacionada a uma redução na velocidade nominal de operação do equipamento, que pode estar relacionada a falhas nos equipamentos ou processo.

Na Extrusora, as maiores perdas estavam relacionadas a configuração e manutenção autônoma. De forma semelhante, na empacotadora, percebeu-se que aproximadamente 5% de eficiência perdida estava relacionada a medição e ajustes, configuração.

Apesar de uma parte considerável da perda de eficiência dos equipamentos estar relacionada à redução de velocidade, entende-se que isso não está relacionado ao comportamento da operação. É uma perda que tem relação com problemas de processo ou matéria prima. Então não pode ser adereçada com a ferramenta.

Levando em consideração as demais perdas, foi desenvolvido um questionário para avaliar o cumprimento de padrões de comportamento no dia a dia. Além de promover um contato entre as equipes de liderança e operação, a ferramenta tem o objetivo de diminuir as perdas manutenção autônoma e configuração

O presente trabalho, então, comprova a existência de uma relação entre o aumento na eficiência de uma fábrica e o uso da ferramenta de *Gemba Walks*. Sugere, também, que o envolvimento da equipe de liderança com a operação é essencial para garantir o bom andamento da produção. Uma vez que máquinas e pessoas que as operam estão intimamente ligadas.

O uso de ferramentas digitais, ao diminuir a quantidade de trabalho repetitivo para o tratamento de dados, fornece mais horas de trabalho estratégico. Isso também diminui uma perda, sendo mais um fator que colaborou para o aumento da eficiência.

A metodologia de *Lean Manufacturing* mostrou-se, por meio do trabalho, eficaz para eliminar perdas em uma fábrica. E a ferramenta de *Gemba Walks* obteve resultados significativos no aumento da eficiência, com um aumento de aproximadamente 5% na eficiência geral da fábrica, em média, até novembro, e de 5% para a empacotadora e 1,5% para a extrusora.

Ainda, como próximos passos, pode ser criada uma árvore de perdas para as *Gemba Walks*. A partir das perguntas que, com mais frequência, diminuíram a nota obtida nos questionários, cria-se um Diagrama de Pareto e o tratamento desses dados podem guiar a priorização de ações.

Na engenharia, alcançar o máximo de eficiência é um objetivo de todas as operações. O estudo exemplifica os bons resultados na aplicação da ferramenta que se encaixa na filosofia desenvolvida por Ohno em 1989. Comprovando, assim, que o *Lean Manufacturing* é tão atual quando no ano em que foi criado.

7 REFERÊNCIAS

- ABINPET, São Paulo, 2024. Disponível em: <abinpet.org.br>. Acesso em: 2 março 2025.
- ACCADROLI, B.; TERSI, L.; IVAN, L. OEE Eficiência Global de Equipamento, 2010.
- ALMEIDA JÚNIOR, S. T. et al. Controle de qualidade e parâmetros microbiológicos em rações comerciais para cães e gatos, Curitiba, v. 7, n. 11, 2021.
- BALDISSERA, A. V. **PONTOS CRITIÇOS NO PROCESSO DE FABRICACAO E PELETIZAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE**. Florianópolis, SC. 2009.
- BINNINGER, M. et al. SHORT TAKT TIME IN CONSTRUCTION – A PRACTICAL STUDY. **Proc. 26th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC)**, 2018. 1133–1143.
- CARCIOFI, A. C.; JEREMIAS, J. T. Progresso científico sobre nutrição de animais de companhia na primeira década do século XXI. **Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária**, 2010.
- CHIARADIA, Á. J. P. Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística, 2004.
- COSTA, A. J. F. D. Análise e Melhoria do Controlo de Produção na Heliflex. **Universidade de Aveiro (Portugal) ProQuest Dissertations & Theses**, 2021.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- GARDINO, L. F.; PEREIRA, C. A. **TPM- MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL E SEUS RESULTADOS**. 9a Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Bocatú. São Paulo: [s.n.]. 2020.
- JÚNIOR, S. T. A. et al. Controle de qualidade e parâmetros microbiológicos em rações. **Brazilian Journal of Development**, p. 103158-103170, 2021.
- KOLBERG, D.; ZÜHLKE, D. Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. **15th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing: INCOM 2015**, 31 Agosto 2015. 1870-1875.
- KUMAR, N. et al. Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. **Materials Today: Proceedings**, p. 1188-1192, 2022.
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Understanding Lean Thinking and Practice Fundamentals**. Boston, MA: The Lean Enterprise Institute, 2023.
- LEKSIC, I.; STEFANIC, N. A.; VEZA, I. B. The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction. **Apem Journal**, p. 81–92, 2020.
- MARKOVITZ, D. et al. **The Machine that Changed the World**. Nova Iorque: Harper Collins, 2007.
- MELO, A. D. S. et al. Formas físicas de utilização de rações para aves. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2016. 173-178.

- NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. Minnesota: Productivity Press, 1988.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, R. **Princípio de Pareto 80/20: Para Maximizar os Resultados**. São Paulo: Amazon, 2020.
- ROMERO, D. . G. P. . W. T. . P. D. . T. M. New Forms of Gemba Walks and Their Digital Tools in the Digital Lean Manufacturing World. **Advances in Information and Communication Technology**, 2020.
- SATOGLU, S. et al. **Lean Production Systems for Industry 4.0**. [S.l.]: Springer, Cham, 2017.
- SHUBHANKAR RAMDASI, D. K. S. Effect of FIFO Strategy Implementation on. **International Journal of Engineering Research & Technology**, v. 10, n. 8, p. 179-183, 08 Agosto 2021. Disponível em: <<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/91905174/effect-of-fifo-strategy-implementation-on-warehouse-inventory-management-in-the-furniture-manufacturing-industry-IJERTV10IS080113-libre.pdf?1664791368=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEffect>>.
- SILVA, J. J. W. Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 345-356, 2018.
- STORFE, B. et al. Análise de Aspectos Interferentes na Produção e Gestão de Estoques em um Sistema Just-In-Time no Setor de Papelão Ondulado: Revisão Integrativa. **Prospectus** , p. 671-698, 2024.
- ZANIOL, B. D. R.; GOMES, L. D. C.; ORSELLI, L. J. D. Uso da manutenção produtiva total (TPM) para elevaçãoda. **Brazilian Journal of Development**, p. 114898-114917, 2021.