



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

DOMINICK MARQUES DE LIMA

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO TPM EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA COM
ÊNFASE NO INDICADOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)**

FORTALEZA

2023

DOMINICK MARQUES DE LIMA

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO TPM EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA COM
ÊNFASE NO INDICADOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheira Química.

Orientador: Prof. Dr. João José Hiluy Filho.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L697e Lima, Dominick Marques de.

Estudo da implantação do TPM em uma indústria alimentícia com ênfase no indicador de eficiência global do equipamento (OEE) / Dominick Marques de Lima. – 2023.

56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Química, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. João José Hiluy Filho.

1. Indicadores de performance. 2. Perdas de qualidade. 3. Disponibilidade das máquinas.
I. Título.

CDD 660

DOMINICK MARQUES DE LIMA

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO TPM EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA COM
ÊNFASE NO INDICADOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)

Trabalho de Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia Química do
Centro de Tecnologia da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheira Química.

Orientador: Prof. Dr. João José Hiluy Filho.

Aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João José Hiluy Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Daniel Vasconcelos Gonçalves
Universidade Federal do Ceará

Eng^a Niedja Lopes de Souza
(M Dias Branco S.A Indústria e Comércio de Alimentos)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao bom Deus pelo dom da vida e por todas as graças imerecidas que concedeste a esta indigna serva que sou. Agradeço, também, à Santíssima Virgem Maria, por todas as graças e por ser meu modelo de mulher.

Aos meus pais, José Airton de Lima e Meiry Helena Marques da Cunha, que nunca mediram esforços para me oferecer uma boa educação, apesar das dificuldades da vida, e pelo suporte que me deram até aqui.

Aos professores que tive desde o ensino infantil até o universitário.

Aos meus queridos amigos e colegas de graduação, com destaque à Daniele da Silva e ao Fernando Lúcio por todo seu companheirismo, paciência e fortaleza nos momentos de desânimo e pessimismo. Com vocês dois, minha jornada universitária se tornou bem mais leve e feliz!

Ao Prof Dr. João José Hiluy Filho, por ter aceitado me auxiliar com este Trabalho de Conclusão de Curso, além de ser bastante solícito.

Aos meus queridos companheiros de setor no estágio, Niedja Lopes, Rodrigo Diógenes, Rafael Façanha, Ellen Mascarenhas, Tércita Lopes, Ana Carolina Araújo e Tales Vinícius, pelo carinho e paciência.

Ao pessoal da Escola Piloto de Engenharia Química (EPEQ), por terem me oferecido conhecimentos que foram cruciais na minha formação acadêmica. Agradeço, principalmente, à coordenação da Qualidade da entidade, Joane Barros, Vitória Natasha, Dafne Lima, Salveline Pinheiro e Rennan Guthierrez, por sua amizade e colaboração.

Ao GOU Guerreiros, por fortalecerem minha fé durante a jornada universitária.

O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo.

(DESCONHECIDO)

RESUMO

A redução de custos e o aumento de produtividade são essenciais para que uma empresa do ramo alimentício se destaque no mercado, impulsionando, assim, a sua competitividade. Por essa razão, torna-se imprescindível a adoção de ferramentas e metodologias de gestão que tornem possível o alcance desses objetivos. O presente trabalho visa avaliar os resultados obtidos a partir da implementação da metodologia TPM (Total Performance da Manufatura) na linha piloto de produção de biscoitos recheados de uma indústria alimentícia localizada no estado do Ceará no período compreendido entre os anos 2014 e 2022, com foco no indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE), que engloba indicadores relacionados à produção e à manutenção. Com isso, constatou-se que as paradas de manutenção - que diminuem a disponibilidade das máquinas - e as paradas operacionais impactaram o OEE durante o período analisado, reduzindo, consequentemente, o tempo de produção. As perdas de produto, também, impactaram o OEE – estas perdas são: reprocesso, descarte e sobrepeso – reduzindo, assim, o volume de produtos bons para comercialização nos mercados e, consequentemente, o lucro.

Palavras-chave: indicadores de performance; perdas de qualidade; disponibilidade das máquinas.

ABSTRACT

Reducing costs and increasing productivity are essential for a company in the food industry to stand out in the market, thus boosting its competitiveness. For this reason, it is essential to adopt management tools and methodologies that make it possible to achieve these objectives. The present work aims to evaluate the results obtained from the implementation of TPM (Total Productive Maintenance) methodology in the pilot line for the production of filled cookies in a food industry located in the state of Ceará in the period between 2014 and 2022, focusing on in the Overall Equipment Effectiveness (OEE) indicator, which includes indicators related to production and maintenance. With this, it was found that maintenance stops - which reduce the availability of machines - and operational stops impacted the OEE during the analyzed period, consequently reducing production time. Product losses also impacted OEE – these losses are: reprocessing, disposal and overweight – thus reducing the volume of good products for sale in the markets and, consequently, the profit.

Key words: performance indicators; quality losses; machine availability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pilares do TPM.....	20
Figura 2 - Evolução da Manutenção e do TPM.....	24
Figura 3 - Perdas que impactam no OEE em processos contínuos.....	29
Figura 4 - Seções da linha piloto de produção	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - OEE da linha piloto no período de 2014 à 2022	32
Gráfico 2 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção elétrica no ano de 2020	34
Gráfico 3 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção mecânica no ano de 2020	34
Gráfico 4 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas operacionais no ano de 2020	35
Gráfico 5 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de utilidades internas no ano de 2020	35
Gráfico 6 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção elétrica no ano de 2021	36
Gráfico 7 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção mecânica no ano de 2021.....	37
Gráfico 8 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas operacionais no ano de 2021	37
Gráfico 9 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de utilidades internas no ano de 2021	38
Gráfico 10 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção elétrica no ano de 2022	39
Gráfico 11 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção mecânica no ano de 2022	39
Gráfico 12 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas operacionais no ano de 2022	40
Gráfico 13 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de utilidades internas no ano de 2022	40
Gráfico 14 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção elétrica no período compreendido entre 2015 e 2022	41
Gráfico 15 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção mecânica no período compreendido entre 2015 e 2022	42

Gráfico 16 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas operacionais no período compreendido entre 2015 e 2022	42
Gráfico 17 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de utilidades internas no período compreendido entre 2015 e 2022	43
Gráfico 18 - Causas apontadas para o descarte na linha piloto no ano de 2020	45
Gráfico 19 - Causas apontadas para o descarte na linha piloto no ano de 2021	46
Gráfico 20 - Causas apontadas para o descarte na linha piloto no ano de 2022	46
Gráfico 21 - Causas apontadas para o descarte na linha piloto no período compreendido entre 2015 e 2022	47
Gráfico 22 - Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto no ano de 2020	48
Gráfico 23 - Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto no ano de 2021	48
Gráfico 24 - Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto no ano de 2022	49
Gráfico 25 - Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto no período compreendido entre 2015 e 2022	49
Gráfico 26 - Seções da linha piloto onde ocorreu descarte de produto no ano de 2020	50
Gráfico 27 - Seções da linha piloto onde ocorreu descarte de produto no ano de 2021	51
Gráfico 28 - Seções da linha piloto onde ocorreu descarte de produto no ano de 2022	51
Gráfico 29 - Seções da linha piloto onde ocorreu descarte de produto no período compreendido entre 2015 e 2022	52

Gráfico 30 - Seções da linha piloto onde ocorreu reprocesso de produto no ano de 2020	53
Gráfico 31 - Seções da linha piloto onde ocorreu reprocesso de produto no ano de 2021	53
Gráfico 32 - Seções da linha piloto onde ocorreu reprocesso de produto no ano de 2022	54
Gráfico 33 - Seções da linha piloto onde ocorreu reprocesso de produto no período compreendido entre 2015 e 2022	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de OEE, perdas de performance, de disponibilidade e de qualidade para a linha piloto no período 2014-2022	33
Tabela 2 - Indicadores relacionados à disponibilidade das máquinas da linha piloto no período 2014-2022	33
Tabela 3 - Indicadores relacionados à performance da linha piloto no período 2014-2022	44
Tabela 4 - Indicadores relacionados à qualidade da linha piloto no período 2014-2022	44
Tabela 5 - Indicadores que impactam o tempo programado para a operação da linha piloto no período 2014-2022	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
BM	<i>Breakdown Maintenance</i>
MP	Manutenção Preventiva
MSP	Manutenção do Sistema de Produção
PM	Prevenção da Manutenção
JIPE	<i>Japan Institute of Plant Engineers</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time do Repair</i>
IDO	Índice de Disponibilidade Operacional
IPO	Índice de Performance Operacional
IQ	Índice da Qualidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Justificativa	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo Geral.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Conceito de TPM	19
2.2 Pilares do TPM	21
2.2.1 Pilares técnicos.....	21
2.2.1.1 <i>Melhoria Específica</i>	21
2.2.1.2 <i>Manutenção Autônoma</i>	21
2.2.1.4 <i>Controle Inicial</i>	22
2.2.1.5 <i>Manutenção da Qualidade</i>	22
2.2.2 Pilares complementares.....	22
2.2.2.1 <i>Educação e Treinamento</i>	22
2.2.2.2 <i>Saúde, Segurança e Meio Ambiente</i>	23
2.2.2.3 <i>TPM em áreas administrativas e de apoio</i>	23
2.3 Contexto histórico	23
2.4 Tipos de Perdas	25
3 METODOLOGIA	27
3.1 Cálculo da Eficiência Global do Equipamento (OEE) para processos contínuos	27
3.2 Área piloto de produção	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Paradas relacionadas à perda de disponibilidade na linha piloto no ano de 2020	34
4.2 Paradas relacionadas à perda de disponibilidade na linha piloto no ano de 2021	36
4.3 Paradas relacionadas à perda de disponibilidade na linha piloto no ano de 2022	39

4.4 Paradas relacionadas à perda de disponibilidade na linha piloto entre 2015 e 2022.....	41
4.5 Causas apontadas para o descarte na linha piloto nos anos 2020, 2021, 2022 e entre 2015 e 2022.....	45
4.6 Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto nos anos 2020, 2021, 2022 e entre 2015 e 2022.....	48
4.7 Seções da linha piloto mais críticas em relação ao descarte nos anos 2020, 2021, 2022 e entre 2015 e 2022.....	50
4.8 Seções da linha piloto mais críticas em relação ao reprocesso nos anos 2020, 2021, 2022 e entre 2015 e 2022.....	53
5 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A cada dia que passa, o mercado fica cada vez mais competitivo, pois cada vez mais surgem novos empreendimentos que trabalham incansavelmente para se destacarem, pois isso implica a conquista de um maior número de clientes e, conseqüentemente, o aumento do lucro. No setor alimentício, essa realidade não é diferente, pois torna-se primordial a entrega de produtos de qualidade e seguros para consumo para a sobrevivência da organização no mercado.

Dessa forma, é necessário encontrar meios e ferramentas para aumentar a produtividade, reduzir custos e defeitos do produto, minimizar falhas e quebras dos equipamentos da planta industrial, além da renovação destes com a aquisição de novas máquinas quando necessário, pois a inovação e a tecnologia de ponta, também, são impulsionadores para que a eficiência do processo produtivo alcance o seu máximo. Por essa razão, a melhoria contínua deve ser rotineira na gestão.

Vale salientar que a melhoria do processo não envolve somente os equipamentos, mas sim, as pessoas, por meio de capacitações técnicas, um ambiente seguro de trabalho, trabalho em equipe e reconhecimentos dos esforços do time.

Assim, a ferramenta que comporta todos esses objetivos é o TPM (*Total Productive Maintenance*) que, embora seu processo de implantação seja lento, os seus resultados são excelentes para elevar a organização ao nível de classe mundial de competitividade (JIPM, 2002, p. 1).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 *Objetivo Geral*

Descrever a metodologia TPM - abordando sua definição, contexto histórico, seus pilares componentes - e o indicador OEE, suas aplicações e formas de cálculo.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Analisar os resultados da linha piloto de uma indústria do setor alimentício localizada no estado do Ceará que está inserida no TPM no período compreendido entre 2014 e 2022 de acordo com o OEE e seus indicadores englobados;
- Identificar as seções da linha piloto mais críticas em relação a indicadores fora da meta, mencionando os pilares que são responsáveis por eles.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceito de TPM

O TPM (*Total Productive Maintenance*) é uma metodologia que pode ser resumida no seguinte lema: zero falha, zero perda, zero defeito, zero acidente e zero poluição. Dessa forma, trata-se de um método gerencial que visa eliminar as falhas e defeitos nas máquinas por meio de correções preditivas, corretivas e planejadas e, até mesmo, a aquisição de novos equipamentos, aumentando, assim, a disponibilidade delas, ou seja, há mais tempo para produzir. Conseqüentemente, com o maquinário funcionando em boas condições, reduz-se as perdas no processo, maximizando, assim, a quantidade de produtos bons que serão disponibilizados para o consumidor final. Por fim, aplicando-se a melhoria contínua nos processos, reduz-se, também, os riscos de acidentes e a contaminação do meio ambiente, ou seja, zero poluição.

Por essa razão, a Produção, a Manutenção e a Engenharia trabalham de forma integrada e harmônica. O trabalho em equipe e o envolvimento de todo o nível hierárquico da companhia - desde a operação até a alta gerência - são fatores primordiais para o sucesso do TPM na organização.

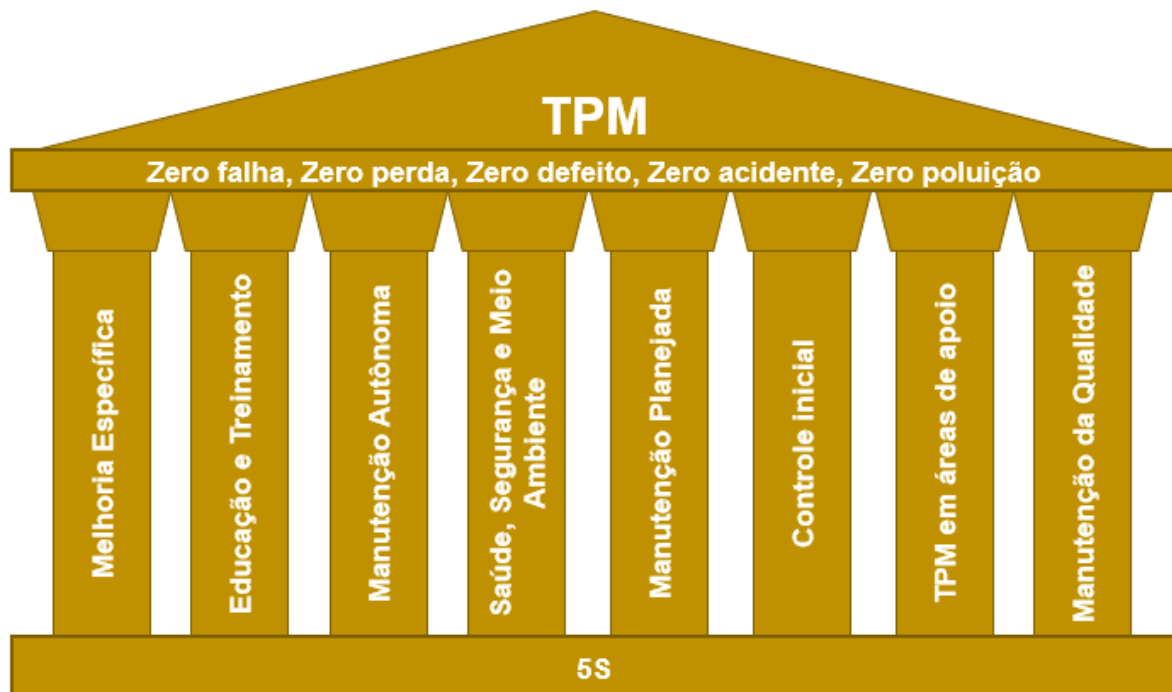
Vale salientar que o TPM, traduzido para o português, pode ser encontrado em vários nomes, sendo os mais frequentes:

- Manutenção Produtiva Total;
- Manutenção Total da Produção;
- Melhoria da Produtividade Total;
- Manutenção da Produtividade Total;
- Gestão Produtiva Total;
- Sistema de Gestão do Equipamento.

Segundo Ribeiro (2014), a tradução da sigla TPM para Manutenção Produtiva Total tem sido mal interpretada, pois pode levar a pessoa a entender que o foco da metodologia é, somente, na manutenção dos equipamentos da planta em relação ao estado físico dos mesmos. O TPM não visa, somente, consertar o que quebrou, mas, também, manter os resultados das melhorias, das mudanças e das transformações.

Para alcançar os resultados esperados, o TPM é dividido em oito pilares, como mostra a Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Pilares do TPM



Fonte: (Ribeiro, 2014, com adaptações)

A metodologia 5S é utilizada como alicerce dos pilares do TPM, pois os seus cinco sentidos (Utilização, Organização, Limpeza, Padronização e Saúde, e Disciplina e Autodisciplina) são um pontapé para maximizar a qualidade da organização como um todo.

Os pilares são classificados em dois tipos: técnicos e complementares.

Os pilares técnicos são aqueles que visam o alcance da máxima eficiência do processo produtivo. São eles:

- Melhoria Específica;
- Manutenção Autônoma;
- Manutenção Planejada;
- Controle Inicial;
- Manutenção da Qualidade.

Os pilares complementares são aqueles que dão suporte aos pilares técnicos em relação à segurança, saúde, meio ambiente, pois estes últimos, também, são importantes para maximizar a eficiência dos processos produtivos e de apoio. São eles:

- Educação e Treinamento;
- Saúde, Segurança e Meio Ambiente;
- TPM em áreas administrativas e de apoio.

Os pilares técnicos e complementares serão explicados com mais detalhes posteriormente.

2.2 Pilares do TPM

2.2.1 Pilares técnicos

2.2.1.1 Melhoria Específica

Este pilar visa maximizar o indicador OEE (Eficiência Global do Equipamento) - ele será detalhado posteriormente. Por essa razão, há um grande foco na Manutenção, que repara e executa melhorias nos equipamentos das linhas produtivas, para que eles operem no seu máximo.

2.2.1.2 Manutenção Autônoma

Este pilar visa capacitar a Operação para que estes sejam aptos a fazerem pequenos ajustes de manutenção, como limpeza, aperto de parafusos e lubrificação do equipamento. Além disso, os operadores se tornam mais atentos a falhas e anormalidades que possam ocorrer durante o funcionamento da planta, reportando-as à Manutenção.

Este pilar é dividido em 7 passos, que são etapas que indicam o nível de engajamento da Operação em atividades de manutenção mais simples.

Passo 1 - Limpeza e Inspeção

Passo 2 - Eliminação de Fontes de Sujeira e Locais de Difícil Acesso

Passo 3 - Padrões Provisórios

Passo 4 - Inspeção Geral

Passo 5 - Inspeção Autônoma

Passo 6 - Sistematização da Manutenção Autônoma

Passo 7 - Gestão Autônoma

2.2.1.3 Manutenção Planejada

Este pilar visa evitar imprevistos que podem prejudicar o funcionamento dos equipamentos, ocasionando paradas de linha. Por essa razão, são realizadas manutenções preventivas e preditivas.

As manutenções preventivas são programadas e com paradas de linha, para que as devidas inspeções e verificações sejam feitas, evitando que a linha seja interrompida por algum problema futuramente.

As manutenções preditivas são feitas com o acompanhamento rotineiro das linhas de produção, para que, caso haja alguma anomalia, as ações corretivas sejam realizadas o mais rápido possível.

Dessa forma, procura-se aumentar o tempo de vida útil dos equipamentos, aumentando, conseqüentemente, a produção.

2.2.1.4 Controle Inicial

Este pilar visa fazer com que os equipamentos já existentes na planta operem com a máxima eficiência, pois nem sempre é possível substituí-los por outros novos equipamentos em tempo hábil. Também, este pilar é responsável por adaptar novos equipamentos na linha produtiva, para que estes operem com a melhor performance. Portanto, a inovação e a tecnologia de ponta são pontos focais neste pilar.

2.2.1.5 Manutenção da Qualidade

Este pilar visa garantir a qualidade do produto produzido, evitando ao máximo que estes saiam defeituosos em alguma etapa do processo. Por essa razão, a equipe de Controle de Qualidade atua em peso neste pilar, e a linha produtiva é equipada com sistemas automáticos de inspeção e mecanismos de detecção de erros.

2.2.2 Pilares complementares

2.2.2.1 Educação e Treinamento

Este pilar visa qualificar a mão de obra contratada. Assim, são realizados treinamentos para as equipes, que são relacionados a como operar equipamentos, realizar pequenas limpezas, como desligar a máquina, entre outros. Dessa forma, a

organização investe no melhor uso do maquinário e na adaptação às mudanças que podem surgir.

2.2.2.2 Saúde, Segurança e Meio Ambiente

Este pilar visa garantir a integridade das pessoas, fornecendo um ambiente seguro para as mesmas realizarem suas atividades, mitigando o risco de acidentes. Além disso, este pilar foca em minimizar os impactos ambientais negativos que a operação da planta pode causar, como, por exemplo, descarte de resíduos, poluição hídrica e atmosférica, entre outros.

2.2.2.3 TPM em áreas administrativas e de apoio

Este pilar visa maximizar a eficiência nos processos das áreas administrativas da empresa, atuando na redução de desperdícios e na desburocratização.

2.3 Contexto histórico

A metodologia TPM nasceu no Japão, mais especificamente na Nippondenso Co. Ltd, uma indústria fabricante de peças automotivas, como uma forma de moldar o modelo “*just in time*” do Sistema Toyota de Produção (ou seja, atendimento da demanda e eliminação de estoques) para melhorar a confiabilidade das máquinas. A economia do país ficou bastante arrasada devido a sua participação na Segunda Guerra Mundial. Portanto, foi necessário um investimento maciço na indústria e uma readequação das técnicas utilizadas. Por exemplo, antes do TPM, a indústria japonesa focava mais na Manutenção Corretiva (BM), ou seja, consertar o que quebrar, sem um olhar preditivo, ou seja, que avalia um problema antes que o mesmo ocorra.

Vale salientar que as ideias de Manutenção Preventiva (MP) nasceram nos Estados Unidos que, posteriormente, evoluiu para Manutenção do Sistema de Produção (MSP), que foi alinhado à Prevenção da Manutenção (PM) e aos fundamentos de engenharia da confiabilidade, Dessa forma, na década de 50, o Japão utilizou desses conhecimentos e os aprimorou, transformando-os para sistema de manutenção preventiva. Na década de 60, a Nippondenso Co. Ltd. introduziu a Manutenção Preditiva e, na década de 70, o TPM foi consolidado pela mesma, sob o nome Manutenção Produtiva com a participação de todos (do inglês,

Total member-participation - TPM), pois a filosofia por trás da metodologia envolve todas as hierarquias da empresa.

O TPM, também, se expandiu para outras empresas do ramo automobilístico e suas filiais, como Toyota, Nissan e Mazda.

Sintetizando, o desenvolvimento do TPM no Japão ocorreu em quatro estágios:

Estágio 1 - Manutenção Corretiva (BM)

Estágio 2 - Manutenção Preventiva (MP)

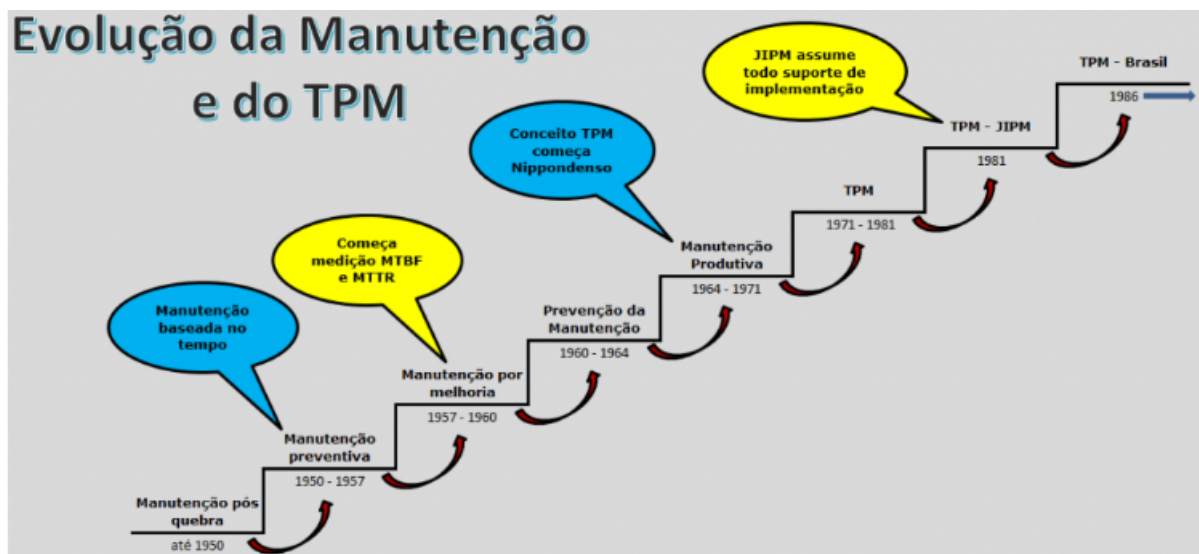
Estágio 3 - Manutenção do Sistema Produtivo (MSP)

Estágio 4 - TPM.

A Nippondenso Co. Ltd recebeu o prêmio por excelência em PM (Prevenção da Manutenção) em 1971, e a metodologia TPM criada foi acolhida e divulgada pelo *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE), que atualmente é conhecida como *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), instituto que promove a disseminação do TPM pelo mundo afora desde 1981.

A Figura 2 a seguir apresenta a evolução do TPM ao longo dos anos.

Figura 2 - Evolução da Manutenção e do TPM



Fonte: (Cyrino, 2017)

Vale mencionar que os indicadores MTBF (*Mean Time Between Failures*) e MTTR (*Mean Time to Repair*) são relacionados à Manutenção. Traduzindo para o português, MTBF significa Tempo Médio entre Falhas, e MTTR, Tempo Médio para Reparo. O MTBF está relacionado ao tempo médio em que duas ou mais falhas

ocorrem, enquanto que o MTTR engloba todo o tempo que leva para a falha ser corrigida, desde sua detecção, atendimento pelo mantenedor e correção.

2.4 Tipos de Perdas

As perdas operacionais, ou seja, que ocorrem durante a operação das máquinas, devem ser reduzidas e/ou eliminadas para que a eficiência operacional dos equipamentos aumente. Segundo Ribeiro (2014), estas perdas podem ser classificadas em 16 tipos, divididas em 3 grupos. São elas:

Perdas que influenciam a Eficiência dos Equipamentos

1. Manutenção programada;
2. Defeito/falha no equipamento;
3. Ajustes no equipamento;
4. Troca de ferramental/gabarito/molde/estampo;
5. Pequenas paradas e ociosidade;
6. Redução do desempenho;
7. Correção de defeitos;
8. Defeito no início de funcionamento.

Perdas que influenciam a Eficiência das Pessoas

9. Falhas administrativas (espera por instruções e por materiais);
10. Falhas operacionais;
11. Desorganização da linha de produção;
12. Falhas da logística;
13. Medições e ajustes excessivos.

Perdas que influenciam a Eficiência da Utilização de Materiais e Energia

14. Desperdício de energia;
15. Perdas de materiais (defeitos durante o funcionamento da linha, defeitos e descartes no início de produção, por exemplo).
16. Matrizes, ferramentas, gabaritos, moldes, estampos.

Estas perdas diferem em relação ao tipo de processo, ou seja, se ele é contínuo ou seriado.

Processos contínuos são aqueles em que os equipamentos de uma planta são dependentes entre si, ou seja, se um para de funcionar, os outros, também,

param. Nos processos seriados ocorre o contrário, ou seja, as máquinas operam de forma independente das demais, a parada de uma não impacta em outra.

A planta da indústria alimentícia deste presente trabalho está inserida em um processo contínuo, portanto, o foco será no cálculo da OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) em um processo desse tipo.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho é do tipo dissertativo e está dividido em duas partes: uma qualitativa e a outra, quantitativa.

A parte qualitativa trata do conceito de TPM, seu contexto histórico, seus pilares componentes, o indicador OEE e seu procedimento de cálculo e, por fim, a definição de área piloto. Assim, essas informações constituem a base teórica para o entendimento da parte quantitativa.

A parte quantitativa se refere ao Capítulo 4 deste presente trabalho (Resultados e Discussão), no qual são abordados os resultados do OEE da área piloto da indústria alimentícia citada no período compreendido entre 2014 e 2022, os indicadores dentro do OEE que impactaram os números e as seções da linha piloto mais afetadas por dessas paradas. A importância de avaliar o OEE da linha piloto está no fato dela ser referência da metodologia para as outras unidades fabris da companhia, para acompanhar a sua evolução ao longo dos anos.

A parte quantitativa utilizou-se de dados históricos dispostos em planilhas do Excel, que foram fornecidos pelo setor responsável pelo monitoramento da performance do processo produtivo, cujo objetivo é a excelência operacional. Estes dados são coletados diariamente por meio de apontamentos de paradas, perdas e produção realizados pela Operação, que registra tempos de paradas e seus motivos, quantidade em quilogramas de produção acabada e das perdas no processo (descarte, sobrepeso e reprocesso) e suas causas. No período compreendido entre 2014 e 2022, os apontamentos eram realizados em planilhas do Excel dispostas na plataforma Sharepoint. Os dados de cada mês são compilados pelo setor responsável pela Excelência Operacional e dispostos em planilhas e dashboards construídos na plataforma *Power BI*.

3.1 Cálculo da Eficiência Global do Equipamento (OEE) para processos contínuos

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) se trata do principal indicador para analisar a eficiência global de uma planta produtiva. Por meio dele, verifica-se se há impactos negativos na linha produtiva, no qual a gestão faz a tomada de decisão para atacar as perdas. A tradução para o português desta sigla é Eficiência Global do Equipamento.

Para um processo contínuo, das 16 perdas mencionadas anteriormente, 8 delas são consideradas no cálculo do OEE. São elas:

Perda por paradas programadas

1. Perda por parada de manutenção: ocorre quando há manutenções planejadas para um equipamento específico ou para a linha produtiva como um todo. Geralmente, são programadas devido ao desgaste natural do maquinário ou este apresenta condições inseguras para operadores e mantenedores.
2. Perda por ajuste de produção: ocorre quando o volume de produção diminui em relação ao previsto devido à baixa demanda ou problemas em relação ao recebimento de insumos para produzi-lo.

Perdas por paradas não programadas (acidentais)

3. Perda por falha no equipamento: ocorre quando há paradas momentâneas devido ao mau funcionamento de algum equipamento. Elas não estão relacionadas a quebras, trocas ou falhas de um componente da máquina, mas sim a pequenos ajustes. Se ocorrerem em grande número de vezes, podem impactar negativamente o OEE. Por exemplo, aperto de parafuso, lubrificação de uma corrente.
4. Perda por falha no processo: ocorre quando as paradas do equipamento são ocasionadas devido a erros operacionais ou passagem de material não conforme. Neste caso, as consequências são mais sérias, pois podem ocorrer entupimentos, corrosão e erosão nas tubulações.

Perdas por performance

5. Perdas normais de produção: relacionadas quando a linha produtiva inicia, - devido aos processos de aquecimento e arrefecimento - limpezas para paradas de manutenção e mudanças de produto (*setup*).
6. Perdas anormais de produção: consiste na comparação entre o volume que foi produzido e aquele que poderia ter sido produzido.

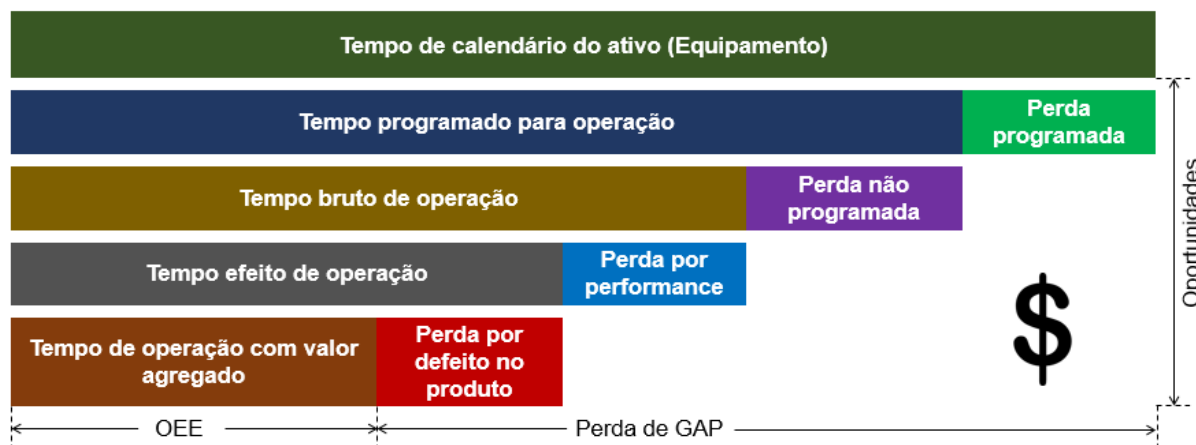
Perdas por defeito no produto

7. Perdas por produtos defeituosos: relacionadas ao tempo desperdiçado na produção de um produto defeituoso e que deve ser rejeitado ou vendido a um preço menor, diminuindo, assim, o faturamento previsto.

8. Perdas por reprocessamento: relacionadas aos recursos que devem ser utilizados para reprocessar um produto que fora rejeitado em alguma etapa do processo, o que implica custo adicional com tempo, insumos e utilidades (água, vapor e energia elétrica).

A Figura 3 a seguir apresenta as perdas citadas graficamente.

Figura 3 - Perdas que impactam no OEE em processos contínuos.



Fonte: (Ribeiro, 2014, com adaptações)

O tempo de calendário do ativo corresponde ao tempo total disponível para produzir. Pode ser calculado em horas ou dias. Como o processo em questão é contínuo e opera diariamente, sem pausas, o tempo de calendário do ativo total para a linha de produção é de 24 h.

Entretanto, as perdas que ocorrem ao longo do dia diminuem o tempo total disponível para produzir gradativamente.

O cálculo do OEE envolve o produto de três índices, que englobam as oito perdas mencionadas anteriormente.

a) Índice de Disponibilidade Operacional (IDO): relaciona a produção obtida considerando as paradas, ajustes e falhas ocorridas durante a operação e a produção teórica em relação ao tempo de calendário.

b) Índice de Performance Operacional (IPO): demonstra a eficiência da linha produtiva sem levar em conta quaisquer paradas, ajustes e falhas ocorridas durante a operação.

c) Índice da Qualidade (IQ): relaciona a quantidade de produtos bons produzidos (ou seja, aqueles que não foram reprocessados ou descartados) com a produção obtida na primeira tentativa.

Portanto, o OEE é calculado pela seguinte equação:

$$OEE = IDO \times IPO \times IQ \quad (1)$$

Segundo Nakajima (1989), para que a empresa alcance o padrão exigido pela Gestão de Classe Mundial, a meta do OEE deve ser igual ou superior à 85%. Dessa forma, o IDO deve ser de 90%, IPO de 95% e IQ de 99%, pois, assim:

$$OEE = 0,90 \times 0,95 \times 0,99 = 0,85 \times 100\% = 85\%$$

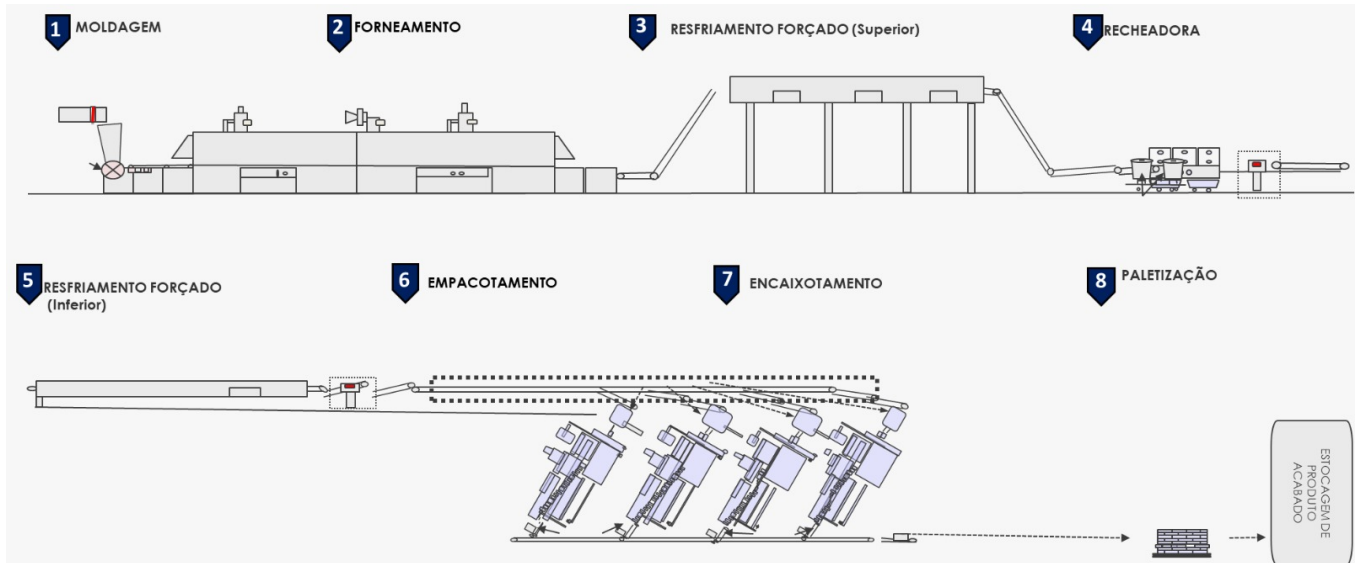
3.2 Área piloto de produção

Para a implantação do TPM em uma organização, é aconselhável escolher uma área piloto, ou seja, uma área exclusiva onde todos os conceitos e técnicas da metodologia serão aplicados e concentrados somente ali, por ora. Dessa forma, a área piloto se torna uma referência para que as pessoas tenham o contato com o TPM, compreendendo-o. Assim, os resultados obtidos naquela área são monitorados ao longo do tempo e, caso os impactos sejam positivos, as ações implementadas na área piloto podem ser replicadas para outras linhas de produção, expandindo, assim, o TPM para toda a planta industrial. Vale salientar que essa expansão ocorre de forma gradativa e os resultados não são imediatos, podendo levar anos para se notar as melhorias no processo.

A área piloto escolhida na empresa do setor alimentício analisada neste trabalho produz biscoitos recheados e foi a pioneira dentre todas as linhas de produção a receber o TPM, no ano de 2014. Portanto, ela é uma referência na metodologia há 9 anos.

A Figura 4 a seguir apresenta um esquema da linha piloto, com as suas seções correspondentes.

Figura 4 - Seções da linha piloto de produção.

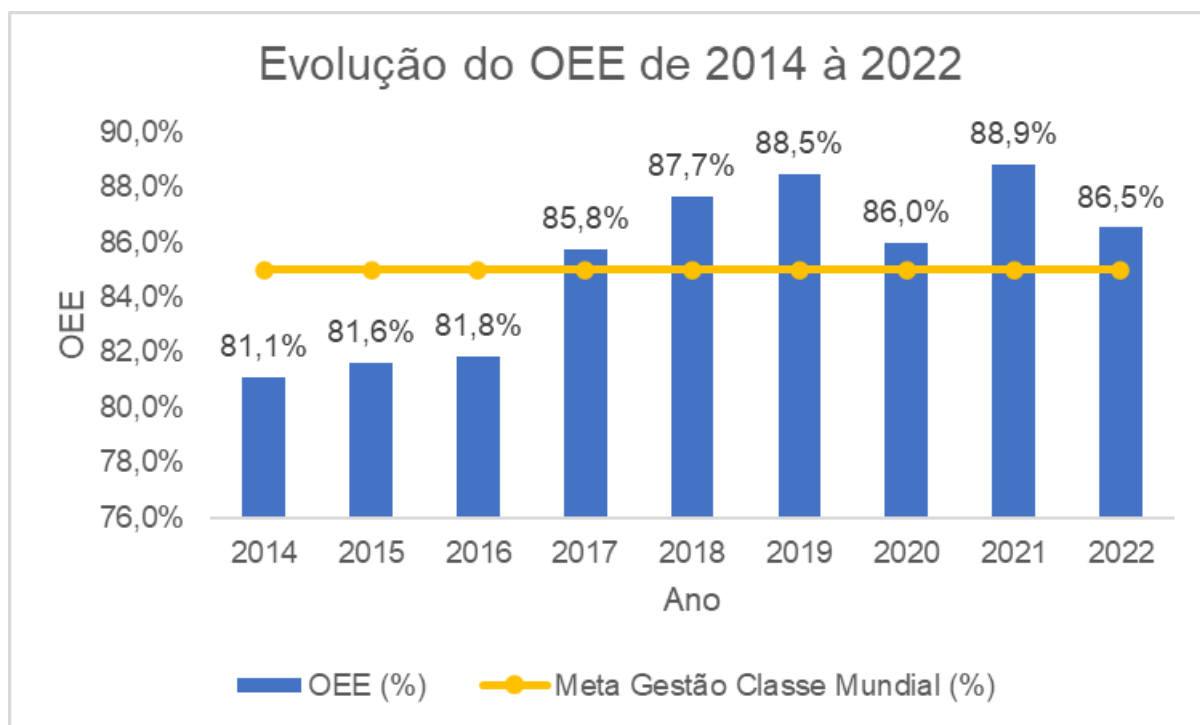


Fonte: (Fornecido pelo setor responsável, 2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os OEEs da linha piloto no período compreendido entre os anos 2014 e 2022 podem ser visualizados no gráfico a seguir.

Gráfico 1 - OEE da linha piloto no período de 2014 à 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023).

Pelos resultados apresentados no Gráfico 1, percebe-se que o OEE cresceu durante o período de implementação, atingindo o *benchmark* da Gestão da Classe Mundial (85%) a partir do ano de 2017.

Comparando os anos de 2014 (ano da implementação) com 2022, o OEE foi incrementado em 5,4%.

A Tabela 1 a seguir apresenta os resultados de OEE, perdas de performance, de disponibilidade e de qualidade ao longo do período compreendido analisado.

Tabela 1 - Resultados de OEE, perdas de performance, de disponibilidade e de qualidade para a linha piloto no período 2014-2022.

INDICADOR	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
OEE - REAL (%)	81,11	81,62	81,83	85,78	87,69	88,49	85,98	88,86	86,77
PERDA DE DISPONIBILIDADE - REAL (%)	12,00	11,92	15,23	9,84	8,68	7,90	9,25	7,92	7,48
PERDA DE PERFORMANCE - REAL (%)	1,63	1,33	1,33	1,69	0,87	0,33	0,97	0,04	0,83
PERDAS DE QUALIDADE - REAL (%)	5,91	6,05	4,71	2,69	2,99	3,28	3,80	3,19	4,91

Fonte: (Própria autora, 2023)

Pelos resultados da Tabela 1, percebe-se que as perdas de disponibilidade, performance e qualidade diminuíram durante o período que a linha está inserida no TPM, apesar de algumas flutuações.

A Tabela 2 a seguir apresenta os indicadores relacionados à disponibilidade das máquinas ao longo do período analisado.

Tabela 2 - Indicadores relacionados à disponibilidade das máquinas da linha piloto no período 2014-2022.

INDICADOR	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
OEE - REAL (%)	81,11	81,62	81,83	85,78	87,69	88,49	85,98	88,86	86,77
PERDA DE DISPONIBILIDADE - REAL (%)	12,00	11,92	15,23	9,84	8,68	7,90	9,25	7,92	7,48
INÍCIO DE PRODUÇÃO - REAL (%)	1,24	1,65	1,77	0,50	0,32	0,54	0,33	0,55	0,43
FIM DE PRODUÇÃO - REAL (%)	5,73	4,41	3,08	3,01	2,68	1,78	1,75	2,13	1,37
SETUP - REAL (%)	4,50	0,67	1,98	2,17	2,49	3,09	2,75	2,11	1,89
PARADAS DE MANUTENÇÃO - REAL (%)	2,70	2,57	2,15	3,36	2,50	1,92	3,64	2,78	3,02
MANUTENÇÃO MECÂNICA DE EMBALAGEM - REAL (%)	0,28	0,53	0,54	0,83	0,37	0,30	0,39	0,81	0,82
MANUTENÇÃO ELÉTRICA DE EMBALAGEM - REAL (%)	Sem dados	Sem dados	Sem dados	0,25	0,51	0,27	0,46	0,35	0,54
MANUTENÇÃO MECÂNICA - REAL (%)	0,76	1,32	0,87	1,74	0,82	0,92	1,67	1,05	1,18
MANUTENÇÃO ELÉTRICA - REAL (%)	0,97	0,73	0,74	0,32	0,43	0,25	0,30	0,35	0,22
UTILIDADES INTERNAS - REAL (%)	0,60	1,10	0,62	0,22	0,37	0,19	0,83	0,22	0,26
LIMPEZA - REAL (%)	-	-	-	-	-	-	0,16	0,03	0,48
PARADA OPERACIONAL - REAL (%)	0,46	0,64	1,14	0,79	0,68	0,55	0,62	0,31	0,29

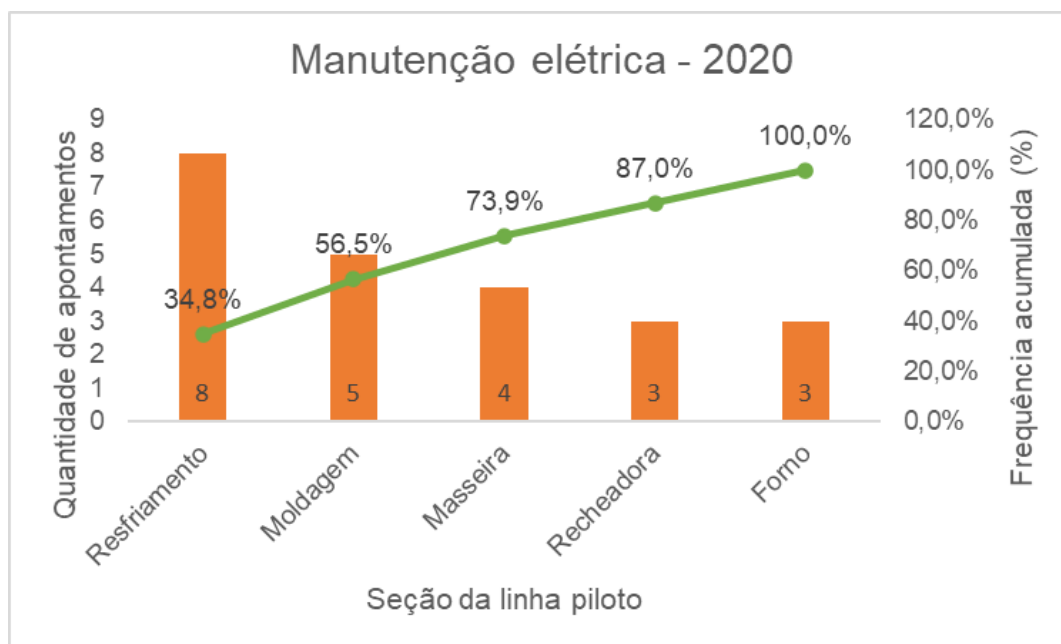
Fonte: (Própria autora, 2023)

Pela Tabela 2 e a partir do histórico de dados, percebe-se que os indicadores que mais impactaram o OEE no quesito de perdas de disponibilidade ao longo do período são: paradas de manutenção (manutenções mecânica e elétrica de embalagem, manutenção mecânica em outras seções da linha, fora a embalagem, e utilidades internas) e as paradas operacionais.

Os gráficos de Pareto a seguir expõem as seções da linha piloto mais afetadas pelas paradas de manutenção elétrica e mecânica, e operacionais nos anos de 2020, 2021 e 2022, e, por fim, no período compreendido entre 2015 e 2022. Vale salientar que as paradas de manutenção elétrica e mecânica de embalagem ocorrem, somente, na seção de Embalagem. Não foi possível compilar os dados de 2014 devido à falta destes.

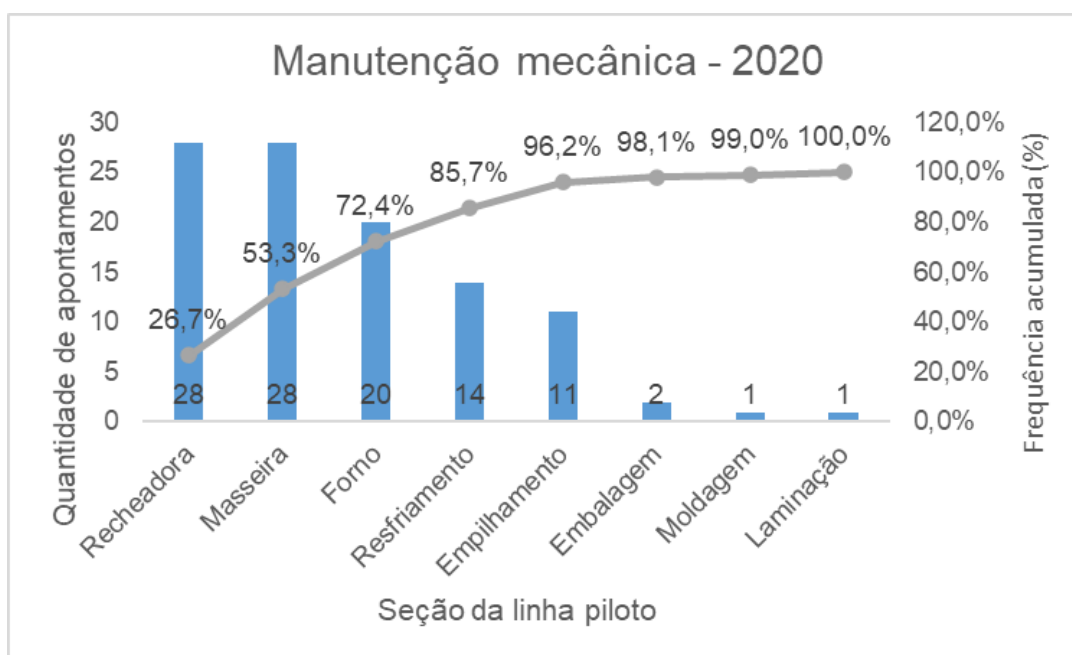
4.1 Paradas relacionadas à perda de disponibilidade na linha piloto no ano de 2020

Gráfico 2 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção elétrica no ano de 2020.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 3 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção mecânica no ano de 2020.



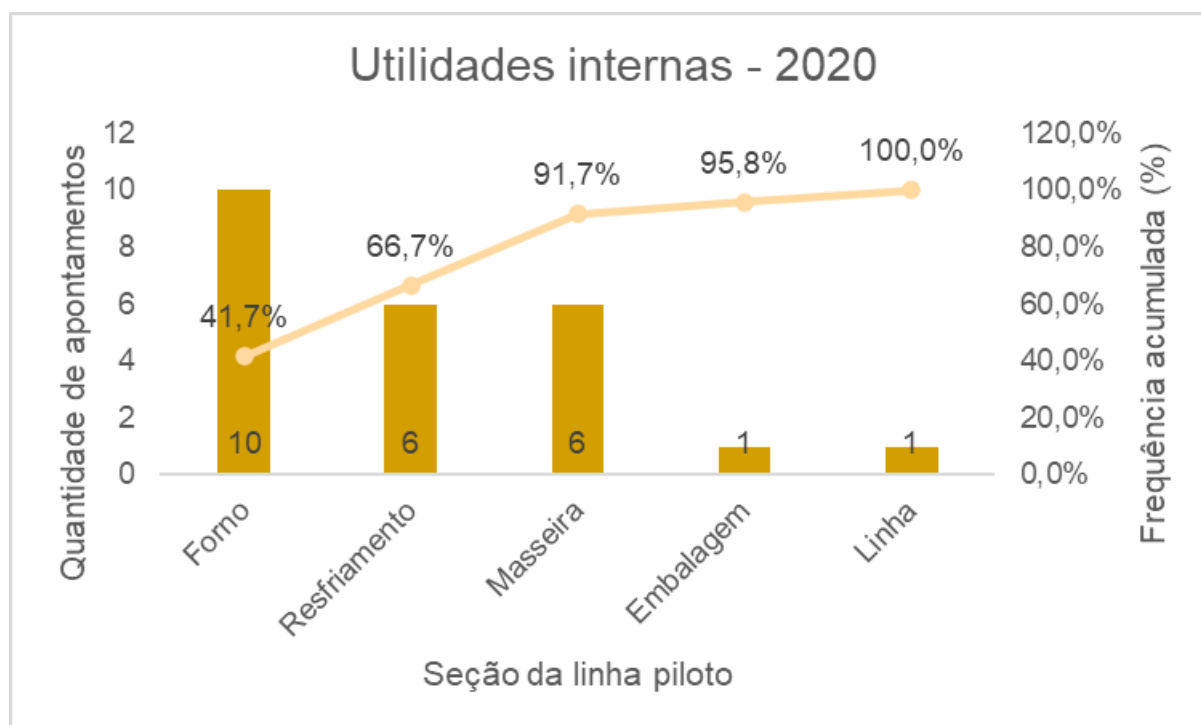
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 4 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas operacionais no ano de 2020.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 5 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de utilidades internas no ano de 2020.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Vale salientar que o gráfico de Pareto permite que se tenha a noção de que 20% dos defeitos ou falhas ocasionam 80% dos problemas. Portanto, a análise dos gráficos de Pareto deste presente trabalho procura desvendar 80% das seções da linha piloto que impactam nas paradas de manutenção e operacionais, e no reprocesso e no descarte, pois considerou-se que elas são onde ocorrem mais falhas e perdas na operação da linha piloto.

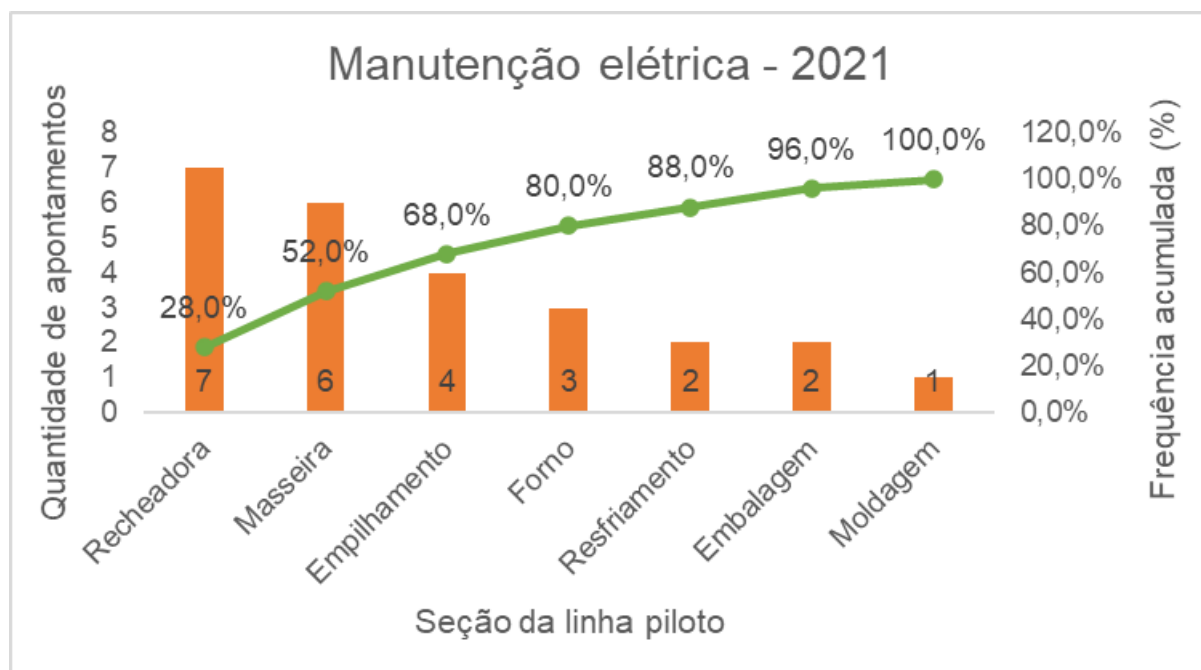
De acordo com os gráficos 2, 3, 4 e 5, as seções que mais impactam nas respectivas paradas no ano de 2020 são:

- Manutenção elétrica: resfriamento, moldagem, masseira e recheadora.
- Manutenção mecânica: recheadora, masseira, forno e resfriamento.
- Parada operacional: masseira, embalagem e recheadora.
- Utilidades internas: forno, resfriamento e masseira.

Considerando todas as paradas mencionadas anteriormente, as três seções que mais apareceram foram a masseira, o resfriamento e a recheadora.

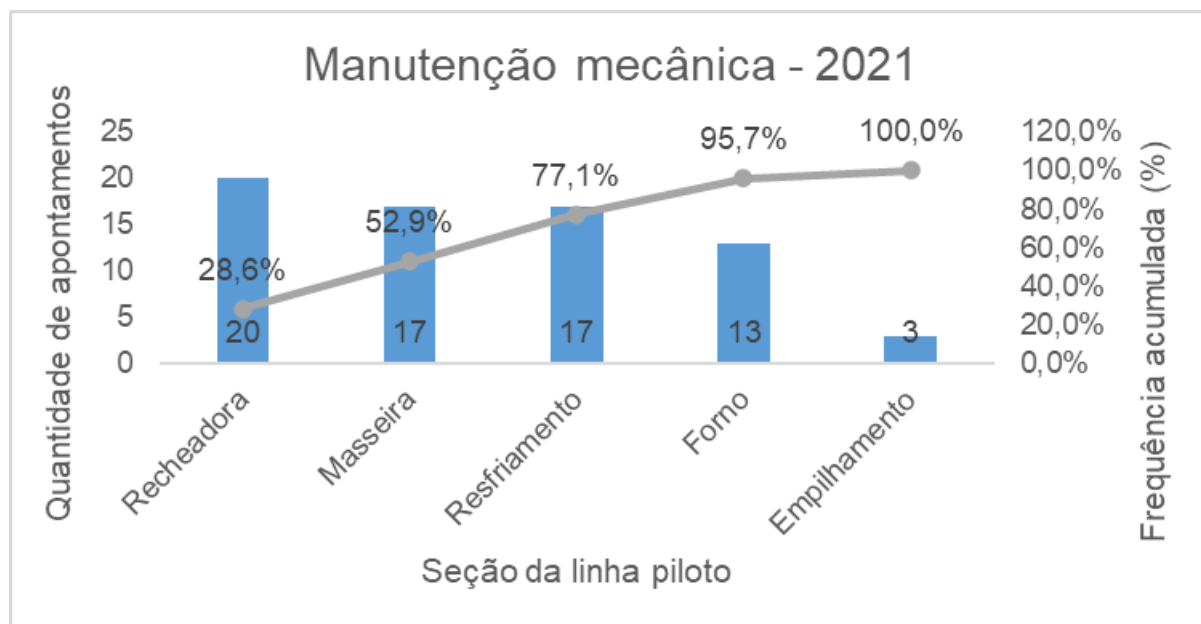
4.2 Paradas relacionadas à perda de disponibilidade na linha piloto no ano de 2021

Gráfico 6 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção elétrica no ano de 2021.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 7 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção mecânica no ano de 2021.



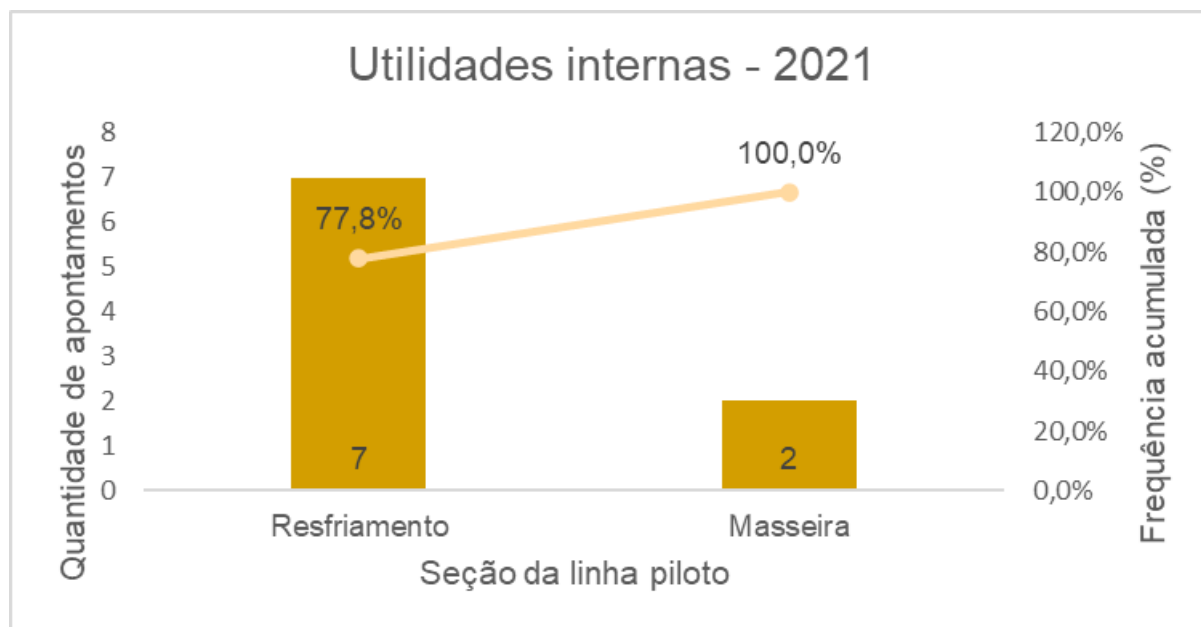
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 8 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas operacionais no ano de 2021.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 9 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de utilidades internas no ano de 2021.



Fonte: (Própria autora, 2023)

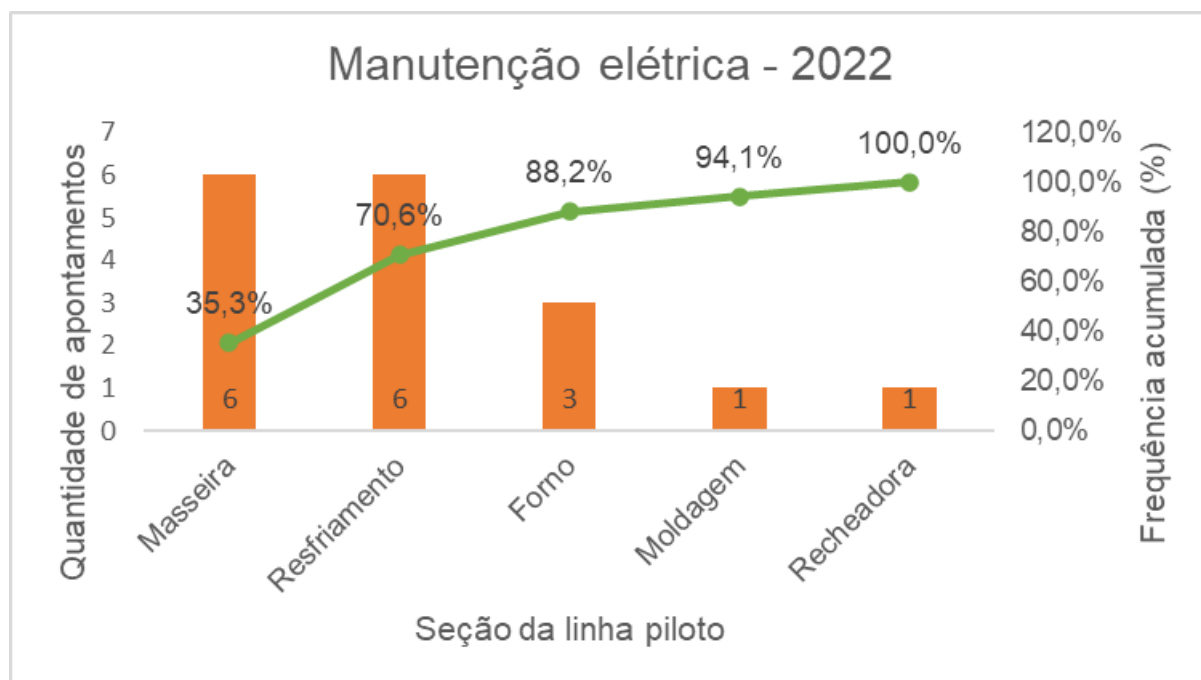
De acordo com os gráficos 6, 7, 8 e 9, as seções que mais impactam nas respectivas paradas no ano de 2021 são:

- Manutenção elétrica: recheadora, masseira, empilhamento e forno.
- Manutenção mecânica: recheadora, masseira, resfriamento e forno.
- Parada operacional: masseira, recheadora e embalagem.
- Utilidades internas: resfriamento e masseira.

Considerando todas as paradas mencionadas anteriormente, as três seções que mais apareceram foram a masseira, a recheadora e o resfriamento.

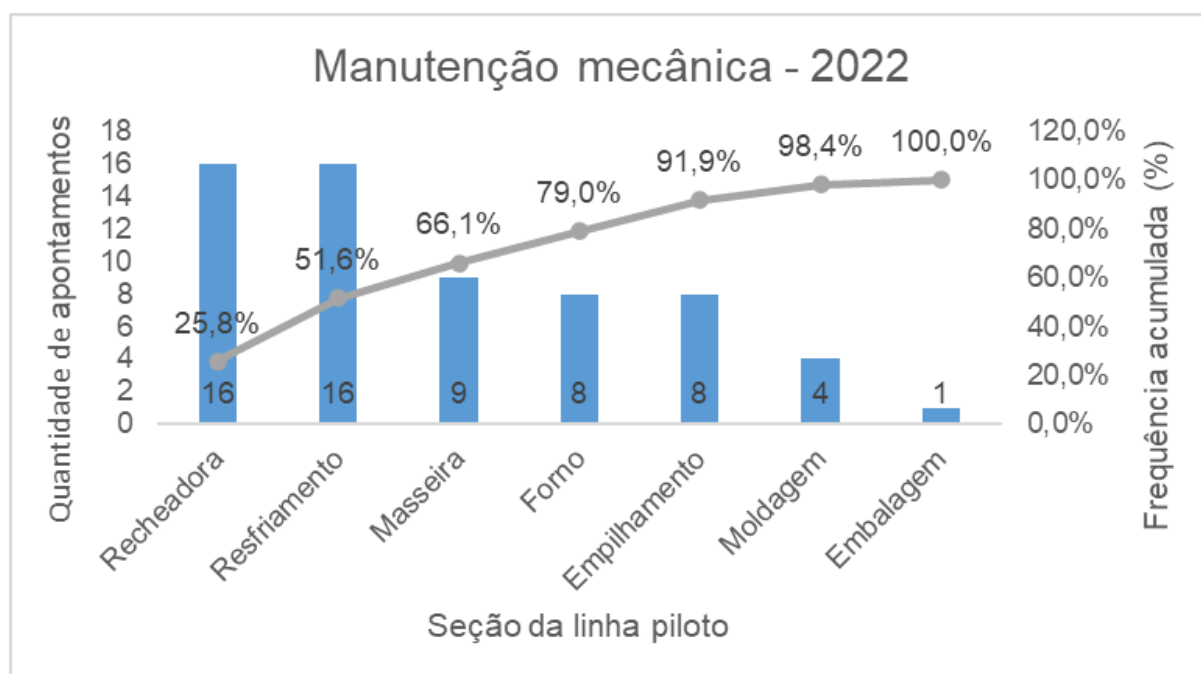
4.3 Paradas relacionadas à perda de disponibilidade na linha piloto no ano de 2022

Gráfico 10 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção elétrica no ano de 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 11 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção mecânica no ano de 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 12 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas operacionais no ano de 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 13 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de utilidades internas no ano de 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

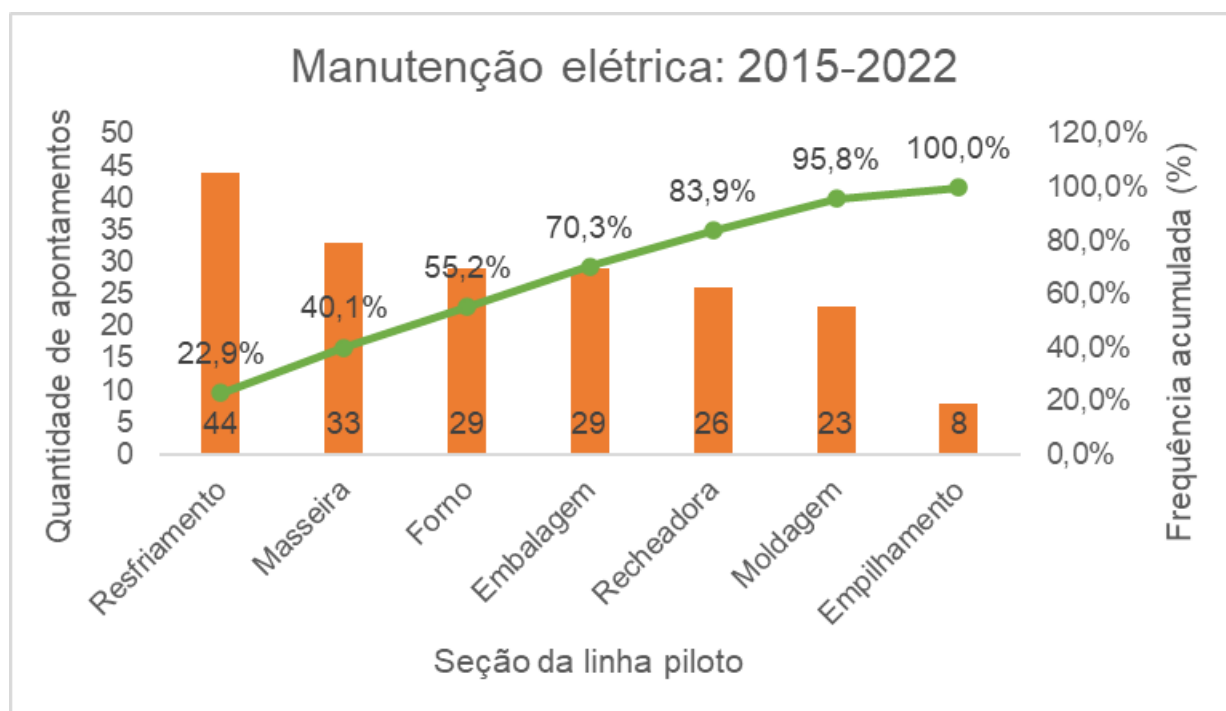
De acordo com os gráficos 10, 11, 12 e 13, as seções que mais impactam nas respectivas paradas no ano de 2022 são:

- Manutenção elétrica: masseira, resfriamento e forno.
- Manutenção mecânica: recheadora, resfriamento, masseira, forno e empilhamento.
- Parada operacional: embalagem, resfriamento, masseira e recheadora.
- Utilidades internas: resfriamento.

Considerando todas as paradas mencionadas anteriormente, as três seções que mais apareceram foram o resfriamento, a masseira e a recheadora.

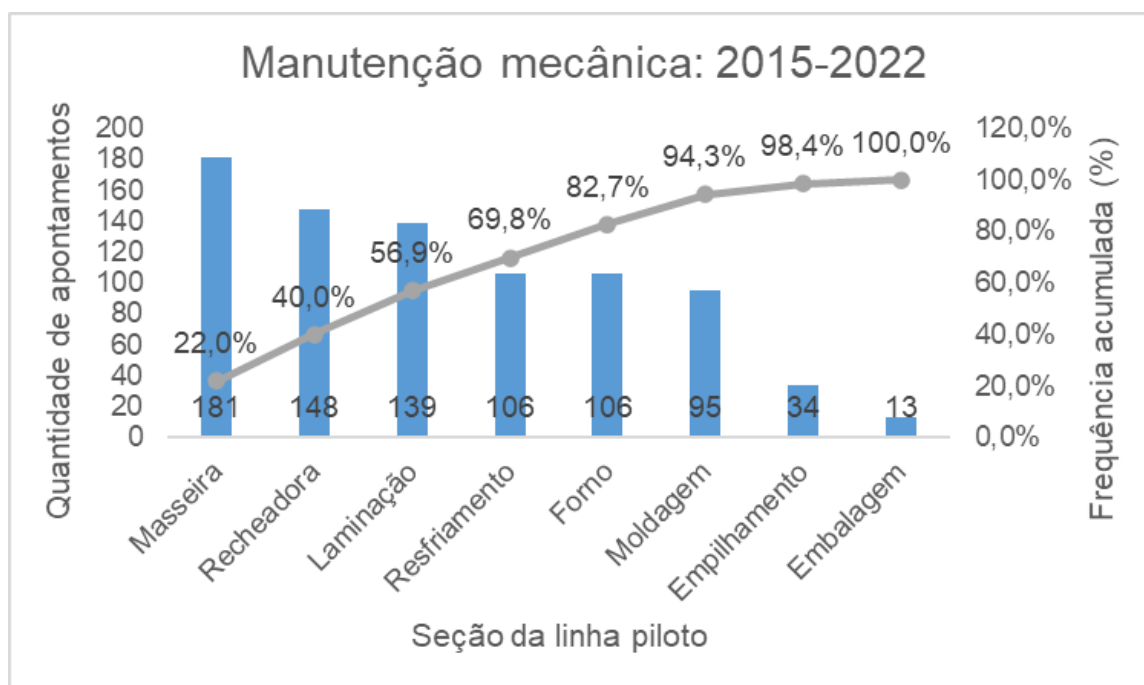
4.4 Paradas relacionadas à perda de disponibilidade na linha piloto entre 2015 e 2022

Gráfico 14 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção elétrica no período compreendido entre 2015 e 2022.



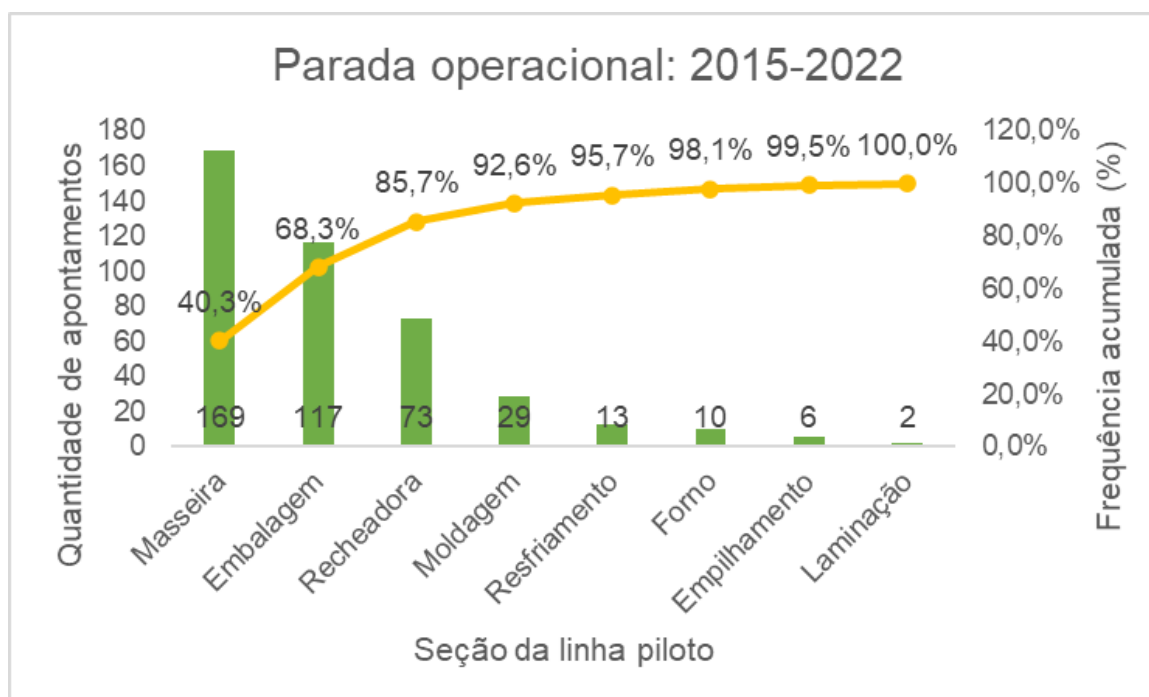
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 15 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de manutenção mecânica no período compreendido entre 2015 e 2022.



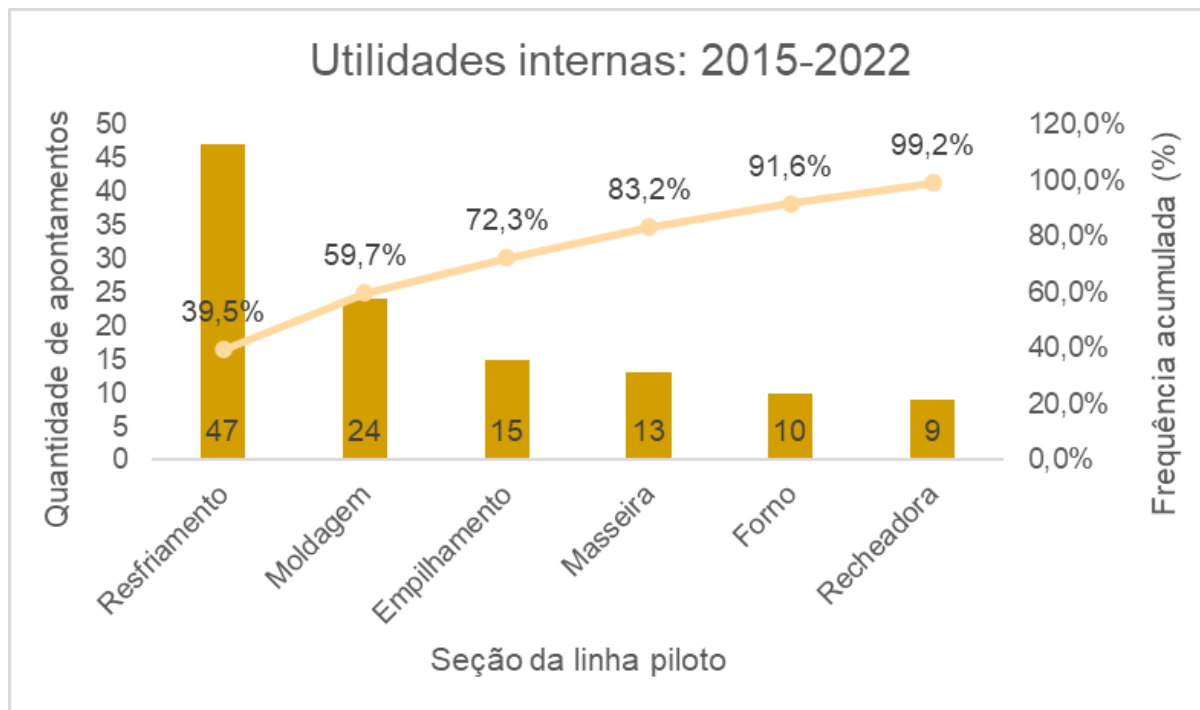
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 16 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas operacionais no período compreendido entre 2015 e 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 17 - Seções da linha piloto nas quais foram registradas paradas de utilidades internas no período compreendido entre 2015 e 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

De acordo com os gráficos 14, 15, 16 e 17, as seções que mais impactaram nas respectivas paradas no período compreendido entre 2015 e 2022 são:

- Manutenção elétrica: resfriamento, masseira, forno, embalagem e recheadora.
- Manutenção mecânica: masseira, recheadora, resfriamento, forno e moldagem.
- Parada operacional: masseira, embalagem e recheadora.
- Utilidades internas: resfriamento, moldagem, empilhamento e masseira.

Considerando todas as paradas mencionadas anteriormente, as três seções que mais apareceram foram a masseira, o resfriamento e a recheadora.

As seções mais impactadas pelas paradas de manutenção mecânica, elétrica, operacional e de utilidades internas foram a masseira, a recheadora e o resfriamento. Percebe-se que estas mesmas seções foram as mais impactadas desde 2015. Portanto, levando em conta as paradas de manutenção mecânica e elétrica de embalagem, os pilares do TPM devem focar na Embalagem, na Masseira e na Recheadora para alcançar maiores resultados de OEE, isso levando em conta, somente, a disponibilidade dos equipamentos.

A Tabela 3 a seguir apresenta os indicadores relacionados à performance ao longo do período compreendido analisado.

Tabela 3 - Indicadores relacionados à performance da linha piloto no período 2014-2022.

INDICADOR	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
OEE - REAL (%)	81,11	81,62	81,83	85,78	87,69	88,49	85,98	88,86	86,77
PERDA DE PERFORMANCE - REAL (%)	1,63	1,33	1,33	1,69	0,87	0,33	0,97	0,04	0,83
PERDA DE VELOCIDADE - REAL (%)	1,63	2,36	1,10	1,46	0,69	0,12	0,78	-0,07	0,78
PEQUENAS PARADAS - REAL (%)	-	0,21	0,23	0,23	0,18	0,21	0,19	0,11	0,05

Fonte: (Própria autora, 2023)

Pela Tabela 3, percebe-se que a perda de velocidade e as pequenas paradas na linha piloto reduziram ao longo do período compreendido.

A Tabela 4 a seguir apresenta os indicadores relacionados à qualidade ao longo do período compreendido analisado.

Tabela 4 - Indicadores relacionados à qualidade da linha piloto no período 2014-2022.

INDICADOR	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
OEE - REAL (%)	81,11	81,62	81,83	85,78	87,69	88,49	85,98	88,86	86,77
PERDAS DE QUALIDADE - REAL (%)	5,91	6,05	4,71	2,69	2,99	3,28	3,80	3,19	4,91
DESCARTE - REAL (%)	0,36	0,37	0,27	0,24	0,28	0,29	0,32	0,32	0,49
REPROCESSO - REAL (%)	3,23	2,66	2,46	2,45	2,49	3,00	3,48	2,87	4,43
SOBREPESO - REAL (%)	2,32	3,02	1,99	-	0,23	-	-	-	-
DESCARTE EFETIVO - REAL (%)	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	0,30	0,35	0,34	0,28
REPROCESSO EFETIVO - REAL (%)	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	3,13	3,76	3,05	2,50
SOBREPESO EFETIVO - META (%)	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	2,79	2,99	2,81	1,17

Fonte: (Própria autora, 2023)

Pela Tabela 4 e pelo histórico, percebeu-se que o descarte e o reprocesso estão elevados na linha piloto.

Vale salientar que o descarte, reprocesso, sobrepeso, descarte efetivo, reprocesso efetivo e sobrepeso efetivo são calculados pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Descarte (\%)} = \frac{\frac{\text{Descarte (kg)}}{\text{Capacidade da linha (kg/h)}}}{\text{Tempo bruto de operação (h)}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Reprocesso (\%)} = \frac{\frac{\text{Reprocesso (kg)}}{\text{Capacidade da linha (kg/h)}}}{\text{Tempo bruto de operação (h)}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Sobrepeso (\%)} = \frac{\frac{\text{Sobrepeso (kg)}}{\text{Capacidade da linha (kg/h)}}}{\text{Tempo bruto de operação (h)}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Descarte efetivo (\%)} = \frac{\text{Descarte (kg)}}{\text{Produção real (kg)}} \times 100\% \quad (5)$$

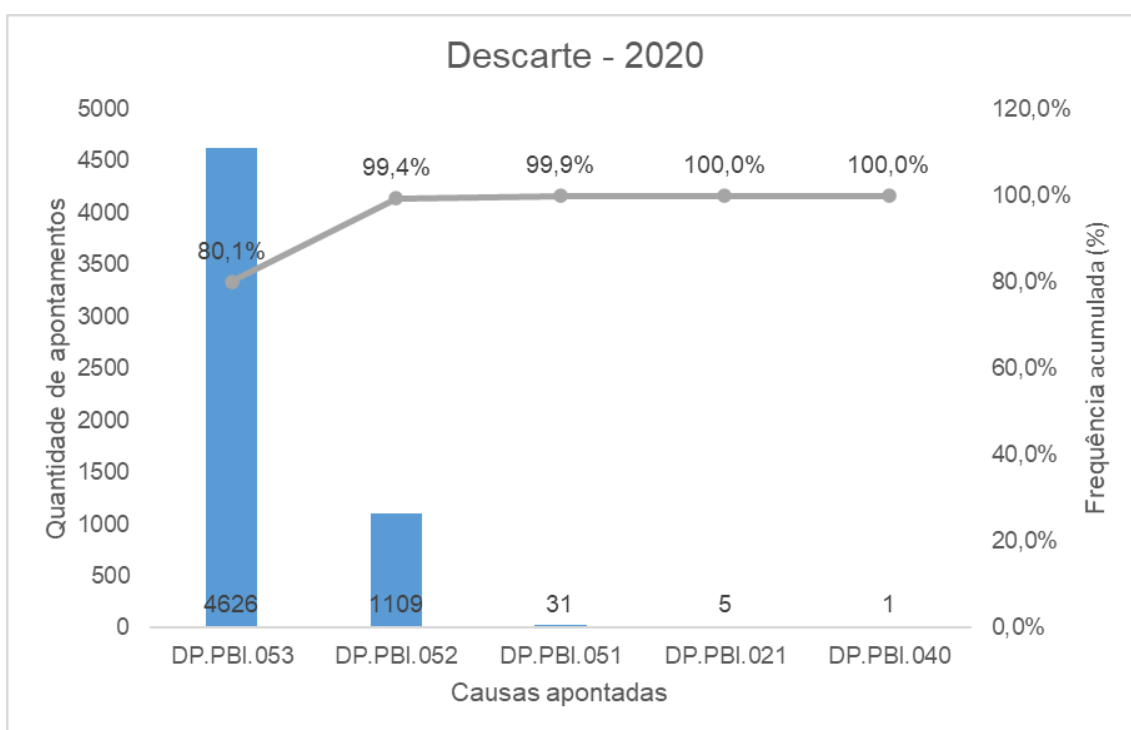
$$\text{Reprocesso efetivo (\%)} = \frac{\text{Reprocesso (kg)}}{\text{Produção real (kg)}} \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{Sobrepeso efetivo (\%)} = \frac{\text{Sobrepeso (kg)}}{\text{Produção acabada (kg)}} \times 100\% \quad (7)$$

Os gráficos de Pareto a seguir expõem as causas mais significativas para o descarte e reprocesso elevados na linha piloto nos anos de 2020, 2021 e 2022, e, por fim, no período compreendido entre 2015 e 2022. Não foi possível compilar os dados de 2014 devido à falta destes.

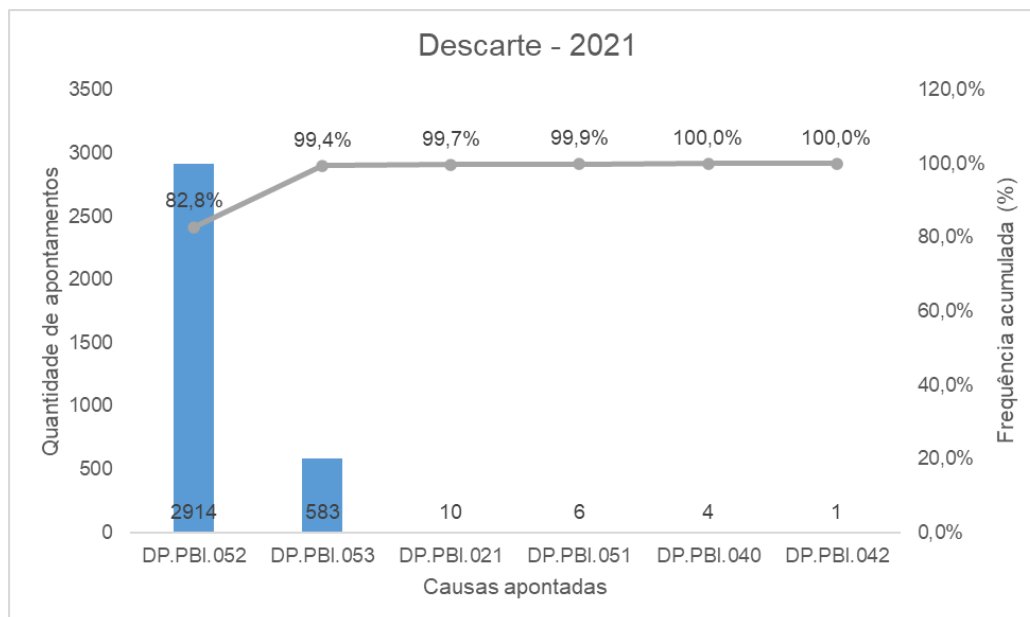
4.5 Causas apontadas para o descarte na linha piloto nos anos 2020, 2021, 2022 e entre 2015 e 2022

Gráfico 18 - Causas apontadas para o descarte na linha piloto no ano de 2020.



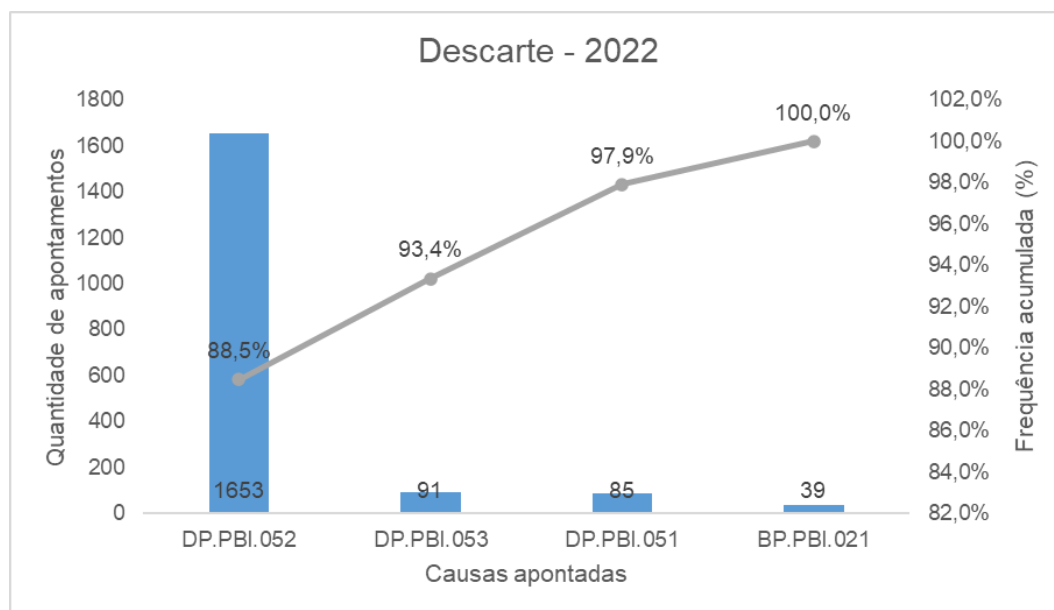
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 19 - Causas apontadas para o descarte na linha piloto no ano de 2021.



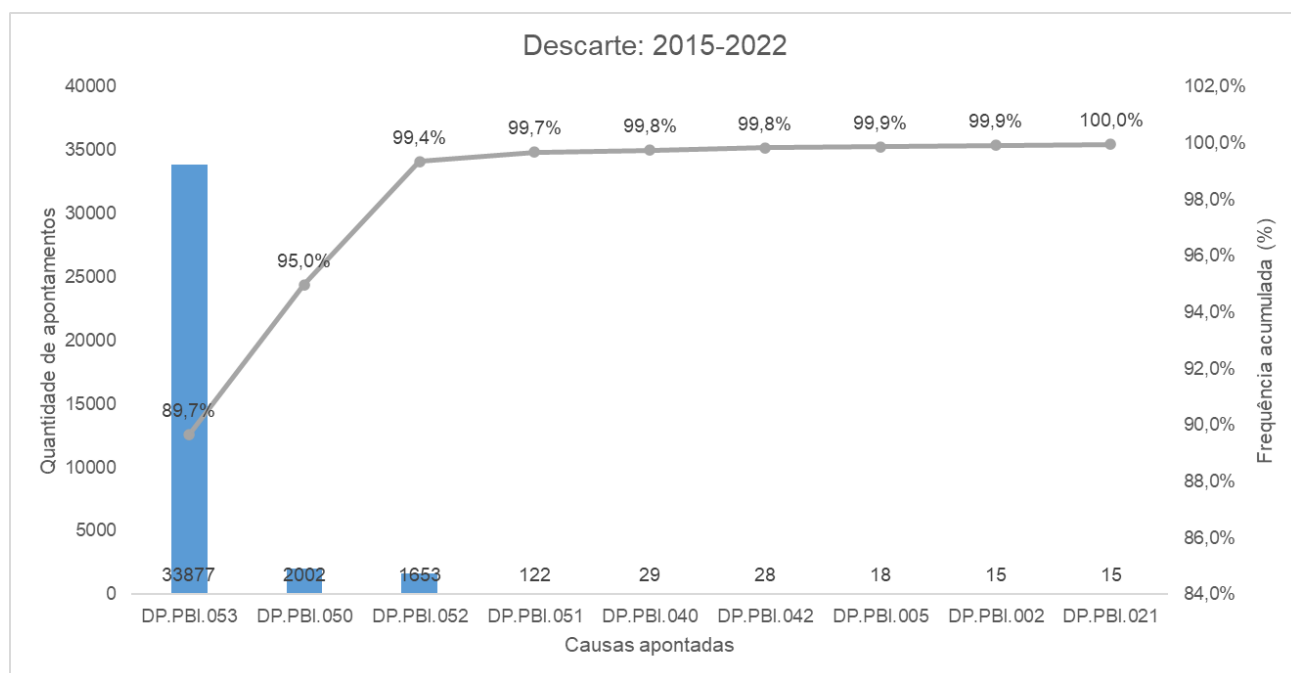
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 20 - Causas apontadas para o descarte na linha piloto no ano de 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 21 - Causas apontadas para o descarte na linha piloto no período compreendido entre 2015 e 2022.

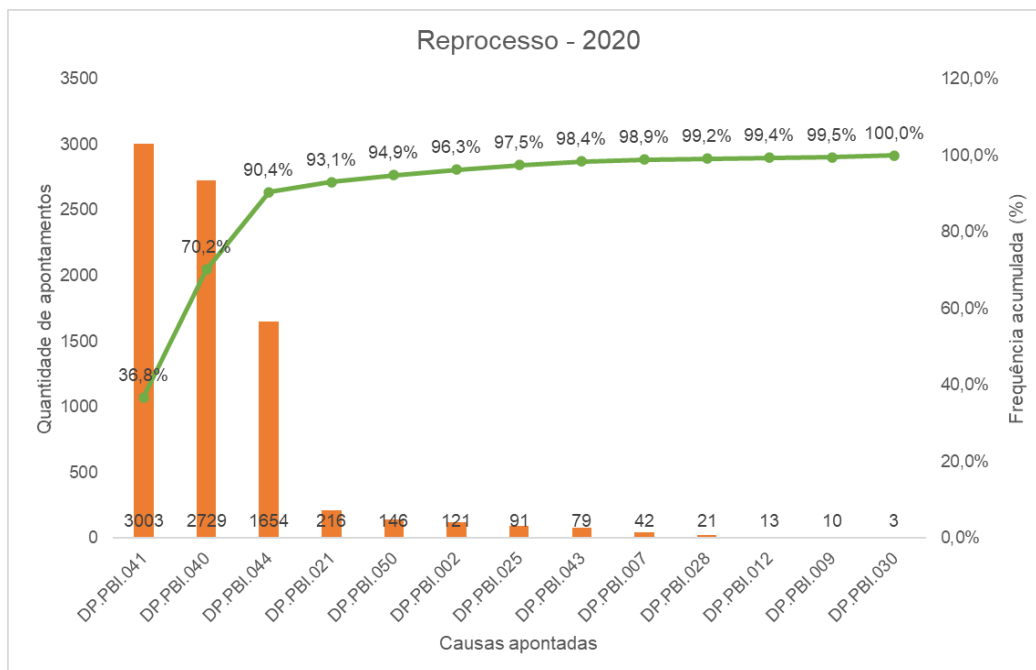


Fonte: (Própria autora, 2023)

Pelos resultados apresentados pelos Gráficos 18, 19, 20 e 21, os defeitos cujos códigos são DP.PBI.052 e DP.PBI.053 foram as principais causas apontadas para o descarte ocorrido na linha piloto.

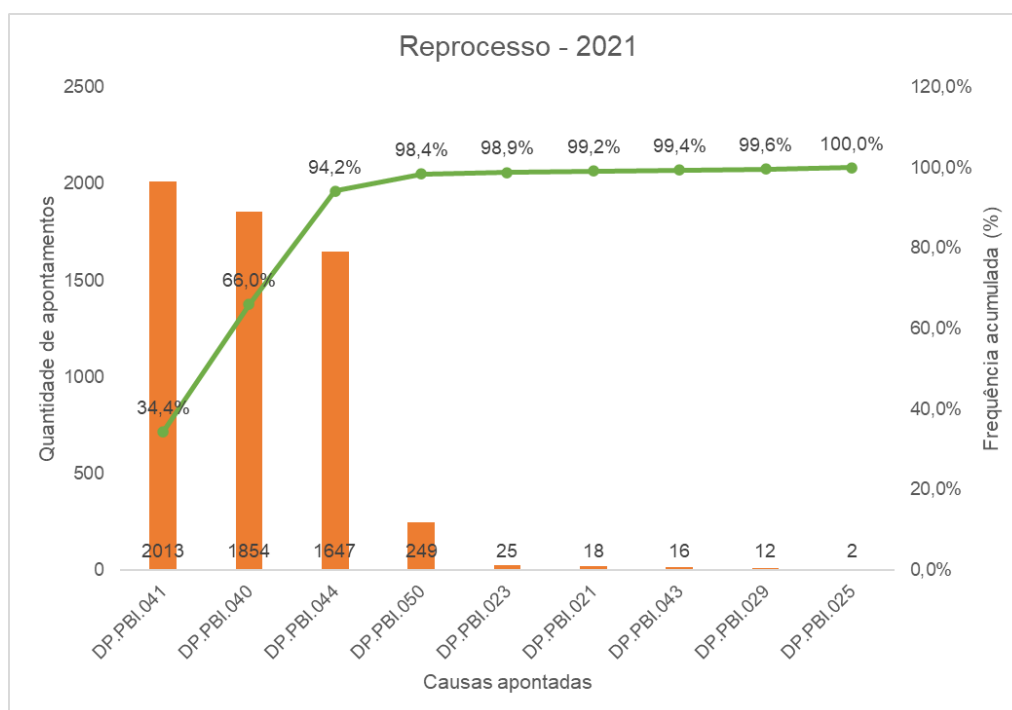
4.6 Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto nos anos 2020, 2021, 2022 e entre 2015 e 2022

Gráfico 22 - Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto no ano de 2020.



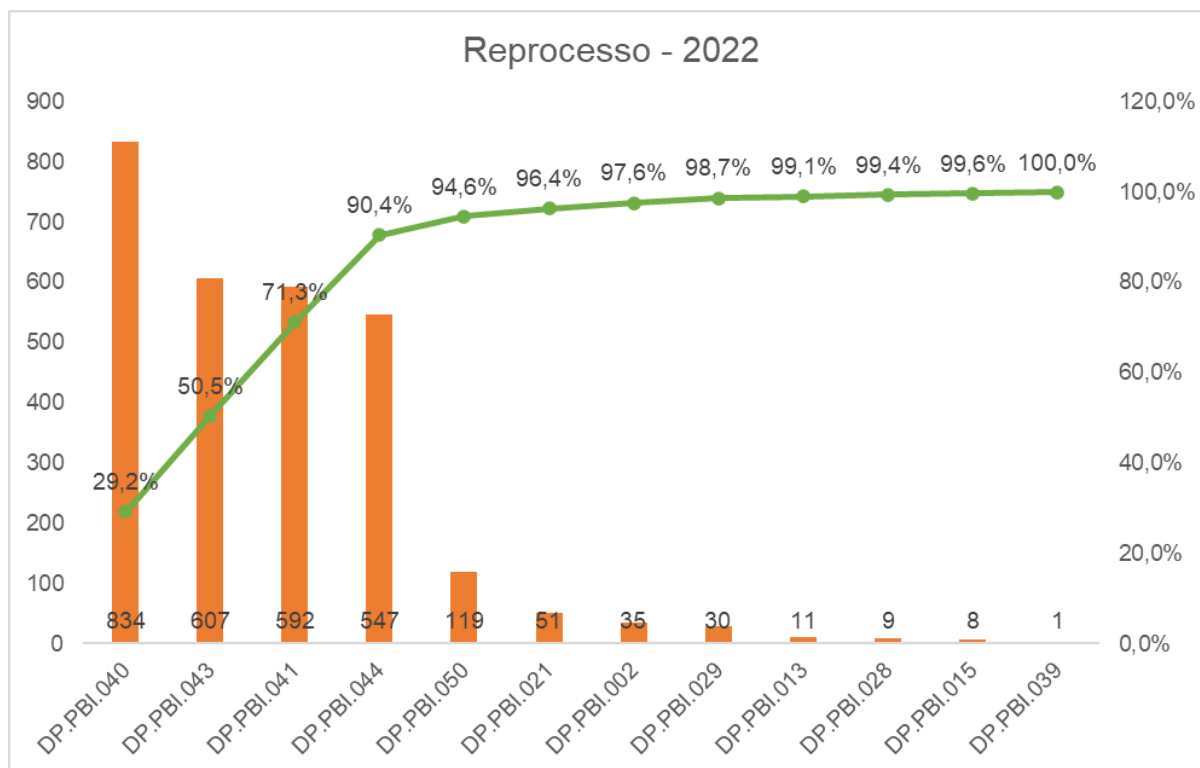
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 23 - Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto no ano de 2021.



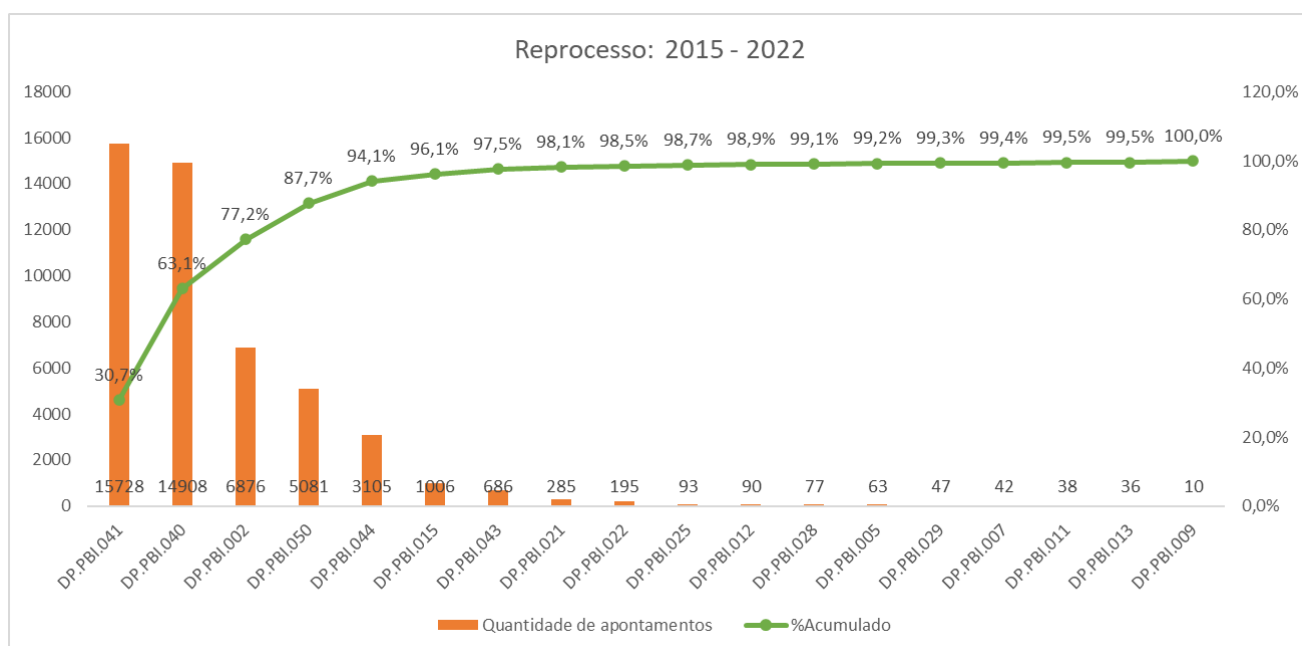
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 24 - Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto no ano de 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 25 - Causas apontadas para o reprocesso na linha piloto no período compreendido entre 2015 e 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

De acordo com os Gráficos 22, 23, 24 e 25, as causas mais significativas para o reprocesso acima da meta da linha piloto são as seguintes:

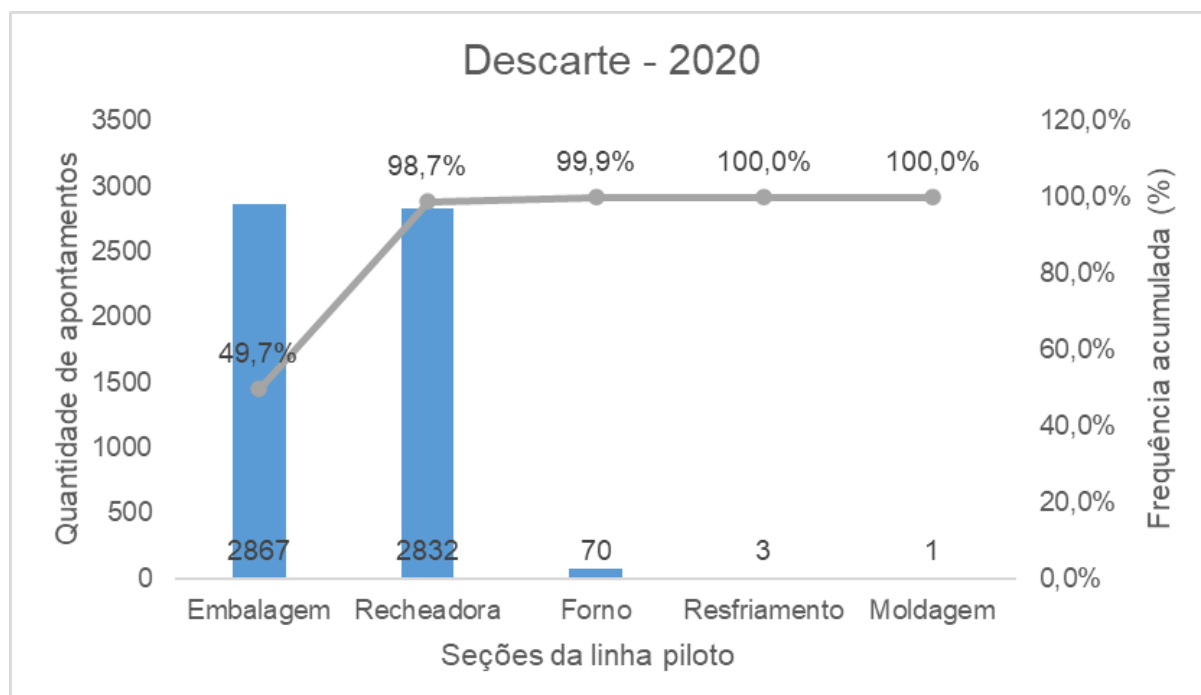
- 2020: DP.PBI.041, DP.PBI.040 e DP.PBI.044.
- 2021: DP.PBI.041, DP.PBI.040 e DP.PBI.044.
- 2022: DP.PBI.040, DP.PBI.043, DP.PBI.41 e DP.PBI.044.
- 2015-2022: DP.PBI.040, DP.PBI.041, DP.PBI.002 e DP.PBI.050.

É notório que os defeitos DP.PBI.041 e DP.PBI.040 persistem ao longo dos anos em que está inserida no TPM. O defeito DP.PBI.043, também, deve ser um ponto de atenção, pois foi recorrente entre os anos de 2020 a 2022.

Os gráficos de Pareto a seguir expõem as seções nas quais o descarte e reprocesso foram mais significativos na linha piloto nos anos de 2020, 2021 e 2022, e, por fim, no período compreendido entre 2015 e 2022. Não foi possível compilar os dados de 2014 devido à falta destes.

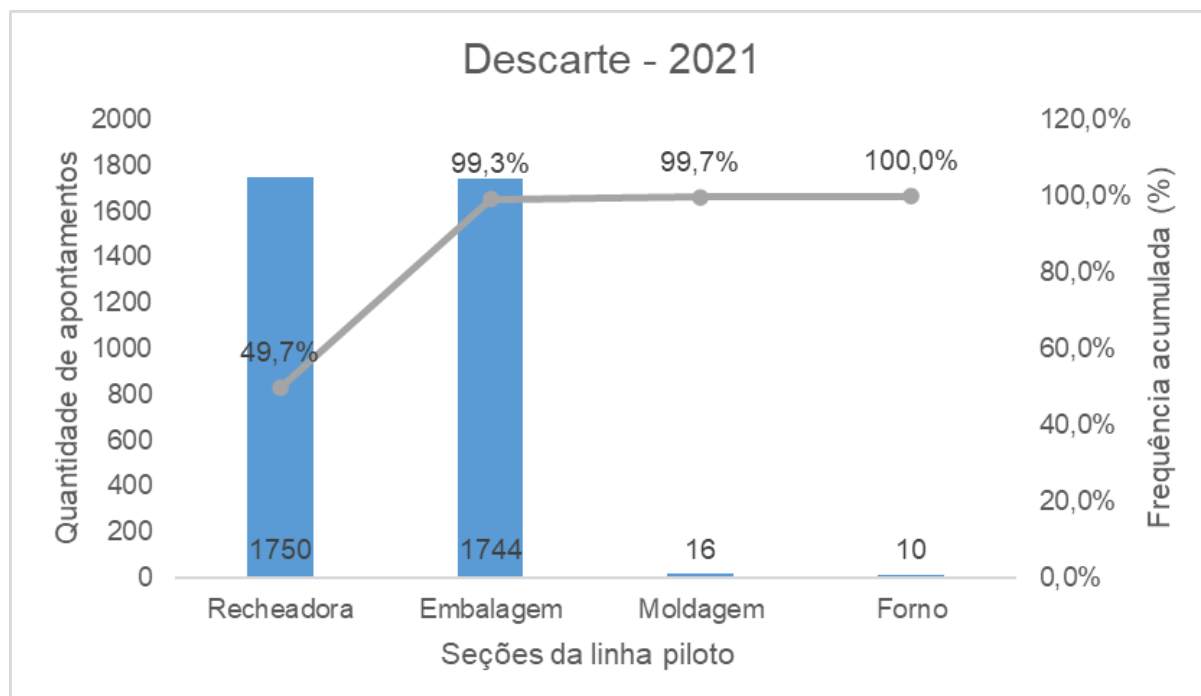
4.7 Seções da linha piloto mais críticas em relação ao descarte nos anos 2020, 2021, 2022 e entre 2015 e 2022

Gráfico 26 - Seções da linha piloto onde ocorreu descarte de produto no ano de 2020.



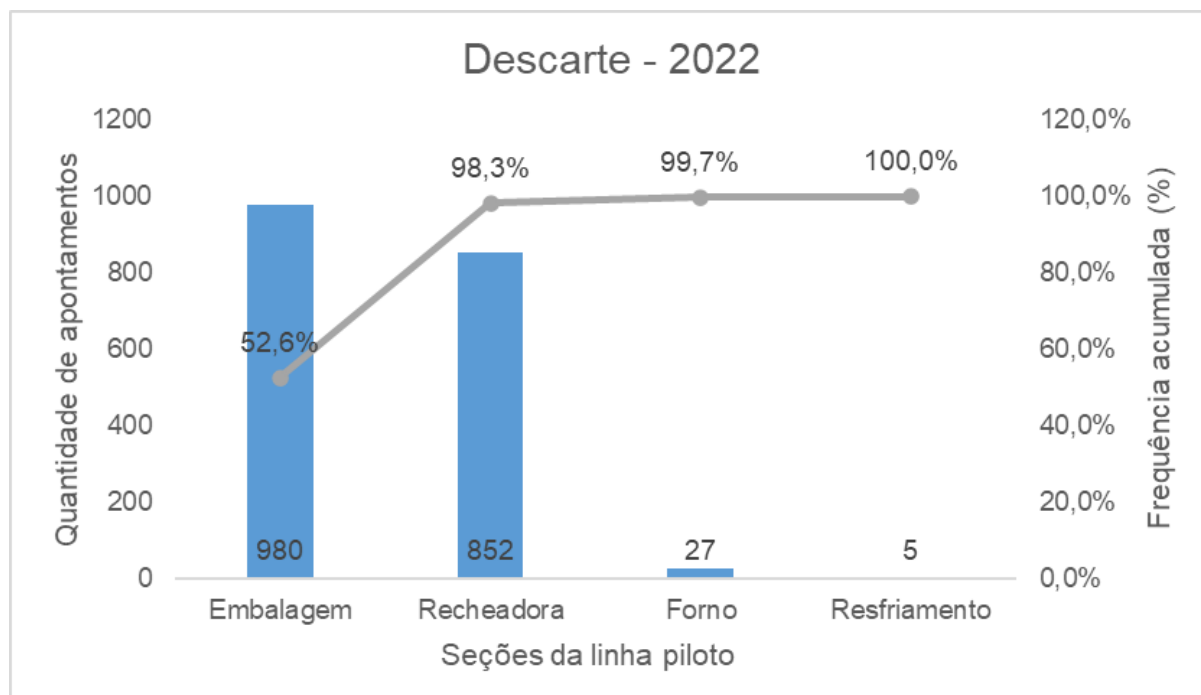
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 27 - Seções da linha piloto onde ocorreu descarte de produto no ano de 2021.



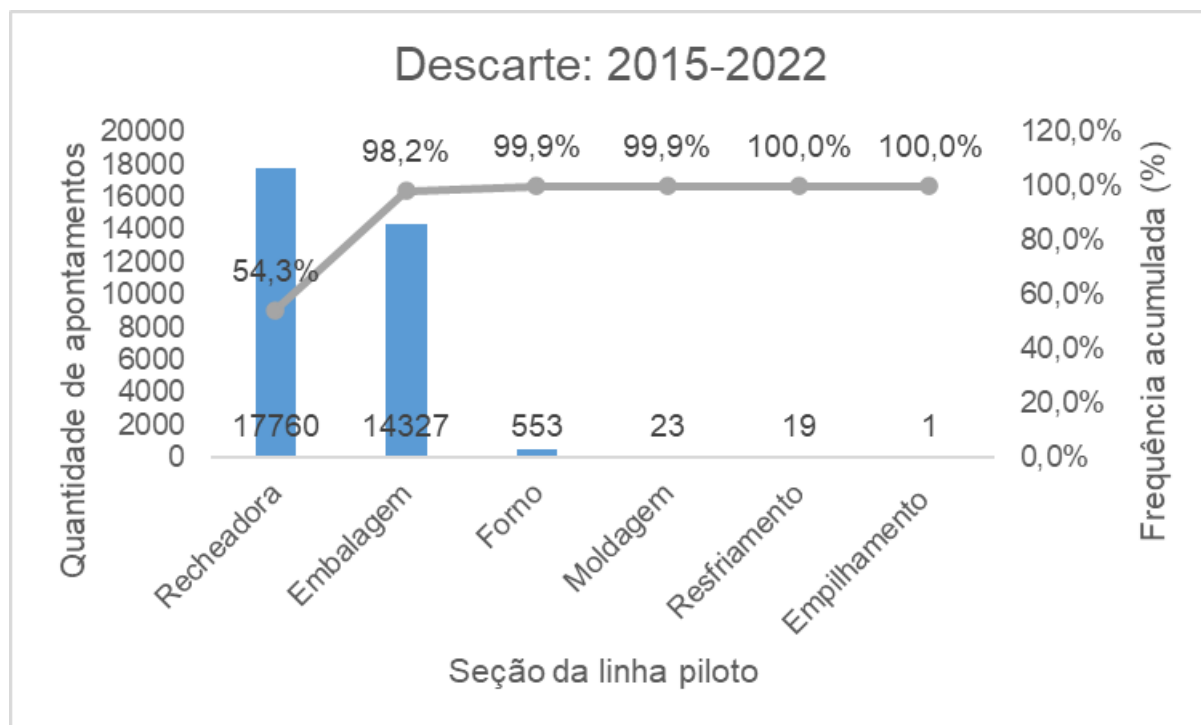
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 28 - Seções da linha piloto onde ocorreu descarte de produto no ano de 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 29 - Seções da linha piloto onde ocorreu descarte de produto no período compreendido entre 2015 e 2022.

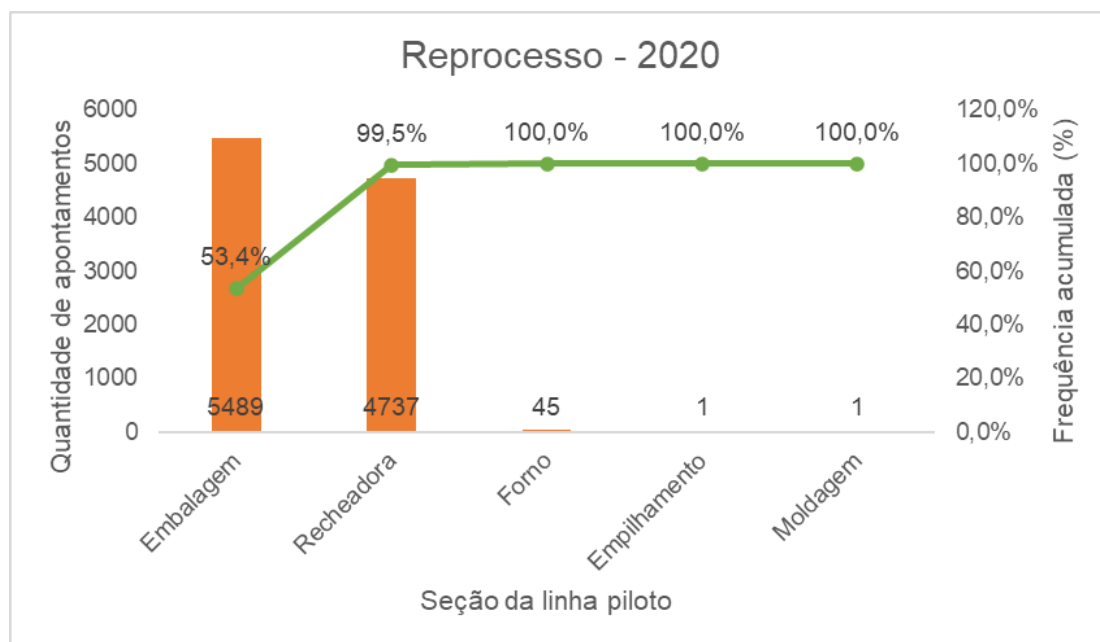


Fonte: (Própria autora, 2023)

É bastante perceptível que a problemática do descarte elevado se concentra, majoritariamente, na Embalagem e na Recheadora durante todo o período que a linha produtiva está inserida no TPM.

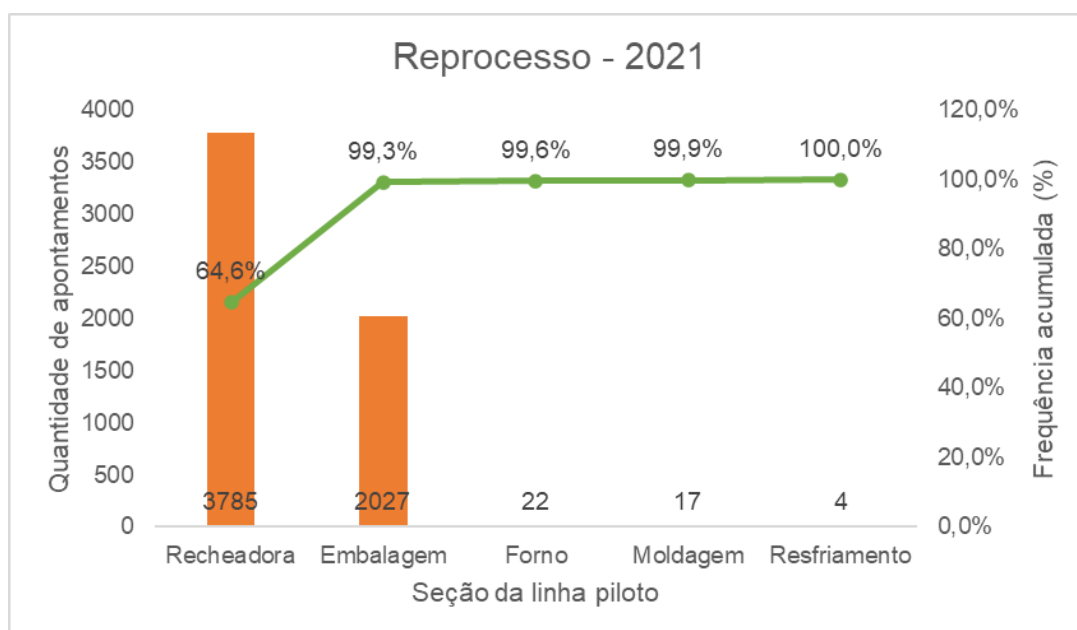
4.8 Seções da linha piloto mais críticas em relação ao reprocesso nos anos 2020, 2021, 2022 e entre 2015 e 2022

Gráfico 30 - Seções da linha piloto onde ocorreu reprocesso de produto no ano de 2020.



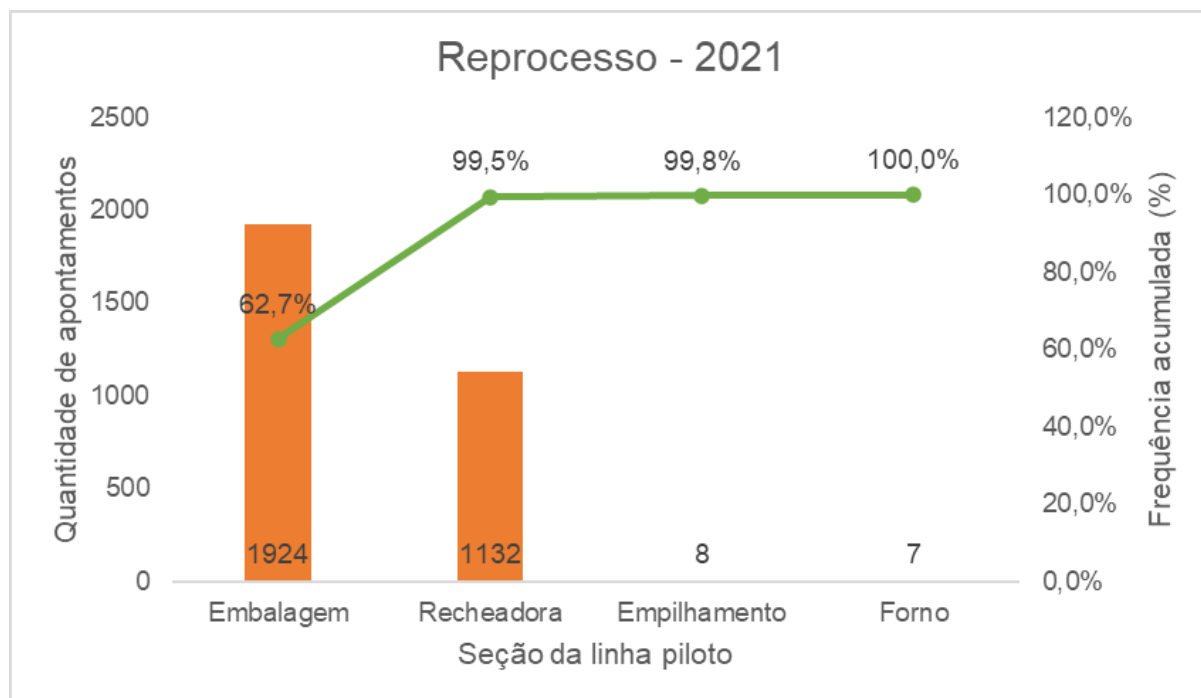
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 31 - Seções da linha piloto onde ocorreu reprocesso de produto no ano de 2021.



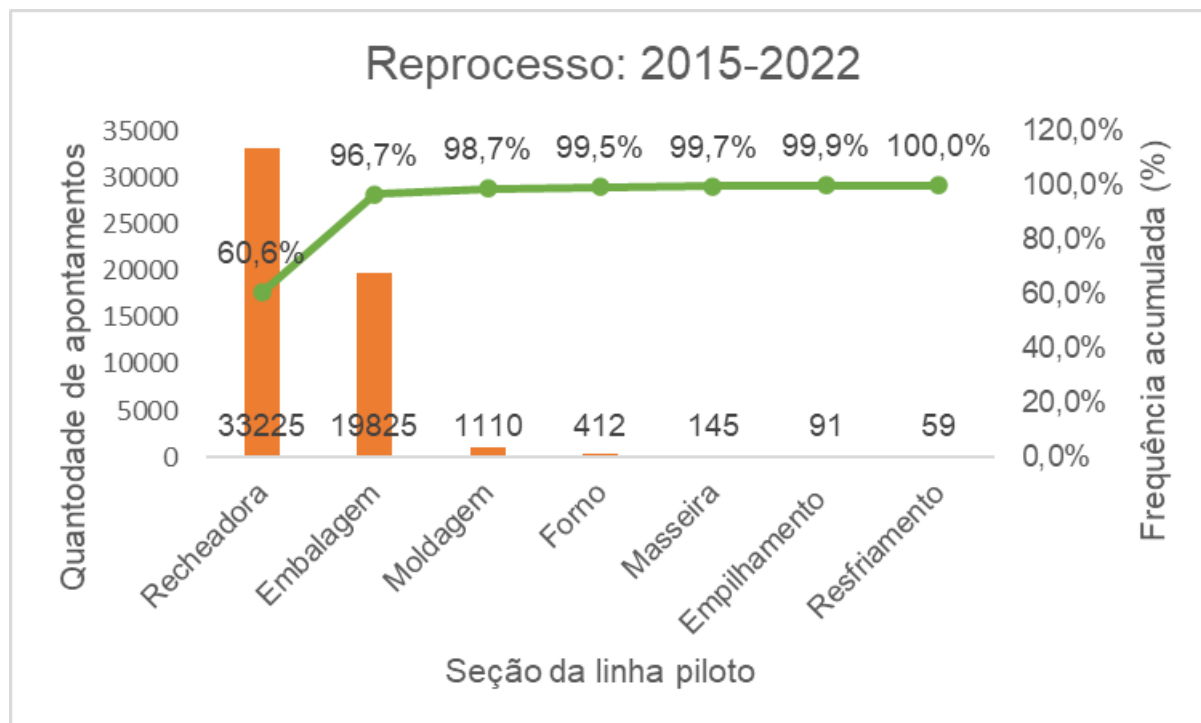
Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 32 - Seções da linha piloto onde ocorreu reprocesso de produto no ano de 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Gráfico 33 - Seções da linha piloto onde ocorreu reprocesso de produto no período compreendido entre 2015 e 2022.



Fonte: (Própria autora, 2023)

Assim como no descarte, a problemática do reprocesso elevado se concentra, também, na Embalagem e na Recheadora durante todo o período que a linha produtiva está inserida no TPM.

Vale salientar que o OEE pode ser maximizado com o controle e monitoramento dos indicadores que impactam o tempo programado para a operação. Dessa forma, as perdas programadas são reduzidas, consequentemente, aumentando o tempo bruto de operação, o tempo efeito de operação e, por fim, o tempo de operação com valor agregado.

A Tabela 5 a seguir apresenta esses indicadores para a linha piloto em análise.

Tabela 5 - Indicadores que impactam o tempo programado para a operação da linha piloto no período 2014-2022.

INDICADOR	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
UTILIZAÇÃO DO ATIVO - REAL (%)	45,69	50,44	52,91	53,93	52,58	54,43	64,03	57,41	60,00
HORAS SEM MÃO DE OBRA PRODUTIVA - REAL (%)	27,22	27,28	21,38	22,83	22,38	23,98	16,12	12,60	3,89
TEMPO PROGRAMADO PARA OPERAÇÃO - REAL (%)	62,93	71,37	69,78	69,61	67,74	71,61	76,33	65,68	62,43
MANUTENÇÃO PREVENTIVA - REAL (%)	-	1,92	2,81	-	-	-	3,79	2,54	4,40
TESTE DE PRODUTO - REAL (%)	0,16	0,13	-	-	-	0,04	1,05	0,30	1,19
REFEIÇÃO - REAL (%)	11,68	5,10	3,23	1,44	1,07	0,57	0,88	3,89	6,24
FALTA DE COLABORADORES - REAL (%)	0,01	N	0,05	0,01	0,01	0,18	0,34	0,09	0,03
TREINAMENTO/REUNIÃO - REAL (%)	1,64	1,17	1,51	2,37	1,43	1,91	0,64	0,16	0,63
FALTA DE RECURSOS - REAL (%)	1,02	0,06	0,07	0,05	0,02	0,04	0,01	0,97	0,11
MATERIAL NÃO CONFORME - REAL (%)	0,12	0,07	0,17	0,16	0,33	0,25	0,05	0,07	0,03
LOGÍSTICA - REAL (%)	0,25	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-
ADMINISTRATIVA - REAL (%)	1,68	3,57	5,32	7,25	8,35	6,62	4,18	5,12	4,38
UTILIDADES EXTERNAS - REAL (%)	0,58	0,28	0,24	0,22	0,56	0,51	0,22	0,13	0,24
SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE - REAL (%)	0,20	0,03	0,07	0,03	0,27	0,10	0,002	0,004	0,06
MELHORIAS E TESTES - REAL (%)	3,93	0,07	0,02	0,09	0,09	0,06	0,01	0,37	5,53
ENGENHARIA - REAL (%)	0,26	0,10	0,10	0,29	0,73	0,13	-	0,41	1,18
FÉRIAS COLETIVAS - REAL (%)	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	-	-	-
INTERVENÇÕES EXTERNAS - REAL (%)	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	-	-	-
AUSÊNCIA DE DEMANDA DE PRODUÇÃO - REAL (%)	1,24	1,72	3,75	4,75	2,80	4,78	0,04	12,02	3,97
PRODUTO SEMIACABADO - REAL (%)	-	0,24	0,18	0,12	0,36	-	-	-	-

Fonte: (Própria autora, 2023)

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que, pelo histórico de dados, durante todo o período que a linha piloto está inserida no TPM, os indicadores de perdas de disponibilidade e de qualidade são os que mais impactam o OEE.

Dessa forma, as paradas ocasionadas pelas paradas de manutenção (mecânica e elétrica) devem ser analisadas pelo pilar de Manutenção Planejada, com ênfase nas seções da Masseur, da Recheadora e da Embalagem, para que seja avaliada a necessidade da aquisição de novos equipamentos e/ou novos componentes e políticas de manutenção. Dentre todas as paradas de manutenção, a manutenção mecânica aparece em maior quantidade, com 46,1% em 2020, 36,0% em 2021 e 36,6% em 2022, cuja seção mais afetada é a Recheadora durante o mesmo período. Em 2020, 90,3% das paradas na Recheadora foram ocasionadas por manutenção mecânica, em 2021, 74,1%, e em 2022, 94,1%.

As paradas operacionais devem ser analisadas pelo pilar Educação e Treinamento, com ênfase na Masseur, na Embalagem e na Recheadora, avaliando a necessidade de criar padrões, realizar treinamentos e reciclagem de conteúdo com os operadores da linha. Nos anos de 2020 e 2021, a Masseur foi a seção mais afetada pelas paradas operacionais. Em 2020, obteve 24 apontamentos e em 2021, reduziu-se para 9. Em 2022, a seção mais afetada foi a Embalagem, com 10 apontamentos.

As perdas ocasionadas por descarte e reprocesso devem ser analisadas pelo pilar Manutenção da Qualidade, com ênfase nas seções da Recheadora e da Embalagem. O pilar deve estudar uma maneira de reduzir o descarte ocasionado pelos defeitos cujos códigos são DP.PBI.052 e DP.PBI.053, e o reprocesso cujos códigos são DP.PBI.040 e DP.PBI.041. A abertura de projetos de melhorias são ótimas alternativas para combater essas perdas, nas quais uma equipe multidisciplinar vai focar em encontrar as causas-raízes para o problema e eliminá-las ou mitigá-las

Em relação ao descarte, em 2020, DP.PBI.052 correspondeu a 65,1% de todas as causas de perdas apontadas na Embalagem. Em 2021, 83,4%, e em 2022, 86,4%. Em relação à Recheadora, em 2020, DP.PBI.052 correspondeu a 62,0% de todas as causas de perdas apontadas, 82,3% em 2021 e 91,0% em 2022.

Ainda em relação ao descarte, em 2020, DP.PBI.053 correspondeu a 33,0% de todas as causas de perdas apontadas na Embalagem. Em 2021, 16,1%, e em

2022, 4,7%. Em relação à Recheadora, em 2020, DP.PBI.053 correspondeu a 35,7% de todas as causas de perdas apontadas, 17,0% em 2021 e 5,3% em 2022.

Percebe-se que DP.PBI.052 é o defeito mais preocupante em relação ao DP.PBI.053 na Embalagem e na Recheadora.

Em relação ao reprocesso, em 2020, DP.PBI.040 correspondeu a 3,6% de todas as causas de perdas apontadas na Embalagem. Em 2021, 2,2%, e em 2022, 1,8%. Em relação à Recheadora, em 2020, DP.PBI.040 correspondeu a 10,4% de todas as causas de perdas apontadas, 47,8% em 2021 e 42,1% em 2022.

Ainda em relação ao reprocesso, em 2020, DP.PBI.041 correspondeu a 16,1% de todas as causas de perdas apontadas na Embalagem. Em 2021, 94,3%, e em 2022, 49,8%. Em relação à Recheadora, em 2020, DP.PBI.041 correspondeu a 2,0% de todas as causas de perdas apontadas, 2,7% em 2021 e 1,5% em 2022.

É perceptível que, em relação ao reprocesso, DP.PBI.040 ocorre com mais frequência na Recheadora, e DP.PBI.041, na Embalagem.

É notório que, no decorrer da implementação da metodologia TPM, o OEE real atingiu o valor de referência estabelecido pela Gestão Classe Mundial (igual ou superior a 85%), indicando que a linha piloto está no caminho certo para consolidar a implementação do TPM.

Como sugestão de trabalho futuro, identificar os equipamentos que mais causam rupturas na linha piloto nas seções críticas apontadas neste trabalho e fazer as devidas tratativas.

REFERÊNCIAS

RIBEIRO, H. A Bíblia do TPM: como maximizar a produtividade na empresa. 1ª edição. São Paulo: Viena, 2014.

RIBEIRO, H. Desmistificando o TPM: como implantar o TPM em empresas fora do Japão. São Paulo: PDCA Editora, 2010.

CYRINO, L. **Gestão TPM e sua trajetória**. Manutenção em foco: soluções e treinamentos, 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/gestao-tpm-e-sua-trajetoria/#:~:text=O%20TPM%20teve%20origem%20no,melhoria%20da%20confiabilidade%20dos%20equipamentos>>. Acesso em: 21 de maio de 2023.

SANDER, C. **Ferramenta TPM: o que é e como ela funciona dentro do lean manufacturing**. CAE Treinamentos, 2018. Disponível em: <<https://caetreinamentos.com.br/blog/ferramentas/ferramenta-tpm>>. Acesso em 27 de maio de 2023.

ROSSI, J. **Os 8 pilares do TPM**. Global Results: foco e resultado, 2021. Disponível em: <<https://www.globalresults.com.br/os-8-pilares-do-tpm/>>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

TURCATO, A. **Metodologia 5S: o que é e como aplicar nas empresas?** PipeRun. Disponível em: <<https://crmpiperun.com/blog/metodologia-5s/>>. Acesso em 28 de maio de 2023.

SANDRINI, G. **Manutenção Autônoma: entenda os 7 passos desse pilar no TPM**. Kimia Consultoria, 2021. Disponível em: <<https://www.kimia.com.br/manutencao-autonoma-7-passos-pilar-tpm/>>. Acesso em: 04 de junho de 2023.

Modular: sua carreira com direção e sentido. **O que é OEE? Como calcular e analisar?** Modular: sua carreira com direção e sentido, 2022. Disponível em: <>. Acesso em: <https://modularcursos.com.br/o-que-e-oee-como-calcular-e-analisar/?gclid=CjwKC-Ajw-b-kBhB-EiwA4fvKrLJ28VJbjiubKIAKakz32VxBQ10mhAMvZCT538HZBtw7bQnithORoCgnoQAvD_BwE>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

CAVALCANTI, N. **Análise da implantação da Manutenção Produtiva Total em uma indústria de alimentos de Pernambuco**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, p. 42. 2010.

MARQUES, G. **Gestão industrial: aplicação do TPM em uma linha de produção do segmento alimentício**. Dissertação (Mestrado em Inovações Tecnológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, p. 79. 2019.

TARGINO, Y. **O mundo corporativo e cooperativo nas organizações**. 1ª edição. Ceará: Umehara, 2023.