



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO

Campus Ipojuca

Coordenação de Engenharia Mecânica

Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica

EVELLYN RENILDA DA SILVA NACRE

**ANÁLISE DE OEE PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA MÁQUINA DE
SOPRO**

Ipojuca

2025

EVELLYN RENILDA DA SILVA NACRE

**ANÁLISE DE OEE PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA MÁQUINA DE
SOPRO**

Monografia apresentada à Coordenação de Graduação em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Romulo Rocha de Araújo Lima

Ipojuca

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do IFPE – Campus Ipojuca

N125a Nacre, Evellyn Renilda da Silva

Análise de OEE para melhoria da eficiência de uma máquina de sopro/ Evellyn Renilda da Silva Nacre. -- Ipojuca, 2025.
54f.: il.-

Trabalho de conclusão (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. *Campus Ipojuca*, 2025.

Orientador: Prof. Me. Romulo Rocha de Araújo Lima

1. OEE 2. Máquina de sopro 3. TPM I. Título II. Lima, Romulo Rocha de Araújo (orientador).

CDD 621.7

EVELLYN RENILDA DA SILVA NACRE

**ANÁLISE DE OEE PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA MÁQUINA DE
SOPRO**

Trabalho aprovado. Ipojuca, 23/07/2025.

Prof. Me. Romulo Rocha de Araújo Lima (Presidente-Orientador)
Instituto Federal de Pernambuco – campus Ipojuca

Prof. Me. Wilton Batista da Silva (Membro Externo)
Instituto Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Andrei Hudson Guedes Braga (Membro Interno)
Instituto Federal de Pernambuco – campus Ipojuca

Ipojuca
2025

Dedico este trabalho ao meu marido, pelo amor, paciência e incentivo em todos os momentos desta jornada. E à minha mãe, que sempre acreditou em mim. A vocês, meu mais profundo agradecimento e amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças nos dias mais difíceis e por iluminar meu caminho até aqui.

Ao meu marido, João Gabriel, que sempre esteve ao meu lado em cada passo dessa caminhada. Obrigada por correr atrás de tudo para que eu pudesse conquistar meus objetivos, por me apoiar nas minhas decisões (até nas mais malucas) e por acreditar em mim mesmo quando eu mesma duvidava. Você é meu parceiro de vida e de sonhos.

À minha mãe, pelo amor incondicional, preocupação constante e por sempre acreditar no meu potencial. Seu carinho e sua presença foram fundamentais para que eu não desistisse diante das dificuldades.

Ao professor Andrei Hudson, meu coordenador, que nunca mediu esforços para me ajudar. Sua atenção, orientação e boa vontade fizeram toda a diferença ao longo do curso.

Ao professor Rômulo Rocha, meu orientador, pela paciência, pelos ensinamentos e por toda a dedicação durante a construção deste trabalho. Sua orientação foi essencial para que este projeto se concretizasse.

À minha amiga Joelma Alves, que esteve presente em cada fase da minha trajetória acadêmica. Sua disposição em ajudar, sua parceria e, principalmente, sua amizade, significaram muito para mim e tornaram essa caminhada mais leve e mais especial.

Aos meus professores, que se dedicaram a entregar o melhor ensino possível, com atenção, cuidado e compromisso com a nossa formação. Cada aula foi um passo importante na minha construção como profissional.

Aos meus colegas de sala, que foram parte fundamental dessa jornada. Obrigada pelas conversas, pelas risadas nos corredores, pela troca de conhecimento e por toda ajuda ao longo do curso. Sem vocês, com certeza, essa caminhada teria sido mais difícil.

E a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa conquista, deixo aqui o meu mais sincero e carinhoso agradecimento.

“A excelência não é um ato, mas um hábito”.

Aristóteles

RESUMO

No cenário atual, em que empresas têm uma crescente busca por soluções que visem à melhoria e o aperfeiçoamento dos processos, observa-se um aumento significativo na utilização de indicadores para promover uma melhor eficiência operacional. Este trabalho tem como objetivo analisar o índice OEE (Eficiência Global do Equipamento) em uma máquina sopradora de caixas de descarga, através de práticas adotadas da manutenção produtiva total (TPM), sendo um parâmetro muito utilizado na gestão da manutenção. Um OEE bem monitorado e gerido pode resultar em maior eficiência do equipamento e na redução de custos relacionados a quebras e paradas. A pesquisa é de caráter quali-quantitativa e explicativa, onde foram analisados dados da própria máquina através de um supervisor durante 3 (três) meses. Também foram coletados dados de operação e inatividade de uma máquina de segmento plástico, monitorando turnos e dias aleatórios. Foram implantadas técnicas de controle e treinamentos que foram realizados para capacitação dos funcionários. Através da análise do OEE foi possível identificar as principais necessidades da máquina e melhorar a eficiência do indicador, possibilitando melhorias no seu desempenho e na gestão da manutenção.

Palavras-chave: OEE. Máquina de sopro. TPM.

ABSTRACT

In the current scenario, where companies are increasingly seeking solutions aimed at improving and perfecting processes, there is a significant rise in the use of indicators to promote better operational efficiency. This study aims to analyze the OEE (Overall Equipment Efficiency) index in a blow molding machine, a parameter widely used in the maintenance field. A well-monitored and managed OEE can result in greater equipment efficiency and a reduction in costs related to breakdowns and downtime. The research is qualitative-quantitative and explanatory in nature; data from the machine itself will be analyzed through a supervisory system over a period of four months, collecting operational and inactivity data from a plastic segment machine, monitoring shifts and random days. Through the analysis of OEE, the goal is to identify the machine's main needs and improve the indicator's efficiency, enabling improvements in its performance and maintenance management.

Keywords: OEE. Blow molding machine. TPM.

LISTA DE ABREVIATURAS

OEE	Eficiência Geral do Equipamento
TPM	Manutenção Produtiva Total
FMEA	Análise de Modos e Efeitos de Falha
PE	Polietileno

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes do OEE e suas perdas associadas.	20
Figura 2 - Máquina de Moldagem por Sopro	22
Figura 3 - Pilares da Manutenção Produtiva Total.....	26
Figura 4– Processo de Transformação de Plásticos por Sopro	31
Figura 5 - Caixa de Descarga Suspensa Produzida por Sopro	31
Figura 6 - Sistema de Supervisório	32
Figura 7 - Etiqueta de Controle de Produção	37
Figura 8 - Referencial do OEE	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Paradas da Máquina	34
Tabela 2 - Apresenta os valores simulados de OEE com base em 10 dias de observação aleatória, distribuídos entre o 1º e o 2º turno.....	38
Tabela 3 - Apresentação dos valores de disponibilidade, produtividade, qualidade e OEE correspondentes aos três meses de análise.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de barras mostrando os valores do OEE (%) por dia e turno, com uma linha vermelha pontilhada representando a média geral.	39
Gráfico 2 - Dispersão dos Valores de OEE com Média e Desvio Padrão.....	40
Gráfico 3 - Evolução do OEE nos Três meses de Aplicação	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo Geral	17
1.2 Objetivos Específicos	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Eficiência Global do Equipamento (OEE)	18
2.1.1 Disponibilidade.....	18
2.1.2 Produtividade	19
2.1.3 Qualidade	19
2.1.4 Cálculo do OEE	20
2.2 Importância do OEE na Indústria	20
2.3 Moldagem por Sopro.....	21
2.4 TPM e a Gestão da Manutenção	22
2.4.1 Manutenção Autônoma.....	23
2.4.2 Manutenção Planejada	23
2.4.3 Manutenção de Qualidade	24
2.4.4 Melhorias Específicas	24
2.4.5 Controle Inicial	24
2.4.6 Treinamento e Educação.....	24
2.4.7 Saúde, Segurança e Meio Ambiente	25
2.4.8 TPM Administrativo.....	25
2.5 Pilares do TPM abordados nesta pesquisa.....	25
2.6 Estado da Arte	26
3 MÉTODO.....	30
4 ANÁLISE E RESULTADOS.....	33
4.1 Treinamentos e Capacitação	33
4.1.1 Apontamentos no supervisório da Máquina.....	34

4.1.2 Interpretação dos indicadores de OEE	35
4.1.3 Práticas de manutenção autônoma	35
4.1.4 Plano de Manutenção Preventiva	36
4.2 Fichas de Conferência e Etiquetas Identificadoras	36
4.3 Análise do OEE por Turnos e Dias Aleatórios	37
4.4 Viabilidade da Pesquisa	41
5 CONSIDERAÇÕES	42
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE A – CHECK LIST DE LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO	48
ANEXO A – PREVENTIVA ELÉTRICA	49
ANEXO B – PREVENTIVA MECÂNICA	50

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, em que empresas têm uma crescente busca por soluções que visem a melhoria e o aperfeiçoamento dos processos, observa-se um aumento significativo na utilização de indicadores (Ferreira, 2023) para promover uma melhor eficiência operacional.

O OEE “Overall Equipment Effectiveness” ou Eficiência Global do Equipamento ou Máquina, foi criado dentro do sistema de gestão da manutenção desenvolvido da Toyota e é conhecido como TPM ou Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total. A abordagem do OEE visa melhorar a eficiência geral ao treinar os operadores para resolver problemas e realizar manutenção básica, promovendo uma maior autonomia e agilidade na linha de produção (Cardoso, 2013).

O OEE tem como principal função aumentar a eficiência por meio da otimização da operação dos equipamentos, reduzir custos ao minimizar desperdícios e falhas, e assegurar a qualidade dos produtos ao reduzir defeitos. Além disso, o OEE serve como guia, de onde pode ocorrer as não conformidades da operação (Cardoso, 2013).

As sopradoras são máquinas do segmento plástico e faz a moldagem dos itens no formato do molde desejado, neste caso se refere à produção de caixas de descarga de plástico. A moldagem por sopro é um método utilizado para fabricar itens com cavidades internas, empregando materiais termoplásticos que são aquecidos e moldados. Esse processo é muito aplicado na indústria para criar uma variedade de produtos plásticos com formatos específicos (Harper, 2006).

Quando o quantitativo de caixas de descargas produzidas não supre a necessidade da demanda, é necessário recolher dados para identificar os problemas, foi quando foi percebido que o OEE de uma máquina sopradora, cujo nome da empresa não será revelado, se encontrava em 48% de sua eficiência geral. Um OEE ideal seria de 75-85%, e uma média aceitável seria de pelo menos 60% (Cardoso, 2013). Com isso, foi necessário um estudo mais detalhado sobre o OEE e como ele poderia ser melhorado, tendo em vista que a eficiência da máquina de sopro no geral, não está atendendo os níveis de performance ideal, o que prejudica a produção e aumenta os custos com manutenção.

Através de um maior controle de informações e apontamentos, preventivas assertivas e bem programadas, foi possível aprimorar a performance da máquina sopradora de caixas de descarga através das análises do OEE.

A melhor performance da máquina será alcançada se houver maior controle de paradas e apontamentos sobre os pontos a serem reparados ao longo do processo de fabricação, resultando na redução da quantidade de refugos e aumento da produtividade.

O OEE oferece uma abordagem simples e fácil para avaliar e aperfeiçoar a eficiência operacional dos processos industriais, e permite aprofundar o conhecimento sobre práticas de manutenção, otimização de processos e qualidade, além de ajudar as empresas em geral a reduzir desperdícios, minimizar custos e melhorar a qualidade dos produtos, tudo de forma sustentável.

1.1 Objetivo Geral

Aumentar o índice do OEE de uma máquina de sopro com práticas do TPM, de forma a trazer uma melhor acuracidade dos dados e aumentar sua eficiência geral.

1.2 Objetivos Específicos

- Melhorar fluxo de informações da máquina;
- Implementar listas de controle;
- Melhorar fluxo de apontamentos da máquina;
- Implementar planos de ação para melhoria do processo.
- Analisar a viabilidade da prática realizada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O OEE é um indicador chave para a eficiência operacional, e é amplamente aplicado em diferentes indústrias. Mesmo seu cálculo seguindo uma estrutura padronizada, avaliando disponibilidade, produtividade e qualidade, os desafios

enfrentados e os benefícios obtidos variam significativamente dependendo do contexto industrial e do processo analisado.

Além disso, apresenta o processo de moldagem por sopro e a aplicação da metodologia TPM (Total Productive Maintenance), que contribuem para a melhoria da eficiência operacional e redução de desperdícios.

2.1 Eficiência Global do Equipamento (OEE)

O OEE é um indicador utilizado para medir a eficiência de um equipamento, baseado em três componentes principais: disponibilidade, produtividade e qualidade. Cada um desses componentes foca em um ponto específico do processo produtivo, e juntos fornecem uma visão clara sobre a eficácia de uma máquina ou linha de produção. O OEE é amplamente reconhecido como um indicador chave na gestão de produção, sendo utilizado para avaliar e melhorar a eficiência de máquinas e processos industriais (Hansen, 2001).

2.1.1 Disponibilidade

A disponibilidade avalia o tempo que o equipamento está realmente disponível para produzir, em relação ao tempo planejado de operação. Basicamente, ela mede o impacto das paradas não planejadas (como falhas, quebras ou manutenções inesperadas) no processo produtivo. A fórmula básica da disponibilidade é:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Produção Real}}{\text{Tempo Planejado de Produção}}$$

Tempo de Produção Real: é o tempo que a máquina está em operação, sem interrupções ou falhas.

Tempo Planejado de Produção: é o tempo que a máquina deveria estar produzindo.

Quando o equipamento apresenta frequentes paradas ou falhas, a disponibilidade é reduzida, o que impacta diretamente a produtividade geral da máquina.

2.1.2 Produtividade

A produtividade mede a eficiência com base na quantidade que o equipamento está produzindo em relação a capacidade que ele pode produzir. A fórmula é:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Ideal}}$$

Produção Real: é o número de unidades produzidas pelo equipamento no tempo de operação.

Produção Ideal: é o número de unidades que poderiam ter sido produzidas, caso a máquina estivesse operando na sua velocidade máxima, sem haver perdas ou falhas.

Se a máquina está funcionando abaixo da sua capacidade ideal, devido a tempos de ciclo mais longos, ou operando a uma velocidade reduzida, o desempenho será afetado.

2.1.3 Qualidade

A qualidade é definida pela quantidade de produtos produzidos que estão dentro das especificações e são considerados aceitáveis, sem a necessidade de retrabalho ou descarte (refugo). Ele analisa a qualidade do produto final em relação a quantidade total produzida. A fórmula da qualidade é:

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Peças boas}}{\text{Peças Totais Produzidas}}$$

Peças Boas: são as unidades que atendem aos padrões de qualidade estabelecidos, ou seja, sem defeitos ou falhas.

Peças Totais Produzidas: é o total de itens produzidos, incluindo tanto as peças boas quanto as que apresentaram defeitos e foram refugadas.

Uma alta taxa de rejeição de produtos ou a necessidade de retrabalho significa que a qualidade não está aceitável, o que impacta diretamente os custos e a eficiência do processo.

2.1.4 Cálculo do OEE

Para mensurar de forma precisa a eficiência de um equipamento no ambiente industrial, utiliza-se o indicador OEE. O cálculo do OEE é feito a partir do produto desses três componentes, os quais são analisados separadamente para identificar perdas específicas em cada etapa do processo produtivo. A equação é expressa da seguinte forma:

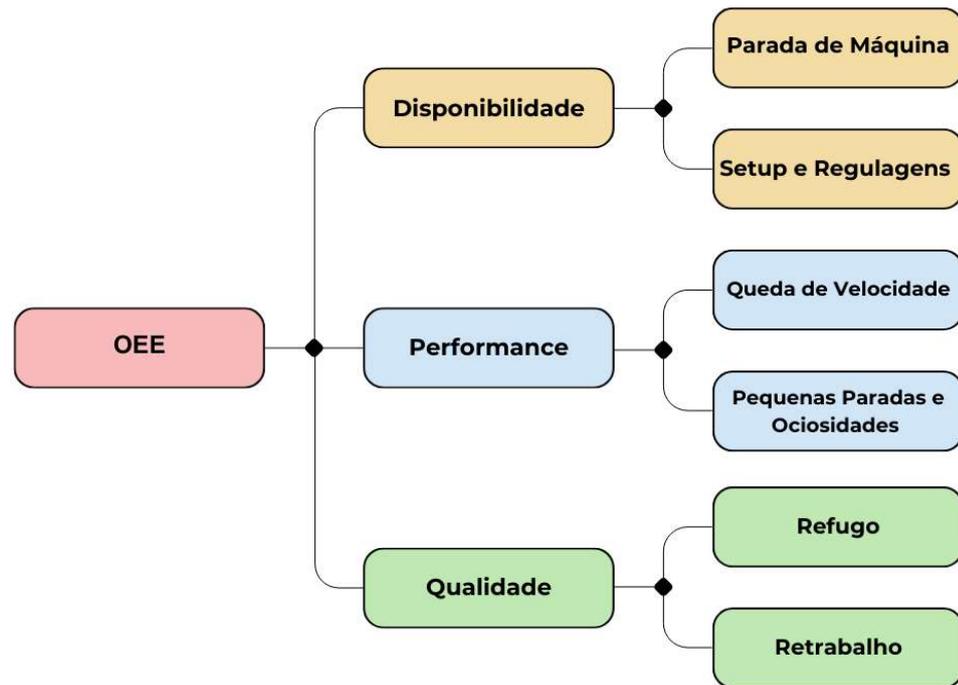
$$\text{OEE}(\%) = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

2.2 Importância do OEE na Indústria

A utilização do OEE é essencial para empresas que buscam otimizar suas operações. Ele fornece dados concretos que permitem identificar desperdícios, falhas e ineficiências nos processos produtivos. Ao aplicar melhorias baseadas no OEE, é possível reduzir custos operacionais, melhorar a qualidade dos produtos e aumentar a produtividade geral (Ferreira, 2023).

Além disso, o indicador tem papel crucial na manutenção preditiva e preventiva, auxiliando na redução de paradas não programadas e no prolongamento da vida útil dos equipamentos (Lima, 2023).

Figura 1 - Componentes do OEE e suas perdas associadas.



Fonte: Adaptado de Comm5, 2025.

A Figura 1 ilustra a composição do indicador OEE, dividido em três pilares fundamentais: Disponibilidade, Performance e Qualidade. Cada pilar está relacionado a tipos específicos de perdas que impactam diretamente a eficiência do processo produtivo. A Disponibilidade é afetada por paradas de máquina e tempos de setup e regulagens. A Performance sofre reduções devido à queda de velocidade e às pequenas paradas ou períodos de ociosidade. Já a Qualidade é comprometida por perdas relacionadas a refugos e retrabalhos. Essa estrutura permite uma análise sistemática das perdas na produção, servindo como base para ações de melhoria contínua.

2.3 Moldagem por Sopro

A moldagem por sopro é um processo industrial utilizado para a fabricação de itens plásticos com cavidades internas. Na análise, a produção de caixas de descarga de plástico envolve o uso de materiais termoplásticos, como o polietileno (PE), que são aquecidos, moldados e resfriados dentro de moldes específicos (Otterbach, 2011).

Entretanto, a eficiência desse processo pode ser comprometida por diversos fatores, como paradas frequentes da máquina, inconsistências no material, defeitos

nos produtos ou com a falta de apontamentos. Essas questões reforçam a necessidade de um controle rigoroso baseado em indicadores como o OEE para otimizar a operação.

Figura 2 - Máquina de Moldagem por Sopros



Fonte: JWELL, 2022.

2.4 TPM e a Gestão da Manutenção

O TPM (Manutenção Produtiva Total), iniciado no Japão na década de 1970, representa uma evolução na Gestão de Manutenção, focando na eficiência dos equipamentos e envolvendo toda a organização no processo. Enquanto a gestão de manutenção aborda manutenção corretiva e preventiva, o TPM introduz práticas como a manutenção autônoma, onde operadores assumem responsabilidades básicas pelos equipamentos, liberando a equipe técnica para atividades mais complexas. Essa abordagem busca eliminar perdas operacionais, como falhas, paradas não planejadas e desperdícios, promovendo a melhoria contínua. Além disso, o TPM incorpora aspectos de qualidade, segurança e eficiência. Ele transforma a gestão de manutenção em uma estratégia abrangente, criando um ambiente mais produtivo e sustentável, onde a confiabilidade dos equipamentos é sempre aprimorada (Yamashina, 2020).

O TPM é uma metodologia que complementa a análise do OEE, promovendo a autonomia dos operadores e o envolvimento direto na solução de problemas e manutenção básica. Essa abordagem é especialmente relevante em máquinas como sopradoras, onde a operação contínua é essencial para atender às demandas de produção (Cardoso, 2013).

Essa metodologia consiste em 8 pilares que contribuem para uma excelência operacional do processo, com altos padrões de qualidade e segurança.

- Manutenção Autônoma
- Manutenção Planejada
- Manutenção de Qualidade
- Melhorias Específicas
- Controle Inicial
- Treinamento e Educação
- Saúde, Segurança e Meio Ambiente
- TPM Administrativo

2.4.1 Manutenção Autônoma

Esse pilar busca a participação ativa dos operadores na manutenção básica dos equipamentos, promovendo maior envolvimento com a conservação e operação das máquinas. Isso inclui atividades como limpeza, inspeção e lubrificação, permitindo a identificação precoce de problemas e reduzindo a dependência exclusiva da equipe de manutenção. Como resultado, há uma maior confiabilidade dos equipamentos, redução de paradas não programadas e aumento da vida útil das máquinas.

2.4.2 Manutenção Planejada

A manutenção planejada tem o objetivo de minimizar falhas inesperadas nos equipamentos por meio de ações preventivas e preditivas. Isso inclui a realização de inspeções periódicas, análises de dados operacionais e substituição de componentes com base na previsão de falhas. Dessa forma, reduz-se o tempo de inatividade, melhora-se a confiabilidade dos equipamentos e otimiza-se o planejamento da produção, evitando interrupções que possam impactar a eficiência da fábrica.

2.4.3 Manutenção de Qualidade

Esse pilar busca a eliminação de defeitos na produção causados por falhas nos equipamentos. A abordagem envolve a identificação das principais causas de variação e instabilidade nos processos produtivos e a implementação de contramedidas eficazes. Ferramentas da qualidade, como análise de causa raiz e diagrama de Ishikawa, são frequentemente utilizadas para garantir a conformidade dos produtos e a redução de refugo e retrabalho.

2.4.4 Melhorias Específicas

Foca na identificação e eliminação de perdas e desperdícios nos processos produtivos. Através de análises detalhadas, como o método de Kaizen e o ciclo PDCA, são desenvolvidas soluções para otimizar a eficiência dos equipamentos e reduzir tempos de setup, falhas repetitivas e outros problemas que impactam a produtividade. Esse pilar contribui diretamente para o aumento da OEE (Overall Equipment Effectiveness) e para a melhoria contínua dos processos industriais (Pereira, 2019).

2.4.5 Controle Inicial

O controle inicial busca garantir que novos equipamentos, produtos e processos sejam projetados e implementados com alta confiabilidade desde o início. Para isso, são aplicadas metodologias como análise de modos de falha e efeitos (FMEA) e estudos de ergonomia e manutenção preventiva no estágio de desenvolvimento. Com essa abordagem, minimizam-se falhas prematuras, melhora-se a segurança operacional e reduz-se o tempo necessário para ajustes e correções após a implementação.

2.4.6 Treinamento e Educação

Esse pilar tem como objetivo capacitar todos os colaboradores envolvidos na produção e manutenção, garantindo que possuam o conhecimento técnico

necessário para operar e cuidar dos equipamentos de forma eficiente. São desenvolvidos programas de treinamento contínuos para operadores e equipes de manutenção, visando ampliar a autonomia e a especialização, além de fortalecer a cultura de melhoria contínua dentro da organização.

2.4.7 Saúde, Segurança e Meio Ambiente

A implementação desse pilar busca criar um ambiente de trabalho seguro e sustentável. Medidas são adotadas para reduzir riscos de acidentes, minimizar impactos ambientais e promover o bem-estar dos funcionários. Entre as práticas aplicadas estão auditorias de segurança, gestão de resíduos, redução do consumo de energia e treinamentos de conscientização ambiental e de segurança no trabalho.

2.4.8 TPM Administrativo

Esse pilar estende os princípios do TPM para os setores administrativos, buscando a otimização de processos de suporte e a redução de desperdícios nas atividades de gestão. A implementação do TPM Administrativo envolve a padronização de processos, uso de metodologias como 5S e digitalização de documentos, contribuindo para a melhoria da eficiência organizacional e para um fluxo de trabalho mais ágil e integrado com a produção.

Figura 3 - 5S



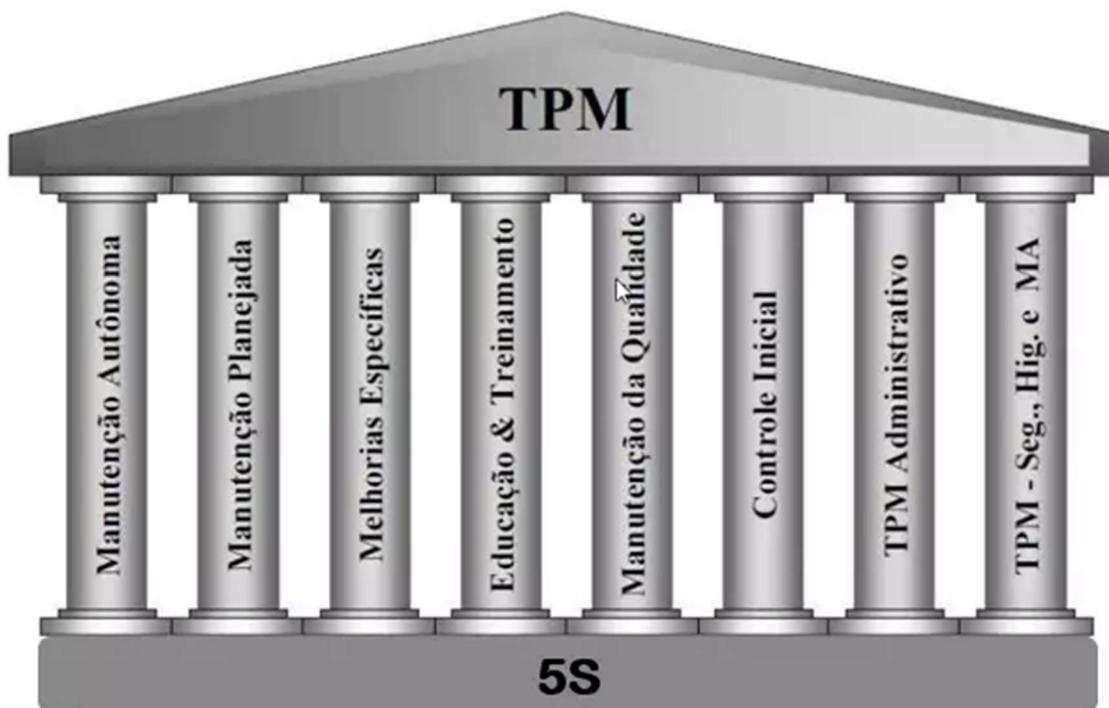
Fonte: Instituto Santa Catarina, 2024.

2.5 Pilares do TPM abordados nesta pesquisa

Diante da relevância da metodologia TPM para a melhoria da eficiência dos equipamentos, esta pesquisa opta por aprofundar a análise em quatro pilares

considerados essenciais para o bom desempenho da máquina sopradora: manutenção planejada, manutenção autônoma, manutenção da qualidade e treinamento e educação. Esses pilares foram selecionados por sua relação direta com os fatores que mais impactam os índices de disponibilidade, performance e qualidade do objeto de estudo, sendo esses componentes chave do OEE. Ao longo da pesquisa, serão exploradas as contribuições de cada um desses pilares na rotina operacional da máquina sopradora em estudo, evidenciando como sua aplicação gerou melhorias práticas na gestão da manutenção e no aumento da produtividade.

Figura 4 - Pilares da Manutenção Produtiva Total



Fonte: Adaptado de Labone Consultoria (2025).

2.6 Estado da Arte

O trabalho de Lima (2023) expande o uso do OEE ao setor alimentício, onde foi analisada a linha de produção de biscoitos recheados em uma indústria. Sua abordagem enfatiza como a implementação do TPM pode reduzir perdas e melhorar

a disponibilidade das máquinas. Diferente da análise focada em um único equipamento, esse estudo observa uma linha inteira, destacando problemas como paradas operacionais e manutenção inadequada, além de propor estratégias específicas para minimizar esses fatores.

Com isso, foi possível observar que o OEE é um indicador universal, mas sua aplicação é adaptada aos desafios específicos de cada setor. Pode ser utilizado em um único equipamento ou integrando o OEE ao TPM em uma linha de produção inteira.

Esses estudos demonstram que o sucesso na melhoria do OEE depende não apenas de seus componentes, mas também da compreensão do processo produtivo e da aplicação de ferramentas de gestão, como o TPM. Além disso, reforçam a importância do monitoramento contínuo e da análise de dados para alcançar maior eficiência e qualidade.

A pesquisa de Ferreira (2023) analisa a melhoria dos indicadores de manutenção em uma indústria termoplástica por meio da implementação da metodologia TPM. O estudo destaca a importância da manutenção planejada e autônoma para aumentar a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, reduzindo falhas e otimizando a produção. Ferreira enfatiza a necessidade de capacitação dos operadores e da aplicação estruturada dos pilares do TPM para garantir um desempenho sustentável a longo prazo.

No contexto da indústria termoplástica, a TPM atua diretamente na redução de desperdícios, minimização de paradas não programadas e aumento da eficiência operacional, sendo essencial para indústrias que buscam maior competitividade. A autora reforça a importância do OEE como um dos principais indicadores para medir os impactos da implementação do TPM na manutenção e na produtividade industrial.

O estudo de Andrade e Scherer (2009) apresenta a aplicação do OEE na indústria automobilística como ferramenta para diagnóstico e melhoria da produtividade. O artigo destaca a importância de medir o desempenho dos equipamentos para otimizar processos, reduzir desperdícios e aprimorar a eficiência operacional.

A pesquisa foi baseada em um estudo de caso em um equipamento gargalo de uma linha de produção automotiva, identificando fatores que impactavam negativamente a eficiência. A partir da aplicação do OEE, foi possível subsidiar a

tomada de decisões estratégicas para melhorias na gestão da manutenção e no treinamento dos operadores.

Os autores reforçam que o OEE é um indicador essencial do TPM, pois permite identificar perdas relacionadas à disponibilidade, performance e qualidade. Além disso, a implementação do OEE em conjunto com estratégias de manutenção preventiva e treinamentos melhorou a eficiência do equipamento analisado ao longo do tempo.

Em ambos os casos, observa-se que a implementação desse indicador não apenas melhora o desempenho das máquinas, mas também promove uma cultura de manutenção preventiva e gestão eficiente dos recursos. Com isso, é possível observar, que o OEE é uma ferramenta essencial para empresas que buscam maior competitividade, pois permite o aprimoramento contínuo dos processos e a maximização dos resultados produtivos.

No trabalho de Zapola (2021), o indicador foi implementado em duas máquinas que produzem forminhas de papel, permitindo identificar as principais perdas de tempo e baixa performance. O autor destaca a importância da coleta estruturada de dados operacionais e da análise detalhada de cada componente do OEE (disponibilidade, performance e qualidade) como base para ações de melhoria.

No caso estudado por Zapola (2021), as maiores perdas estavam associadas a paradas informais e manutenções não programadas, impactando diretamente a disponibilidade das máquinas. Com isso, foi possível não apenas diagnosticar as causas da baixa eficiência (com OEE variando entre 48% e 64%), mas também propor estratégias voltadas à padronização de registros, revisão de processos e uso mais consciente do tempo produtivo. A abordagem prática reforça a importância do envolvimento da equipe operacional e da aplicação de ferramentas simples para controle de produção.

A presente pesquisa avança nesse contexto ao aplicar o OEE em uma máquina soprador, utilizando como base os pilares da Manutenção Produtiva Total, com foco em manutenção planejada, manutenção autônoma, manutenção da qualidade e treinamento. Diferente do trabalho de Zapola, que analisou duas máquinas distintas com foco em perdas de tempo por parada, o presente estudo busca um aprofundamento na aplicação integrada dos pilares do TPM como suporte direto à melhoria do OEE.

Essa abordagem combinada permite ampliar a compreensão do comportamento da máquina e promove ações mais direcionadas, que contribuem para ganhos reais de produtividade. Assim, o presente trabalho não apenas complementa os estudos anteriores, como também propõe um modelo de intervenção mais estruturado, voltado para a análise contínua, gestão da manutenção e capacitação dos operadores como ferramentas fundamentais para a elevação do OEE em ambientes industriais.

Outro estudo relevante é o de Ornellas (2017), que implantou a ferramenta OEE em uma indústria de produtos cirúrgicos, com foco na etapa de solda do processo produtivo. O autor destaca a importância do OEE como instrumento de apoio à tomada de decisão na gestão da manutenção, promovendo maior visibilidade sobre a real eficiência dos equipamentos e suas principais fontes de perda.

O diferencial da pesquisa de Ornellas está na construção de um sistema de controle prático e simples, por meio de planilhas estruturadas que envolviam operadores diretamente na coleta e classificação das paradas. Essa abordagem gerou dados confiáveis e possibilitou o cálculo detalhado do OEE, além de fomentar melhorias no controle de produção. De forma semelhante, o presente trabalho também adota uma estratégia prática e direta, buscando a coleta sistematizada de dados junto aos operadores, adotando práticas de manutenção autônoma e organização para padronizar as atividades e o controle da produção, sendo possível utilizar os resultados como base para ajustes operacionais e tomadas de decisão. Valorizando a simplicidade na aplicação do OEE e a participação ativa da equipe como meios para alcançar melhorias contínuas na eficiência produtiva.

3 MÉTODO

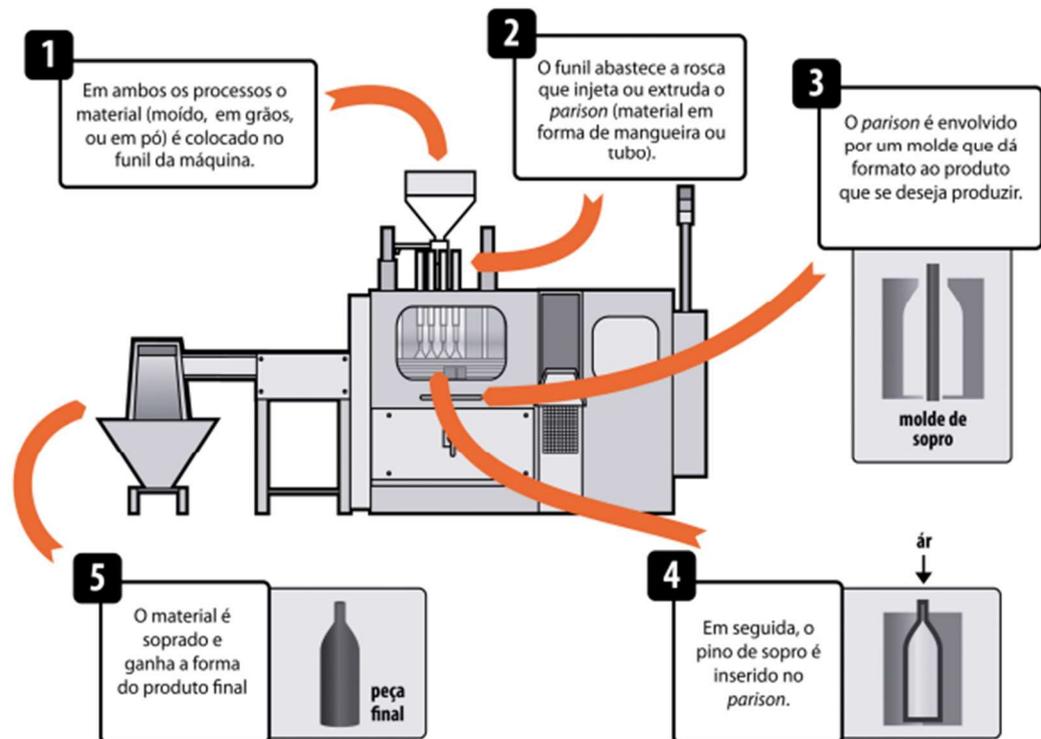
Está é uma pesquisa aplicada, com abordagem de análise de dados qualitativa e de caráter explicativo. Foi uma pesquisa experimental, com as seguintes técnicas de coleta de dados: procedimentos para controle, coleta e análise de dados de supervisorio (Rudio, 2011).

Foi analisada uma máquina de moldagem por sopro de extrusão, de modelo JWZ-BM30S, da Suzhou Jwell Plastic Machinery, contendo uma (1) cavidade de saída e ciclando 114 peças por hora. Seu funcionamento ocorre em várias etapas, o processo tem início com a plastificação do material, onde a matéria-prima, neste caso, o polietileno (PE), é alimentada na máquina em forma de grânulos em um misturador, aquecida e fundida dentro de um cilindro com o auxílio de um parafuso giratório, transformando o material sólido em uma massa plástica homogênea. Em seguida, ocorre a formação do parison, que consiste no acúmulo do material plastificado em uma câmara interna, formando um tubo de plástico ainda quente e maleável.

Na etapa seguinte, ocorre o fechamento do molde, em que duas metades de um molde se fecham ao redor do parison, iniciando a moldagem do produto. Com o molde fechado, se inicia a fase de sopro, na qual uma haste injeta ar comprimido dentro do parison, fazendo com que o material plástico se expanda e tome a forma interna do molde. Após isso, o produto permanece no molde por alguns segundos, durante a etapa de resfriamento, um jato de ar comprimido também é aplicado para que o plástico solidifique e adquira resistência suficiente para a extração. Por fim, ocorre a abertura do molde e a extração da peça finalizada, encerrando o ciclo de produção (Otterbach, 2011).

Além disso, a máquina é equipada com um sistema de controle automatizado, permitindo que o operador ajuste sempre que preciso as variáveis essenciais do processo, como os tempos de ciclo, temperatura e sequência de movimentos.

Figura 5– Processo de Transformação de Plásticos por Sopro



Fonte: SENAI-RS, 2011.

A máquina foi escolhida por seu Coeficiente Global de Performance (OEE), sendo este inferior a 50% e afetar diretamente na produção e qualidade de caixas de descarga.

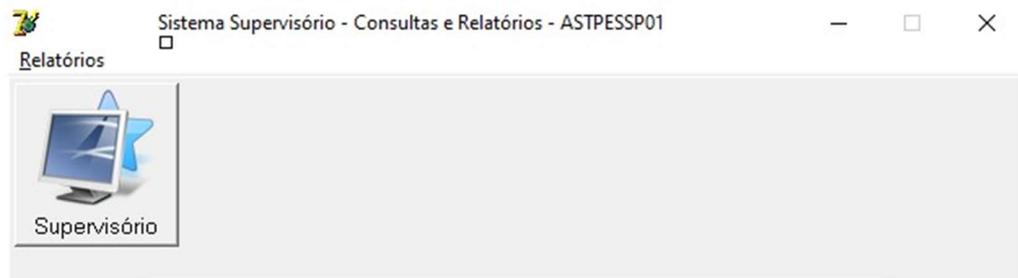
Figura 6 - Caixa de Descarga Suspensa Produzida por Sopro



Fonte: A autora, 2025.

Foram utilizadas fichas de controle e caixas de descarga para testes. Foram coletados também dados de fichas de controle e de um supervisor de uma máquina, onde é contido todo tipo de informação.

Figura 7 - Sistema de Supervisor



Fonte: Supervisor, 2025.

Durante o período de coleta, serão monitoradas as operações da máquina ao longo de três (3) meses, com a coleta de dados em dias aleatórios e revezando os turnos, para melhor garantia dos dados. Serão avaliados os tempos de operação e de inatividade da máquina, quantidades produzidas, reprovadas e falhas ou paradas. Tudo isso será avaliado através de dados gerados por um supervisor. A partir desses dados, será possível saber onde estão os pontos de maior dificuldade, podendo atuar em seguida em cima dos pontos que forem necessários, fazendo testes e experimentos para determinar qual é a melhor abordagem. A partir de toda a análise e atuação, espera-se uma melhoria nos dados de performance da máquina, tendo um desempenho eficiente e mais controlado.

Para os dados quantitativos, foi analisado um programa de supervisor que contém todos os dados da máquina, exportando esses dados e utilizando programas estatísticos, como o Microsoft Excel, é possível realizar cálculos, como: da média, moda e mediana, ajudando a observar a tendência dos dados; desvio padrão, avaliando a dispersão dos dados em torno da média e variância, verificando a distância entre os valores da média, analisando se os apontamentos estão sendo lançados corretamente e entre outros.

Um OEE bem controlado impacta diretamente a produção, pois melhora a produtividade e diminui os desperdícios, além de ter dados mais precisos sobre as ineficiências do processo. Com isso, é possível reduzir os custos e contribuir para uma gestão de produção mais eficiente (Ferreira, 2013).

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Este trabalho teve como principal objetivo a melhoria do indicador OEE, a partir da adoção de estratégias voltadas para o aprimoramento do controle operacional e da conscientização das equipes. Foram realizados treinamentos com os operadores e colaboradores das áreas envolvidas, com foco na importância dos apontamentos corretos de paradas e produção.

Também foram abordados conceitos de manutenção autônoma e práticas do programa 5S, com o intuito de promover o cuidado com os equipamentos e prolongar sua vida útil. Paralelamente, foi desenvolvido um controle automatizado em planilhas do Excel, para o registro diário dos refugos que não eram lançados no sistema supervisor. Como parte do reforço ao controle de processo, foram criadas fichas de conferência e etiquetas identificadoras, aplicadas em cada palete de produto acabado, com o objetivo de melhorar a rastreabilidade do fluxo de materiais na área.

Além dessas ações, foi realizada uma análise do OEE por turno e por dias aleatórios ao longo de três meses de observação. Os resultados indicaram diferenças significativas entre o desempenho do 1º e do 2º turno. Essa abordagem possibilitou a identificação de padrões e gargalos operacionais específicos, subsidiando ações direcionadas para otimizar o desempenho da máquina sopradora em diferentes horários de produção. A análise por turno se mostrou fundamental para uma avaliação mais precisa da realidade operacional e para o planejamento de melhorias contínuas no processo.

4.1 Treinamentos e Capacitação

A capacitação dos operadores e técnicos que atuam diretamente com a máquina de sopro é um fator essencial para o aumento da eficiência operacional. Dentro da filosofia da TPM o treinamento contínuo é um dos pilares fundamentais, pois promove o desenvolvimento das habilidades necessárias para a operação correta dos equipamentos, além de contribuir para a identificação precoce de falhas e a realização de manutenções básicas de forma autônoma.

Durante o estudo da viabilidade desta pesquisa, foram identificadas faltas no conhecimento dos colaboradores em relação ao funcionamento detalhado da sopradora e como/quem deveria atuar em cada caso, procedimentos de setup da máquina, resposta adequada a falhas operacionais e aos apontamentos em geral. Como resposta a essa necessidade, foram realizados treinamentos teóricos e práticos voltados para os seguintes tópicos:

4.1.1 Apontamentos no supervisório da Máquina

Os apontamentos no supervisório se refere ao registro diretamente no sistema das informações operacionais da máquina, como: início e fim da produção, paradas (programadas ou não), causas de falhas, quantidade produzida, quantidade de refugo e tempo de ciclo.

Durante o levantamento das ocorrências de paradas no processo produtivo, foi observada uma grande variedade de causas, o que estava comprometendo a objetividade da análise. Diante disso, foi destacado apenas as paradas mais relevantes para o desenvolvimento da análise, considerando a frequência e o impacto na eficiência operacional.

Tabela 1 - Principais Paradas da Máquina

Código	Descrição
AGE	Aguardando Elétrica
ELE	Elétrica
AGM	Aguardando Mecânica
MEC	Mecânica
AGA	Aguardando Ajustes
AJU	Ajustes
AGT	Aguardando Teste
TST	Teste
FEN	Falta de Energia
FTE	Falta de Equipamentos
FTM	Falta de Material
FOP	Falta de Operador

LMP	Limpeza
SPG	Sem Programa
EST	Estratégica

Fonte: A autora, 2025.

A partir disso, foi possível interpretar com maior certeza os principais motivos de paradas da linha, facilitando a identificação de gargalos e oportunidades de melhoria no processo. Essa abordagem contribuiu bastante para direcionar as ações corretivas e preventivas de forma mais precisa, apoiando na tomada de decisão (Costa e Lima, 2021).

4.1.2 Interpretação dos Indicadores de OEE

Ao interpretar corretamente os indicadores de disponibilidade, performance e qualidade, foi possível identificar onde estão as perdas de eficiência: paradas excessivas, baixa velocidade e alto ou baixo índice de refugo.

4.1.3 Práticas de Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é uma prática essencial dentro do TPM e foi incorporada aos treinamentos com o objetivo de tornar os operadores mais responsáveis e proativos quanto ao cuidado com os equipamentos. Essa prática envolveu ações básicas de manutenção realizadas diretamente pelos operadores, como limpeza, inspeção visual, lubrificação e reapertos quando necessários, o que contribuiu para a prevenção de falhas e aumento da disponibilidade da máquina.

Durante o treinamento, os operadores foram instruídos a utilizar um checklist diário de manutenção autônoma (Apêndice A), contendo itens padronizados a serem verificados antes, durante e após a operação da máquina.

Esse documento não só orientou as tarefas diárias, como também funcionou como um registro histórico que auxilia o setor de manutenção na identificação de padrões de falhas e na programação de ações preventivas mais assertivas.

A implementação do checklist fortaleceu a cultura de cuidado com os equipamentos, reduziu as falhas por negligência operacional e aumentou o tempo de funcionamento contínuo da sopradora, refletindo diretamente na melhoria dos indicadores de OEE.

4.1.4 Plano de Manutenção Preventiva

Durante a elaboração e aplicação do novo plano de manutenção preventiva, foi identificado que a empresa já possuía um anexo técnico com instruções básicas de manutenção preventiva da máquina sopradora, divididas entre os setores elétrico (Anexo A) e mecânico (Anexo B). No entanto, esses anexos não eram utilizados na prática, sendo frequentemente ignorados pela equipe técnica e desconhecidos por parte dos operadores.

As instruções descritas nesses documentos consistem em procedimentos simples, como limpeza de filtros, reaperto de conexões, lubrificação de guias e testes de sensores, sendo ela mensal. A ausência de um cronograma estruturado, o não acompanhamento das tarefas e a falta de registros das manutenções realizadas contribuíram para que esse material fosse negligenciado ao longo do tempo.

Com a nova abordagem adotada neste trabalho, o conteúdo dos anexos foi utilizado e atribuído em um plano padronizado, com periodicidade definida e com responsáveis designados. Essa padronização permitiu também maior clareza na distribuição das tarefas entre as equipes elétrica e mecânica, otimizando os recursos e o tempo de máquina parada.

Essas ações contribuíram significativamente para o aumento da disponibilidade da máquina, redução do tempo de parada por erros operacionais e melhoria na qualidade do produto final. Além disso, a maior familiaridade dos operadores com os conceitos de OEE permitiu uma participação mais ativa nas ações de melhoria contínua.

4.2 Fichas de Conferência e Etiquetas Identificadoras

A criação das fichas de conferência e das etiquetas identificadoras foi motivada pela identificação de inconsistências nos lançamentos de produção. Havia

divergências frequentes entre a quantidade registrada no sistema e a quantidade física disponível, o que gerava falhas nos processos de separação e expedição de pedidos. Essas divergências, resultavam em déficit no estoque físico em relação ao registrado no sistema, comprometendo a acuracidade do controle de materiais e impactando negativamente as vendas.

Para mitigar esse problema, foi desenvolvido um sistema de identificação por meio de etiquetas fixadas em cada palete, contendo informações como o nome do colaborador responsável pela movimentação, a quantidade de produtos e a data de finalização.

Esse controle visual facilitou a rastreabilidade dos itens e aumentou a confiabilidade das informações no chão de fábrica. Além disso, foi implementado um romaneio manual de expedição, que possibilitou o registro sistemático do que estava sendo transferido para o setor de logística, onde ocorrem os processos de venda e distribuição.

Essa medida contribuiu significativamente para o alinhamento entre os dados físicos e com o que era produzido de fato pela máquina, promovendo maior eficiência no fluxo de informações, apontamentos corretos e evitando perdas.

Figura 8 - Etiqueta de Controle de Produção

CONTROLE DE PRODUÇÃO			
DATA: _____			
1º TURNO		2º TURNO	
Registr	Quantidade	Registr	Quantidade

Fonte: A autora, 2025.

4.3 Análise do OEE por Turnos e Dias Aleatórios

Foram selecionados dias e turnos aleatórios ao longo dos três (3) meses de monitoramento da máquina sopradora. O objetivo foi verificar a consistência do indicador OEE em diferentes contextos operacionais e avaliar o impacto de variáveis como equipe, horário e condições de produção sobre os três pilares.

Tabela 2 - Apresenta os valores simulados de OEE com base em 10 dias de observação aleatória, distribuídos entre o 1º e o 2º turno.

Data	Turno	Disponibilidade (%)	Performance (%)	Qualidade (%)	OEE (%)
02/10/2024	1º Turno	97	82	91	72
11/10/2024	2º Turno	78	81	85	55
14/10/2024	2º Turno	69	94	88	58
25/10/2024	1º Turno	99	86	96	83
31/10/2024	2º Turno	71	90	79	51
06/11/2024	1º Turno	95	100	94	91
12/11/2024	2º Turno	88	87	82	63
21/11/2024	1º Turno	92	90	98	82
03/12/2024	2º Turno	98	96	86	81
16/12/2024	1º Turno	100	93	98	91

Fonte: A autora, 2025.

A análise dos dados evidenciou que os melhores índices de OEE foram observados no 1º turno, com destaque para os dias 25/10, 06/11 e 16/12, cujos valores superaram a marca de 79%, sendo considerados dentro da faixa ideal de eficiência global. Esse desempenho pode estar associado a fatores como maior

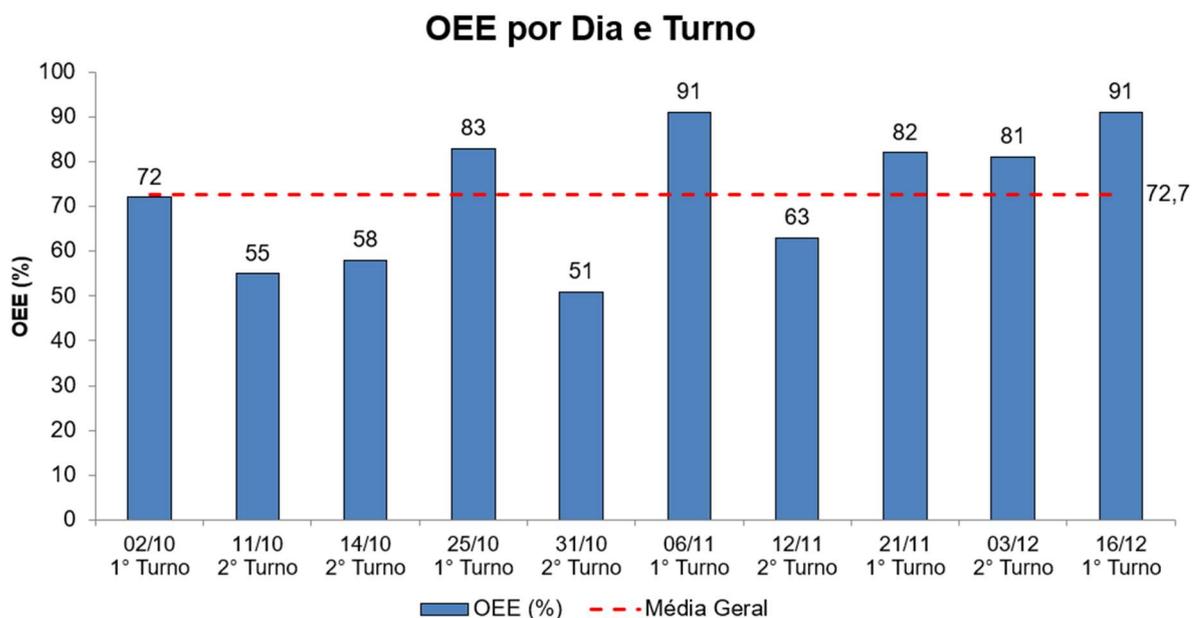
organização operacional no início do expediente, presença de supervisão direta e maior controle sobre os apontamentos de produção e manutenção.

Por outro lado, os menores índices foram registrados no 2º turno, especialmente nos dias 11/10 e 31/10, que apresentaram valores de 55% e 51%, respectivamente. Essa baixa eficiência está fortemente relacionada à redução da disponibilidade operacional, sugerindo a ocorrência de paradas prolongadas, falhas técnicas ou demora na resposta a ocorrências no processo produtivo.

A comparação entre os turnos reforçou a necessidade de estratégias específicas para o 2º turno, como o fortalecimento dos treinamentos operacionais, o aprimoramento da comunicação entre turnos e a reavaliação da distribuição dos recursos técnicos nos períodos de maior vulnerabilidade.

Além disso, o acompanhamento do indicador OEE diário e repassado para os operadores serviu como uma importante ferramenta, promovendo o engajamento das equipes e incentivando a melhoria contínua da eficiência operacional. Com o intuito de proporcionar uma análise mais clara e objetiva dos dados coletados, foram elaborados gráficos representando o desempenho da máquina sopradora ao longo dos dez dias analisados. O gráfico 3 apresenta um gráfico com os valores de OEE por data, distribuídos entre os turnos:

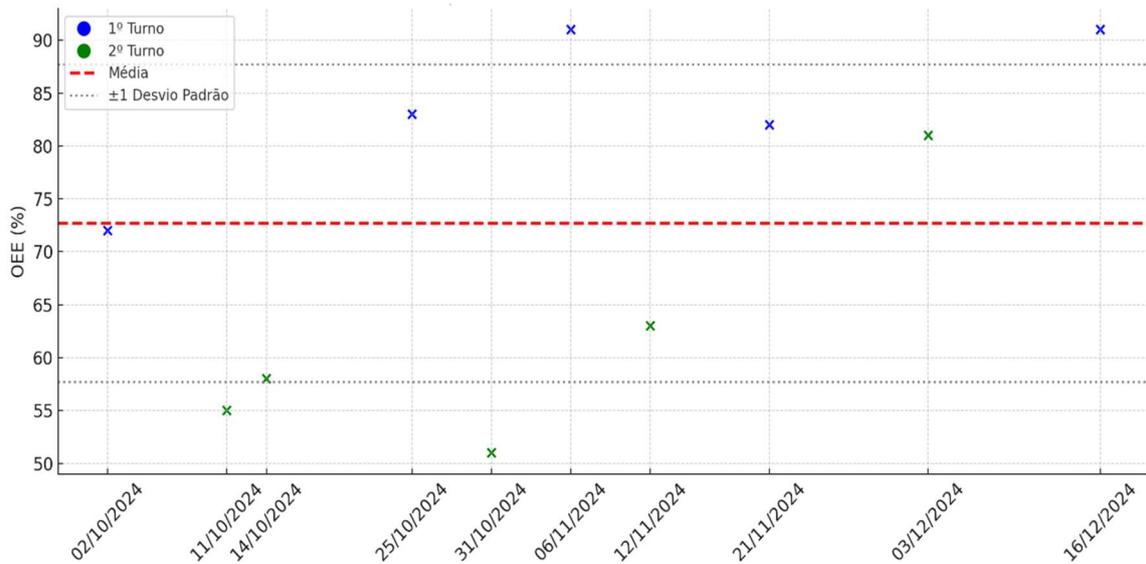
Gráfico 1 - Gráfico de barras mostrando os valores do OEE (%) por dia e turno, com uma linha vermelha pontilhada representando a média geral.



Fonte: A autora, 2025.

O gráfico 2 ilustra a dispersão dos valores de OEE com relação à média geral, acompanhada da faixa de variação de um desvio padrão. Essa representação permite uma análise visual da estabilidade dos indicadores.

Gráfico 2 - Dispersão dos Valores de OEE com Média e Desvio Padrão



Fonte: A autora, 2025.

O gráfico de dispersão apresentado ilustra os valores do OEE coletados em diferentes datas, ao longo dos meses de outubro a dezembro de 2024. Cada ponto do gráfico representa o valor do OEE (%) em uma data específica, sendo os pontos azuis correspondentes ao 1º turno e os pontos verdes ao 2º turno. A linha vermelha tracejada indica a média geral do OEE no período analisado, que foi de aproximadamente 72,3%. As linhas cinza pontilhadas representam os limites de um desvio padrão acima e abaixo da média, situando-se em torno de 88,2% e 56,4%, respectivamente.

Ao observar os dados, é possível notar que os resultados do 1º turno se mantêm, em sua maioria, acima da média e dentro da faixa de controle estatístico (± 1 desvio padrão), o que demonstra uma performance mais estável e eficiente nesse turno. E o 2º turno apresentou maior variabilidade, com diversos pontos abaixo da média e inclusive fora do limite inferior de controle, especialmente nas datas de 11/10, 14/10 e 31/10, o que indica inconsistência no desempenho operacional desse período.

Os resultados obtidos neste trabalho são semelhantes com outras pesquisas que abordaram a aplicação do OEE como ferramenta estratégica na melhoria da eficiência produtiva. No estudo de Nascimento (2019), por exemplo, a implantação do OEE em uma indústria de envase de bebidas possibilitou identificar falhas nos apontamentos e promoveu ajustes operacionais, parecido ao que foi realizado nesta pesquisa com a padronização do supervisório. Já Santos (2024) analisou o uso do OEE em uma linha de envase de tinta látex, destacando a importância do monitoramento por turno, assim, foi possível evidenciar discrepâncias entre os turnos e implementar ações.

Além disso, o trabalho de Cavalcanti (2010) reforça a relevância da manutenção autônoma e da organização operacional como fatores críticos para elevar o OEE, aspectos também aplicados aqui com o uso de checklist e treinamentos. Por fim, Furtado (2009) ressalta que a coleta estruturada de dados e a padronização de processos são essenciais para garantir a confiabilidade do indicador, o que vai ao encontro das ações realizadas neste estudo com o uso de fichas de controle e etiquetas identificadoras.

4.4 Viabilidade da Pesquisa

A aplicação das ações propostas demonstrou viabilidade prática e técnica, uma vez que os recursos utilizados foram de baixo custo e foram baseados em ferramentas simples, como planilhas de controle, checklists e treinamentos operacionais internos. A implementação foi bem aceita pelos operadores e não exigiu paradas prolongadas de máquina. Os resultados obtidos confirmam a efetividade da abordagem, evidenciando que é possível alcançar ganhos significativos na eficiência produtiva com mudanças simples, porém bem estruturadas.

No futuro, seria interessante expandir a aplicação da metodologia utilizada neste trabalho para outras máquinas, e ainda fortalecer ainda mais o envolvimento de outros setores, tornando a gestão da manutenção mais estratégica, integrada e sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES

Após a implementação dos métodos propostos, como a padronização de apontamentos, a realização de treinamentos operacionais e a aplicação de pilares do TPM com foco em manutenção planejada, manutenção autônoma, manutenção da qualidade e capacitação da equipe, foi possível observar uma evolução significativa nos resultados do indicador OEE ao longo dos três meses de análise.

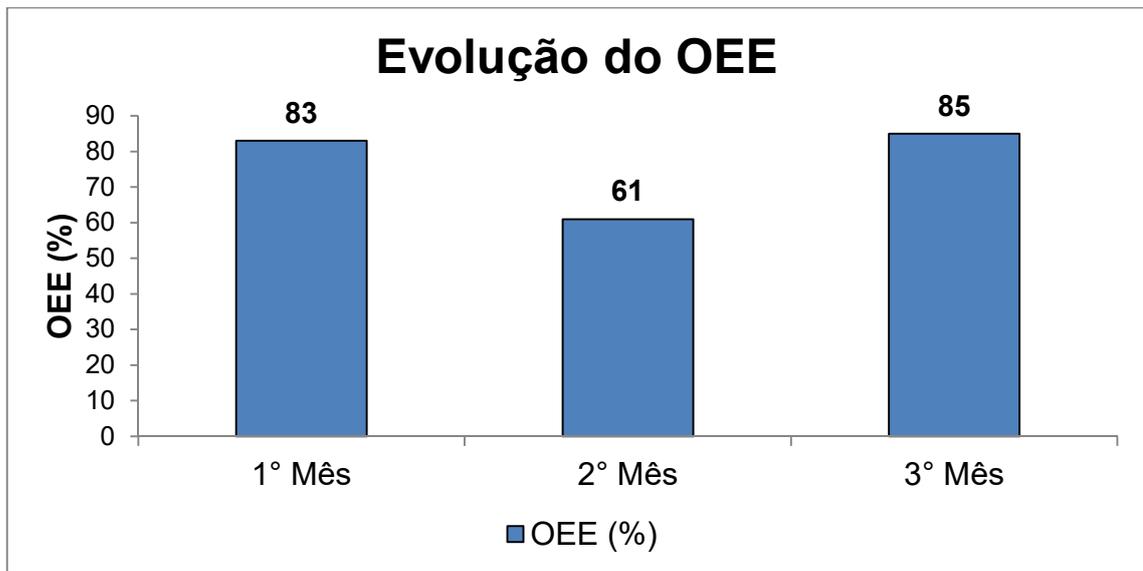
Tabela 3 - Apresentação dos valores de disponibilidade, produtividade, qualidade e OEE correspondentes aos três meses de análise

#	Disponibilidade (%)	Produtividade (%)	Qualidade (%)	OEE (%)
1° Mês	94%	96%	92%	83%
2° Mês	76%	90%	88%	61%
3° Mês	93%	98%	93%	85%

Fonte: A autora, 2025.

Foi observado que no segundo mês houve uma queda no índice de disponibilidade, o que impactou diretamente no valor do OEE, reduzindo-o para 61%. Esse resultado foi evidenciado por falhas pontuais na gestão das paradas de máquina, e que foram reforçadas as necessidades de ações corretivas para minimizar as quebras e paradas não programadas, foi também realizado um melhor planejamento das paradas preventivas e um foco maior na organização e limpeza do setor. Após os ajustes realizados e o reforço nas práticas de manutenção e controle de produção, o terceiro mês apresentou uma recuperação significativa em todos os indicadores, resultando em um OEE de 85%, considerado um valor excelente segundo as faixas de referência do OEE.

Gráfico 3 - Evolução do OEE nos Três meses de Aplicação



Fonte: A autora, 2025.

Esses resultados confirmam a eficácia das ações adotadas, comprovando que o monitoramento contínuo, aliado à aplicação dos pilares estratégicos da TPM, pode proporcionar ganhos expressivos na eficiência operacional da máquina sopradora.

Figura 9 - Referencial do OEE



Fonte: Hyperus, 2023.

6 CONCLUSÃO

A análise do OEE aplicada na máquina sopradora demonstrou ser uma ferramenta eficaz para diagnosticar e direcionar melhorias operacionais. Ao longo dos três meses de observação e implementação de ações baseadas nos pilares do TPM com foco em manutenção planejada, manutenção autônoma, manutenção da qualidade e capacitação da equipe, foi possível identificar os principais gargalos do processo produtivo e propor soluções práticas, com impacto direto nos indicadores de desempenho.

Os resultados obtidos evidenciam uma evolução significativa na eficiência da máquina, que refletiu principalmente no aumento do OEE de 61% para 85% entre o segundo e o terceiro mês de monitoramento. Essa melhoria foi fruto do engajamento das equipes operacionais, da padronização dos apontamentos no supervisório, da introdução de fichas de controle e etiquetas de rastreabilidade, e da realização de treinamentos contínuos.

A análise comparativa entre os turnos também possibilitou uma leitura mais precisa da realidade da operação, revelando que o 1º turno apresentou melhores índices de eficiência e estabilidade, enquanto o 2º turno mostrou maior variabilidade e necessidade de intervenções específicas (Souza *et al.*, 2023).

Conclui-se, portanto, que o uso sistemático do indicador OEE, aliado a aplicação dos pilares do TPM, contribui significativamente para o aumento da eficiência produtiva, redução de desperdícios e aprimoramento da gestão da manutenção. Além disso, a importância do envolvimento ativo dos operadores no processo de melhoria contínua, o que fortalece a cultura organizacional e promove resultados sustentáveis ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, Renato; SANTOS JUNIOR, Carlos; ALBUQUERQUE, Victor. Implementação do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) no setor de cabos de faca em uma indústria de utensílios de madeira. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 36., 2016, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: ABEPRO, 2016.
- ANDRADE, Jairo; SCHERER, Camila. Estudo de caso da aplicação do indicador de eficiência global de equipamentos (OEE) para diagnóstico e melhoria de produtividade em uma linha de produção automotiva. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 29., 2009, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: ABEPRO, 2009.
- ANDRADE, J. J. O.; SCHERER, C. S. Estudo de caso da aplicação do indicador OEE na indústria automotiva. **Anais [...]** do ENEGEP, 2009.
- CARDOSO, Caíque. **OEE na Prática: Gestão da produção com o índice OEE**. 1. Ed. Kite, 2013.
- CAVALCANTI, Nathalia de Oliveira Caldas. **Análise da implantação da manutenção produtiva total em uma indústria de alimentos de Pernambuco**. 2010. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Recife, 2010.
- COSTA, R.; LIMA, M. Avaliação da eficiência global dos equipamentos (OEE) com base em ações de manutenção e capacitação. **Revista Gestão Industrial**, v. 17, n. 3, p. 75–88, 2021.
- FERREIRA, Geilson. **Gerenciamento diário de produção: estudo de caso de uma indústria de componentes plásticos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Estratégica em Logística) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Cabo, Cabo de Santo Agostinho, 2021.
- FERREIRA, Júlia. O. **Melhoria dos indicadores de manutenção em uma indústria termoplástica a partir da implantação da metodologia TPM**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.
- FURTADO, Natália Afonso de Albuquerque. **Utilização do índice global de eficácia (OEE) na gestão da produção: estudo de caso em uma empresa alimentícia**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

GONÇALVES, M.; PEREIRA, L.; ARAÚJO, D. Padronização de planos de manutenção preventiva em indústrias de transformação. **Revista de Engenharia e Gestão Industrial**, v. 9, n. 2, p. 122–135, 2022.

HANSEN, Robert C. **Overall Equipment Effectiveness**: a powerful production/maintenance tool for increased profits. New York: Industrial Press, 2001.

HARPER, Charles A. **Handbook of Plastic Processes**. New Jersey: Wiley, 2006.

LIMA, D. M. **Estudo da implantação do tpm em uma indústria alimentícia com ênfase no indicador de eficiência global do equipamento (oee)**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

NASCIMENTO, Bruno. **Implantação da OEE em uma indústria de envase de bebidas**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

ORESTES, Isabelle; NICOLETI, Thaiani. **Utilização do OEE para avaliação de melhoria no processo padronizado: estudo de caso em uma indústria química**. 2019. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

ORNELLAS, Pedro. **Implantação da ferramenta de medição de eficiência global dos equipamentos (OEE) em uma indústria de produtos cirúrgicos**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

OTTERBACH, João. **Processo de transformação de plásticos por sopro**. Porto Alegre: Escola de Educação Profissional SENAI Nilo Bettanin, 2011.

PEREIRA, Yan Cunha. **Aplicação da Manutenção Produtiva Total e Suas Influências na Qualidade da Manutenção: Estudo de Múltiplos Casos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2019.

RIBEIRO, Guilherme; PAES, Rafael; KLIEMANN NETO, Francisco. Aplicação da metodologia OEE para análise da produtividade do processo de descobertura de carvão mineral em uma mina a céu aberto. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: ABEPRO, 2010.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Petrópolis: Vozes, 2011.

SANTOS, Filipe. **Análise do indicador de eficiência global do equipamento em linha de envase de tinta látex**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso

(Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

SANTOS, G. M. P. M. dos. **A Eficiência global de equipamentos (OEE) na indústria de bebidas: um estudo de caso numa linha de envasamento de cerveja-garrafa retornável**. 2008. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SENA, Vinícius. **Aplicação da análise de eficiência dos equipamentos e ferramentas gerenciais: um estudo de caso em uma indústria processadora de amêndoas de cacau**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

SOUSA, Marcela Carvalho Machado de; CARTAXO, Glauber Araujo Alencar. Aplicação do indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) em uma indústria fornecedora de cabos umbilicais. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 36., 2016, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: ABEPRO, 2016.

SOUZA, T. F.; MENDES, J. R.; ALMEIDA, R. P. Análise comparativa de desempenho produtivo entre turnos com base no OEE. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 10, n. 4, p. 88–101, 2023.

YAMASHINA, H. **Total Productive Maintenance**: uma abordagem estratégica para a excelência operacional. São Paulo: Atlas, 2020.

ZAPOLA, Bruno. **Implementação do indicador de eficiência global de equipamentos (OEE) em uma fábrica de formas de papel**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

ANEXO B – PREVENTIVA MECÂNICA

Descrição da máquina :

Localização: SOP

Unidade:

Previsão de Manutenção: 80 horas

Operações a serem feitas	Descrições:
1	Inspeção e troca das mangueiras hidráulicas
2	Inspeção e troca das mangueiras pneumáticas
3	Checagem de todos os pontos de lubrificação
4	Verificar vazamento de óleo no tanque
5	Limpeza geral da máquina
6	Troca de vedação de todos os cilindros hidráulicos
7	Verificar manipuladores pneumáticos
8	Verificar folgas e desgastes em guias, fusos, pinos e buchas.
9	Verificar painéis vibratórias
10	Verificar estado de canhão e rosca e fazer as medições possíveis
11	Verificação geral do alimentador
12	Verificar mangueiras do trocador de calor
13	Verificação das esteiras e estado de suas lonas.
14	Verificar proteções e carenagens
15	Verificar eficiência da lubrificação centralizada

Técnico: _____

Hora: De _____ Até _____
De _____ Até _____

DATA: ____/____/____
____/____/____
____/____/____
____/____/____
____/____/____
____/____/____
____/____/____
____/____/____

Observações:
