



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



JAIRO INÁCIO DE SOUSA

**ESTUDO DO INDICADOR EFICÁCIA GLOBAL DE LINHA (OLE)
APLICADO À MANUTENÇÃO COMO FERRAMENTA PARA AUMENTAR O
DESEMPENHO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA LINHA DE EMBALAGENS
EM UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA**

**OURO PRETO - MG
2021**

JAIRO INÁCIO DE SOUSA

jairosousamg@hotmail.com

**ESTUDO DO INDICADOR EFICÁCIA GLOBAL DE LINHA (OLE)
APLICADO À MANUTENÇÃO COMO FERRAMENTA PARA AUMENTAR O
DESEMPENHO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA LINHA DE EMBALAGENS
EM UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia Mecânica
da Universidade Federal de Ouro
Preto como requisito para a obtenção
do título de Engenheiro Mecânico.

Professor orientador: DSc. Washington Luís Vieira da Silva

**OURO PRETO – MG
2021**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S725e Sousa, Jairo Inácio de.

Estudo do indicador Eficácia Global de Linha (OLE) aplicado à manutenção como ferramenta para aumentar o desempenho do processo produtivo de uma linha de embalagens em uma indústria farmacêutica. [manuscrito] / Jairo Inácio de Sousa. - 2021. 59 f.

Orientador: Prof. Dr. Washington Luís Vieira da Silva.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. Graduação em Engenharia Mecânica .

1. Manutenção. 2. Manutenção produtiva total. 3. Processo produtivo - Indicadores. 4. Eficiência. I. Silva, Washington Luís Vieira da. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 658.5

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECANICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Jairo Inácio de Sousa

Estudo do Indicador Eficácia Global de Linha (OLE) aplicado à Manutenção como ferramenta para aumentar o desempenho do processo produtivo de uma linha de embalagens em uma Indústria Farmacêutica

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico

Aprovada em 11 de Agosto de 2021

Membros da banca

DSc. Washington Luis Vieira da Silva- Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
DSc. Diogo Antônio de Sousa (Universidade Federal de Ouro Preto)
MSc. Sávio Sade Tayer (Universidade Federal de Ouro Preto)

Washington Luis Vieira da Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 17/08/2021



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/08/2021, às 11:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0211147** e o código CRC **4A2FE452**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.008672/2021-93

SEI nº 0211147

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: (31)3559-1533 - www.ufop.br

RESUMO

Indicadores são ferramentas que facilitam análises e diagnósticos, permitindo a tomada de decisões assertivas que direcionam melhor os recursos utilizados para aumentar a performance de um processo produtivo. Este trabalho tem o objetivo de analisar como o indicador Eficácia Global de Linha (OLE) pode ser aplicado pelo setor de manutenção para aumentar o desempenho do processo produtivo de uma linha de embalagens em uma indústria farmacêutica. Para tal fim foram realizadas pesquisas acerca de Gestão da Manutenção, Manutenção Produtiva Total, Indicadores e Gráficos de Pareto. A metodologia utilizada foi baseada em um estudo de caso, onde se buscou identificar oportunidades de melhoria direcionadas a redução de desperdícios do processo de embalagens. O trabalho permitiu verificar que o OLE pode ser utilizado como ferramenta estratégica da manutenção, na medida que possibilitou a análise de problemas nos equipamentos e a concepção de ações que diminuíram em 100% o tempo de máquina parada por falha no sensor de temperatura, 66,84% do tempo desperdiçado por defeitos de aplicação de etiquetas e 12,65% do tempo de execução de manutenções preventivas na linha de produção, resultados que equivalem a 115.290 unidades de medicamentos embalados.

Palavras-chave: Manutenção, Manutenção Produtiva Total, Indicadores, Eficiência.

ABSTRACT

Indicators are tools that facilitate analysis and diagnosis, allowing assertive decisions to be taken that better direct the resources used to increase the performance of a production process. This work aims to analyze how the Global Line Effectiveness (OLE) indicator can be applied by the maintenance sector to increase the performance of the production process of a packaging line in a pharmaceutical industry. To this end, research was carried out on Maintenance Management, Total Productive Maintenance, Pareto Indicators and Charts. The methodology used was based on a case study, which sought to identify opportunities for improvement aimed at reducing waste in the packaging process. The work allowed us to verify that OLE can be used as a strategic maintenance tool, as it enabled the analysis of equipment problems and the design of actions that reduced machine downtime due to temperature sensor failure by 100%, 66, 84% of the time wasted by label application defects and 12.65% of the time to perform preventive maintenance on the production line, results that equal 115,290 units of packaged medicines.

Key-words: Maintenance, Total Productive Maintenance, Indicators, Efficiency.

LISTA DE SIMBOLOS

NBR	Norma Brasileira
OEE	Indicador Eficácia Global de Equipamentos
OLE	Indicador Eficácia Global de Linha
OLE ₁	Subindicador Eficácia Global de Linha (Perdas na Operação)
OLE ₂	Subindicador Eficácia Global de Linha (Perdas na Produção)
OLE ₃	Subindicador Eficácia Global de Linha (Perdas no Planejamento)
TCU	Subindicador Eficácia Global de Linha (Perdas na Programação)
TPM	Manutenção produtiva Total

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da manutenção	5
Figura 2: Base e pilares do TPM	10
Figura 3: OEE, tempos e perdas	15
Figura 4: Gráfico de Pareto	18
Figura 5: Materiais e Métodos	22
Figura 6: Planilha OLE	23
Figura 7: Fluxo do processo produtivo da empresa	25
Figura 8: Fluxo do processo produtivo das linhas de embalagem	26
Figura 9: OLE e eficiência	28
Figura 10: OLE e Modelo Cascata	29
Figura 11: OLE e estratificação das Perdas	29
Figura 12: OLE e seus subindicadores	30
Figura 13: OLE, exemplo de cálculo dos subindicadores de eficiência padronizados	31
Figura 14: Cálculo dos subindicadores de eficiência na semana 40	34
Figura 15: Influência do departamento de manutenção nas perdas produtivas	38
Figura 16: Manutenção no contexto OLE_1	38
Figura 17: Manutenção no contexto OLE_3	39
Figura 18: OLE, Semana 40: Quebras	40
Figura 19: Pareto Falhas por Máquina, Semana 40	41
Figura 20: Pareto Falhas Emblistadeira, Semana 40	42
Figura 21: OLE, Semana 41: Quebras	43
Figura 22: Pareto Falhas por Máquina, Semana 41	44
Figura 23: Pareto Falhas Emblistadeira, Semana 41	45

Figura 24: OLE, Semana 40: Defeitos	45
Figura 25: Pareto Defeitos por Máquina, Semana 40	46
Figura 26: Pareto Defeitos Encaixotadora, Semana 40	47
Figura 27: OLE, Semana 41: Defeitos	48
Figura 28: Pareto Defeitos por Máquina, Semana 41	49
Figura 29: Pareto Defeitos Encaixotadora, Semana 41	50
Figura 30: OLE, Semana 40: Manutenções Planejadas	51
Figura 31: OLE, Semana 48: Manutenções Planejadas	52
Figura 32: Perda por Baixa Velocidade de Produção no contexto OLE ₁	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estratégias de Manutenção	8
Tabela 2: Benefícios do TPM	12
Tabela 3: Relação entre perdas e índices de OEE	15
Tabela 4: Variáveis e Indicadores utilizados na pesquisa	23
Tabela 5: Agrupamento de atividades e definição de elementos	33
Tabela 6: Cálculo dos subindicadores de eficiência do	34
Tabela 7: Investigação: falhas no sensor de temperatura	42
Tabela 8: Investigação: defeito na aplicação de etiquetas	47
Tabela 9: Ações Manutenções Planejadas	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Formulação do Problema.....	1
1.2	Justificativa.....	3
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	Geral	4
1.3.2	Específicos.....	4
1.4	Estrutura do Trabalho	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Manutenção: Abordagem Geral.....	5
2.1.1	Tipos e Estratégias de Manutenção	7
2.2	Manutenção Produtiva Total (TPM)	8
2.3	Metodologia SMART	12
2.4	Eficácia Global do Equipamento (OEE)	13
2.5	Gráfico de Pareto	18
3	METODOLOGIA.....	20
3.1	Tipo de Pesquisa.....	20
3.2	Materiais e Métodos	21
3.3	Variáveis e Indicadores	22
3.4	Coleta de Dados	23
3.5	Tabulações de Dados	24
3.6	Considerações Finais do Capítulo	25
4	RESULTADOS	25
4.1	Descrição da Empresa	25
4.2	Descrição das Linhas de Embalagens	26
4.3	Indicador Eficácia Global de Linha (OLE)	28
4.3.1	O Modelo Cascata	29
4.4	Aplicação do Indicador Eficácia Global de Linha (OLE) na Área de Embalagem ..	30
4.4.1	O Modelo que Medir	35
4.4.2	Comunicação	36
4.4.3	Frequência de Medição	37
4.5	Influência da Manutenção na Eficácia Global da Linha	38

4.6	Exemplo de Utilização	40
4.6.1	Perdas por Equipamentos Parados	40
4.6.2	Perdas por Defeitos	45
4.6.3	Perdas por Manutenções Planejadas	50
4.6.4	Perdas por Baixa Velocidade de Produção	53
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	55
5.1	Conclusões	56
4.2	Recomendações	57
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	58

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do problema

Diante da competitividade acirrada que a indústria enfrenta com negócios cada vez mais globalizados, a busca pela eficiência tem se tornado uma prioridade para muitas empresas. Afinal, racionalizar o uso de recursos e aperfeiçoar o que já se tem é uma estratégia que descarta a necessidade de realizar grandes investimentos em substituição ou modernização de equipamentos, já que o aumento da produção e do lucro podem ser incrementados simplesmente realizando melhorias e atuando sobre desperdícios que “minam” os resultados da empresa (RIBEIRO, 2014).

Nesse contexto, a manutenção deve ser encarada como um departamento estratégico que visa garantir a disponibilidade da função dos equipamentos, sistemas e instalações com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados, solucionando assim, os possíveis problemas da produção e consequentemente aumentando o desempenho através da otimização no uso de recursos (KARDEC; NASCIF, 2019).

Diante disso, a manutenção é colocada em foco como parte vital do negócio pela Manutenção produtiva Total (TPM, *Total Productive Maintenance*), filosofia de gestão desenvolvida com o propósito de alcançar zero falhas, zero perdas, zero defeitos, zero acidentes, zero poluição e zero gastos desnecessários nos processos, atingindo dessa forma, a eficiência máxima de produção (RIBEIRO, 2014).

São várias as metodologias de medição que podem ser utilizadas para avaliar a eficiência de utilização de recursos, entretanto, a TPM propôs a Eficácia Global de Equipamentos (OEE, *Overall Equipment Effectiveness*), que é um dos indicadores mais comumente adotados pelos empreendimentos atualmente (RIBEIRO, 2014).

O grande diferencial do OEE em relação a outros indicadores que medem o mesmo objetivo é que ele envolve vários níveis hierárquicos e departamentos ligados direta ou indiretamente ao processo produtivo, assumindo assim, que todos têm responsabilidades no combate às perdas que prejudicam o bom rendimento operacional de uma máquina (RIBEIRO, 2014).

O OEE é amplamente aceito como indicador de eficiência para organizações que realizam avaliações de equipamentos e estabelecem uma disciplina para atacar as causas de problemas. Entretanto sua utilização clássica está confinada a um contexto local pois seu

cálculo, tal como foi concebido originalmente, revela certas limitações em determinados cenários produtivos já que restringe-se a medir as perdas que afetam diretamente a eficiência de uma única máquina, não abrangendo assim, a interação com outros recursos relacionados e dificultando dessa forma, o diagnóstico de algumas perdas e o direcionamento de melhorias em uma perspectiva ampla na cadeia de valor (MATIAS BUSSOA; IKUO MIYAKE, 2013).

Para se adequar ao contexto do que se pretende medir e partindo da premissa de que, provavelmente, não existe um método de medição que satisfaça plenamente todas as circunstâncias produtivas, a forma de aplicação do OEE está sujeita a adaptações e algumas empresas têm desenvolvido métodos alternativos de medição de forma dinâmica e interativa (MUTHIAH; HUANG, 2007 *apud* MATIAS BUSSOA; IKUO MIYAKE, 2013).

Uma das novas metodologias propõem o cálculo da Eficácia Global de Linha (OLE, *Overall Line Effectiveness*), uma variante do OEE que amplia as fronteiras do objeto de avaliação para sistemas de produção onde há várias máquinas inter-relacionadas.

O OLE torna o diagnóstico de problemas de utilização de recursos mais abrangente e preserva, em grande parte, a perspectiva analítica original. Logo, também pode ser empregado na identificação e na quantificação de desperdícios, servindo de base para a concepção de ações de melhoria do desempenho. Além disso, continua promovendo a integração das áreas de apoio do processo produtivo com a gestão da manutenção que, uma vez interligada a várias etapas da cadeia de valor, não pode ser negligenciada no combate às perdas produtivas.

Atualmente, a indústria farmacêutica encontra-se inserida em um cenário de acirrada competição, com custos crescentes de pesquisa e desenvolvimento. Além de tudo, apresentam-se submetidas a muitas exigências regulatórias e, não raramente, com reduzida eficiência operacional (RAMOS DA SILVA, 2012).

Neste contexto, torna-se importante que as empresas farmacêuticas busquem melhorar o desempenho dos seus processos de produção e a manutenção configura-se em um fator muito importante para atingir esse objetivo. Sendo assim, o presente trabalho dispõe a analisar a seguinte problemática:

Como o indicador Eficácia Global de Linha (OLE) pode ser utilizado como ferramenta pela manutenção para aumentar o desempenho do processo produtivo de uma linha da área de embalagens de uma indústria farmacêutica?

1.2 Justificativa

A eficiência industrial está relacionada com a necessidade de aperfeiçoar os procedimentos internos com o objetivo de produzir mais utilizando-se a menor quantidade possível de recursos. Implementar um processo produtivo eficiente não é tarefa fácil e quando feito sem a técnica correta, acaba prejudicando a qualidade dos serviços prestados e produtos produzidos.

No paradigma atual, a manutenção deixa de ser um centro de custos para focar nos resultados empresariais, surgindo como departamento estratégico para promover aumento do desempenho e atingir metas, pois proporciona a otimização no uso dos recursos disponíveis, além de aumentar a capacidade produtiva da empresa (KARDEC; NASCIF, 2019).

Investimento em modernização ou substituição de equipamentos pelo departamento de manutenção pode contribuir para a eficiência industrial, mas ela também pode ser alcançada com práticas de aumento de desempenho e acompanhamento de performance (RIBEIRO, 2014).

A medição da eficiência de uma indústria vem se tornando cada vez mais essencial pois ajuda a compreender como anda a produtividade da empresa frente aos recursos investidos (RAMOS DA SILVA, 2012).

Indicadores possibilitam a tomada de decisões assertivas e embasadas pois são ferramentas que facilitam diagnósticos e a análise de como os resultados favorecem ou não o cumprimento de metas (FISCHMANN; ARI ZILBER, 2002).

A literatura que se baseia na conceituação do OEE para propor um indicador de desempenho mais abrangente, em geral, concentra-se na concepção de um determinado modelo de cálculo, entretanto, o projeto de um sistema de avaliação do desempenho global da manufatura não pode ficar limitado à seleção da melhor fórmula de cálculo a ser adotada, já que a visão analítica requerida pode mudar com o tempo e as circunstâncias. Sendo assim, é importante identificar e selecionar um modelo de indicador com uma estrutura que se adapte bem à realidade e necessidade do sistema de produção e torná-lo operacional (MATIAS BUSSOA; IKUO MIYAKE, 2013).

O OLE carece de discussão na literatura pois se trata de um indicador estruturado para se adaptar à realidade e necessidade do sistema de produção da empresa em estudo. Sua utilização vai além da medição de desempenho, servindo também como base para a

identificação das causas raízes de perdas e direcionamento das atividades. Sendo assim, torna-se importante avaliar seu uso como ferramenta de desenvolvimento de ações de melhoria pela manutenção.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar a aplicação do uso do indicador Eficácia Global de Linha (OLE) pela manutenção para aumentar o desempenho do processo produtivo de uma linha de produção da área de embalagens de uma indústria farmacêutica.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre Manutenção, Manutenção Produtiva Total, Indicadores SMART e OEE;
- Elaborar um procedimento metodológico para realizar a aplicação da metodologia OLE na área estudada;
- Apresentar um estudo de caso de utilização do OLE pela manutenção em uma linha de produção na área de embalagens de uma indústria farmacêutica;
- Comparar a base teórica com os dados obtidos para analisar a aplicação do uso do indicador Eficácia Global de Linha (OLE) pela manutenção para aumentar o desempenho do processo produtivo da linha B.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a formulação do problema, a justificativa para realização do trabalho e seus objetivos. O segundo capítulo trata da fundamentação teórica, onde se têm conceitos e teorias sobre manutenção, TPM, indicadores SMART e OEE. Para o terceiro capítulo tem-se a metodologia adotada na pesquisa, bem como as ferramentas utilizadas. No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos e, fechando o trabalho, tem-se o quinto capítulo, o qual irá apresentar as conclusões e as possíveis sugestões.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo está dividido em 6 seções onde são apresentadas as fundamentações teóricas abordadas.

2.1 Manutenção: Abordagem Geral

Segundo a NBR 5462/1994 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a manutenção industrial é uma combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma determinada função requerida.

De acordo com Teles (2019), o departamento de manutenção atravessou quatro grandes revoluções e essas revoluções foram denominadas de “Gerações da Manutenção”.

A Figura 1 mostra como a manutenção evoluiu com base no tempo.

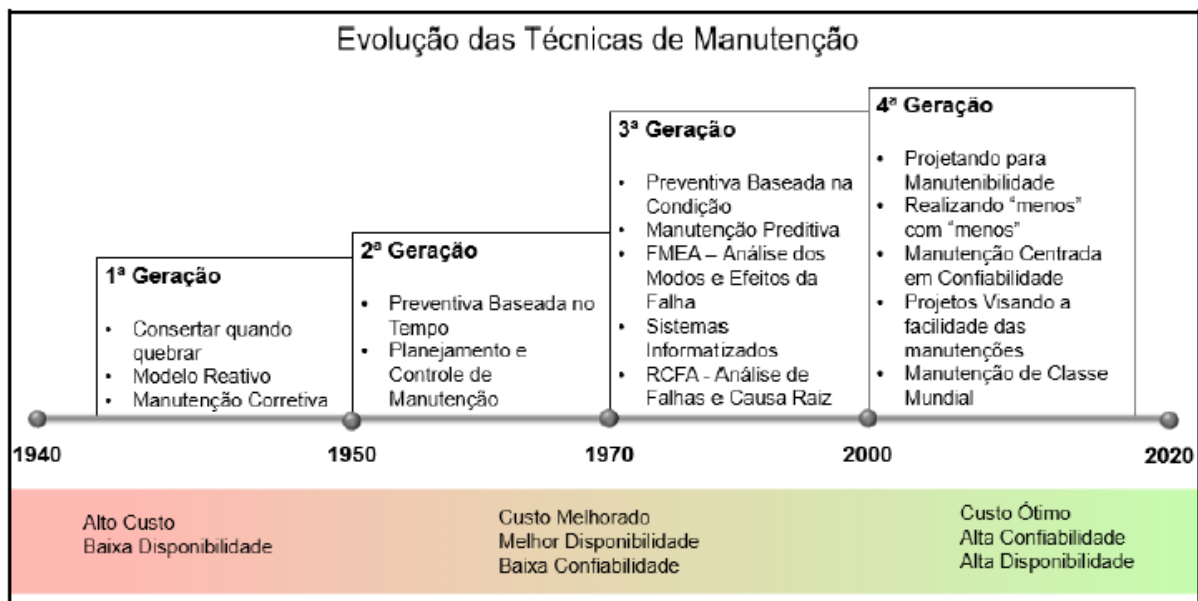


Figura 1- Evolução da manutenção.
Fonte: Teles (2019, p. 17).

Conforme observado na Figura 1, segundo Teles (2019), até meados de 1945, realizar manutenção era apenas o ato de consertar um equipamento que estava danificado. Ou seja, existia apenas a manutenção corretiva. Nessa época a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionados. Aliado a tudo isto, a questão da produtividade não era prioritária. Consequentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada e os reparos sempre ocorriam após a quebra. A visão em relação às falhas era a de que “todos os equipamentos se desgastavam com o passar dos anos, vindo a

sofrer quebras”. A competência que se exigia era basicamente a habilidade do executante em realizar o reparo necessário (KARDEC; NASCIF, 2019).

Após o período da Segunda Guerra Mundial, a economia global estava aquecida e a competitividade das indústrias cresceu a passos largos. Esse cenário levou à percepção que não era mais aceitável e economicamente viável deixar os equipamentos quebrarem. Surgia ali, a Manutenção Preventiva e, para gerenciar toda sua cadeia, foi necessário a criação de um departamento dentro da manutenção. Assim surgiu o PCM – Planejamento e Controle de Manutenção (TELES, 2019).

A partir da década de 70 a tecnologia da informação invadiu a indústria. O que culminou na introdução de braços robóticos nas linhas de produção, Comandos Lógicos Programáveis, automação eletropneumática, etc. Nesse mesmo período, a manutenção também começou a se beneficiar da tecnologia e se popularizou a Manutenção Preditiva. As técnicas de inspeções instrumentadas como: Análise de Vibrações, Análise de Óleo, Termografia e Ultrassom, começaram a ser de grande valia e importância no momento de se inspecionar um equipamento e descobrir falhas ainda em estágio inicial. Podemos dizer que a Terceira Geração da Manutenção foi o grande divisor de águas. Nesse momento as empresas descobriram que a manutenção, com base na condição (Manutenção Preditiva), era infinitamente mais eficaz do que as técnicas levantadas no passado (TELES, 2019).

O próximo ponto de virada da manutenção aconteceu junto com a virada do século XX para o século XXI. Em meados dos anos 2000, iniciava a Quarta Geração da Manutenção. A Quarta Geração da Manutenção traz a proposta que o trabalho de garantir a disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos ativos se inicia antes do equipamento nascer, ou seja, ainda na fase de projeto. Dessa forma, a manutenção ficou ainda mais estratégica e começou a se envolver em etapas do processo que foram inéditas. Também nascia na quarta geração o conceito de Manutenibilidade, que é um aspecto fundamental para ter resultados satisfatórios com manutenção nos dias atuais. Manutenibilidade se refere a facilidade de se manter um equipamento. Logo, o projeto do próprio equipamento exclui itens que necessitam ser substituídos com base no tempo, facilitando assim, as suas condições de serem inspecionados para que possam ser substituídos com base nas suas condições e a própria forma construtiva do equipamento passou a ser mais “enxuta” e menos robusta, visando a facilidade de se realizar intervenções (TELES, 2019).

Mesmo com quase cem anos de evolução da manutenção, ainda existem empresas de grande porte e relevância em seus mercados de atuação que não possuem um

departamento de Planejamento e Controle de Manutenção. Em uma análise rápida podemos perceber que tais empresas estão quase 70 anos atrasadas em relação ao mundo. Existem empresas que ainda cometem erros básicos no direcionamento posicionamento das estratégias de manutenção e ainda confundem coisas simples, como a diferença entre os três principais tipos de manutenção, por exemplo. Isso é muito prejudicial pois uma vez que se erra na definição dos conceitos e tipos de manutenção, se erra também na definição da estratégia de manutenção e isto pode custar a competitividade da empresa frente aos seus concorrentes (TELES, 2019).

2.1.1 Tipos e Estratégias de Manutenção

De acordo com Teles (2019) a norma NBR-5462 convencionada em 1994, define três principais tipos de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva) e a melhor maneira de entender a diferença entre esses tipos de manutenções ocorre através da Curva PF. Para Teles (2019), em resumo, pode-se dizer que:

- Manutenção Corretiva é aquela realizada para corrigir e eliminar a causa da falha. Seja potencial ou funcional;
- Manutenção Preventiva é aquela que é realizada para diminuir a probabilidade de falha potencial;
- Manutenção Preditiva é aquela realizada para monitorar as condições de funcionamento do equipamento e encontrar a falha potencial ainda em estágio inicial.

Teles (2019) ainda menciona que dentro de cada tipo de manutenção, derivam-se outras categorias que podem ser chamadas de Estratégias de Manutenção, sendo que estas devem estar alinhadas aos objetivos de médio e longo prazo da empresa.

Para Teles (2019), as Estratégias de Manutenção podem ser definidas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1- Estratégias de Manutenção.

Estratégia	Descrição	Custo
Manutenção Corretiva Reativa	Serviço não planejado realizado após falha funcional.	Sete vezes maior que a Manutenção Proativa.
Manutenção Corretiva programada	Serviço programado realizado após a falha potencial ou funcional.	Cinco vezes maior que a Manutenção Proativa.
Manutenção Preventiva com base no Tempo	Serviço planejado e programado realizado sem falha potencial identificada.	Três vezes maior que a Manutenção Proativa.
Manutenção Preventiva baseada na Condição	Serviço planejado e programado após falha potencial identificada.	Melhor momento para intervir.
Manutenção Preditiva Sensitiva	Serviço planejado e programado para identificar falha potencial.	Investimento.
Manutenção Preditiva Instrumentada	Serviço planejado e Programado realizado para identificar e quantificar a falha potencial.	Investimento.
Engenharia de Manutenção e Melhorias	Modificação nos processos visando elevar disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade dos ativos.	Investimento.

Fonte: Teles (2019, p. 60).

Como pode ser observado na Tabela 1, para Teles (2019) há sete Estratégias de Manutenção. Essas estratégias são derivadas dos tipos de manutenção e suas aplicações dependem da criticidade dos equipamentos e cada caso deve ser tratado como particular. (TELES, 2019).

2.2 Manutenção Produtiva Total (TPM)

O TPM (*Total Productive Maintenance*), ou Manutenção Produtiva Total, consiste em um conjunto de estratégias e procedimentos que visam garantir o pleno funcionamento de um sistema de produção, resultando em processos sem falhas, sem perdas, sem defeitos, sem acidentes e sem poluição (TAKAHASHI; OSADA, 2010).

Segundo Kardec e Nascif (2019), a TPM nasceu na Nippon Denso KK, uma das empresas do grupo Toyota, que em 1971, recebeu o prêmio PM, destinado a empresas que se destacaram na condução desse programa. Ainda segundo os autores, a TPM é uma evolução da manutenção preventiva e veio tendo seus procedimentos alterados até chegar à forma em que é conhecida hoje.

Para Ribeiro (2014), o TPM apresenta as seguintes características:

- Engloba todo ciclo de útil dos equipamentos;
- Busca a maximização do rendimento operacional dos equipamentos;
- Aumenta o nível de confiabilidade e minimiza custos;
- Congrega a participação de todos os níveis hierárquicos da empresa;
- Motiva a forma de trabalho em equipe.

Além disso, o mesmo autor destaca que a Manutenção Produtiva Total é formada por pilares cuja implementação e desenvolvimento são fatores decisivos para o sucesso do programa. Sendo assim, estes pilares para Ribeiro (2014), são:

- Manutenção Autônoma: capacitação da mão de obra operária para o emprego de simples técnicas de manutenção, criando um cuidado pelas máquinas para que possam detectar eventuais problemas futuros, que vão desde limpeza e lubrificação até ajustes e regulagens. As principais finalidades da manutenção autônoma são eliminar fontes de falhas por meio da geração de iniciativas no funcionário, fazendo com que ele tenha liberdade para autogerenciar a produção ao desenvolver zelo pelo equipamento através do sentimento de propriedade;
- Melhorias Específicas: Incorporação de melhorias específicas e individualizadas nas máquinas e processos com o objetivo de erradicar de forma concreta as perdas que reduzem a Eficiência Global dos Equipamentos (OEE);
- Manutenção Planejada: Estruturação da função manutenção no tocante ao aspecto técnico. Consiste em identificar e solucionar as anomalias dos equipamentos antes que eles produzam defeitos ou perdas. O objetivo principal é o desenvolvimento de um sistema que promova a eliminação de atividades não programadas de manutenção;
- Melhorias no Projeto: Estruturação para gestão de todo ciclo de vida dos equipamentos, desde o projeto até a desativação. Consiste em envolver os

usuários diretos – operação e manutenção – e de áreas com participação indireta como suprimentos, segurança e meio ambiente em atividades de prevenção que vão desde a fase de projeto até a desativação do equipamento. A finalidade principal é eliminar falhas precoces, necessidade de futuras manutenções e produzir equipamentos com alta confiabilidade e manutenibilidade;

- **Manutenção da Qualidade:** Abordagem do gerenciamento dos equipamentos para garantir a qualidade intrínseca do produto e reduzir custos com retrabalho/reprocessamento;
- **Educação e Treinamento:** Capacitação técnica e comportamental dos profissionais da operação e manutenção;
- **Segurança e Saúde:** Abordagem dos impactos do processo produtivo na segurança e saúde das pessoas, e vice-versa;
- **Meio Ambiente:** Abordagem dos impactos do processo produtivo no meio ambiente da vizinhança da planta/fábrica;
- **TPM em áreas administrativas e de apoio:** introdução do ataque às perdas em processo não produtivos.

Segundo Ribeiro (2014), o primeiro passo para buscar a implantação da TPM é implantar a metodologia 5s pois ela auxiliará na organização da “casa” e moldará a mente dos colaboradores, dessa forma, o 5s é a base que dará sustentação ao programa e irá preparar a fábrica para toda a mudança que será provocada

A Figura 2 apresenta o 5s tratado como a base do TPM.



Figura 2- Base e pilares do TPM.
Fonte: Ribeiro (2014, p. 26).

Segundo Kardec e Nascif (2019), o conceito de 5S possui como base as cinco palavras japonesas cujas iniciais formam o nome da metodologia. As palavras são *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que migradas para o português podem ser traduzidas como “senso”. Para Kardec e Nascif (2019), os sentidos são:

- Senso de utilização e descarte (*Seiri*): consiste em analisar os locais de trabalho e classificar todos os itens segundo critérios de utilidade ou frequência de uso, para que, posteriormente, possam ser descartados;
- Senso de ordenação (*Seiton*): consiste em organizar objetos, materiais e informações úteis de maneira funcional, possibilitando o acesso rápido e fácil ao que deseja. O lema desse senso é ter cada coisa em um lugar definido de forma a facilitar a localização por qualquer pessoa e a qualquer momento;
- Senso de limpeza (*Seisou*): consiste na limpeza e investigação minuciosa do local de trabalho em busca de rotinas que geram sujeira ou imperfeições. Qualquer elemento que possa causar algum distúrbio ou desconforto deve ser consertado;
- Senso de asseio/higiene (*Seiketsu*): consiste na melhoria da qualidade de vida, criando condições que favoreçam a saúde física, mental e emocional, a partir de práticas de higiene. O senso de higiene reforça a necessidade de uma mudança comportamental;
- Senso de autodisciplina (*Shitsuke*): Esse senso indica o momento em que as pessoas se conscientizam da necessidade de buscar o autodesenvolvimento e consolidar as melhorias alcançadas com a prática dos “4S” anteriores.

De acordo com Ribeiro (2014), os principais benefícios do TPM podem ser classificados de acordo com os seguintes fatores da Tabela 2.

Tabela 2- Benefícios do TPM.

FATOR	BENEFÍCIOS
Qualidade	. Redução do nível de produtos defeituosos . Redução do número de reclamações internas e externas
Produtividade	. Aumento do volume de produção por operadores . Aumento da disponibilidade operacional das máquinas . Redução de paradas acidentais das máquinas
Custo	. Economia de energia . Redução do custo de manutenção ao longo do tempo . Simplificação do processo (redução de etapas) . Redução do volume estocado
Atendimento	. Aumento do cumprimento do prazo
Moral	. Aumento do número de sugestões . Redução do absenteísmo . Redução/eliminação dos acidentes de trabalho . Melhoria da qualificação e empregabilidade
Meio Ambiente	. Redução/eliminação de impactos ambientais e de gastos com tratamento de rejeitos e emergências.

Fonte: Ribeiro (2014, p. 33).

Como pode ser observado na Tabela 2, os benefícios advindos do TPM são muitos e isso o faz popular nas indústrias pois ao se trabalhar para reduzir perdas, defeitos, falhas, acidentes e poluição, conseqüentemente também se reduz a quantidade de itens que deixam de ser produzidos durante esse período.

2.3 Metodologia SMART

Um aspecto fundamental para o sucesso de um planejamento empresarial é a definição de objetivos e metas. Esses devem seguir uma série de critérios para que intentos sejam adequadamente cumpridos e, desse modo, possibilitem uma boa eficiência operacional. Objetivos e metas podem ser acompanhados por indicadores bem articulados permitem que

processos - internos e externos - tornem-se mais assertivos, que cenários sejam antecipados e, consequentemente, que as operações se tornem mais fluídas e produtivas (TOLEDO, 2016).

Para Deming (1989) não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende e não há sucesso no que não se gerencia.

Definir objetivos, metas e indicadores é uma das diversas responsabilidades que são atribuídas aos afazeres dos gestores, entretanto nem todos conseguem resultados positivos nessas tarefas o que pode ocasionar grandes problemas, com isso uma ferramenta de gestão que possui capacidade tanto para auxiliar quanto desenvolver propósitos é a metodologia SMART (LEITE CARDOSO *et al.*, 2018).

Segundo Souza (2015), essa foi criada por Peter Drucker, pai da administração moderna, sendo que SMART é um anagrama das palavras (em inglês) que definem os cinco conceitos que devem ser seguidos para se definir metas e indicadores. Para Souza (2015), esses conceitos são:

- Específico (*Specific*): devem ser claros e minunciosamente detalhados, não podendo gerar qualquer tipo de interpretação controversa;
- Mensurável (*Measurable*): devem ser quantificáveis, manipulados numericamente e facilmente traduzidos em números;
- Alcançável (*Attainable*): devem ser atingíveis, viáveis e seguir uma razoabilidade mínima para que não pareçam ideias impossíveis e distantes;
- Relevantes (*Relevant*): devem possuir importância e estar alinhados com os objetivos da empresa;
- Tempo Time (*Bound*): devem possuir um prazo para a realização e cumprimento.

2.4 Eficácia Global do Equipamento (OEE)

O indicador OEE foi originalmente proposto por Seiki Nakajima para acompanhar o progresso da Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*, TPM), permitindo a detecção e quantificação de perdas e atuando, dessa forma, como base para o planejamento e execução de atividades na busca da eficácia máxima dos equipamentos (AHUJA e KHAMBA, 2008).

É usado desde o final da década 60 por diversas empresas ao redor do mundo e, por se tratar de um indicador cujo resultado é numérico, pode ser utilizado no *benchmarking* com o intuito de estabelecer comparações entre o nível de performance de processos semelhantes (RIBEIRO, 2014).

Uma característica distinta do OEE em relação a outros indicadores que medem o mesmo objetivo, é que ele envolve todos os níveis hierárquicos e todos os departamentos ligados direta ou indiretamente ao processo produtivo. Seu cálculo gera ações de correção e estimula os diversos níveis e departamentos a atuar sobre problemas e a perseguir melhores resultados rumo às metas (RIBEIRO, 2014).

O gerenciamento do OEE nada mais é que uma “gestão de perdas”, sendo assim, parte-se da premissa que para operar os equipamentos, buscando-se o melhor rendimento operacional, deve-se usufruir ao máximo do desempenho atual, realizando para isso o levantamento e combate às perdas que prejudicam o bom funcionamento das máquinas (RIBEIRO, 2014).

De acordo com Ribeiro (2014), a Eficiência Global do Equipamento (OEE) é o produto de três índices (vide Equação 1).

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência de Desempenho} \times \text{Taxa de Qualidade} \quad (1)$$

Esses índices quantificam as seis grandes perdas que impactam o funcionamento do equipamento e que foram identificadas por Nakajima. Perdas ou desperdícios são definidos como atividades que absorvem recursos, mas não criam valor (RAMOS DA SILVA *et al.*, 2016).

Na Tabela 3, podem ser visualizados as perdas que incidem sobre os índices em questão.

Tabela 3- Relação entre perdas e índices de OEE.

Índices	Perdas	Definição das perdas
Disponibilidade	Quebras e falhas	Defeito ou condição anormal que impede o funcionamento adequado do equipamento
	Set ups e ajustes	Tempo referente à troca de máquina e ajustes
Eficiência de Desempenho	Ociosidade e pequenas paradas	Paralisações de curta duração. Caracterizam-se por paradas intermitentes.
	Velocidade reduzida	Velocidade real inferior à velocidade teórica
Taxa de Qualidade	Defeitos no processo	Unidades não conformes (defeituosas) e retrabalho
	Perdas referentes à partida inicial (start-up) do equipamento	Redução da quantidade de produtos conformes em função dos ajustes necessários para que a máquina atinja a condição de regime após um longo período de parada

Fonte: Ramos da Silva et al. (2016, p. 50).

Como pode ser observado na Tabela 3, cada índice está relacionado com um conjunto de perdas específico. A Figura 3 ilustra como as perdas mensuradas pelo indicador afetam o tempo operacional do equipamento.

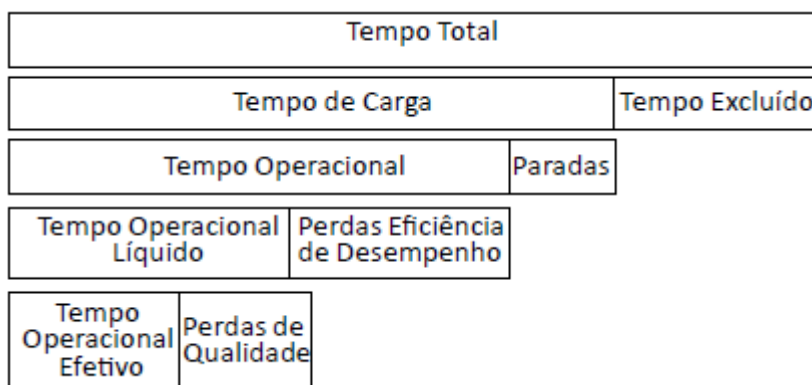


Figura 3- OEE, tempos e perdas.

Fonte: Ramos da Silva et al. (2016, p. 51).

Os tempos apresentados na Figura 3 são definidos por Hansen (2006) da seguinte forma:

- **Tempo Total:** tempo total disponível em um período determinado. Para uma semana, por exemplo, esse tempo é de 168 horas ($24 \text{ horas/dia} \times 7 \text{ dias/semana}$);

- Tempo excluído: tempo para o qual não há produção programada, como, por exemplo, finais de semana, feriados, interrupções para refeições, manutenção preventiva e testes.;
- Tempo de carga: tempo durante o qual ocorrem as atividades regulares de produção e as paralizações que não foram programadas;
- Paradas: tempo referente às paralizações não planejadas (falhas, quebras, ajustes etc.);
- Tempo operacional: parte do tempo de carga, no qual o equipamento realmente está produzindo. É a diferença entre o tempo de carga e as paradas;
- Tempo operacional líquido: diferença entre o tempo operacional e o tempo referente às perdas de eficiência de desempenho, como, por exemplo, o tempo de produção com velocidade inferior à teórica;
- Tempo operacional efetivo: diferença entre o tempo operacional líquido e as perdas de tempo relativas à qualidade, como, por exemplo, o tempo gasto produzindo unidades não conformes.

Desmembrando o indicador em seus índices, é possível verificar o impacto de cada um deles sobre o desempenho do equipamento. A disponibilidade indica a fração do tempo planejado para a produção (tempo de carga), em que o equipamento está efetivamente produzindo.

A fórmula desse índice encontra-se descrita na Equação 2 (HANSEN, 2006).

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{\textit{Tempo Operacional}}{\textit{Tempo de Carga}} \times 100 \quad (2)$$

Para o calcular os termos utilizados na Equação 2, vide Figura 4 e Equações 3 e 4 (RAMOS DA SILVA *et al.*, 2016).

$$\textit{Tempo Operacional} = \textit{Tempo de Carga} - \textit{Paradas} \quad (3)$$

$$\textit{Tempo de Carga} = \textit{Tempo Total} - \textit{Tempo Excluído} \quad (4)$$

A eficiência de desempenho é a razão entre o tempo operacional e o tempo teórico de operação. Para o cálculo da eficiência de desempenho (RAMOS DA SILVA *et al.*, 2016).

Hansen (2006) apresenta a Equação 5.

$$\text{Eficiência de Desempenho} = \frac{\text{Tempo de Processamento Teórico ou Ideal}}{\text{Tempo de Processamento Real}} \times 100 \quad (5)$$

Onde o Tempo de Ciclo Teórico ou Ideal é o tempo necessário para o equipamento produzir uma unidade de produto na velocidade catalogada pelo fabricante do equipamento ou na maior velocidade atingida durante um período de tempo significativo com o processo estável (HANSEN, 2006).

A taxa de qualidade indica a relação entre a quantidade de produtos conformes e a quantidade total de produtos. A fórmula de cálculo desse índice é apresentada na Equação 6 (MUCHIRI; PINTELON, 2008 *apud* RAMOS DA SILVA *et al.*, 2016).

$$\text{Taxa de Qualidade} = \frac{\text{Quantidade de Produtos Conformes}}{\text{Quantidade Total de Produtos}} \times 100 \quad (6)$$

O cálculo original do OEE se restringe a medir apenas as perdas diretamente relacionadas à operação de um equipamento. Perdas originadas nos sistemas de produção e que representam potenciais oportunidades de melhoria não são consideradas pelo indicador. Em função dessa limitação, surgiram na literatura versões modificadas do OEE, em cujas estruturas foram incluídas perdas decorrentes do sistema de gestão da fábrica, como por exemplo, paradas por falta de matéria-prima, pelo uso de materiais não conformes, pela falta de demanda, entre outras. Além dessas versões, foram desenvolvidas formulações cuja estrutura básica é muito semelhante à do OEE, apresentando alterações nas fórmulas de cálculo dos índices (BADIGERET GANDHINATHAN, 2008 *apud* RAMOS DA SILVA *et al.*, 2016).

O OLE pode ser considerado uma dessas versões modificadas do OEE, entretanto, carece de discussão na literatura pois se trata de um indicador estruturado para atender à realidade e necessidade do sistema de produção da empresa em estudo.

2.5 Gráfico de Pareto

Segundo Daniel e Murback (2014), o Diagrama de Pareto ou gráfico de Pareto foi desenvolvido no final do século XIX por Vilfredo Pareto um economista italiano que realizou estudos e desenvolveu métodos para descrever a distribuição desigual de riquezas. Ficando a sua descrição conhecida como princípio de Pareto ao subestimar que algumas coisas são mais relevantes que as outras, entretanto, mais tarde o diagrama de pareto foi observado por J.M.Juran, que o adaptou para os problemas de qualidade (reclamações de clientes, itens defeituosos, falhas nas máquinas, perda de produtividade, entregas fora do prazo e outros) onde eram divididos em categorias conforme a sua relevância ou “poucos vitais” e "muitos triviais”. Demonstrando que grande parte dos problemas são provenientes de pequenas causas, e se essas causas fossem identificadas e corrigidas seria possível eliminar defeitos ou falhas.

O gráfico de Pareto é um diagrama que apresenta os itens e a classe na ordem dos números de ocorrências, apresentando a soma total acumulada. Permitindo a visualização de diversos problemas e auxiliando na determinação da sua prioridade (DANIEL e MURBACK, 2014).

A Figura 4 apresenta um exemplo do Gráfico de Pareto.

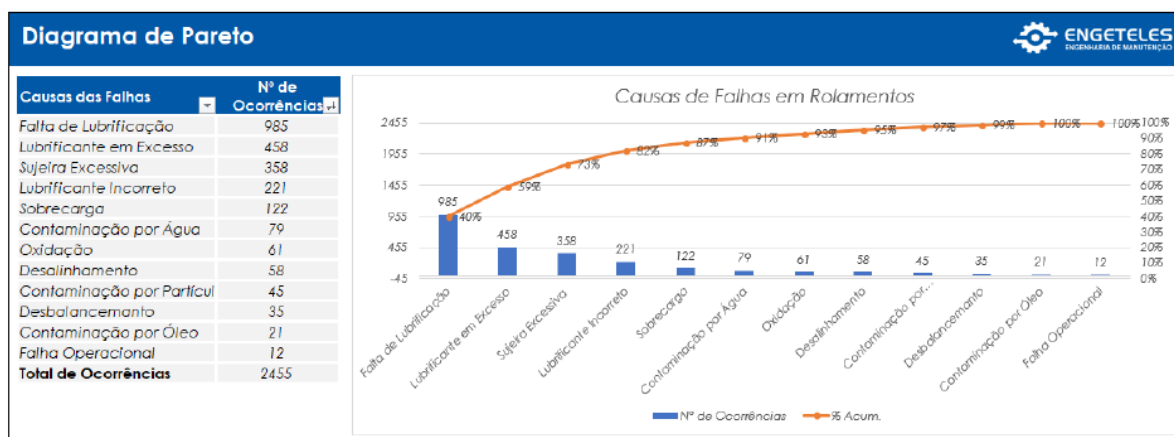


Figura 4- Diagrama de Pareto.
Fonte: Teles (2019, p. 227).

Como pode ser observado na Figura 4, o gráfico é representado por barras dispostas em ordem decrescente, onde do lado esquerdo do diagrama ficará a frequência absoluta, e a frequência acumulada ao lado direito. Cada barra representa uma causa mostrando o grau de importância da causa com a contribuição de cada uma em relação à total.

Este diagrama é uma das ferramentas mais eficientes para encontrar problemas já que apresenta as causas que ocorrem na natureza e no comportamento humano, podendo ser

uma poderosa ferramenta para focalizar esforços pessoais em problemas e tendo maior potencial de retorno (DANIEL e MURBACK, 2014).

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo caracterizar o tipo de pesquisa, apresentar os materiais, métodos, variáveis e indicadores utilizados para sua realização, bem como caracterizar os procedimentos adotados para coleta e tabulação de dados, além das considerações finais.

3.1 Tipo de Pesquisa

Para Oliveira (2011) e Richardson (2015), do ponto de vista de abordagem, a pesquisa pode ser classificada em:

- Abordagem qualitativa: tem como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto, de modo que o uso dessa descrição procura captar as essências do evento, explicar sua origem e intuir suas consequências sem a necessidade de cálculos ou interpolações numéricas.
- Abordagem quantitativa: como o próprio nome indica, mensura tanto a modalidade de coleta de informações, quanto o tratamento das mesmas por meio de técnicas estatísticas.

Para Gil (2002), do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como:

- Pesquisa exploratória: buscam registrar acontecimentos, ideias e intuições, na tentativa de fornecer informações para uma investigação precisa. Dessa forma, o pesquisador estabelece métodos e técnicas para a elaboração de um estudo, com o objetivo de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos, ideias e concepções. Dessa maneira, ele irá aprofundar seus conhecimentos, criar novas hipóteses ou formular pesquisas mais estruturadas sobre o fato.
- Pesquisa descritiva: tem como objetivo fundamental a descrição das características de determinado item, amostra, população ou fenômenos. para isso, é feita uma análise minuciosa e descritiva do objeto de estudo. Para o autor, o processo descritivo visa identificar, registrar e analisar as características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno.

- Pesquisa explicativa: são responsáveis pela identificação de fatores que acarretam ou colaboram para acontecimento dos fenômenos, e pela explicação da razão e o porquê de sua ocorrência. É onde pesquisadores tentam explicar o que está acontecendo.

Além das classificações referentes aos objetivos e abordagem, a pesquisa pode ser classificada do ponto de vista dos procedimentos técnicos em: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, estudo de caso, pesquisa-ação e pesquisa participante. Dentre elas, duas classificações podem ser destacadas:

- Pesquisa bibliográfica: contempla apenas material já elaborado, como livros e artigos científicos, utilizando-se da contribuição de diversos autores sobre certo assunto (GIL,2002).
- Estudo de caso: consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento (SILVA,2004).

Frente às ideias apresentadas, conclui-se que esse trabalho consiste em uma metodologia de caráter exploratório, qualitativa, quantitativa, bibliográfico e estudo de caso.

3.2 Materiais e Métodos

Para melhor compreensão dessa pesquisa é necessário a compreensão do conceito de materiais e métodos.

O dicionário Aurélio (2010) apresenta a seguinte abordagem:

- “materiais”: algo pertencente ou relativo à matéria; conjunto de objetos que constituem ou formam uma obra ou construção.
- “métodos”: caminho pelo qual se atinge um objetivo; programa que regula uma série de operações que se devem realizar em vista de um resultado determinado.

Os materiais e métodos que serão utilizados nesta pesquisa estão apresentados na Figura 5.

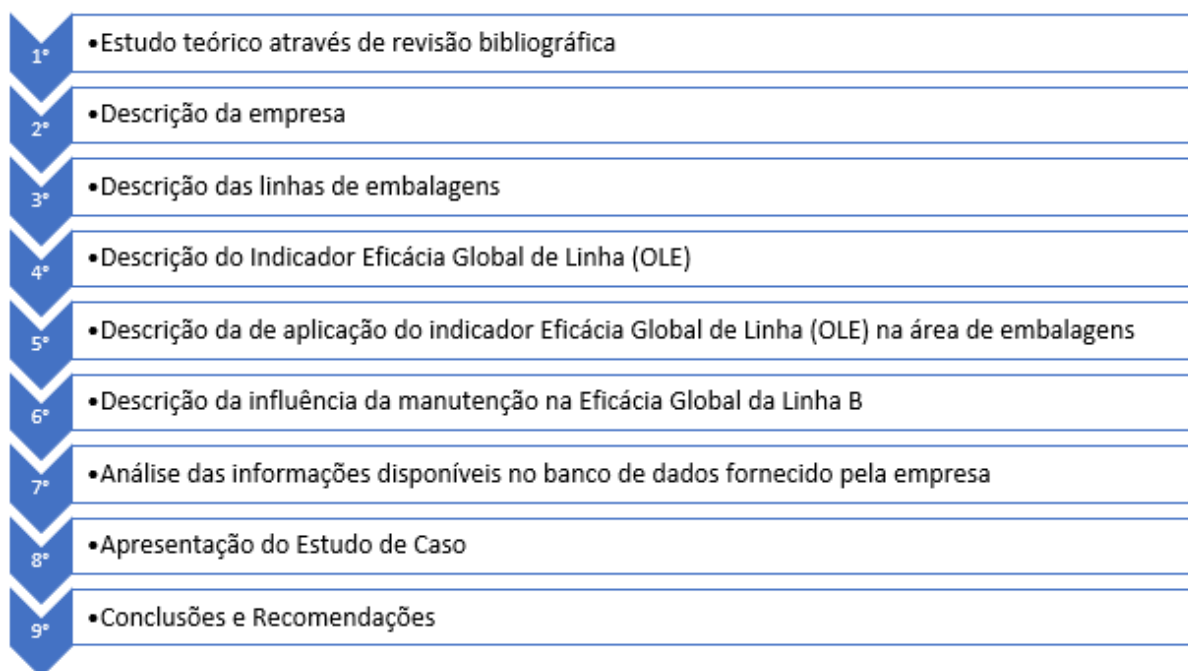


Figura 5- Materiais e Métodos.
Fonte: Pesquisa Direta (2020).

Como pode ser visto na Figura 5, a metodologia parte de um estudo teórico de revisão bibliográfica, passa por uma apresentação da empresa e suas linhas de embalagens e, posteriormente, por uma descrição do indicador utilizado para aumentar o desempenho do processo produtivo das mesmas. A partir daí, apresenta-se o estudo de caso, bem como seus resultados, benefícios, contribuições e as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

3.3 Variáveis e Indicadores

Para melhor compreensão dessa pesquisa é necessário a compreensão do conceito de variáveis e indicadores.

O dicionário Aurélio (2010) apresenta a seguinte abordagem:

- “variáveis”: algo que pode ter ou assumir diferentes valores, diferentes aspectos, segundo os casos particulares ou devido as circunstâncias.
- “indicadores”: que indica; que auxilia uma organização na avaliação de algo.

Portanto, as variáveis e indicadores que serão utilizados nesta pesquisa estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Variáveis e Indicadores utilizados na pesquisa.

VARIÁVEIS	INDICADORES
INDICADORES DE MANUTENÇÃO	EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)
GESTÃO DA MANUTENÇÃO	TIPOS DE MANUTENÇÃO ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO METODOLOGIAS SMART MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) GRÁFICO PARETO

Fonte: Pesquisa Direta (2020).

3.4 Coleta de Dados

As informações foram obtidas por meio de uma planilha preenchida durante o processo produtivo em uma linha de produção da área de embalagens de uma indústria farmacêutica. Essa planilha foi disponibilizada pela empresa e através da mesma foi possível realizar as análises.

A Figura 6 apresenta a planilha utilizada para obter informações a respeito dos desperdícios na linha de produção.

OLE

0,0% OLE1 TARGET 70% 0,0% OLE2 TARGET 60% 0,0% OLE3 TARGET 55%

PRODUZIDO: 456.000 un.

DATA: 13/04/2021 LINHA: B

OUTPUT DIÁRIO: MADRUGADA, MANHÃ, TARDE

STATUS ATUAL: PRODUÇÃO

ENCERRAR DIA

INFORMAR PARADA DE LINHA

RESUMO DIÁRIO

PRODUTOS	QTD. PRODUZIDA	QTD. PRODUZIDA ACUMULADA	OLE1	OLE2	OLE3
PRODUÇÃO	1439 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL PARADA OLE1	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL PARADA OLE2	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL PARADA OLE3	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL PARADA TCU	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
PARADA PRODUÇÃO	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
PARADA ROTULADEIRA	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
PARADA EMBLSTADEIRA	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
PARADA ENCARTUCHADEIRA	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
PARADA TAMPER EVIDENCIADOR	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
PARADA STRETCH BANDER	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
PARADA CASE PACKER	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
PARADA SLC	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
FALHA DE MATERIAL	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
TROCA DE MATERIAL	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
BCO	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%
FALTA DE PESSOAS/MATE	0 min.	0	0,00%	0,00%	0,00%

BANCO DE DADOS

STATUS DA CONEXÃO: DISCONNECTED

PRODUÇÃO HORA

HORA	QTD. PRODUZIDA	QTD. PRODUZIDA ACUMULADA	OLE1	OLE2	OLE3
00:00 - 00:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
01:00 - 01:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
02:00 - 02:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
03:00 - 03:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
04:00 - 04:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
05:00 - 05:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
06:00 - 06:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
07:00 - 07:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
08:00 - 08:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
09:00 - 09:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
10:00 - 10:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
11:00 - 11:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
12:00 - 12:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
13:00 - 13:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
14:00 - 14:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
15:00 - 15:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
16:00 - 16:59	0	0	0,00%	0,00%	0,00%

DISTRIBUIÇÃO

PRODUÇÃO HORA

PARADA PRODUÇÃO

PARADA ROTULADEIRA

PARADA EMBLSTADEIRA

PARADA ENCARTUCHADEIRA

PARADA TAMPER EVIDENCIADOR

PARADA STRETCH BANDER

PARADA CASE PACKER

PARADA SLC

FALHA DE MATERIAL

TROCA DE MATERIAL

BCO

FALTA DE PESSOAS/MATE

Figura 6- Planilha OLE.

Fonte: Empresa estudada (2020).

Conforme demonstrado na Figura 6, a planilha utilizada fornece os dados necessários para calcular o OLE e seus subindicadores de eficiência.

3.5 Tabulações de Dados

Os dados são tabulados através do *software* Microsoft Excel. Essa tabulação permite uma melhor visualização das informações coletadas. Os registros dos resultados são realizados por meio do software Microsoft Word.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

Este capítulo abordou o tipo de pesquisa que realizada, assim como os materiais, métodos, variáveis e ferramentas escolhidas para atingir os objetivos propostos. O próximo capítulo aborda o estudo de caso, no qual é realizada a apresentação do indicador OLE no contexto da empresa, a aplicação da prática proposta na metodologia e a análise e discussão dos resultados obtidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse estudo foi desenvolvido a partir de dados relativos ao indicador Eficácia Global de Linha (OLE), disponibilizados por uma indústria farmacêutica. O trabalho aborda sua utilização como ferramenta de aumento de desempenho pela manutenção.

4.1 Descrição da Empresa

A empresa emprega aproximadamente 43.000 funcionários em 79 países e comercializa seus produtos em mais de 170 países. É líder mundial no tratamento de algumas doenças crônicas e desenvolve, no Brasil, atividades de toda cadeia de produção de um dos medicamentos utilizados para essa finalidade.

No Brasil, o processo produtivo ocorre conforme apresentado na Figura 7:



Figura 7- Fluxo do processo produtivo da empresa.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Como pode ser observado na Figura 8 o fluxo do processo se inicia onde ocorre a produção da enzima que é uma das principais matérias-primas e segue para Formulação onde a mistura que dá origem ao medicamento é preparada. Na sequência o produto segue para área de Enchimento onde é envasado em carpules de vidro. As áreas de Formulação e Enchimento são suportadas pela área de Esterilização que elimina bactérias e micro-organismos de todos os itens que possam vir a ter contato direto com o medicamento. Após o processo de Enchimento, os carpules de vidro com o medicamento seguem para a área de Inspeção de trincas e quebras e em seguida são distribuídos para a área de Embalagem.

Suportando todas as produções, estão as áreas de utilidades limpas e sujas chamadas de *Clean Utilities* e *Black Utilities*. No *Clean* é feito o tratamento da água para a produção da insulina e no *Black* são produzidos os demais insumos para a produção como vapor, ar-condicionado e ar comprimido

4.2 Descrição das Linhas de Embalagem

Composto pelas linhas B e C de embalagem, essa área possui máquinas de origem alemã, com muita automação, o que é necessário para cumprir os requisitos exigidos pelas

diversas autoridades de saúde. Entretanto os equipamentos não são novos, pois estão produzindo desde 2005. Sendo assim, devido à idade desses equipamentos e, principalmente, à complexidade desse processo, essas linhas demandam muito tempo da equipe de manutenção pela grande quantidade de falhas e, consequentemente, de manutenções. Cada linha de produção é composta por seis equipamentos que desempenham variadas funções no processo. A Figura 8 apresenta o fluxo do processo na área de Embalagem.

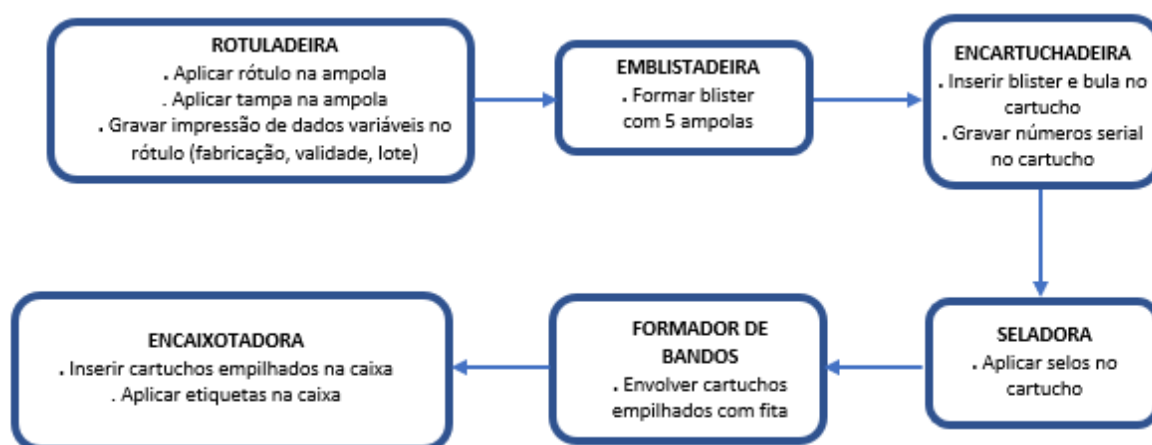


Figura 8- Fluxo do processo produtivo das linhas de embalagem.
Fonte: Pesquisa direta (2020).

Como apresentado na Figura 8, a Rotuladeira é o primeiro equipamento da linha de embalagem e tem a função de aplicar tampas que protegem as “cabeças” das ampolas e identificam o produto conforme a cor. Além disso, imprimi dados variáveis (datas de fabricação e validade e número de lote) em rótulos e os aplica ao corpo das ampolas. Também conta com sistema de visão para conferência dos dados variáveis do rótulo, sensores *scanner* de leitura do código de barra para conferência do código dos rótulos e sensores de fibra ótica para conferência de presença da tampa. Esse equipamento produz a uma velocidade de 450 ampolas por minuto e dita a velocidade de produção da linha.

Após a Rotuladeira, o fluxo produtivo segue para a Emblistadeira que é o equipamento mais complexo da linha de embalagem e tem a função de produzir blisters, que nada mais são do que recipientes com cavidades onde são inseridos os medicamentos. Na Emblistadeira, os blisters são produzidos por meio de uma folha de plástico que é aquecida e, posteriormente, conformada e resfriada. Em seguida, os compartimentos dos *blisters* são preenchidos com os carpules de vidro de medicamento por um robô. Posteriormente, os *blisters* são selados por uma folha de alumínio aquecida e uma ferramenta forma picotes entre

seus compartimentos, de forma que o paciente possa destacá-los. Após isso, os blister são cortados e transportados para a Encartuchadeira.

A Encartuchadeira recebe os *blisters* prontos e os insere, juntamente com uma bula, que pode ser pequena ou grande, dentro de um cartucho. Os cartuchos podem conter um ou dois *blisters* dependendo das especificidades do lote. Depois de preenchidos, passam por um sistema de fechamento de abas e seguem em direção a uma impressora a laser, onde ocorre a impressão dos dados variáveis (datas de fabricação e validade e número do lote) do rótulo no fundo do cartucho. Esse equipamento também conta com um sistema de visão que aprova os dados impressos. Em seguida, os cartuchos são conduzidos a uma balança de precisão onde há conferência de peso e, posteriormente, seguem para a Seladora.

Na Seladora pequenos selos personalizados com o logotipo da empresa são colados nas abas frontais e traseiras dos cartuchos para garantir a segurança do produto até que o paciente possa rompê-los. Após essa etapa, os cartuchos selados vão para o Formador de Bandos.

O Formador de Bandos, também conhecido como *Stretch Bander*, forma bandos, que nada mais são do que agrupamentos de cartuchos empilhados envolvidos com um filme plástico. Nesse equipamento também acontece a colagem de uma etiqueta com dados impressos no filme envolvente. Após a formação de bandos de cartuchos, os mesmos seguem para a Encaixotadora que é o último equipamento da linha de embalagens.

Na Encaixotadora os bandos de cartuchos são colocados dentro de caixas de papelão, que pode variar de tamanho conforme o formato do lote (cartuchos com um blister são embalados em caixas pequenas e cartuchos com dois blisters são embalados em caixas maiores). Após o preenchimento, a caixa é selada com uma fita adesiva e recebe etiquetas de identificação. Posteriormente, o operador recebe a caixa pronta e a armazena, manualmente, em um palete de madeira.

4.3 Indicador Eficácia Global de Linha (OLE)

O indicador Eficácia Global de Linha (OLE) necessita de discussão na literatura, pois se trata de um indicador estruturado para se adaptar à realidade e necessidade do sistema de produção da empresa em estudo.

Sua conceituação básica fornece uma boa forma de medir a eficiência de uma linha produtiva já que a avaliação é estendida a um contexto no qual existem várias máquinas

inter-relacionas. Sendo assim, o OLE pode ser considerado uma variante do OEE que amplia a abrangência do objeto de estudo e, conseqüentemente, a classificação das perdas.

O OLE é simplesmente uma expressão da eficiência de uma linha e informa quanto de “valor” é criado na linha em comparação com o seu potencial máximo, quando uma determinada quantidade de recursos é utilizada.

A Figura 9 apresenta essa ideia.



Figura 9- OLE e eficiência.
Fonte: Pesquisa direta (2020).

Como pode ser observado na Figura 9, nem todos os recursos são utilizados de maneira eficiente em um processo produtivo, dando origem as perdas. O OLE como ferramenta analítica fornece os dados necessários para identificar as perdas de um processo produtivo e ao preconizar a medição desses desperdícios, que podem ocorrer mesmo quando os equipamentos estão operando, fomenta a análise dos problemas e o tratamento da causa raiz de modo a tornar as ações de aumento do desempenho do processo mais efetivas, aumentando assim, o aproveitamento da capacidade dos equipamentos

4.3.1 O Modelo Cascata

O indicador de eficiência OLE utiliza o denominado “modelo cascata”, que nada mais é do que um método usado para estratificar as atividades da linha que absorvem recursos, mas não criam valor. Em outras palavras, o modelo cascata divide e classifica as perdas que diminuem o potencial produtivo. Com isso, é possível estabelecer subindicadores padronizados que fornecem informações úteis para analisar a eficiência da linha segundo as diferentes perspectivas: programação, planejamento, produção e operação.

A Figura 10 apresenta a decomposição do OLE em subindicadores.

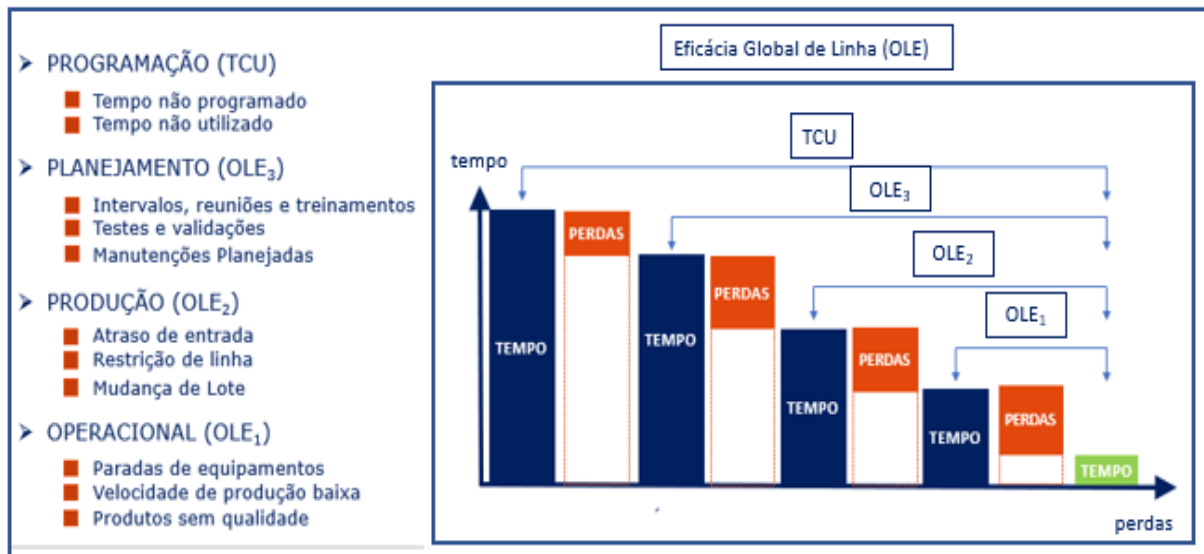


Figura 10- OLE e Modelo Cascata.
Fonte: Pesquisa direta (2020).

Como demonstrado na Figura 10, o monitoramento das perdas que compõem os subindicadores TCU, OLE₃, OLE₂ e OLE₁ ajudam a clarificar o que se passa em toda linha de produção, auxiliando na identificação, quantificação e eliminação de desperdícios, que muitas vezes, passam despercebidos.

A Figura 11 apresenta as perdas de forma detalhada na cascata.

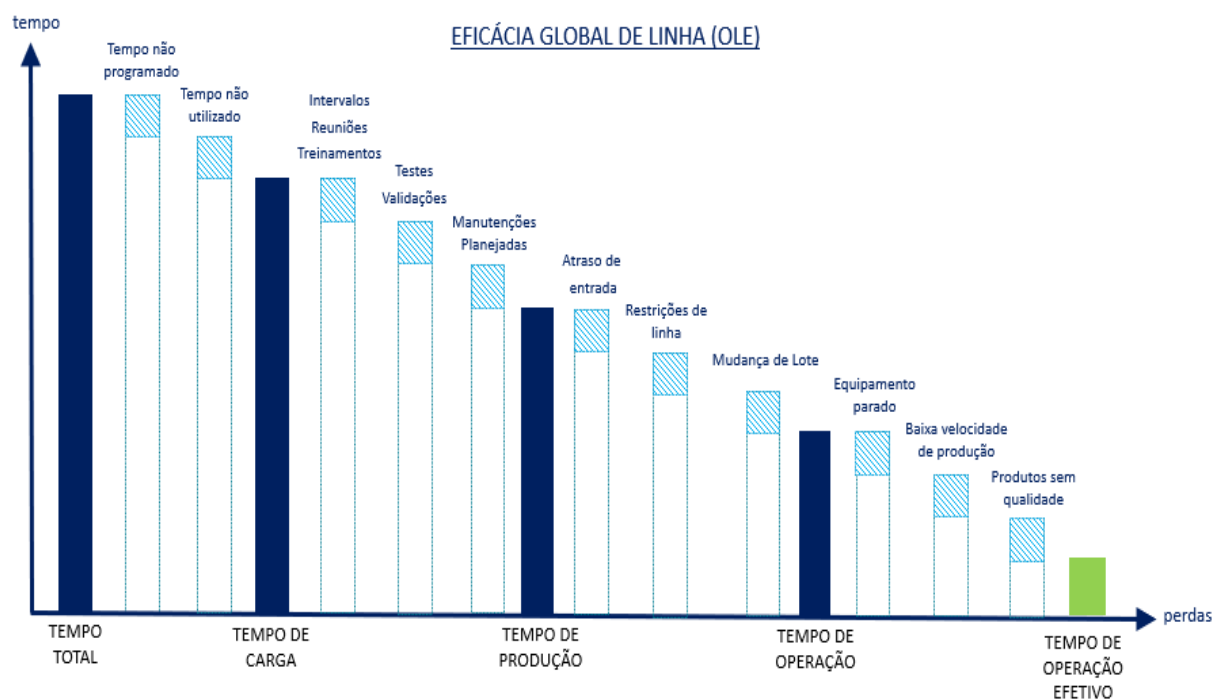


Figura 11- OLE e estratificação das perdas.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Como pode ser observado na Figura 11, uma linha de produção apresenta um conjunto de atividades bem específicas que consomem recursos, mas não agregam valor. Essas atividades são encaradas como perdas ou desperdícios pois diminuem o tempo total que poderia ser utilizado para produzir.

Ao trabalhar com aumento de desempenho, todas as decisões devem ser baseadas em dados. O modelo cascata do OLE fornece bons dados para priorizar melhorias, pois cria o panorama do efeito dos diferentes desperdícios. Por exemplo, é possível analisar se a perda “equipamentos parados” impacta mais do que a perda “produtos sem qualidade”. Dessa forma, é possível trabalhar com os problemas que afetam mais o desempenho.

Uma maneira útil de apresentar esses dados é através do diagrama de Pareto. Ele ajuda a compreender a relação entre ação e benefício, sendo assim, auxilia na priorização da ação que trará o melhor resultado.

O resultado de cada subindicador agrupa determinadas categorias de perdas, logo, as diferenças entre os subindicadores estão em quais tópicos incluir ao calcular a eficiência.

A Figura 12 apresenta o modelo de cálculo desses subindicadores.

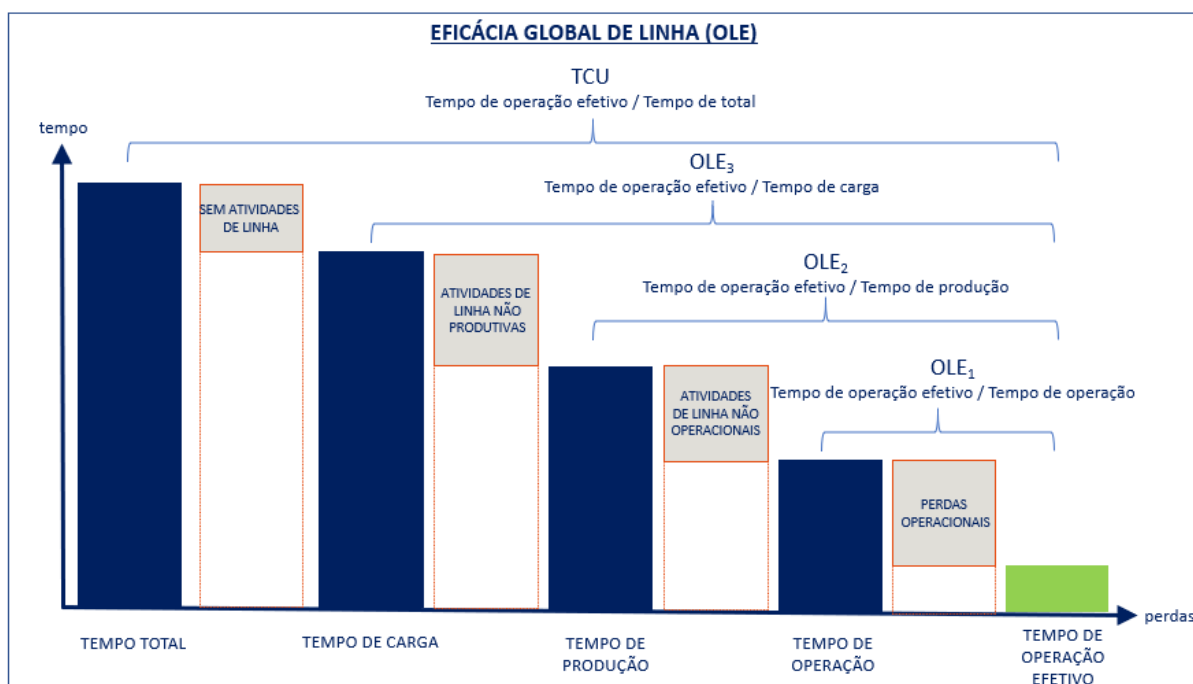


Figura 12- OLE e seus subindicadores.

Fonte: Empresa estudada (2020).

As colunas da Figura 12 apresentam as seguintes definições:

- **Tempo Total:** é igual ao período considerado para análise, ou seja, o tempo total disponível em um período determinado (exemplo: 1 dia, 1 semana, 1 mês, 1 ano, etc);
- **Tempo de Carga:** tempo durante o qual podem ocorrer atividades regulares de produção (tempo total menos tempo programado para não produzir);
- **Tempo de Produção:** tempo durante o qual as máquinas podem produzir (tempo de carga menos tempo planejado com atividades não produtivas);
- **Tempo de Operação:** tempo durante o qual as máquinas podem operar (tempo de produção menos tempo gasto em atividades não operacionais);
- **Tempo de Operação Efetivo:** tempo durante o qual as máquinas efetivamente operaram (tempo de operação menos tempo gasto em perdas operacionais).

A Figura 13 apresenta um exemplo de cálculo dos subindicadores de eficiência do OLE onde se assumiu dados teóricos para uma situação qualquer.

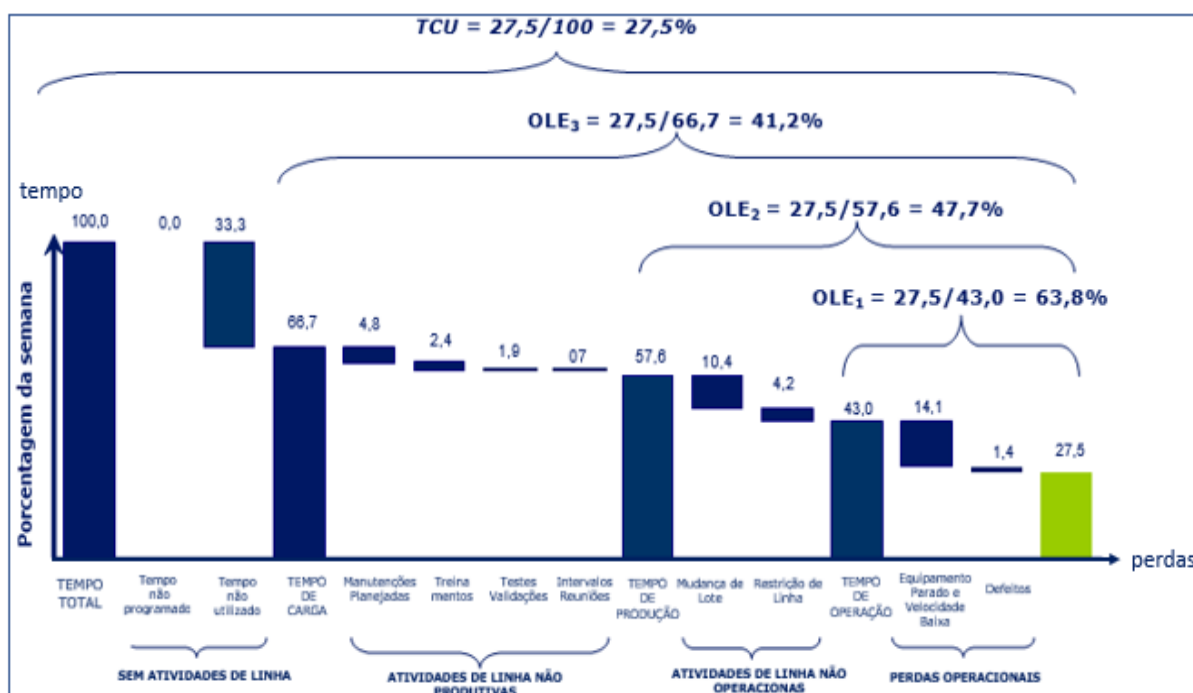


Figura 13- OLE, exemplo de cálculo dos subindicadores de eficiência padronizados.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Como pode ser observado na Figura 13, o cálculo de cada um dos quatro subindicadores do OLE leva em consideração o tempo perdido nas atividades que compõe os

mesmos, proporcionando dessa forma, um panorama de desperdícios nas etapas de programação, planejamento, produção e operação de uma linha.

4.4 Aplicação do Indicador Eficácia Global de Linha (OLE) na Área de Embalagem

A área de embalagens utiliza o OLE desde 2015 como ferramenta analítica para fornecer dados necessários para concentrar esforços de melhoria de desempenho e obter o máximo de benefícios possível dos recursos utilizados.

Para calcular corretamente os dados do OLE é necessário computar as perdas do processo produtivo, no momento que acontecem, de acordo com as categorias do modelo cascata. Dessa forma, é possível monitorar a linha em tempo real e tomar decisões assertivas acerca de melhorias a serem implementadas.

Na empresa estudada, a coleta é feita de maneira manual e os operadores preenchem formulários no Excel apontando os motivos das paradas de operação. Para a linha em que se decidiu medir o OLE foram nomeados responsáveis pela coleta de dados e, antes de exercer essas funções, as pessoas foram devidamente treinadas de modo que a classificação das perdas seguisse o padrão preestabelecido na Tabela 5.

Tabela 5- Agrupamento de atividades e definição de elementos.

CATEGORIA			PERDAS NÍVEL 1	PERDAS NÍVEL 2	EXEMPLOS
TCU	OLE3		SEM ATIVIDADES DE LINHA Tempo para o qual não há produção programada.	Tempo não programado para produzir	Fim de semana (18:00h-Sábado até 24:00h-Domingo)
				Tempo programado para produzir, mas não utilizado	- Celebrações - Linhas paradas por metas de produção atingidas
			ATIVIDADES DE LINHA NÃO PRODUTIVAS Tempo perdido em atividades não relacionadas diretamente à produção.	Intervalos, Reuniões e Treinamentos	- Reuniões - Treinamentos - Seminários - Refeições
				Testes e Validações	- Lotes de Teste - Validações de Máquinas e Produtos - Investigações
				Manutenções Planejadas	- Manutenções Preventivas - Limpeza Semanal, PMs por período, PMs por ciclo - Manutenções Baseadas em Condições - Manutenções Corretivas Planejadas - Calibrações
			ATIVIDADES DE LINHA NÃO OPERACIONAIS Tempo perdido em atividades relacionadas à produção, no qual os equipamentos não estão operando.	Atraso de entrada	- Sem ordens de produção no sistema - Espera por material do almoxarifado/ documentação de processo
	Restrições de linha	- Falha de utilidades /alarmes de incêndio/ falta de pessoas - Energia Elétrica, Ar Comprimido, Sistemas IT			
	Bco	- BCO – tempo do último item bom de um lote para o primeiro item bom do próximo lote - Final de lote, Desmontagem, Limpeza, Liberação de Área, Recebimento de Materiais, Setup, Início de Lote			
	OLE1	PERDA OPERACIONAL Tempo perdido por baixo desempenho operacional.	Tempo de inatividade do equipamento	- Todo o tempo de inatividade durante o lote devido ao equipamento - Falhas de equipamentos - Inspecção de Ampolas, Bandos e Cartuchos (se necessário parar o equipamento) - Reintrodução de Ampolas, Bandos e Cartuchos (se necessário parar o equipamento) - Troca de material (se necessário parar o equipamento)	
			Perda de velocidade da produção	Perda de velocidade – diminuição da velocidade em relação à velocidade máxima validada. A perda de velocidade também pode incluir paradas curtas não registradas	
			Fleitos	Ampolas e Cartuchos que precisam ser retrabalhados	

Fonte: Empresa estudada (2020).

Como demonstrado na Tabela 5, a área de embalagens apresenta perdas bem características que são distribuídas entre as quatro categorias de subindicadores de eficiência do OLE.

A Figura 14 apresenta um exemplo de cálculo do OLE nas áreas de embalagens onde se assumiu dados reais obtidos na semana 40.

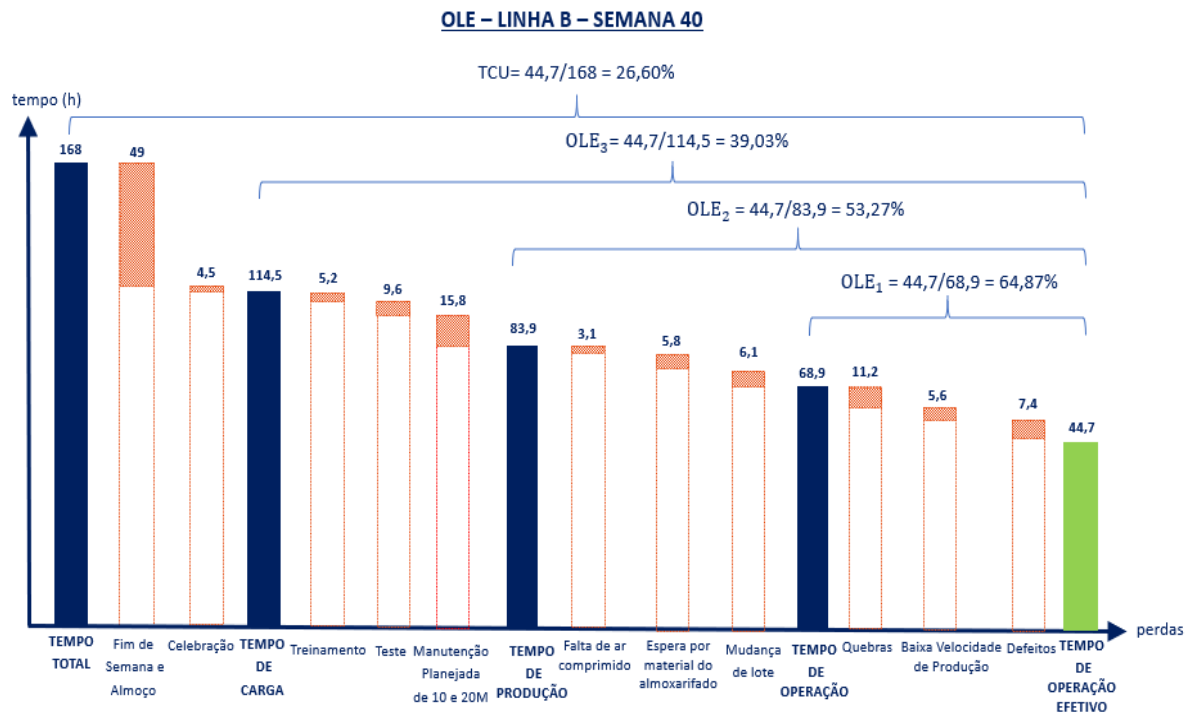


Figura 14- Cálculo dos subindicadores de eficiência na semana 40.
Fonte: Empresa estudada (2020).

O cálculo do Tempo Total apresentado na Figura 14 é igual ao período de tempo considerado na análise (1 semana = 7 dias = 168 horas).

Uma outra alternativa de cálculo para os subindicadores de eficiência do OLE é demonstrada na Tabela 6.

Tabela 6- Cálculo dos subindicadores de eficiência do OLE.

	NA TEORIA	NA PRÁTICA
TCU	$\frac{\text{TEMPO DE OPERAÇÃO EFETIVO}}{\text{TEMPO TOTAL}}$	$\frac{\text{N}^\circ \text{ AMPOLAS PRODUZIDAS}}{\frac{\text{VELOCIDADE VALIDADA}}{\text{TEMPO TOTAL}}}$
OLE ₃	$\frac{\text{TEMPO DE OPERAÇÃO EFETIVO}}{\text{TEMPO DE CARGA}}$	$\frac{\text{N}^\circ \text{ AMPOLAS PRODUZIDAS}}{\frac{\text{VELOCIDADE VALIDADA}}{\text{TEMPO DE CARGA}}}$
OLE ₂	$\frac{\text{TEMPO DE OPERAÇÃO EFETIVO}}{\text{TEMPO DE PRODUÇÃO}}$	$\frac{\text{N}^\circ \text{ AMPOLAS PRODUZIDAS}}{\frac{\text{VELOCIDADE VALIDADA}}{\text{TEMPO DE PRODUÇÃO}}}$
OLE ₁	$\frac{\text{TEMPO DE OPERAÇÃO EFETIVO}}{\text{TEMPO DE OPERAÇÃO}}$	$\frac{\text{N}^\circ \text{ AMPOLAS PRODUZIDAS}}{\frac{\text{VELOCIDADE VALIDADA}}{\text{TEMPO DE OPERAÇÃO}}}$

Fonte: Empresa estudada (2020).

Como pode ser observado na Tabela 6, pode-se relacionar a quantidade de medicamentos produzidos com o tempo utilizado para produção dos mesmos para calcular os subindicadores de eficiência do OLE. Dessa forma, o cálculo do TCU no exemplo apresentado na Figura 14 também poderia ser calculado da seguinte maneira:

- *Tempo de Operação Efetivo* = $(N^{\circ} \text{ de Ampolas Produzidas }) / (\text{Velocidade Validada})$
(5)
 - *N° de Ampolas Produzidas na semana 40* = 1.206.900
 - *Velocidade Validada* = 450 ampolas por minuto = 27.000 ampolas por hora
- *Tempo de Operação Efetivo* = $(1.206.900) / (27.000) = 44,7 \text{ horas}$
- *TCU* = $[(N^{\circ} \text{ de Ampolas Produzidas }) / (\text{Velocidade Validada})] / (\text{Tempo Total})$
 - *TCU* = $[(1.206.900) / (27.000)] / 168 = 26,60\%$

A conclusão que se pode chegar através desse dado é que apenas 26,60% do tempo considerado (1 semana) foi efetivamente utilizado para agregar valor. Em outras palavras, a linha B produziu produtos com qualidade em apenas 26,60% do tempo total e o tempo restante foi “desperdiçado” em atividades que não agregam valor (perdas).

4.4.1 O Que Medir

O OLE envolve vários níveis hierárquicos e departamentos ligados direta ou indiretamente ao processo produtivo, assumindo assim, que todos têm responsabilidades no combate às perdas que prejudicam o bom rendimento operacional de uma máquina. Logo, é importante que cada departamento concentre seus esforços na análise de subindicadores que avaliam perdas em que são capazes de propor melhorias para mitigá-las.

Por exemplo, geralmente uma equipe de operação não tem influência na definição das horas dispendidas em treinamentos, manutenções planejadas ou testes de um novo produto porque isso, normalmente, é realizado pela equipe de planejamento. Dessa forma uma equipe de operação normalmente estaria focada no OLE₂ pois esse subindicador é o que agrupa perdas nas quais esse departamento tem influência direta.

Em geral, a definição da medição a ser efetuada pelos diferentes departamentos da empresa envolvidos nas atividades da linha, leva em consideração que:

- O TCU informa como a linha em geral é utilizada (perdas relacionadas a programação);
- OLE₃ informa o quão eficiente é o planejamento das atividades e a utilização de pessoas na linha (perdas relacionadas ao planejamento);
- OLE₂ informa como a linha está funcionando, quando está pronta para produzir (perdas que normalmente acontecem entre os lotes e relacionadas a operação);
- OLE₁ informa como a linha está funcionando, quando as máquinas estão prontas para operar (perdas que normalmente acontecem dentro dos lotes e relacionadas a manutenção);

Portanto, uma distinção entre reportar TCU, OLE₃, OLE₂ ou OLE₁ pode fazer sentido, entretanto, estas são apenas diretrizes, e as situações devem ser avaliadas segundo um contexto. Por exemplo, é claro que a equipe de operação também poderia estar interessada no OLE₃, talvez não sendo relatado diariamente, mas mensalmente por exemplo, para identificar o efeito de alguma melhoria no processo produtivo da linha.

4.4.2 Comunicação

Há muito trabalho envolvido na criação de um padrão para implementação e medição do OLE. Dessa forma, percebe-se que antes de iniciar qualquer trabalho de medição, deve-se ter certeza da compreensão completa de sua definição, caso contrário, se o padrão não for respeitado, todo o trabalho pode apresentar resultados ineficazes.

Sendo assim, é importante que os departamentos estabeleçam uma comunicação assertiva acerca do propósito, benefícios esperados, novas funções e responsabilidades durante e após a sua implementação. Dessa maneira, é necessário que seja feita uma apresentação da definição do OLE para todos os envolvidos no processo produtivo da linha em questão. Esta apresentação deve apresentar as descrições dos cálculos teóricos por trás do OLE e seu foco deve ser mantido nos seguintes tópicos:

- O que é OLE e o racional por trás;
- Porque implementar medições de OLE nos departamentos;
- Quem será responsável pelos relatórios e qual o papel de todos;
- Como o OLE será usado;
- Qual será a frequência de medição;

4.4.3 Frequência de Medição

As medidas do OLE podem ser usadas para aumentar o desempenho no dia a dia ou para fazer uma estratégia sobre onde melhorar ao olhar para objetivos e requisitos futuros. A frequência do relatório depende do propósito da medição.

Ao se concentrar no curto prazo a frequência de medição será menor. Se o foco estiver em um problema muito específico, o relatório diário pode se desdobrar em um diagrama de Pareto, por exemplo, mostrando o número ou tempo de paradas das máquinas. Esse diagrama de Pareto deve ser atualizado continuamente para que seja possível medir o efeito das melhorias implementadas e priorização de melhorias adicionais.

A longo prazo, a ferramenta OLE pode ajudar a criar estratégias de melhoria de desempenho necessárias para atingir metas futuras. Neste caso, os cálculos OLE poderiam ser usados para mostrar o efeito e tendências em um horizonte de tempo mais longo. Sendo assim, o OLE também fornece dados interessantes para o planejamento estratégico de como o departamento se desenvolverá durante alguns anos em relação à melhoria do desempenho presente, e qual impacto isso terá na produção.

Antes de poder fazer estratégias de longo prazo é importante conhecer e entender a definição de OLE e o desempenho da linha. Portanto, a melhor maneira de começar é a medição contínua. Ao ter os dados é possível priorizar a resolução diária de problemas. Ao ter o conhecimento do desempenho e entender o modelo cascata, é possível entrar no planejamento de longo prazo.

4.5 Influência da Manutenção na Eficácia Global da Linha

A Figura 15 apresenta a influência das atividades de manutenção no desempenho do processo produtivo de uma linha.

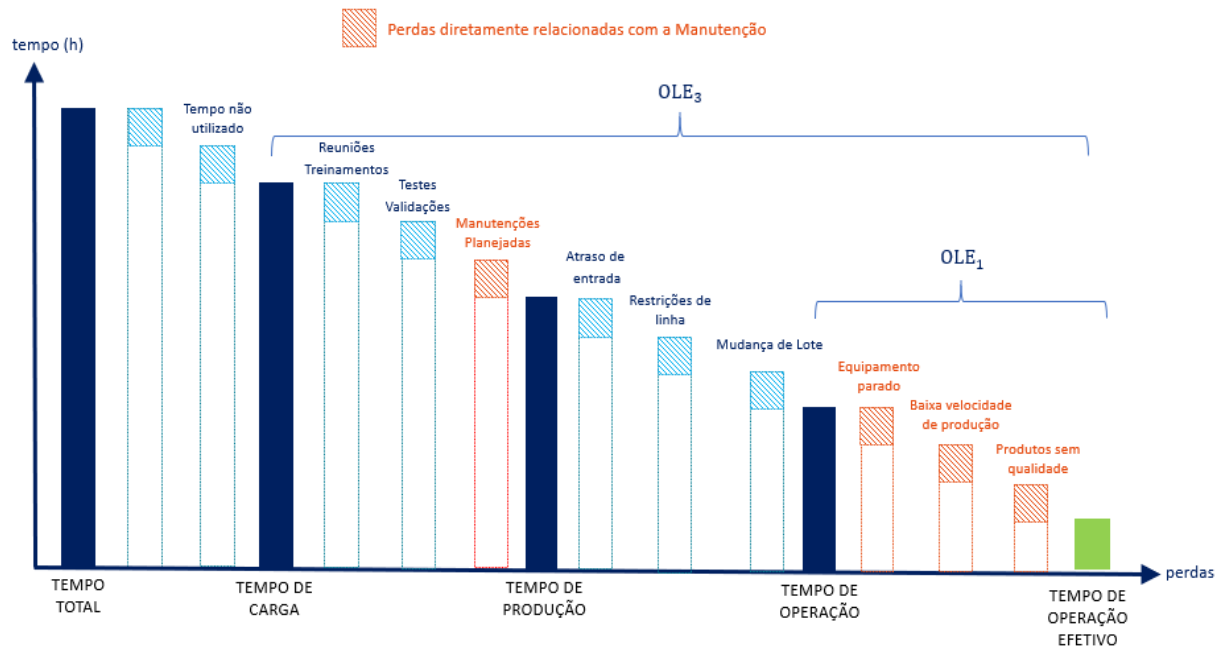


Figura 15- Influência do departamento de manutenção nas perdas produtivas.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Conforme demonstrado pela Figura 15, a manutenção tem impacto direto nas atividades que afetam o OLE₁ e o OLE₃. Sendo assim é um departamento estratégico na diminuição de perdas e aumento do desempenho do processo produtivo.

A manutenção está interessada no OLE₁ porque quebras, baixa velocidade de produção e defeitos são perdas agrupadas por esse subindicador e, geralmente, são consequências direta das atividades de manutenção, como apresentado na Figura 16.

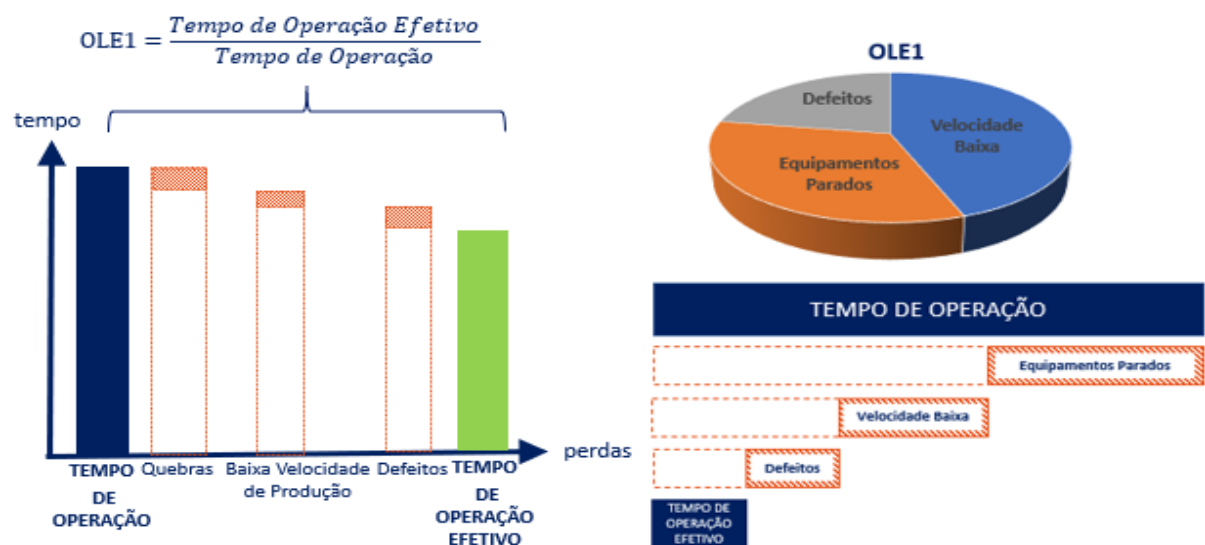


Figura 16- Manutenção no contexto OLE₁.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Através da análise da Figura 16, percebe-se os seguintes cenários possíveis em relação aos equipamentos da linha:

- parados por quebras;
- funcionando, mas produzindo produtos de baixa qualidade com velocidade baixa;
- funcionando, mas produzindo produtos de baixa qualidade com velocidade alta;
- funcionando, produzindo produtos de alta qualidade, mas com velocidade baixa;
- funcionando, produzindo produtos de alta qualidade e com velocidade alta.

A manutenção também está interessada no OLE₃ porque este inclui o tempo gasto em atividades de manutenção planejada, como apresentado na Figura 17.

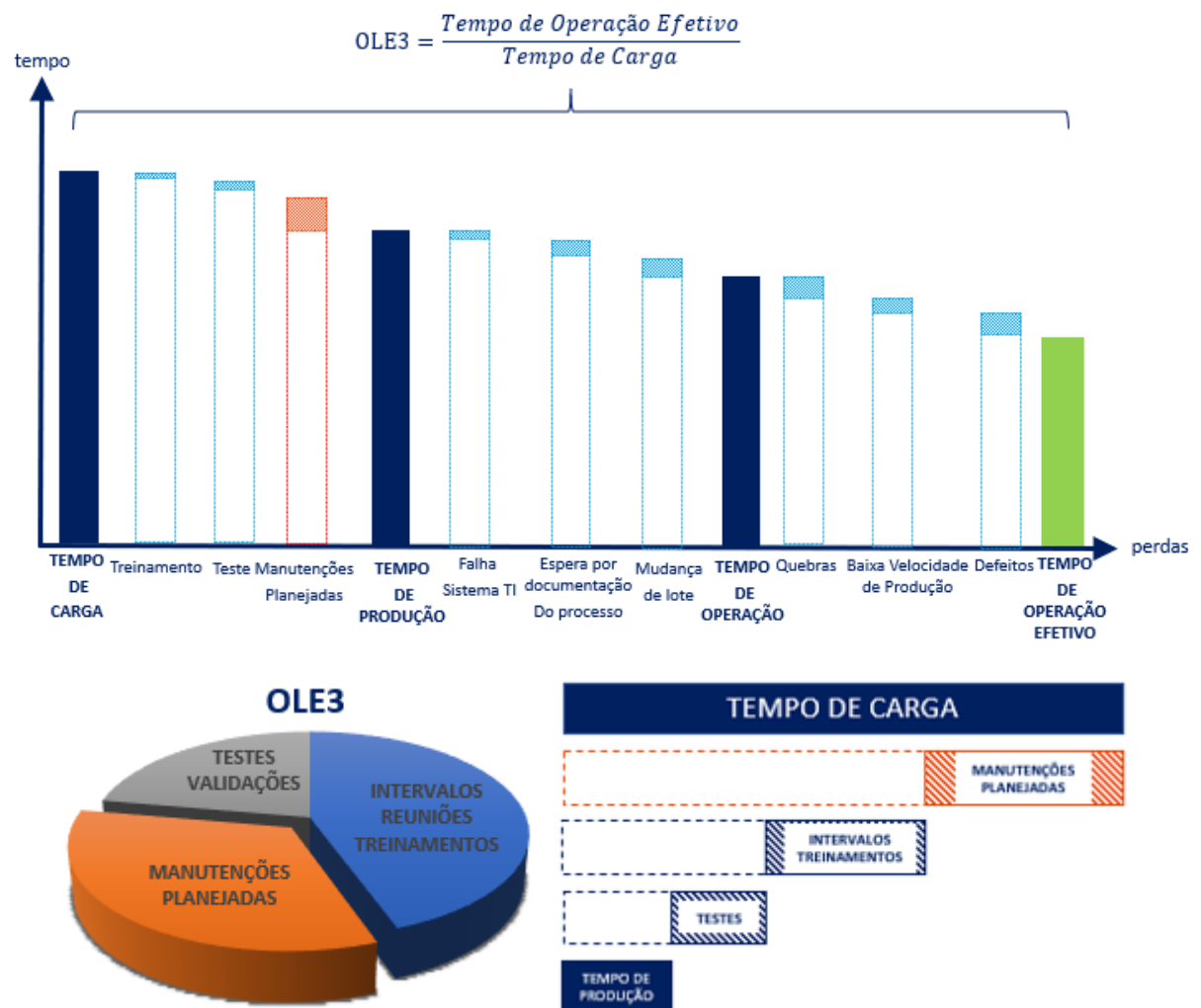


Figura 17- Manutenção no contexto OLE₃.
Fonte: Empresa estudada (2020).

4.6 Exemplo de Utilização

O departamento de manutenção da área de embalagens da empresa em estudo utiliza o OLE₁ e OLE₃ como ferramenta analítica para fornecer um diagnóstico semanal do que se passa na linha B a nível de operação de equipamentos e atividades de manutenções planejadas, respectivamente.

As seções 4.6.1, 4.6.2 e 4.6.3 discorre sobre metodologias utilizadas pelo departamento de manutenção para minimizar o impacto das perdas e, consequentemente, aumentar o desempenho do processo produtivo na linha B.

4.6.1 Perdas por Equipamentos Parados

A Figura 18 enfatiza as perdas por quebras contempladas na medição do OLE durante a semana 40. Essa semana foi escolhida como objeto de análise aleatoriamente.

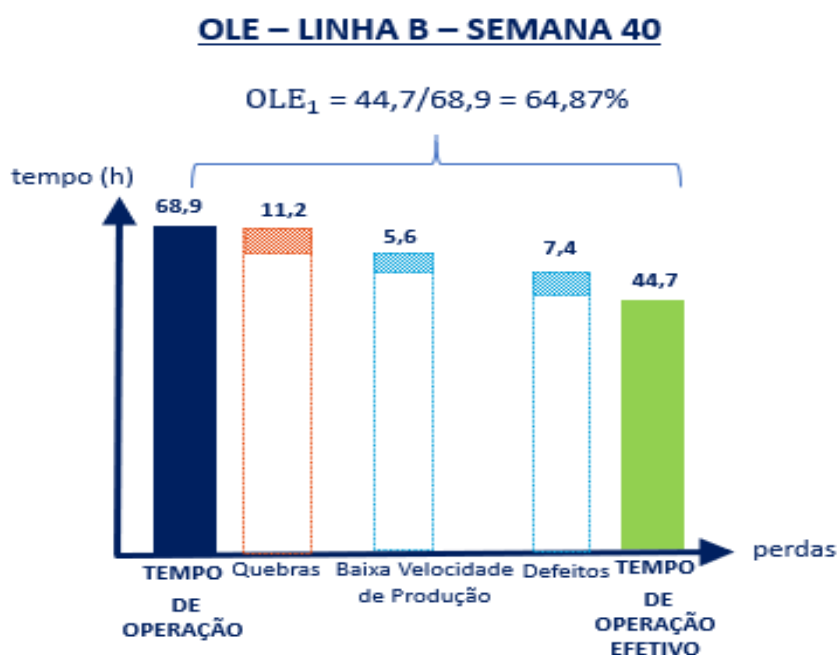


Figura 18- OLE, Semana 40: Quebras.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Conforme pode ser verificado pela Figura 18 houve uma interrupção de 11,2 horas no processo produtivo durante a semana 40 devido a falhas nas máquinas.

A Equação 7 apresenta a porcentagem do tempo de operação em que a linha B esteve inoperante devido à quebra de suas máquinas:

$$\frac{\text{tempo de quebras}}{\text{tempo de operação}} = \frac{11,2}{68,9} = 16,25\% \quad (7)$$

Com o objetivo de verificar qual falha estava impactando de forma mais contundente a disponibilidade da linha B na semana 40, foram consultadas informações de paradas no banco de dados utilizado para medir o OLE.

Os resultados estão apresentados nas Figuras 19 e 20.

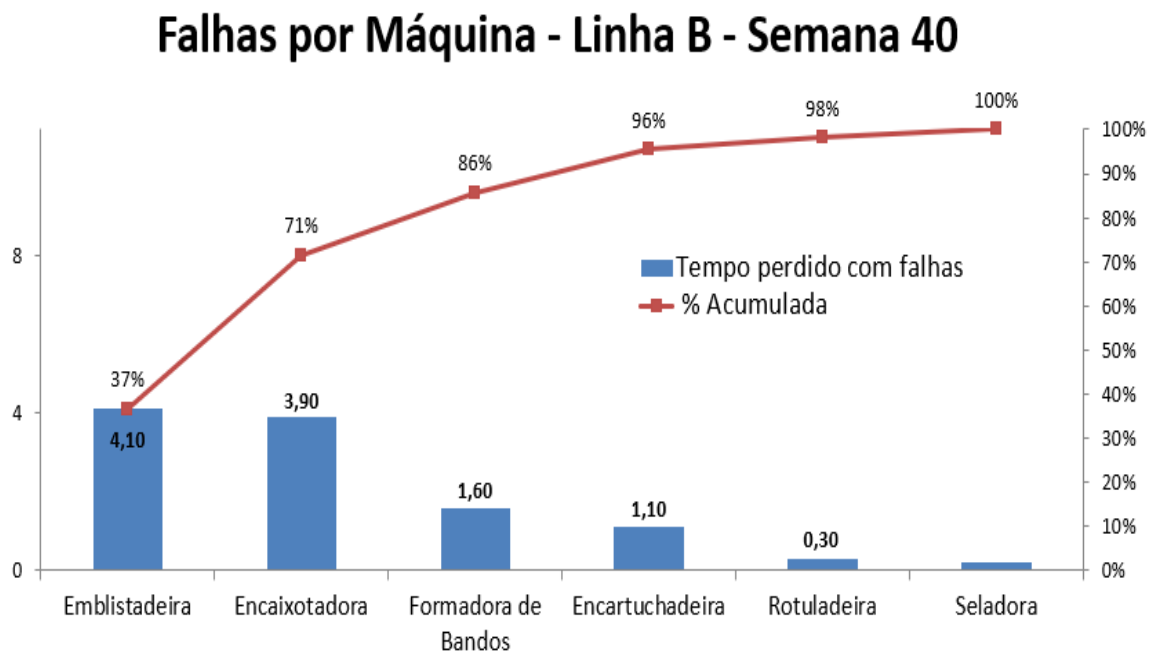


Figura 19- Pareto Falhas por Máquina, Semana 40.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Através da Figura 19, percebe-se que as falhas na Emblistadeira foram as perdas por quebras que mais prejudicaram o tempo de operação da linha B durante a semana 40.

Falhas Emblistadeira - Linha B - Semana 40

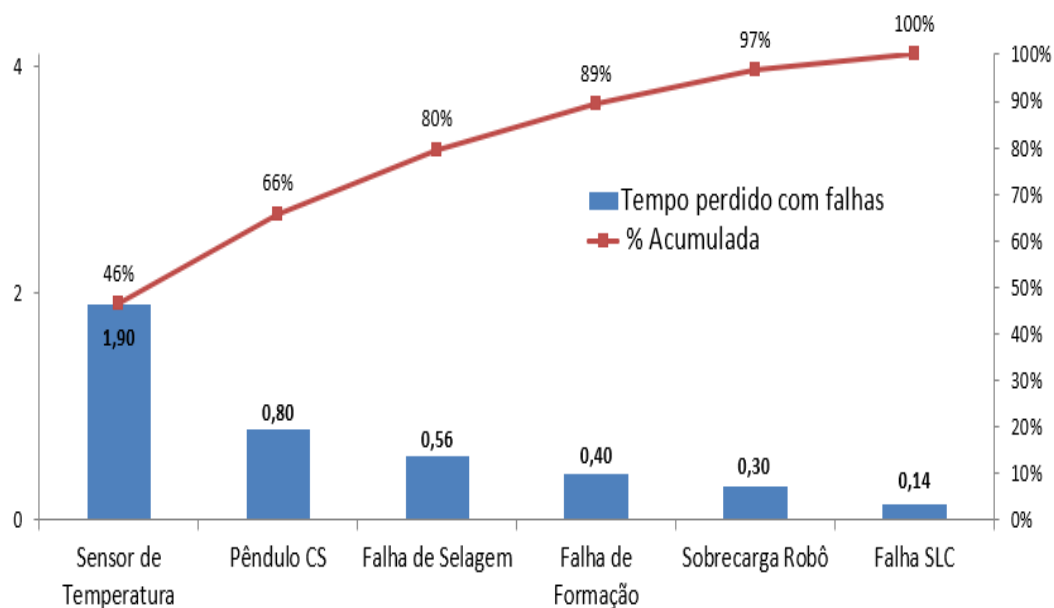


Figura 20- Pareto Falhas Emblistadeira, Semana 40.
Fonte: Empresa estudada (2020).

A Figura 20 demonstra que as falhas no sensor de temperatura da Emblistadeira foi a que mais contribuiu para a indisponibilidade da linha B durante a semana 40.

Para remover a anomalia e evitar sua recorrência, foi estabelecida uma investigação, onde chegou-se às conclusões apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7- Investigação: falhas no sensor de temperatura.

Falha	Modo de Falha	Causa Direta	Contenção	Causa Raíz	Contramedida
Falhas no sensor de temperatura	Temperatura da estação de formação acima do tolerado	Entupimento no sistema de recirculação de água de resfriamento	Desentupir o sistema de recirculação de água de resfriamento e realizar a troca da água do chiller	Falta de tratamento da água do chiller	Inserir atividade de tratamento da água do chiller em plano preventivo

Fonte: Empresa estudada (2020).

Com o objetivo de verificar a efetividade da contenção implementada (desentupir o sistema de recirculação de água de resfriamento e realizar a troca da água do chiller) foram levantados os dados de perdas por falhas contempladas na medição do OLE durante a semana 41.

Os resultados estão apresentados na Figura 21.

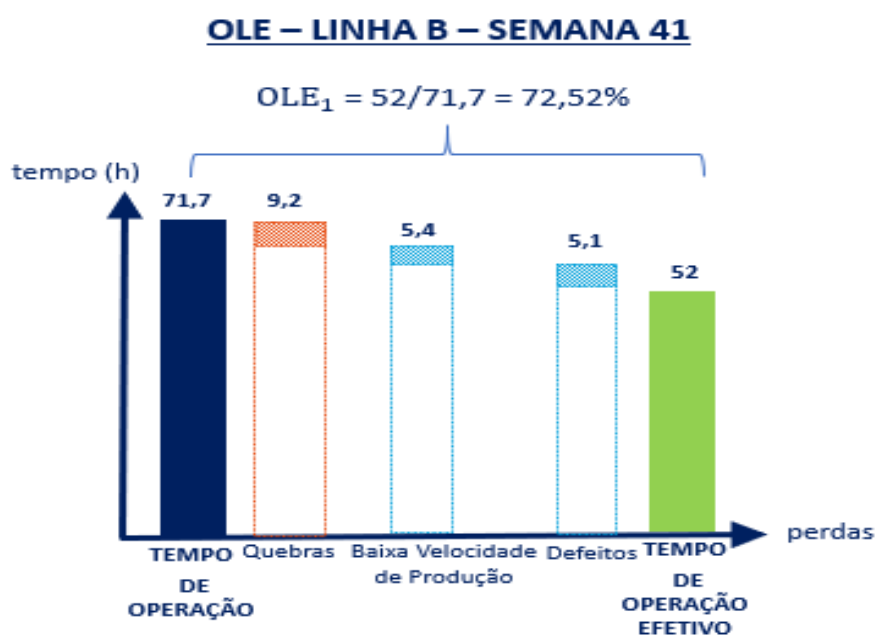


Figura 21- OLE, Semana 41: Quebras.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Conforme pode ser verificado pela Figura 21, houve uma interrupção de 9,2 horas no processo produtivo devido a falhas nas máquinas.

A Equação 8 apresenta a porcentagem do tempo de operação em que a linha B esteve inoperante devido à quebra de suas máquinas:

$$\frac{\text{tempo de quebras}}{\text{tempo de operação}} = \frac{9,2}{71,7} = 12,83\% \quad (8)$$

Comparando os resultados obtidos nas duas semanas, percebe-se que na semana 41 houve um aumento do tempo disponível para operar em 2,8 horas e, em contrapartida, uma

queda de 2 horas no tempo de paradas por falhas de máquinas, o que resultou em uma disponibilidade de 3,42% maior.

Com o objetivo de verificar qual falha estava impactando de forma mais contundente a disponibilidade da linha B na semana 41, foram consultadas informações de paradas no banco de dados utilizado para medir o OLE.

Os resultados estão apresentados nas Figuras 22 e 23.

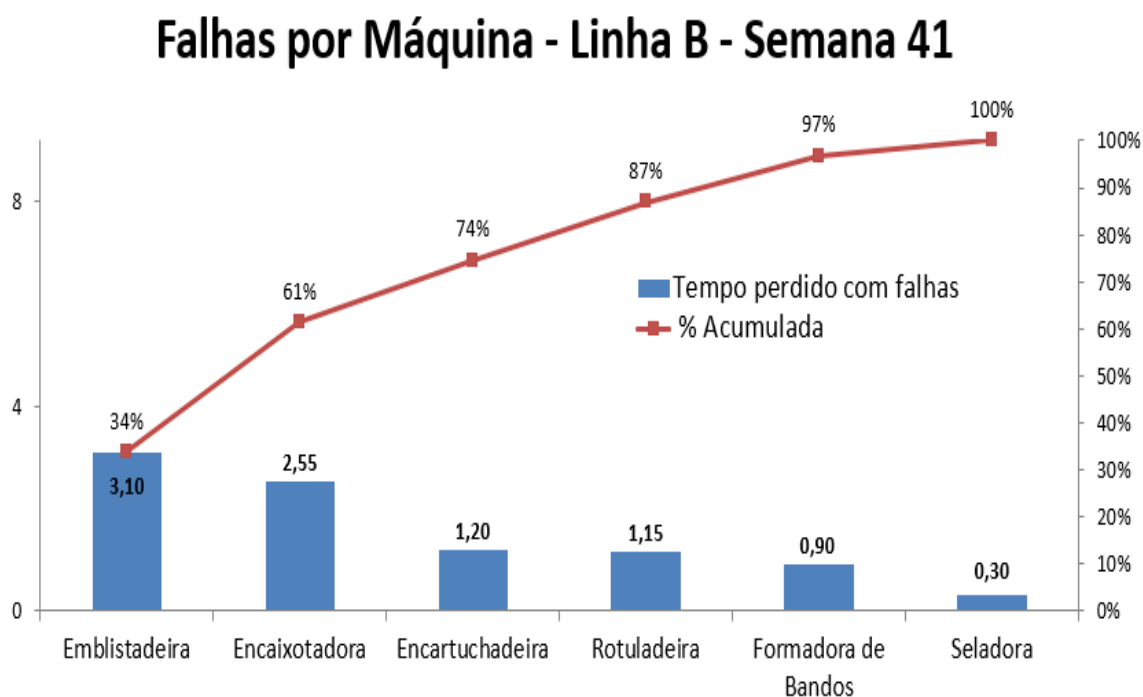


Figura 22- Pareto Falhas por Máquina, Semana 41.
Fonte: Empresa estudada (2020).

A Figura 22 demonstra que as falhas na Emblistadeira continuaram sendo as perdas por quebras que mais prejudicaram o tempo de operação da linha B, entretanto, pode-se chegar à conclusão que houve uma diminuição de 1 hora na indisponibilidade da máquina (o equivalente a 27.000 ampolas produzidas). Além disso, conforme apresentado pela Figura 23, percebe-se que a atividade de contenção implementada pela manutenção foi efetiva pois as falhas no sensor de temperatura não voltaram a ocorrer.

Falhas Emblistadeira - Linha B - Semana 41

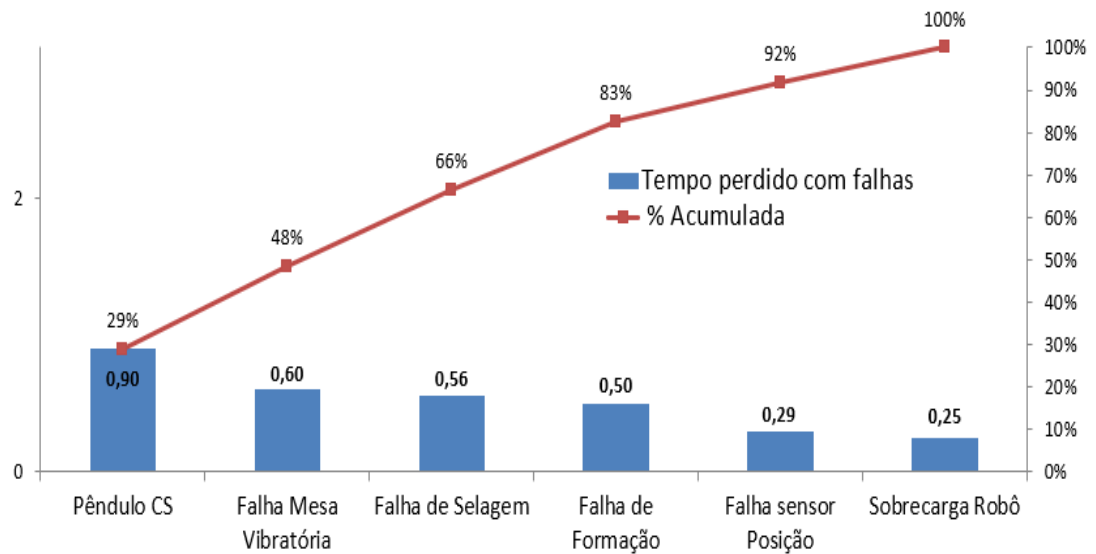


Figura 23- Pareto Falhas Emblistadeira, Semana 41.
Fonte: Empresa (2020).

4.6.2 Perdas por Defeitos

A Figura 24 apresenta as perdas por defeitos contempladas na medição do OLE durante a semana 40.

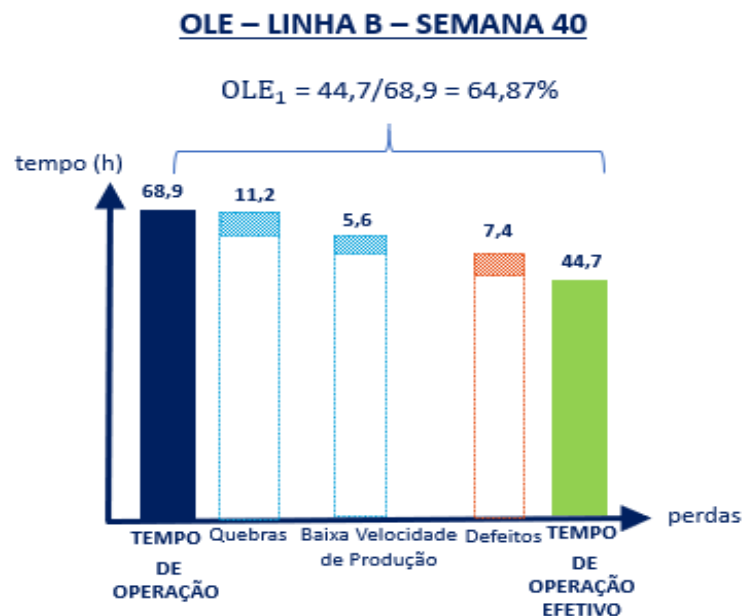


Figura 24- OLE, Semana 40: Defeitos.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Conforme pode ser verificado pela Figura 24, houve um desperdício de 7,4 horas no processo produtivo na semana 40 devido a fabricação de produtos defeituosos.

A Equação 9 apresenta a porcentagem do tempo de operação em que a linha B utilizou recursos na produção de itens não conformes:

$$\frac{\text{tempo de defeitos}}{\text{tempo de operação}} = \frac{7,4}{68,9} = 10,74\% \quad (9)$$

Com o objetivo de verificar qual defeito estava impactando de forma mais contundente a produção da linha B na semana 40, foram consultadas informações de produtos ejetados no banco de dados utilizado para medir o OLE.

Os resultados estão apresentados nas Figuras 25 e 26.

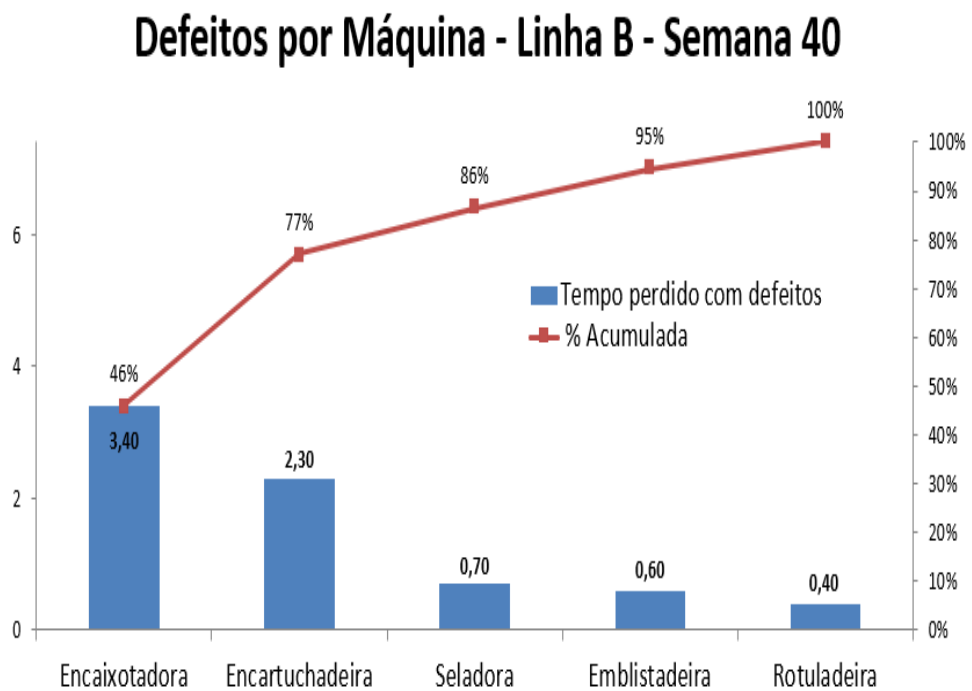


Figura 25- Pareto Defeitos por Máquina, Semana 40.
Fonte: Empresa (2020).

Através da Figura 25, percebe-se que os defeitos na Encaixotadora foram os que mais prejudicaram o tempo de operação da linha B durante a semana 40.

Defeitos Encaixotadora - Linha B - Semana 40

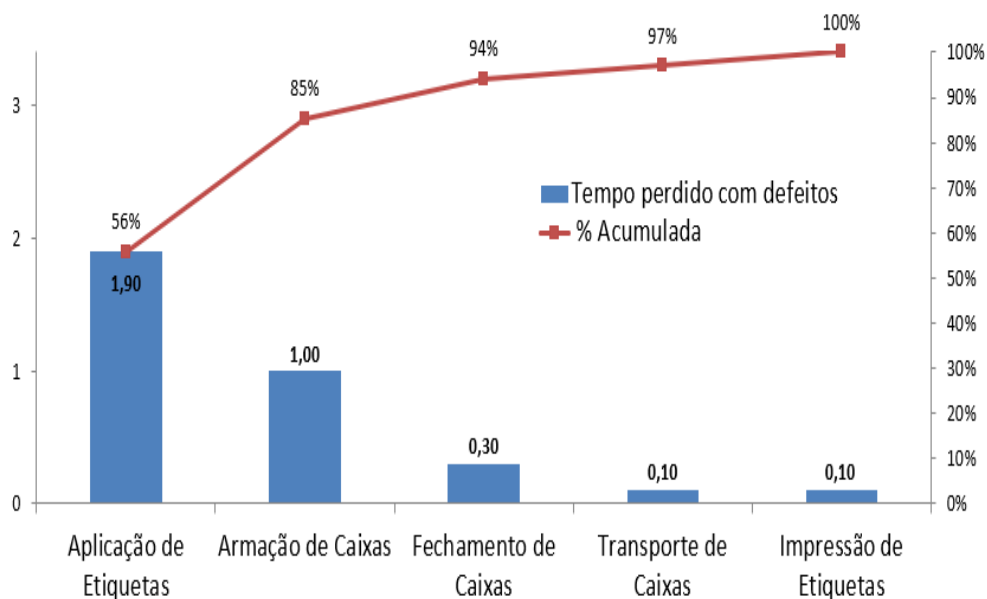


Figura 26- Pareto Defeitos Encaixotadora, Semana 40.
Fonte: Empresa estudada (2020).

A Figura 26 demonstra que o defeito na aplicação de etiquetas das caixas foi que mais contribuiu para diminuição da qualidade da produção na linha B durante a semana 40.

Para realizar a contenção do problema e evitar sua recorrência, foi estabelecida uma investigação, onde chegou-se às conclusões apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8- Investigação: defeito na aplicação de etiquetas.

Defeito	Modo de Falha	Causa Direta	Contenção	Causa Raíz	Contramedida
Caixas com etiquetas mal aplicadas	Grande quantidade de caixas sendo ejetadas com etiquetas tortas	Pressão do sopro de etiquetas abaixo do especificado	Reajustar a pressão de alimentação	Pequeno vazamento	Conter vazamento e inserir atividade de inspeção por ultrassom em plano preditivo

Fonte: Empresa estudada (2020).

Com o objetivo de verificar a efetividade da contenção implementada (reajustar a pressão de alimentação) foram analisados os dados de perdas referente a defeitos contemplados na medição do OLE durante a semana 41. Os resultados estão apresentados na Figura 27.

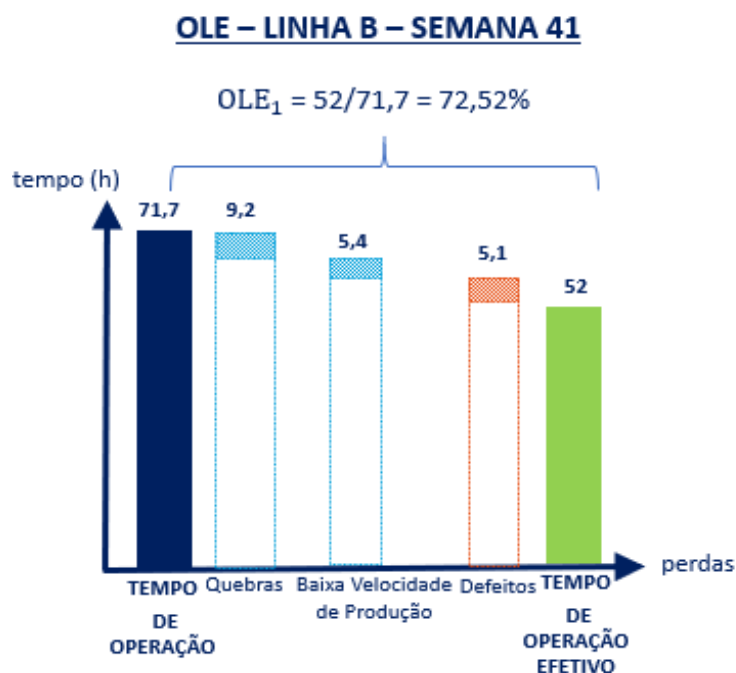


Figura 27- OLE, Semana 41: Defeitos.
Fonte: Empresa (2020).

Conforme pode ser verificado pela Figura 27, houve um desperdício de 5,1 horas no processo produtivo devido a fabricação de produtos defeituosos.

A Equação 10 apresenta a porcentagem do tempo de operação em que a linha B esteve produzindo sem qualidade:

$$\frac{\text{tempo de defeitos}}{\text{tempo de operação}} = \frac{5,1}{71,7} = 7,11\% \quad (10)$$

Comparando os resultados obtidos nas duas semanas, como mencionado anteriormente, percebe-se que houve um aumento do tempo disponível para operar em 2,8 horas na semana 41. Entretanto ao analisar os dados de defeitos, pode-se concluir que também

houve uma diminuição de 2,3 horas no tempo desperdiçado na fabricação de produtos com defeitos o que resultou em um aumento de 3,63% na produção de produtos com qualidade.

Com a finalidade de verificar qual defeito estava impactando de forma mais contundente a disponibilidade da linha B na semana 41, foram consultadas informações de paradas no banco de dados utilizado para medir o OLE.

Os resultados estão apresentados nas Figuras 28 e 29.

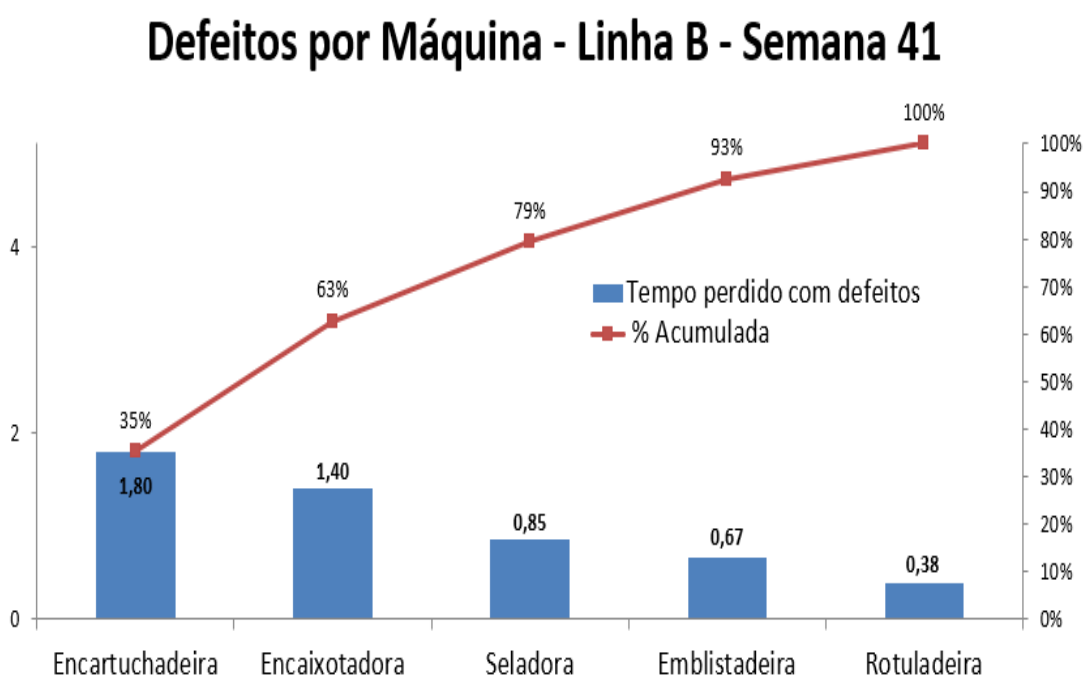


Figura 28- Pareto Defeitos por Máquina, Semana 41.
Fonte: Empresa estudada (2020).

A Figura 28 demonstra que os defeitos na Encaixotadora não continuaram sendo as perdas por falta de qualidade que mais prejudicaram o tempo de operação da linha B, além disso, percebe-se que houve uma diminuição de 2 horas na fabricação de produtos defeituosos nessa máquina.

Defeitos Encaixotadora - Linha B - Semana 41

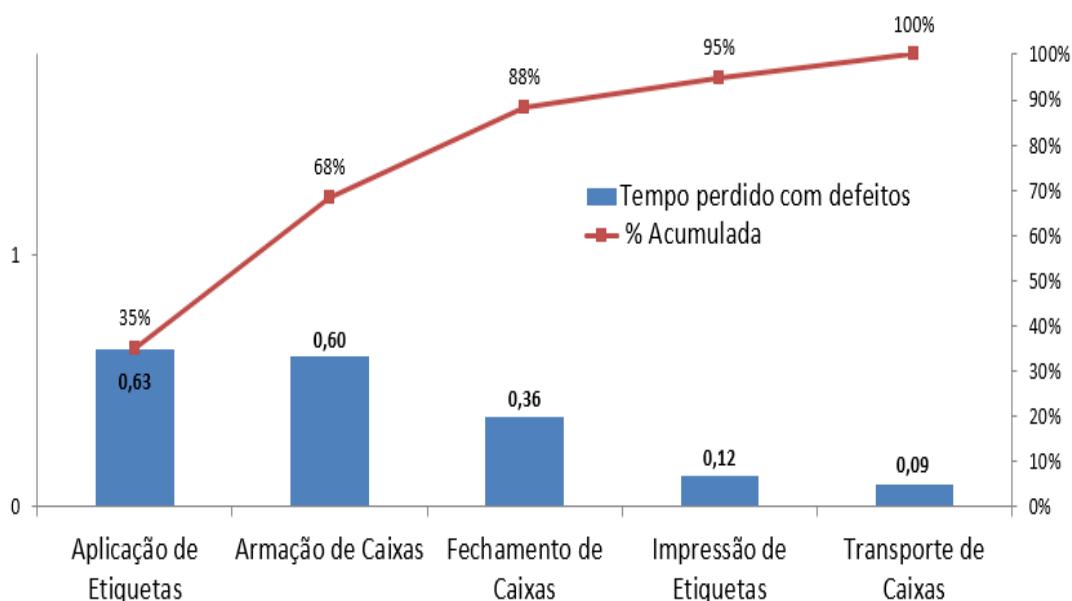


Figura 29- Pareto Defeitos Encaixotadora, Semana 41.
Fonte: Empresa estudada (2020).

Conforme apresentado pela Figura 29, pode-se concluir que a atividade de contenção implementada pela manutenção foi efetiva já que o tempo disponível de operação na semana 41 em relação a semana 40 foi maior e, em contrapartida, houve uma queda de 1,27 horas no tempo desperdiçado por defeitos na aplicação de etiquetas (o equivalente a 34.290 ampolas produzidas).

O departamento de manutenção da área de embalagens da empresa em estudo utiliza o OLE₃ como ferramenta analítica para fornecer um diagnóstico do que se passa na linha B a nível de operação de equipamento.

4.6.3 Perdas por Manutenções Planejadas

A Figura 30 enfatiza o tempo gasto em manutenções planejadas contempladas na medição do OLE durante a semana 40.

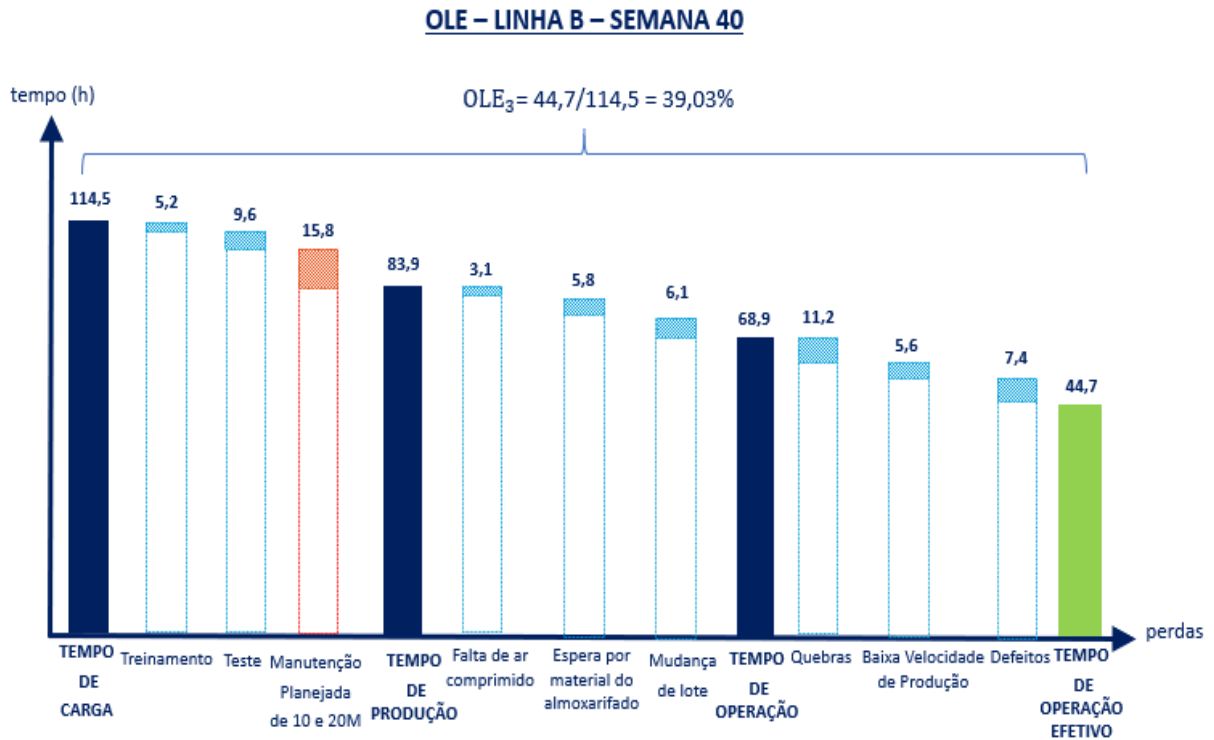


Figura 30- OLE, Semana 40: Manutenções Planejadas.
Fonte: Empresa (2020).

Conforme pode ser verificado pela Figura 30, houve duas manutenções preventivas baseadas em quantidade de unidades produzidas (10 e 20 milhões) na linha B na semana 40. Essas intervenções totalizaram 15,8 horas de parada no processo produtivo.

A Equação 11 apresenta a porcentagem do tempo de carga em que a linha B esteve inoperante devido a essas manutenções planejadas:

$$\frac{\text{tempo de manutenções planejadas}}{\text{tempo de carga}} = \frac{15,8}{114,5} = 13,79\% \quad (11)$$

Com o objetivo de minimizar o tempo gasto nessas paradas planejadas, foram implementadas as ações apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9- Ações Manutenções Planejadas.

Manutenções Planejadas	Ações
Planos de Manutenção Preventiva: 10 milhões e 20 milhões de unidades	• Revisão da programação das manutenções • Revisão do planejamento antes, durante e após as manutenções • Revisão do nível técnico para execução dos planos de manutenção • Criação de metodologia para verificar a eficácia dos planos • Criação de metodologia para levantar a matriz de maturidade dos executores • Criação de treinamentos específicos para os executantes dos planos • Revisão dos spares parts para a utilização nas manutenções

Fonte: Empresa estudada (2020).

Com a finalidade de verificar a efetividade das ações implementadas, foram analisados os dados de perdas referentes as mesmas manutenções que aconteceram, dessa vez, na semana 48. Conforme pode ser observado na Figura 31, o resultado foi positivo uma vez que se gastaram 2 horas a menos na execução dos planos de manutenção (o equivalente a 54.000 ampolas produzidas).

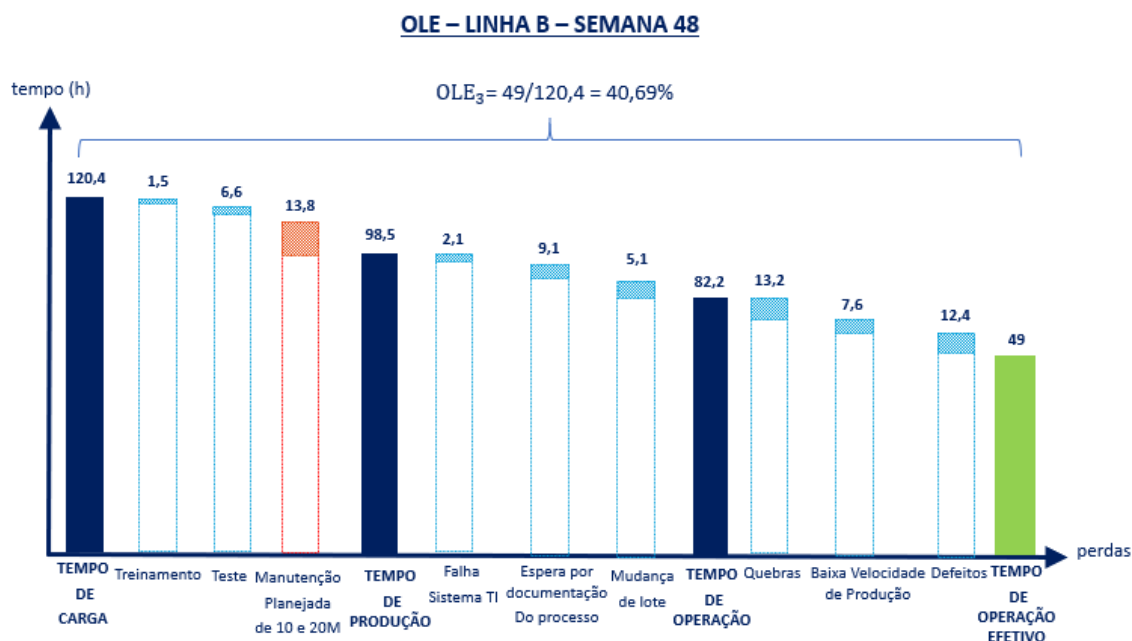


Figura 31- OLE, Semana 48: Manutenções Planejadas.

Fonte: Empresa estudada (2020).

4.6.4 Perdas por Baixa Velocidade de Produção

São perdas provocadas por inconveniências que obrigam a realização do trabalho a uma velocidade menor, como por exemplo, matéria-prima fora da especificação e habilidade do operador. Como esta perda é difícil de ser levantada, deve-se comparar a produção obtida com a produção teórica. A definição da produção teórica leva em consideração o volume que poderia ter sido produzido por unidade de tempo. Este tempo deve ser em condições normais de trabalho (operador habilidoso, equipamento em perfeitas condições e matéria-prima uniforme) (RIBEIRO, 2014).

Uma alternativa para calcular a porcentagem do tempo de operação perdido em atividades que obrigam a realização da produção a uma velocidade menor do que a validada é apresentada na Equação 12:

$$\frac{\text{Tempo de Operação} - \text{Tempo de Quebras} - \text{Tempo de defeitos} - \text{Tempo de Operação Efetivo}}{\text{Tempo de Operação}} \times 100 \quad (12)$$

A Figura 32 ilustra o impacto da baixa velocidade de produção no tempo de operação.

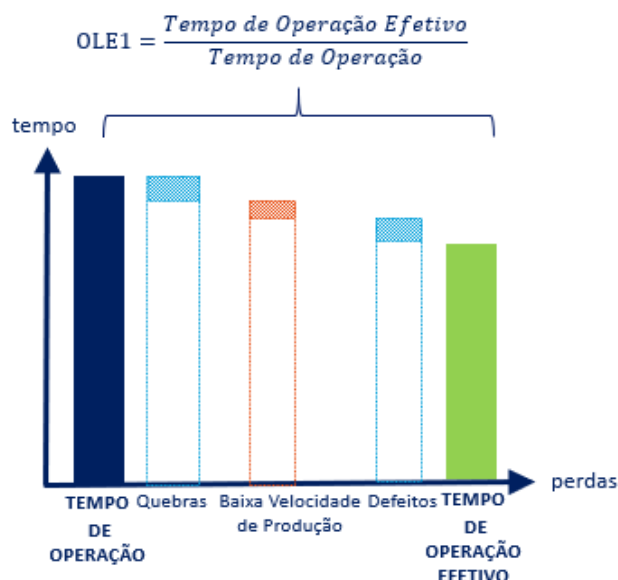


Figura 32- Perda por Baixa Velocidade de Produção no contexto OLE_1 .
Fonte: Empresa estudada (2020).

Conforme apresentado pela Figura 32, o resultado da Equação 12 é uma maneira de quantificar o impacto de perdas que incidem sobre o OLE_1 mas são de difícil percepção.

A utilização do indicador Eficácia Global de Linha (OLE) foi positiva pois traduziu-se em uma informação objetiva, representativa e comparável sobre os recursos

utilizados e os fins alcançados, servindo de base para a concepção de análises e ações de melhoria nos equipamentos que diminuíram em 100% do tempo de parada de máquina por falha no sensor de temperatura, 66,84% do tempo desperdiçado por defeitos na aplicação de etiquetas e 12,65% do tempo de execução de manutenções preventivas na linha B de produção, resultados que equivalem a 115.290 unidades de medicamentos embalados.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

O setor farmacêutico é complexo e possui competitividade acirrada. Nesse contexto a manutenção configura-se como departamento estratégico para aumento do desempenho operacional.

Práticas tradicionalmente utilizadas em outros setores para diminuir os tempos de processo, eliminar os desperdícios e reduzir custos têm sido adotadas no ramo farmacêutico. O OEE, originalmente aplicado como indicador da TPM, tem sofrido modificações e novos indicadores têm sido criados com o objetivo de se adaptar à realidade e necessidade de sistemas de produção. Um desses novos indicadores denomina-se OLE e torna o diagnóstico de problemas de utilização de recursos mais abrangente e preserva, em grande parte, a perspectiva analítica original. Logo, também pode ser empregado na identificação e quantificação de desperdícios, servindo como ferramenta para metodologia SMART na criação de metas específicas, mensuráveis, atingíveis e relevantes que podem ser acompanhadas ao longo do tempo para concepção de ações que visam aumentar o desempenho. Além disso, continua promovendo a integração das áreas de apoio do processo produtivo com o departamento de manutenção que, uma vez interligado a várias etapas da cadeia de valor, não pode ser negligenciada no combate às perdas produtivas.

O caso estudado demonstrou como uma abordagem de acompanhamento mais sistêmico do sistema produtivo, baseada no indicador OLE, favoreceu a concatenação de ações entre a manutenção e outras áreas da cadeia de valor para se obter uma utilização efetiva de recursos na busca de melhores resultados para o negócio. Isso corroborou com a proposta de se utilização do indicador Eficácia Global de Linha (OLE) como ferramenta pela manutenção para aumentar o desempenho do processo produtivo de uma linha de produção na área de embalagens de uma indústria farmacêutica.

Foi demonstrado que disponibilidade de máquinas, produtos sem qualidade e manutenções planejadas são perdas significativas que prejudicam o desempenho da linha B e cuja responsabilidade incide diretamente sobre o departamento de manutenção. Este resultado foi coerente o que foi mencionado neste trabalho, o qual apontou que a idade dos equipamentos e a complexidade do processo demandavam muito da equipe de manutenção pela grande quantidade de problemas.

Através do presente estudo de caso confirmou-se que o OLE pode ser utilizado como ferramenta de suporte ao departamento de manutenção, pois além de mensurar o desempenho dos equipamentos da linha, a metodologia permitiu identificar e quantificar outras perdas diretamente associadas a atividades de manutenção.

Sendo assim, comprovou-se que a OLE é uma ferramenta de promoção de aumento do desempenho da manutenção, na medida que permitiu a análise de problemas de manutenção e, conseqüentemente, atuação na causa raiz, além da identificação de atividades que devem ser contempladas em planos de manutenção. Possibilitando dessa forma, a priorização e o desenvolvimento de ações direcionadas a redução dos principais desperdícios identificados na linha.

Foi observado que mesmo as perdas que a princípio possam parecer relativamente pequenas e de menor relevância, devem ser avaliadas pela manutenção, pois podem representar oportunidades de melhoria de simples e rápida implementação com resultado final significativo do desempenho da produção.

Na fase de implementação do indicador, é importante enfatizar que o envolvimento de todos é necessário, além disso, outros fatores essenciais são treinamentos, definição clara das perdas a serem apontadas e o acompanhamento dos registros de dados junto aos funcionarios responsáveis pelas coletas.

As coletas de dados manuais mostram-se trabalhosas devido à necessidade de digitação de uma quantidade elevada de registros em planilhas do Excel. Dessa forma, propõe-se que futuramente seja avaliada a possibilidade de utilizar coletores de dados conectados aos equipamentos da linha e a controladores lógico programáveis para que os motivos das interrupções, bem como seus horários de início e fim, sejam registrados automaticamente.

A automação da coleta simplifica o processo e aumenta a acurácia dos dados, dessa forma, julga-se importante realizar estudos adicionais que avaliem os ganhos financeiros decorrentes dos benefícios da automação em compensação aos custos do investimento.

O presente trabalho proporcionou a aquisição de conhecimentos teóricos e práticos sobre a metodologia de medição de desempenho apresentada, possibilitando que a aplicação desta ferramenta seja estendida a outras linhas produtivas.

5.2 Recomendações

A partir do estudo realizado, recomenda-se para trabalhos futuros:

1. Análise do indicador Eficácia Global de Linha (OLE) aplicado à manutenção como ferramenta para aumentar o desempenho do processo produtivo de uma linha de envase em uma indústria farmacêutica;
2. Análise do indicador Eficácia Global de Linha (OLE) aplicado à manutenção como ferramenta para diminuir desperdícios de um processo produtivo de uma linha de embalagens em uma indústria alimentícia;
3. Análise do indicador Eficácia Global de Linha (OLE) aplicado à operação como ferramenta para aumentar o desempenho do processo produtivo de uma linha de embalagens em uma indústria farmacêutica;

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BUSSO, C. M.; MIYAKE,. **Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica**. Produção, abril/junho 2013. 205-225.

CARDOSO, A. L. L. et al. **Planejamento de metas para redução de falhas no processo de distribuição de uma empresa transportadora**. Gestão Industrial, p. 206-226, 2018.

DANIEL, A.; MURBACK, F. G. R. **Levantamento Bibliográfico do Uso de Ferramentas da Qualidade**. Gestão&Conhecimento, Poços de Caldas, dez. 2014.

DEMING, W. Edwards. **O método Deming de Administração**. São Paulo: Marques Saraiva, 1989.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2004.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. 2011. 72f. Manual (Pós-Graduação) – Universidade Federal de Goiás, Catalão.

FISCHMANN, A. A.; ZILBER,. **Utilização de indicadores de desempenho para a tomada de decisões estratégicas: um sistema de controle**. Revista de Administração Mackenzie, p. 9-25, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

HANSEN, R. C. **Eficiência global dos equipamentos uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 2006.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção - Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2019.

MARIA SIMÕES RAMOS DA SILVA, Beatriz. **Uso do indicador de eficácia global de equipamentos como ferramenta de gestão: estudo de caso aplicado à produção farmacêutica**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Tecnologia em Fármaco

RIBEIRO, H. **Manutenção Produtiva Total - A Bíblia do TPM**. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2014.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3ª edição revisada e ampliada. São Paulo: Atlas, 2015.

SOUZA, G. **A FÓRMULA DO SUCESSO**. Rio de Janeiro: Clube de autores., 2015. AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Total productive maintenance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, p. 709-756, 2008.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. [S.l.]: Imam, 2010.

TELES, E. J. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Brasília: Engeteles, 2019.

TELES, E. J. **Bíblia do RCM**. Brasília: Engeteles, 2019.

TOLEDO, M. administradores.com, 20 nov. 2020. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/indicadores-e-metas-smart-saiba-tudo-sobre-o-metodo>>.