

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**AMANDA RADECK MALAQUIAS**

**URIEL BUENO DA COSTA**

**AUMENTO DO INDICADOR GLOBAL DE EFICIÊNCIA POR MEIO DE MELHORIA  
NO FLUXO DE MATERIAIS EM UMA LINHA DE ENVASE DE PRODUTO  
ALIMENTÍCIO**

**PONTA GROSSA**

**2021**

**AMANDA RADECK MALAQUIAS  
URIEL BUENO DA COSTA**

**AUMENTO DO INDICADOR GLOBAL DE EFICIÊNCIA POR MEIO DE MELHORIA  
NO FLUXO DE MATERIAIS EM UMA LINHA DE ENVASE DE PRODUTO  
ALIMENTÍCIO  
INCREASE IN THE GLOBAL EFFICIENCY INDICATOR THROUGH  
IMPROVEMENT IN THE FLOW OF MATERIALS IN A FOOD PRODUCT  
PACKAGING LINE**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia

**PONTA GROSSA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

	<p><b>Ministério da Educação</b> <b>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</b> <b>CÂMPUS PONTA GROSSA</b> Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	
---	--	---

**TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC**

**AUMENTO DO INDICADOR GLOBAL DE EFICIÊNCIA POR MEIO DE MELHORIA  
NO FLUXO DE MATERIAIS EM UMA LINHA DE ENVASE DE PRODUTO  
ALIMENTÍCIO**

por

**AMANDA RADECK MALAQUIAS**  
**URIEL BUENO DA COSTA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 10 de dezembro de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O(A)(s) candidato(a)(s) foi(foram) arguido(a)(s) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

*Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia*  
Prof. Orientador

---

*Prof. Dr. Everton Luiz de Melo*  
Membro titular

---

*Prof. Dr(a). Fabio Jose Ceron Branco*  
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## AGRADECIMENTOS

Certamente uma folha é muito pouco para agradecer todas as pessoas que fizeram parte dessa jornada, mas gostaria de expressar meu reconhecimento aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado.

Um agradecimento especial a todas as minhas gestoras que me ensinaram que não há limites para o que uma mulher é capaz de realizar e a todo o time de produção que de forma proativa assumiram minha carga de trabalho durante esse período e me apoiaram nessa etapa. Por fim um agradecimento especial para as duas pessoas sem as quais esse trabalho não seria possível, minha irmã Nathalia que como diria a famosa música do grupo coreano BTS, “You know it all, you're my best friend” e meu namorado Luis Vitorio o qual posso transmitir meus sentimentos pela música da banda canadense Simple plan, “You always come around and the darkness fades Away”.

Enfim, agradeço a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Gostaria de agradecer minha família pelo apoio e por respeitar a demora para me formar. Alice, que mantenho contato desde a época de faculdade. Um grande abraço para quem esteve sempre comigo esses anos, Michel e sua família, pessoal da NutriFort. And my beloved Jessica.

Ao nosso orientador Juan por aceitar essa função e ser uma pessoa extremamente prestativa e paciente, obrigado por acreditar e nós.

Em memória de José Adelino e João Fernandes que acabam falecendo para Covid.

## RESUMO

No cenário corporativo atual, as grandes empresas buscam meios de aumentar a eficiência em seus processos produtivos com o objetivo de obter-se maiores margens de lucro, visibilidade no cenário nacional e ter-se maior competitividade comercial. Para avaliar o avanço na otimização dos processos pode-se utilizar o indicador de *Eficiência Global de Equipamentos* (OEE). Com objetivo de aprimorar o OEE de uma linha de envase de produto alimentício em pó, no estudo de caso deste trabalho de conclusão aplicou-se ferramentas de movimentações de materiais as quais propõem reorganizar o fluxo produtivo e eliminar perdas na movimentação de insumos produtivos e de pessoas. Com isso foi possível aumentar em até 13% o OEE da linha de envase em questão.

Palavras-chave: movimentação de materiais; alteração de *layout*; eficiência global de equipamento; manutenção produtiva total; capacidade de produção.

## **ABSTRACT**

In the current scenario, large companies are looking for ways to increase efficiency in their production processes to obtain greater profit margins, visibility on the national scene and greater commercial competitiveness. To assess progress in optimizing processes, the Global Equipment Efficiency (OEE) indicator can be used. To improve the OEE of a powdered food product filling line, in the case study of this concluding work, tools capable of reorganizing the production flow and eliminating losses in the movement of production inputs and people were applied. As a result, it was possible to increase the OEE of the filling line in question by up to 13%.

**Keywords:** material handling; layout modifications; global efficiency indicator; total productive maintenance; production capacity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema input e output.....	15
Figura 2 - Aproveitamento de capacidade .....	19
Figura 3 - Os Movimentos do processo industrial .....	25
Figura 4 - Fluxo de material no processo industrial .....	26
Figura 5 - Análise do tempo total da manufatura convencional .....	27
Figura 6 - Os oito pilares do TPM .....	30
Figura 7 - As seis grandes perdas .....	33
Figura 8 - %OEE .....	36
Figura 9 - Fluxograma das etapas .....	40
Figura 10 – Fluxo Produtivo .....	42
Figura 11 - Fluxo da Ordem de Processo e Material .....	44
Figura 12 - Pareto de Set/2019 a Jan/2020 .....	47
Figura 13 - Posição <i>Pallet</i> .....	49
Figura 14 - <i>Layout</i> área de envase.....	50
Figura 15– Nova Disposição Posição <i>Pallet</i> .....	53
Figura 16 - Disposição no armazém .....	54
Figura 17 - Novo <i>Layout</i> Área de Envase.....	55

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - A relação Entre TPM, Manutenção do Sistema de Produção e a Manutenção Preventiva .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 2 - Índice do OEE Global .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabela 3 - Taxa Produtiva Histórica.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabela 4 - Dados de Parada.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 5 - OEE Pré-Projeto.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabela 6 - OEE Pós projeto.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2 - Quantidade de pallets movimentados por turnos .....	52
Quadro 3 - Quantidade em Estoque .....	52

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2 PROBLEMA</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3 OBJETIVOS GERAIS</b> .....	<b>13</b>
<b>1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>13</b>
<b>1.5 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1.1 Produção .....	14
2.1.2 Sistema de Produção.....	15
<b>2.2 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA</b> .....	<b>16</b>
2.2.1 Capacidade de produção .....	17
<u>2.2.1.1 Capacidade instalada.....</u>	<u>18</u>
<u>2.2.1.2 Capacidade disponível.....</u>	<u>18</u>
<u>2.2.1.3 Capacidade efetiva .....</u>	<u>18</u>
<u>2.2.1.4 Capacidade realizada .....</u>	<u>19</u>
2.2.2 Gargalo produtivo .....	20
<b>2.3 SISTEMA TOYOTA</b> .....	<b>21</b>
2.3.1 Valores e não valores .....	21
<u>2.3.1.1 Os sete desperdícios .....</u>	<u>22</u>
2.3.2 <i>Layout</i> celular.....	22
2.3.3 Gestão visual .....	23
<b>2.4 MOVIMENTAÇÕES INTERNAS DE MATERIAIS</b> .....	<b>23</b>
<b>2.5 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL</b> .....	<b>28</b>
2.5.1 Surgimento do TPM .....	28
2.5.2 Conceitos e características do TPM .....	30
2.5.3 Objetivo do TPM .....	31
<b>2.6 FALHAS E SUAS CLASSIFICAÇÕES</b> .....	<b>33</b>
<b>2.7 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO</b> .....	<b>34</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA</b> .....	<b>38</b>
3.1.1 Natureza .....	38
3.1.2 Objetivos.....	39
3.1.3 Procedimentos .....	39
<b>3.2 DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA</b> .....	<b>39</b>
<b>3.3 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE PRODUTIVO</b> .....	<b>39</b>
<b>3.4 ETAPAS DA PESQUISA</b> .....	<b>40</b>
<b>4 IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>

<b>4.1 AVALIAÇÃO DO PROCESSO .....</b>	<b>41</b>
4.1.1 Sistema de envase de pó .....	41
4.1.2 Fluxo de movimentações .....	43
<b>4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DE PARADA .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3 ARRANJO FÍSICO PRODUTIVO .....</b>	<b>48</b>
4.3.1 Cenário atual.....	48
4.3.2 Cenário proposto .....	51
<b>4.4 ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>56</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE A - Lição ponto a ponto para armazenagem e estoque mínimo e máximo na logística. ....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos possui um papel fundamental na economia dos países. No Brasil, esse tipo de indústria representa 10,6% do PIB, gera 1,68 milhões de empregos formais e diretos e é o maior segmento econômico do país (ABIA, 2021). Desta forma é fundamental que a produção cumpra com os requisitos de qualidade, segurança e atue de forma sustentável evitando o desabastecimento da cadeia produtiva.

Visando melhorar a produção em linha de envase de produtos alimentícios é possível aplicar diversas técnicas de otimização de processo. A movimentação interna de materiais está presente em diferentes graus de importância na indústria. Cada etapa de movimentação de materiais adiciona tempo na confecção do produto final e quando não é feita de maneira otimizada e sincronizada, a competitividade e a lucratividade da empresa caem. Com isso, componentes do sistema de movimentação interna de materiais, como a armazenagem, abastecimento e programação devem ser analisados e estabelecidos, pois sua estruturação influencia diretamente no desempenho de células de manufatura (CHIAVENATO, 1991).

De acordo com Domingo et al. (2007), o fluxo de materiais requer customização, uma vez que depende de condições particulares de cada situação produtiva. A construção de um fluxo de materiais passa pelo entendimento do fluxo da produção, pois ambos estão fortemente conectados (HARRIS et al., 2004).

Para a sistemática de *Layout* Celular, tem-se como objetivo diminuir a movimentação desnecessária dos operadores e proporcionar um aumento na performance no processo de envase. Para isso, as células de trabalho são dispostas de maneira a otimizar o fluxo do processo e dos materiais necessários e insumos produtivos e equipamentos estão dispostos de maneira a otimizar o fluxo produtivo.

Desta forma a célula de trabalho torna-se autogerenciável e o processo por completo é feito em um mesmo local, sem haver a necessidade de movimentações desnecessárias e como consequência o aumento na eficiência de envase da linha.

Para esse trabalho de conclusão de curso foram estudados os relatórios de parada de máquinas, com o objetivo de avaliar possíveis melhorias no processo produtivo e compreender todos os fluxos envolvidos.

Para que posteriormente fosse possível propor mudanças no *layout* produtivo e realizar a otimização da movimentação interna de materiais em uma linha de envase

de produto em pó, de forma a buscar a maximização da produção, reduzindo o tempo de movimentação dos colaboradores e aumentando a performance da linha de envase.

### **1.1 Apresentação do tema**

Este trabalho propõe averiguar por meio de um estudo de caso, a realização de melhorias relacionadas à movimentação de materiais e mudanças de *layout* para o aumento da performance e produtividade em uma linha de envase de produto alimentício em pó.

Para realizar o estudo de caso foi necessário realizar o cálculo de performance do equipamento, aplicar técnicas de movimentação de materiais juntamente com a análise do histórico de parada de processo para o equipamento de envase em questão. Desta forma foi possível identificar as principais causas de parada de produção e tratá-las utilizando sistêmicas no fluxo de materiais.

Após a aplicação dessas sistêmicas realizou-se o cálculo de performance do equipamento para comparação.

### **1.2 Problema**

Devido à crescente demanda para os produtos que são envasados na linha estudada, houve a necessidade de realizar estudos para promover o aumento da produção e desta forma atender o mercado de maneira mais ágil e sem perder vendas e clientes. Analisando o histórico de parada, foi possível identificar diversos pontos de melhorias que necessitavam baixo investimento e um retorno promissor. Com isso foi explorado técnicas de movimentação de materiais para obter um aumento na performance do equipamento. Este trabalho procura responder a seguinte pergunta: como a mudança de *layout* e otimização de movimentação de materiais e insumos podem influenciar o indicador global de eficiência produtivo?

### 1.3 Objetivos gerais

Realizar estudo para aumento de performance em uma linha de envase de produto em pó em uma multinacional do segmento de emulsificantes e aditivos alimentares para maximizar a produção.

### 1.4 Objetivos específicos

- Realizar o cálculo de performance para o equipamento de envase de pó antes das modificações propostas;
- Aplicar melhorias com base no histórico de parada de equipamento, para que seja possível aumentar a performance de produção;
- Realizar novo cálculo de performance para o equipamento após a aplicação das melhorias de *layout* e movimentação e comparar com o resultado anterior.

### 1.5 Justificativa e motivação

Se tornar mais competitivo no mundo de hoje é um diferencial essencial para continuar existindo, ainda mais em um mercado de grande concorrência como o de produtos alimentícios. Redução de custos para que o produto continue competitivo no mercado sem diminuir drasticamente a margem de lucro é um grande atrativo para que a empresa se desenvolva tecnologicamente, melhorando seus processos produtivos junto a ferramentas e tecnologias.

A cadeia produtiva a movimentação de matérias é indispensável para o bom funcionamento do fluxo, pois ela engloba a disponibilidade de componentes para as linhas se utilizando de técnicas de armazenagem, movimentação, estocagem, transporte e fluxo de informações. Esse cenário, o presente trabalho visa ressaltar a importância dessa área dentro das indústrias e o valor que o investimento nessa área pode agregar.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A função principal desse capítulo é criar um embasamento para a pesquisa de maneira a contextualizar e sustentar o tema abordado, facilitando assim a compreensão da mesma.

### 2.1 Sistemas produtivos

Sistemas produtivos podem ser definidos como um conjunto de atividades que geram um resultado final. Esse conjunto pode ser rearranjado de diferentes formas gerando seis principais tipos de produção, sendo eles: Produção em massa; Produção Intermitente; Produção de Projetos; Produção Cruzada; Produção enxuta e pôr fim a produção por batelada a qual a empresa a ser estudada se aplica (CORRÊA, 2010)

O sistema de produção por batelada é uma maneira descontínua de processo, e funciona através de ciclos produtivos na qual cada um deles é carregado com matéria-prima necessária para geração do produto que após sua total remoção do sistema é abastecido novamente com os insumos necessários para um novo ciclo. Nesse sistema produtivo, o tempo é algo essencial para a efetividade e desempenho do processo.

#### 2.1.1 Produção

A produção existe desde a origem do homem evoluindo com o passar dos anos. Desde a idade da pedra já existia uma forma primitiva de produção na qual o homem se utilizava de ferramentas simples para transformar a matéria-prima em algo mais elaborado. Esse desenvolvimento foi crescendo, ao ponto de surgir uma necessidade para criar um instrumento com maior utilidade, criando assim, a filosofia do aprimoramento a qual é aplicada até os dias de hoje (LAUGENI; MARTINS, 1999).

Desta forma, pode-se definir a produção como um conjunto de atividades que transformam um bem de forma a torná-lo mais útil de modo a se atender uma necessidade proposta, mudança essa observada desde os primórdios da humanidade, onde se tinha o polimento de pedras para o desenvolvimento de lanças.

O que para eles era um processo simples de sobrevivência hoje pode ser visto como o início de uma era de produtividade (LAUGENI; MARTINS, 1999).

### 2.1.2 Sistema de Produção

Todo sistema produtivo consiste em três elementos principais, sendo os *inputs* (entradas), operação ou processamento e os *outputs* (saídas). Os mesmos estão exemplificados na Figura 1.

**Figura 1 - Sistema input e output**

<b>Operação</b>	<b>Recursos de input</b>	<b>Processo de transformação</b>	<b>Outputs</b>
<b>Linha aérea</b>	Avião Pilotos e equipe de bordo Equipe de terra Passageiros e carga	Transportar passageiros e carga pelo mundo	Passageiros e carga transportados
<b>Loja de departamento</b>	Produtos à venda Equipe de vendas Registros computadorizados Clientes	Disponibilizar os bens Fornecer conselhos de compras Vender os bens	Consumidores e produtos juntos
<b>Gráfica</b>	Impressoras e desenhistas Prensas de impressão Papel, tinta etc.	Projeto gráfico Impressão Encadernação	Material desenhado e impresso
<b>Polícia</b>	Oficiais de polícia Sistemas de computador Informação Público (defensores da justiça e criminosos)	Prevenir crimes Solucionar crimes Prender criminosos	Sociedade justa Público com sentimento de segurança
<b>Fabricante de comida congelada</b>	Comida fresca Operadores Equipamento de processamento de alimento Congeladores	Preparação da comida Congelamento da comida	Comida congelada

**Fonte: Slack (1994)**

Em que entrada é a captação dos recursos produtivos do sistema; operações ou processamento e operacionalização desses recursos, ou seja, a transformação dos recursos em bens ou serviços. *Outputs* são os produtos acabados, serviços e realizações; e a retroação é a resposta do mercado referente ao seu processo.

Logo, sistema de produção pode ser definido como uma união de atividades que gera bens ou serviços por meio de modificação de insumos, sendo a transformação o processo de alteração dos recursos.

Masiero (1996) cita que no processo produtivo há dois métodos básicos: o sistema de produção por lotes e sistema de produção contínuo. Na produção por lotes há restrição de que apenas se podem produzir lotes de produtos similares de forma a manter a produtividade.

A produção realizada pelo sistema de lotes é realizada num curto período e as mudanças na linha são feitas de acordo a suprir a necessidade de cada lote. Esse sistema permite vários formatos de processo, o que gera uma maior customização por parte do produto acabado sendo em alguns ramos uma ferramenta atrativa para os clientes e sendo também o modelo contemplado pelo trabalho em questão (SLACK et al., 2002).

## **2.2 Planejamento da capacidade produtiva**

Para garantir que as estratégias traçadas sejam cumpridas, as organizações precisam se adaptar a ambientes cada vez mais difíceis e dinâmicos. Dessa forma para se manterem no mercado, as empresas são obrigadas a ter um tempo de resposta rápido às constantes mudanças que ocorrem em seu ambiente externo e interno (CARVALHO, 2004).

Devido a essa situação, tem-se a crescente busca do aperfeiçoamento dos seus processos de gerenciamento, de forma a garantir que sua capacidade produtiva seja capaz de produzir com a máxima eficiência, e com isso causar uma diminuição dos custos dos produtos de modo a mantê-los competitivos. A capacidade produtiva é um fator limitante da competitividade. Por isso, é essencial antecipar a demanda do mercado atual e futura, de forma a buscar um balanceamento certo entre capacidade e demanda para provocar um efeito positivo (AGOSTINHO, 2003).

Em condições normais de mercado a demanda da empresa cresce de maneira constante. Contudo, a capacidade produtiva dependendo de múltiplos fatores específicos e momentâneos faz com que as empresas sempre busquem um modo de alinhar essa necessidade de capacidade com a solução de fatores limitantes (CARVALHO, 2004).

Determinar a capacidade efetiva da produção de forma a atender a demanda e suas variações são chamados de planejamento e controle de capacidade, segundo Slack et al. (2002). Por isso é necessário agir nos diferentes níveis de capacidade de

forma a suprir as necessidades de curto e médio prazo, ressaltado também por Slack et al. (2009) que essas decisões aferram vários outros fatores de desempenho produtivo que, de acordo com Hopp e Spearman (2008), é importante a tomada de decisões corretas no planejamento de capacidade. Pois, a tomada de forma incorreta reflete diretamente no lucro das empresas, em que custos são afetados pelo equilíbrio entre capacidade e demanda.

Caso ocorra uma parada de linha devido à falta de insumos, quebra ou outro tipo de desperdício, teremos uma subutilização da linha e conseqüentemente um aumento no custo unitário, o que nos mostra que os lucros obtidos assim como os custos são afetados inversamente proporcional à capacidade.

Quando os níveis de capacidade são superiores à demanda exigida, não se terá a perda por falta de atendimento ao cliente, na verdade, o lucro terá perda por estoque parado, o que nos mostra novamente que capacidade produtiva deve estar em equilíbrio entre a produção e a demanda (HOOP; SPEARMAN, 2008).

### 2.2.1 Capacidade de produção

Moreira (2001) diz que a capacidade é o máximo que uma unidade pode produzir em um intervalo de tempo, sendo produtos ou serviços. Stevenson (2001) corrobora ao dizer que capacidade é referente a um limite superior que uma unidade operacional pode suportar, podendo esta ser uma empresa, setor, loja ou mesmo um operador. Pode-se notar que essas definições convergem em uma quantidade máxima em que um sistema de produção pode produzir dentro de um intervalo de tempo determinado.

Corrêa e Corrêa (2012) nos alertam também que capacidade deve ser vista apenas como um potencial, apenas um volume máximo possível, não devendo ser confundida com os níveis de saída que a operação está produzindo em certo momento. Podendo estar próximo ou não do potencial produtivo.

Com isso, para Peinado e Graeml (2004), temos quatro principais categorias de capacidade, as quais podem-se ser exemplificadas nos tópicos 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.2.1.3 e 2.2.1.4, vale ressaltar que a nomenclatura pode se alterar por autor, mas o conceito permanece o mesmo.

### 2.2.1.1 Capacidade instalada

A capacidade instalada é a capacidade máxima de um sistema de produção trabalhando sem ser interrompido e sem considerar as perdas. Para se calcular considera-se a capacidade da fábrica como se esta trabalhasse 24 horas durante todos os dias do mês. Não considerando paradas para manutenção, dificuldades de programação, falta de matéria-prima ou qualquer outro tipo de perda, (PEINADO; GRAEML, 2007).

Esta medida é hipotética, já que nenhuma empresa é capaz de trabalhar sem interrupções, e usada muitas vezes para fins estratégicos para conhecimento.

### 2.2.1.2 Capacidade disponível

A capacidade disponível é a capacidade máxima de produção do sistema no decorrer da jornada de trabalho. Neste tipo de capacidade também não são consideradas as perdas, na qual as horas-extras também fazem parte da capacidade disponível da empresa. Para se calcular basta multiplicar a quantidade de horas trabalhadas por dia pelo número de dias trabalhados na semana ou mês. Em seguida multiplicar pela produção por hora. Dessa forma quando tem-se a capacidade disponível e a divide-se pela capacidade instalada, obtém-se o grau de disponibilidade da planta, que representa quanto poderia ser utilizado da planta num cenário ideal (PEINADO; GRAEML, 2004).

### 2.2.1.3 Capacidade efetiva

A capacidade efetiva de um sistema de produção é a capacidade disponível subtraindo-se as perdas programadas. A capacidade efetiva jamais poder maior que a disponível. Exemplos de perdas planejadas: *Setups* para alteração produtos, manutenções preventivas periódicas e troca de turno.

Da mesma maneira que pode-se calcular o grau de disponibilidade, com a capacidade efetiva e a capacidade disponível, pode-se calcular o grau de utilização

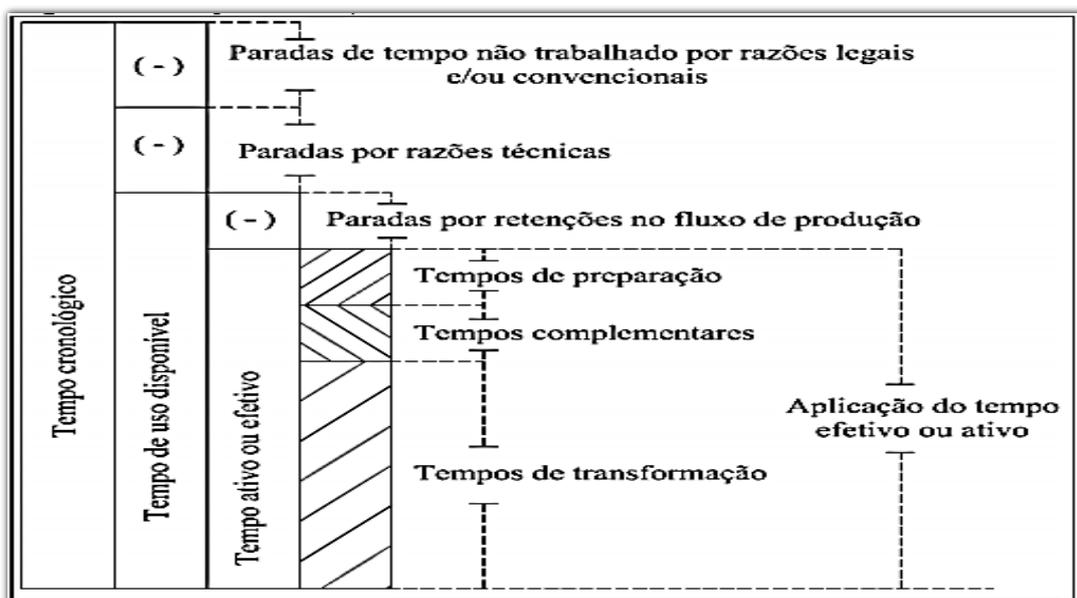
da planta, que nada mais é que a capacidade efetiva dividida pela capacidade disponível (PEINADO; GRAEML, 2004).

#### 2.2.1.4 Capacidade realizada

Capacidade realizada é o cenário real da planta, pois mostra o tempo verdadeiramente utilizado, de forma que seu cálculo deve ser realizado de maneira a subtrair da capacidade efetiva as perdas não planejadas, que nada mais são que falta de matéria-prima, falta de funcionários, paradas para manutenção corretiva e baixa produtividade (PEINADO; GRAEML, 2004).

De forma resumida, quando acionada ao fator tempo e gargalos, pode-se definir de maneira simplificada conforme Figura 2.

**Figura 2 - Aproveitamento de capacidade**



Fonte: Almeida (2016)

Sendo assim, o maior objetivo das empresas é que sua capacidade realizada seja muito próxima à disponível, pois assim se tem um cenário ideal em que não se tem perda de tempo e consequentemente atender aos clientes de acordo com as suas demandas.

Um limitador da capacidade produtiva é o gargalo. O mesmo ocorre quando há uma diferença entre capacidades de produção entre etapas. É normal que cada etapa tenha um tempo diferente de processo e quando uma atividade futura fica parada devido a uma atividade anterior é denominado como gargalo (KENWORTHY, 1998).

### 2.2.2 Gargalo produtivo

Para se atingir a capacidade máxima de uma planta precisa-se garantir que a mesma rode sem interrupções não planejadas e demais fatores que impedem o seu bom funcionamento. Em outras palavras, para que a planta possa atingir o seu potencial total devemos eliminar todos os gargalos produtivos, que nada mais são que barreiras que impedem esse objetivo.

É possível definir também que gargalos são barreiras que limitam e definem a capacidade de obter maior taxa de produção, maior lucro e possibilidade de atendimento da demanda.

Pessoa (2003) reforça que o problema causado pelas variações extremas da capacidade produtiva existe em todas as empresas e como tal devem ser monitoradas e controladas de forma adequada de modo que os equipamentos, as matérias-primas e demanda estejam sempre alinhados. Contudo, ele nos fala que para isso é fundamental identificar os fatores limitantes do processo.

Segundo a definição:

“Gargalo é qualquer obstáculo no sistema produtivo que restringe e determina o seu desempenho e a sua capacidade de obter uma maior rentabilidade. Em um processo produtivo, o gargalo é a etapa com menor capacidade produtiva e que impede a empresa em atender plenamente a demanda por seus produtos. Por outro lado, a existência de níveis excessivos de capacidade produtiva em algumas etapas não gargalos em relação à etapa gargalo, resultam em investimentos ociosos, que influenciam negativamente o desempenho da empresa. Assim, aumentar a capacidade produtiva da etapa gargalo e/ou redimensionar os investimentos ociosos nas etapas não gargalos, podem constituir decisões estratégicas capazes de promover um maior retorno sobre o investimento”. (PESSOA, 2003).

Portanto para que se possa atingir o cenário ideal de produção é necessário que o sistema funcione de maneira alinhada. Assim, se a operação de insumos possuir capacidade de processar uma certa demanda em um intervalo de tempo, é necessário que o setor de embalagem também possua a mesma capacidade de forma a evitar

atrasos no setor anterior e por fim se tornar um gargalo para o funcionamento total da operação. Por isso eliminar essas falhas é fundamental para o bom funcionamento do sistema (KENWORTHY, 1998).

## 2.3 Sistema Toyota

Taiichi Ohno em visita aos Estados Unidos em 1956 pôde vivenciar e examinar as fábricas de Henry Ford. O Japão após segunda guerra mundial precisava se reerguer, foi então que ao voltar ao seu país e adaptar o modelo observado no ocidente. Ohno pôde então criar o Sistema Toyota de Produção, buscando a eficiência e redução de custos e desperdícios.

Essa filosofia enxuta de produção deu origem ao estudo da indústria de automóveis. Que gerou o livro “A máquina que mudou o mundo” que estudou a eficiência japonesa junto à flexibilidade, rapidez e qualidade (QUELHAS et al, 2008).

Essa maneira japonesa de trabalhar ficou conhecida no ocidente como *Lean Manufacturing*, ou em português, como Manufatura ou Produção Enxuta. Outra filosofia criada por Ohno foi a geração de valor para os produtos, e a eliminação de não valores para impactar o mínimo possível no preço final, sendo assim deixando o preço inferior aos concorrentes (QUELHAS et al, 2008).

### 2.3.1 Valores e não valores

Agregar valor é quando há uma modificação no produto para beneficiar o cliente final, uma inovação, algo diferente a um produto de modo a satisfazer as novas necessidades do mercado.

Segundo Womack e Jones (1996), toda tarefa executada que capta recursos e energia, mas não gera valor ao cliente final, é um desperdício.

As atividades que não agregam valor foram chamadas por Taiichi Ohno de desperdícios.

### 2.3.1.1 Os sete desperdícios

Os sete desperdícios do sistema Toyota de produção foram classificados por Taiichi Ohno como:

- Superprodução - A superprodução refere-se à produção demasiada de produtos, ou mais rápido que o necessário, gerando grandes estoques;
- Defeitos - Os eventuais defeitos geram retrabalho ou descarte, ambos corroboram ao desperdício de tempo, energia e dinheiro;
- Espera - A ociosidade humana ou de equipamentos geram o tempo de espera. Tempo parado que gera perda de eficiência produtiva;
- Estoque - Excesso de produtos acabados e matérias-primas geram um gasto desnecessário;
- Movimentação - Se refere a movimentações desnecessárias dos trabalhadores na área em que trabalham;
- Processamento Inapropriado - Processos que não geram valor ao cliente e para a máquina são dispensáveis;
- Transporte - O movimento desnecessário de materiais, ferramenta ou equipamentos gera gastos supérfluos ao processo produtivo.

Os sete desperdícios têm como objetivo o estudo de cada 'item' para que seja possível combatê-los de modo a gerar uma maior lucratividade para a empresa, geração de valor para o cliente e qualidade.

### 2.3.2 *Layout* celular

Em linhas de produção as instalações são planejadas de modo a atender os requisitos dos seus consumidores. Desta forma, é de suma importância que um *layout* seja otimizado e flexível e adequado para o tipo de produção (GHINATO, 2000).

Para o dimensionamento e planejamento do arranjo físico, deve-se levar em consideração a disposição dos equipamentos, pois estes devem estar organizados de maneira a tornar o fluxo de pessoas e materiais seguro, fácil evitando desperdícios de tempo e movimentação (MOREIRA, 2001). Essas decisões irão definir como a

empresa irá produzir, isso faz com que o arranjo físico seja a parte mais visível e exposta da empresa (PEINADO; GRAEML, 2007).

Referente ao *Layout Celular*, é conhecido também como um arranjo físico híbrido, tem como objetivo organizar as características de dois ou mais tipos de arranjo, desta forma tem o intuito de unir os pontos positivos dos tipos de *layout* implementados (CORRÊA, 2002).

### 2.3.3 Gestão visual

Uma das ferramentas utilizadas para facilitar a interface com a operação de chão de fábrica é a gestão visual que para Mello (1998) se trata de um sistema de comunicação intuitivo, de fácil visualização e compreensão dos dados.

Portanto, esse sistema estabelece uma comunicação indireta através da visualização, que conforme Hall (1987), se trata de uma comunicação “sem palavras, sem voz”, que é composto por uma série de elementos visuais que apresentam todos os dados da fábrica. Pode se dizer então que esse recurso oferece informações acessíveis e simples, capazes de facilitar o trabalho diário. Se trata de um modelo de gestão que visa compartilhar as informações de forma clara e objetiva de maneira a englobar o maior número de pessoas, reforçando assim a autonomia dos funcionários e seu sentimento de pertencimento.

Avaliando no contexto diário se trata de um gerenciamento visual, que visa alinhar as informações propostas e apresentá-las por meio de estímulos que estejam diretamente ligados a um ou mais dos cinco sentidos humanos (visão, audição, olfato, paladar, tato), realizando assim um melhor desempenho organizacional entre todos os componentes da empresa (Liff; Posey, 2004).

Greif (1991) por sua vez descreve o Gerenciamento Visual como um guia prático de produção e fácil implementação.

## 2.4 Movimentações internas de materiais

Chiavenato (1991) define movimentação de materiais, “a todo fluxo de materiais dentro da empresa. É indispensável a qualquer setor de produção, com

objetivo de abastecimento das seções produtivas, assim como garantir a sequência do processo de produção”.

Também chamado de transporte interno ou fluxo de materiais, a movimentação de materiais é um segmento da logística que busca otimizar distâncias e arranjo de equipamentos. Denomina-se movimentação interna toda movimentação de produtos ou matérias primas dentro de uma área fabril, podendo se referir a reposição de matéria prima na linha de produção e ao transporte para outros locais da fábrica.

Para otimizar essa movimentação, deve-se observar alguns critérios, são eles (NOVIDA, 2021):

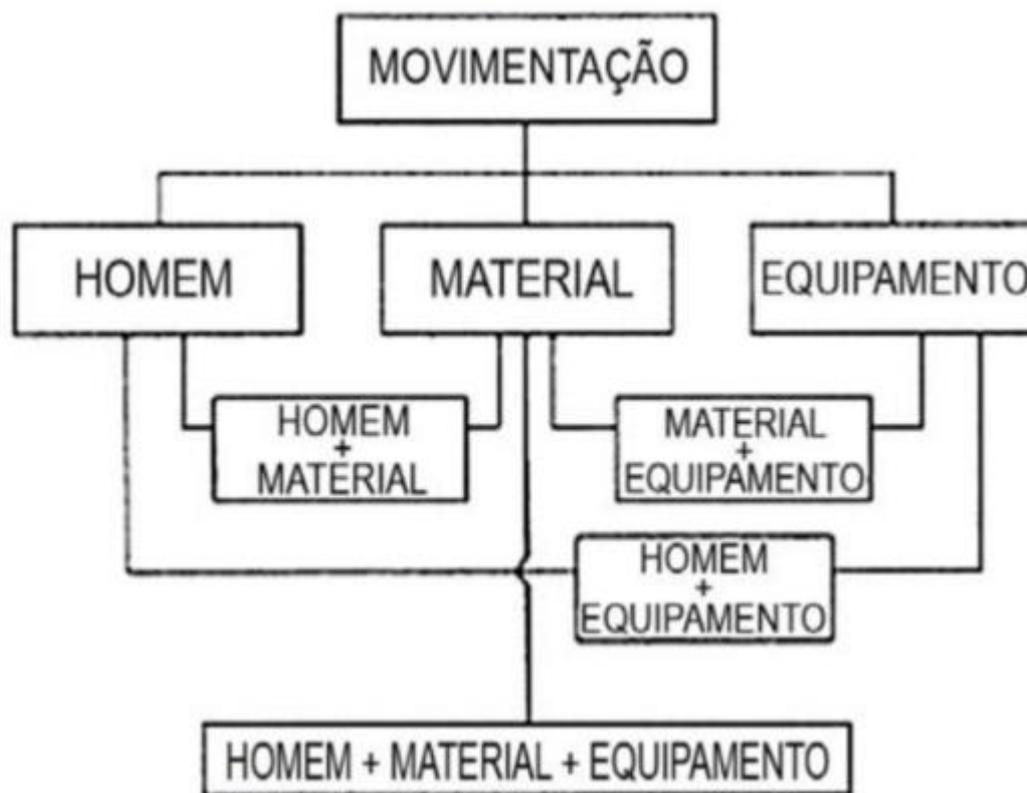
- Redução de custo, com uma logística interna bem alinhada, é possível reduzir a perda de materiais;
- Aumento da capacidade produtiva, aumento do ciclo produtivo através da rapidez que um *layout* adequado pode oferecer;
- Melhores condições de trabalho, garantir segurança e menos esforço para o operador;
- Melhor distribuição, é uma relação entre máquina, produtos e pessoas. Um *layout* organizado é responsável por um ambiente seguro e eficiente.

Moura (1997) define movimentação de materiais como o estudo exclusivo das movimentações realizadas dentro de uma empresa e define como transporte qualquer movimentação externa.

Segundo Chiavenato (1991), toda empresa contém movimentações de materiais, quase sempre sendo o elemento mais movimentado de uma empresa, movendo-se em inúmeros setores.

Segundo Moura (2005), para que matérias-primas possam ser transformadas em produto final, há três objetivos que em harmonia devem funcionar juntos. Como observado na Figura 3, são eles o homem, a máquina e o equipamento.

Figura 3 - Os Movimentos do processo industrial

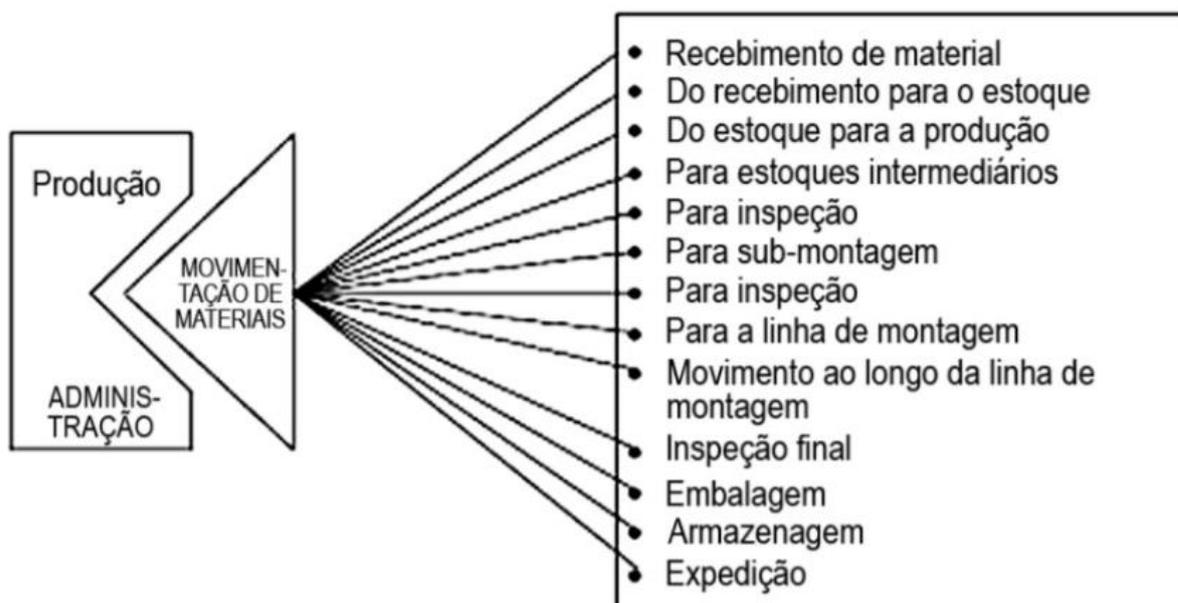


Fonte: Moura (2005)

Como mostra a Figura 3, movimentação de materiais nada mais é que a integração entre homem, matéria-prima e equipamentos, em que o produto se locomove nos setores necessários conforme demanda e a redução de tempos de locomoção com otimização de *layout* garantem um melhor desempenho.

Gerenciar a movimentação de materiais em todo processo de manufatura é essencial para que haja uma sequência linear de atividades de modo a desempenhar um melhor resultado produtivo. Moura (1997) mostra um exemplo na Figura 4, pode-se observar que a administração é responsável por determinar e adequar o passo a passo do processo de modo que haja uma melhor eficiência global de equipamentos.

Figura 4 - Fluxo de material no processo industrial

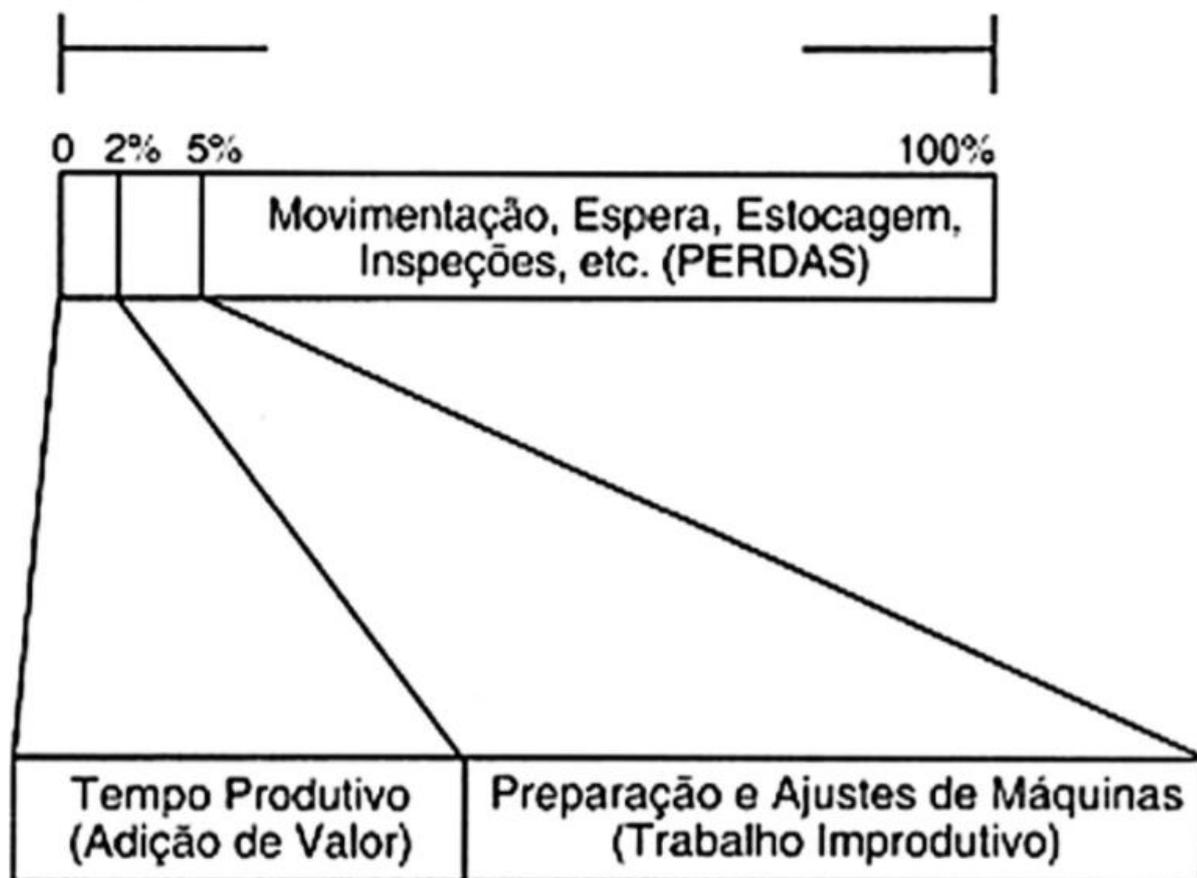


Fonte: Moura (1997)

Para uma melhor eficiência global de equipamentos Martins (2006) diz que toda e qualquer movimentações relacionada a distância e frequência devem ser reduzidas ao mínimo. Já Muther (1978) enfatiza a necessidade de haver movimentações uma única vez, sem retornos e desvios, assim como entender a real necessidade e intensidade da demanda para evitar movimentos desnecessários.

A movimentação conforme Moura (2005) realça que o verdadeiro desafio para a empresa é fazer produtos de qualidade a um menor custo e que a movimentação adequada é essencial para ajudar na redução de custos. Segundo o autor, entre 3% a 5% de todo material movimentado sofre algum tipo de perda ou avaria. A Figura 5 mostra uma análise de movimentação em relação ao tempo.

Figura 5 - Análise do tempo total da manufatura convencional



Fonte: Moura (2005)

De acordo com Domingo et al. (2007), não há definição de como a movimentação deve ser feita e cabe a cada empresa desenvolver, com suas particularidades, um fluxo de matérias adequado a sua demanda.

O desenvolvimento de um fluxo de movimentação deve ser baseado no fluxo da produção, evidencia Harris et. al (2004).

E em relação ao fluxo de produção, Rother e Harris (2002) especificam que se deve iniciar o fluxo conhecendo a demanda, sabendo quais itens são usados e entender o processo para que o produto final saia e como último passo análise de equipamentos e *layout*. Com isso, dimensionar e distribuir o trabalho de forma que o fluxo de informação se integre ao fluxo de produção e ao fluxo de movimentação.

A não implementação adequada dos processos assim como as interrupções no fluxo pode gerar excesso ou falta de produtos acabados, como também a falta de matéria-prima disponível na hora certa, acarretando atrasos e perdas (Harris et al., 2002).

Garantir a disponibilidade e agilidade de produtos no momento certo, é a função da movimentação interna de matérias, aumentando a eficiência e eficácia reduzindo custo (Moura, 2005).

Embora o fluxo interno de materiais seja de diversos graus de importância, de indústria para indústria, cada elemento do sistema agrega tempo à execução do produto final, afetando a competitividade e lucratividade da empresa. Portanto é necessário analisar e determinar os elementos que compõem o sistema interno de manuseio de materiais utilizado pela empresa, como armazenamento, abastecimento e programação, pois sua estrutura afeta diretamente o desempenho da célula de manufatura. Com base no citado objetivo desse estudo, propõe-se um sistema de movimentações e armazenamento correto, de forma a aumentar os indicadores da linha.

## **2.5 Manutenção produtiva total**

Para se garantir que as estratégias sejam traçadas de forma efetiva e garantido sua capacidade máxima evitando gargalos e falhas se teve a criação e implementação de vários sistemas de gerenciamento desses fatores, sendo um deles a Manutenção Produtiva Total. Inspirado na inovação tecnológica dos Estados Unidos, pioneiros da manutenção preventiva, o Japão, pós segunda guerra mundial adaptou essa ferramenta de modo a aperfeiçoar a manutenção como era conhecida, criando um modo de ver e analisar o processo produtivo ligado à manutenção de seus equipamentos, criando assim o TPM que significa *Total Productive Maintenance*, que no Brasil, ficou conhecida como Manutenção Produtiva Total, a qual busca o melhor desempenho dos equipamentos de uma empresa (NAKAJIMA, 1989).

### **2.5.1 Surgimento do TPM**

Com origem no Japão após segunda guerra, o TPM, foi iniciado por uma necessidade das empresas locais em reerguer o país. Essas manutenções ocorriam frequente e constantemente, pois o processo era acelerado e não podia parar devido às novas metas aplicadas pelo governo (NAKAJIMA, 1989).

Ainda segundo Nakajima (1986), a manutenção produtiva total representa a integração da máquina com o homem e a empresa na qual a manutenção é responsabilidade de todos os funcionários.

No entanto, Hamrick (1994) diz que o TPM foi totalmente criado pelos Estados Unidos e que o Japão apenas adaptou à sua realidade. Tendo maior foco em redução de custos da máquina aumentando seu ciclo de vida.

Por se tratar de uma evolução da manutenção, Nakajima (1989) ilustra a relação entre TPM, manutenção do sistema de produção e a manutenção preventiva.

**Tabela 1 - A relação Entre TPM, Manutenção do Sistema de Produção e a Manutenção Preventiva**

	Manutenção voluntária por parte dos operadores	Sistema Total (MP - Manutenção Preventiva, PM - Prevenção da Manutenção, MM - Manutenção com Melhorias)	Busca da economicidade
Características do TPM	X	X	X
Características da Manutenção do Sistema de Produção		X	X
Características da Manutenção Preventiva			X

**Fonte: Adaptado de Nakajima (1989)**

Como Nakajima (1989) mostra na Tabela 1, é possível evidenciar que o surgimento do TPM envolve os operários no trabalho de prevenção e correção de comportamentos atípicos nos equipamentos de modo que seu ciclo de vida seja maior, sendo assim, mais produtivo.

## 2.5.2 Conceitos e características do TPM

Segundo Tavares (1996), a reformulação estrutural da empresa é iniciada através do TPM devido à integração homem x máquina em todos os níveis. Junta conceitos japoneses como zero defeito, zero quebra e zero acidente para promover uma melhor eficiência de equipamentos e produção.

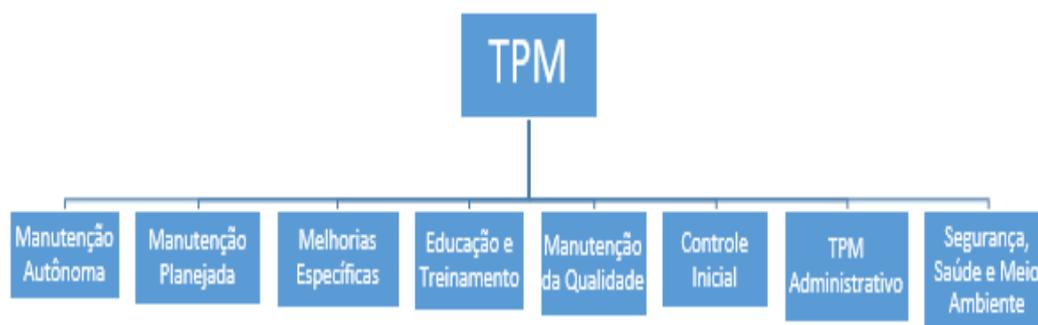
O TPM é um avanço da manutenção preventiva, sofrendo melhorias ao longo dos anos até ficar como é atualmente (KARDEC; NASCIF, 2009).

Ao criar o gerenciamento do local de trabalho, os operadores se responsabilizam por cuidar do equipamento que operam. Criando uma confiança entre operador-máquina (BAMBER, 1999).

Todo esforço de trabalho tanto da direção, gestores e colaboradores deve ser o mesmo para que a implementação seja executada, conforme a capacidade individual.

Os pilares que moldam os princípios da filosofia são chamados de os oito pilares do TPM, essa estrutura ajuda a moldar o TPM (NAKAJIMA, 1989). A Figura 6 ilustra os pilares do TPM.

**Figura 6 - Os oito pilares do TPM**



**Fonte: Adaptado de Camargo (2012)**

Os oito pilares do TPM citados por NAKAJIMA (1989) são caracterizados por:

- **Manutenção Autônoma** - Tem o objetivo de fazer com que o operador tenha uma participação ativa em relação ao equipamento na qual opera, capacitando-o em pequenos reparos e inspeções frequentes buscando reduzir defeitos;

- Manutenção Planejada - Seu foco nos planos de manutenção das máquinas através do conhecimento das perdas decorrentes das falhas de equipamentos. Com isso, após avaliar e levantar a situação dos equipamentos é feito reparo dos mesmos e a criação de manutenção preventiva, preditiva e detectiva;
- Melhorias Específicas - Também conhecido como Kaizen, essas melhorias contínuas no ambiente fabril têm como objetivo identificar as perdas em todos os passos do processo industrial;
- Educação e Treinamento - Busca o crescimento de novas habilidades para as equipes de manutenção. A capacitação do operador possibilita uma manutenção eficaz e constante;
- Manutenção da Qualidade - Eliminar as perdas relativas à qualidade (máquinas, materiais e mão de obra);
- Controle Inicial - A modernização dos processos e sistemas tal como a compra de novos equipamentos através de projetos que visam resolver problemas de perdas;
- TPM Administrativo - Tem como objetivo a redução de perdas nos processos administrativos, eliminar retrabalhos e atividades que não agregam valor;
- Segurança, Saúde e Meio Ambiente - Busca diminuir acidentes, preservando a vida, saúde e bem-estar do operador. Além de buscar processos produtivos que não afetam ou minimizam o impacto ambiental.

### 2.5.3 Objetivo do TPM

O TPM tem como objetivo central proporcionar uma manutenção em seus equipamentos de modo que sua vida útil seja prolongada. Essa rotina de observações tem que ser feita por todos os funcionários da empresa de modo que a filosofia proposta por Nakajima (1989) seja executada.

O TPM busca maximizar a eficiência do sistema de produção por meio de eliminar desperdícios e aumentar a vida útil do equipamento. Com a integração do funcionário x máquina (SHARMA et. al, 2006).

Segundo Hamrick (1994), tem como objetivo otimizar a habilidade do operador em conhecer o equipamento em que opera, sabendo seu limite de modo a maximizar

a produção sem causar danos ao equipamento. A limpeza e manutenção do ambiente e do equipamento é essencial para que a vida do equipamento seja prolongada.

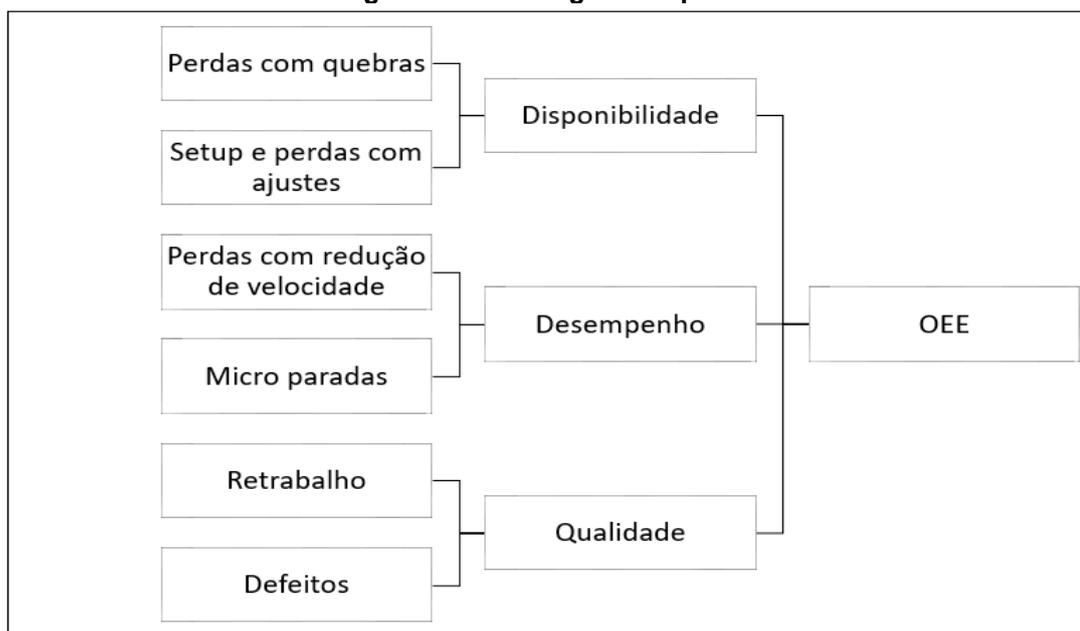
O objetivo principal do TPM é a eliminação de perdas através da identificação da origem das perdas investigando o motivo e realizando melhorias no processo produtivo. Um operador proativo é essencial para que o equipamento esteja sempre nas melhores condições de funcionamento.

Essas perdas foram elencadas, sendo elas (NAKAJIMA ,1989):

- Perdas com quebras, para diminuir as perdas oriundas de quebras nos equipamentos, deve se encontrar as causas e agir de modo que essas quebras não sejam recorrentes. Algumas ações como limpeza, manutenção e lubrificação podem ajudar a evitar uma quebra constante.
- *Setup* e perdas com ajustes, para reduzir tempos de *setup*, pode ser realizada melhorias de modo que a frequência de *setups* seja menor e mais rápida.
- Perdas com redução de velocidade, redução da velocidade no processo produtivo de uma linha contínua pode gerar uma grande perda no longo prazo, por isso é importante manter o equipamento sempre em ótima condição e utilizando sua capacidade máxima pela maior quantidade de tempo possível.
- Micro paradas, as somas de pequenas paradas durante o ano pode ser um valor muito significativo. Por serem aleatórias e de curto tempo de duração são as mais difíceis de evitar.
- Retrabalho, o retrabalho gera custo, pois há necessidade de refazer algum produto já feito. Por este motivo a importância de fazer corretamente na primeira vez.
- Defeitos, os defeitos de qualidade podem ter muitas causas. Podem ser por mau funcionamento de uma máquina, erro humano, falha no processo, contaminação, matéria-prima ruim entre outros. Por se tratar de inúmeras possibilidades, a atuação e verificação deve ser constante sempre atuando na causa principal de modo que o defeito não ocorra constantemente.

A Figura 7 ilustra a forma que as perdas agem no equipamento e como elas estão ligadas com à disponibilidade, desempenho e qualidade do equipamento. Esses 3 itens que por fim estão ligados a uma ferramenta derivada da TPM, o OEE.

**Figura 7 - As seis grandes perdas**



Fonte: Adaptado de Sherwin (2000)

Ao reduzir essas perdas, o rendimento operacional será maximizado. Em processos industriais números de OEE próximos de 85% são considerados excelentes conforme Nakajima ilustra em sua obra.

## 2.6 Falhas e suas classificações

Outro fator que restringe uma fábrica de alcançar todo o seu potencial são as falhas, as quais precisam ser entendidas de forma a compreender seu papel e suas consequências.

Segundo Hamrick (1994), uma situação não planejada e que cause um mau funcionamento no sistema produtivo pode ser considerado uma falha.

Já para Blache e Shrivastava (1994), as falhas podem ser descritas como ocorrências que comprometem a conformidade de um recurso para o seu uso.

Para Slack et al. (2002), nenhum sistema produtivo é livre de falhas, mesmo aqueles nos quais a exigência para isso seja essencial como no caso de aviões, no qual uma pequena falha pode desencadear uma série de prejuízos de grandes proporções. Nem todas as falhas tomam proporções grandes, há também aquelas que não causam grandes danos como no caso da falha iluminação interna do porta-luvas de um carro.

Outras vertentes para falhas são aquelas que ocorrem em atividades de serviços, tais como processos administrativos, e se submetem a uma falha de projeto e acompanhamento das etapas que se não corrigidas possibilitam uma falha no propósito do processo ou projeto.

Com isso, se faz necessário se classificar todas as falhas encontradas, de forma a priorizar aquelas que possuem maior impacto de maneira a evitar grandes perdas e causar prejuízos. Outro fator importante para se entender a priorização das falhas é se chegar na causa raiz do problema, pois em alguns casos uma falha pequena é um alerta para algo maior, como por exemplo a luz interna do porta luvas de um carro pode identificar uma falha no sistema elétrico do mesmo.

Nesse contexto, Rausand e Oien (1996) dividem as falhas devido a sua origem, podendo ser devido à deterioração, características do produto ou a mau uso do mesmo.

A redução de falhas mecânicas é essencial para que o processo produtivo se mantenha eficiente. Foi então que Seiichi Nakajima, no Japão, desenvolveu a manutenção produtiva total, uma filosofia para maior integração entre homem e máquina com objetivo de estender a vida útil do equipamento e evitar paradas.

## **2.7 Eficiência global do equipamento**

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ou Eficiência Global de Equipamentos é uma ferramenta caracterizada pela primeira vez por Seiichi Nakajima, no Japão, como sendo um componente da TPM. Os conceitos da TPM ficaram mais conhecidos no ocidente ao fim dos anos 80 quando o livro de Seiichi foi traduzido para o inglês.

OEE é uma ferramenta que possibilita a medição da eficiência dos equipamentos. No final dos anos 80 e início dos anos 90 era um método essencial para assegurar o funcionamento adequado de uma planta fabril (HANSEN, 2006).

Segundo Singh, Rastogi e Sharma (2013), a eficiência global do equipamento é usada para determinar a eficiência de uma ou mais máquinas. Conta com a disponibilidade do processo, eficiência e a taxa de qualidade como parâmetros.

O OEE tem origem do TPM que por sua vez surgiu do sistema Toyota de produção com objetivo de verificar o desempenho dos equipamentos e a melhoria das máquinas e métodos produtivos.

Sherwin (2000) vai mais além ao dizer que OEE é uma ferramenta que deriva da manutenção produtiva total (TPM), na qual combina seis grandes perdas que juntas formam às três bases da eficiência global do equipamento.

Segundo os autores Barros e Lima (2009), o grau de eficiência de um equipamento de uma linha de produção pode ser constatado através do cálculo do OEE, sendo mais aplicada em uma linha de produção apenas ou em uma unidade fabril na totalidade.

Hansen (2006) assim como Nakajima, reitera que o OEE é obtido através da disponibilidade, performance e qualidade. Esses três fatores se correlatam-se com a realidade de chão de fábrica.

Segundo Nakajima (1991), enquanto os equipamentos operam, são geradas perdas, nas quais ficaram conhecidas como as seis grandes perdas.

Fogliatto e Ribeiro (2009) evidenciam a forma matemática para o cálculo do OEE, sendo ele:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

Em que disponibilidade, desempenho e qualidade podem ser numericamente representados através das seguintes equações:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo utilizado}}{\text{Tempo programado}} \quad (2)$$

$$\text{Performance} = \frac{\text{Tempo mínimo para produzir uma unidade}}{\text{Tempo real para produzir uma unidade}} \quad (3)$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Unidades boas produzidas}}{\text{Total de unidades produzidas}} \quad (4)$$

Como observado na Figura 8, tem-se quatro cenários típicos para o OEE, sendo da esquerda para direita, a condição perfeita até um OEE baixo.

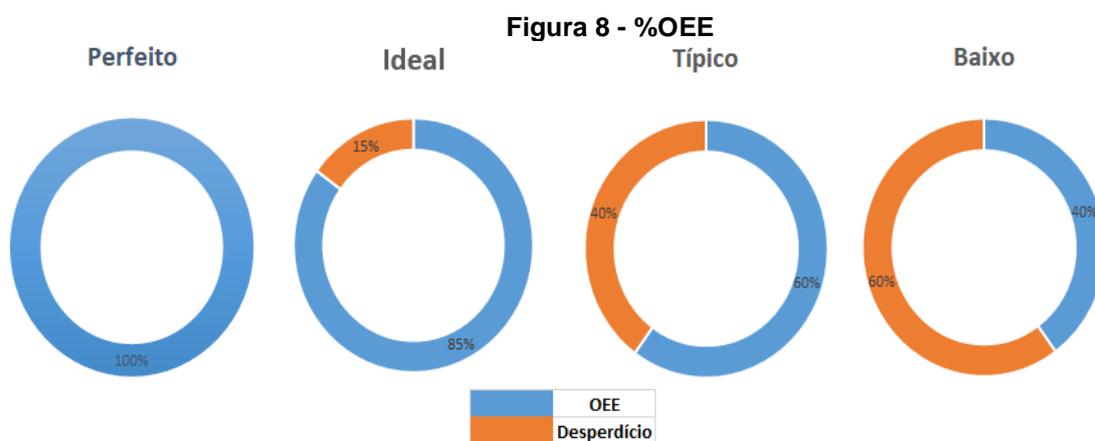
E salientado que a disponibilidade é afetada quando o equipamento é interrompido por uma manutenção não planejada e outros fatores que possam impedir o fluxo contínuo do equipamento (SHARMA ET AL, 2006).

Já o desempenho prevê a velocidade relativa do equipamento com a velocidade garantida pelo fabricante (FOGLIATO; RIBEIRO, 2009).

Sharma et al. (2006) expõem que quando o OEE aumenta o *lead-time* é reduzido e eleva a capacidade efetiva da máquina além de haver menos perdas.

No entanto, Sherwin (2000) diz que o OEE não representa uma análise completa da eficiência, pois não usa a receita e custos de máquinas e sistemas ou de danos.

O OEE por mais que busque a perfeição (100%) é algo difícil e demorado para se alcançar, porém existe um valor recomendado para caracterizar que um equipamento está tendo um desempenho satisfatório (85%) como pode ser observado na Figura 8 (DINGLEY, 2012).



Fonte: Adaptado de Dingley (2012)

Ainda segundo Singh, Rastogi e Sharma (2013), em um trabalho apresentado pelos autores, o OEE ideal pode ser baseado em uma “tabela ideal”, na qual os autores criaram para que fosse atingido pelas empresas por onde passavam, conforme a Tabela 2.

**Tabela 2 - Índice do OEE Global**

<b>Índices</b>	<b>OEE Global</b>
Desempenho	90%
Disponibilidade	95%
Qualidade	99%
<b>OEE</b>	<b>85%</b>

**Fonte: Adaptado de Singh, Rastogi e Sharma (2013)**

Portanto, de acordo com Silva (2009), o OEE tem a maior contribuição para uma empresa por avaliar a performance em comparação a outros indicadores além de foco em maximizar qualidade e disponibilidade diminuindo assim gastos e potencializando a produção.

Resumidamente, para se manter competitivo no mercado é necessário que as empresas atinjam sua máxima capacidade de maneira contínua e eficiente sendo necessário monitorar uma série de falhas. Com o intuito de reduzir os desperdícios de tempo e produção, sempre com foco no cliente e na qualidade do processo. Esse monitoramento pode ser realizado através de indicadores desenvolvidos que visam garantir que o objetivo final seja atingido.

### 3 METODOLOGIA

Segundo Gil (2002) uma pesquisa pode ser definida como um processo lógico com uma sistemática definida, que tem como função fornecer soluções aos problemas propostos. Pode se dizer então que a pesquisa é o processo de investigação de informação de maneira a organizá-las para maior compreensão de um problema.

Esse procedimento é composto por inúmeras fases que de acordo com Gil (2002), podem abranger o processo de pesquisa, tendo início na formulação do problema a ser estudado até a elaboração do relatório de pesquisa que irá contemplar a avaliação dos resultados.

A importância das organizações da pesquisa é fundamental e deve contemplar uma série de requisitos.

Segundo Gil (2002), "O planejamento da pesquisa concretiza-se mediante a elaboração de um projeto, que é o documento explicitador das ações a serem desenvolvidas ao longo do processo de pesquisa. O projeto deve, portanto, especificar os objetivos da pesquisa, apresentar a justificativa de sua realização, definir a modalidade de pesquisa e determinar os procedimentos de coleta e análise de dados".

#### 3.1 Classificação de pesquisa

Esta pesquisa pode ser classificada conforme:

##### 3.1.1 Natureza

A metodologia utilizada ao longo do trabalho é de natureza aplicada, que segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010) é aquela que tem como objetivo fornecer conhecimentos para aplicações práticas que são direcionadas a problemas específicos envolvendo um cenário restrito.

Dessa forma, o sistema de aplicação do indicador global se enquadra nesse parâmetro pois é uma ferramenta de aplicação direta já utilizada, sendo que seus resultados permitem com que se possa realizar análise de métodos e cenários encontrados na literatura de forma a adaptar os mesmos para uma solução de um problema real.

### 3.1.2 Objetivos

Os objetivos podem ser caracterizados como exploratório, e pertence ao conceito elaborado por Gil (2002) em que a pesquisa exploratória pode ser:

“Objetiva a maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito, ou à construção de hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.”

Como o trabalho em questão é um estudo de um cenário real, o mesmo se encaixa nessa definição.

### 3.1.3 Procedimentos

Por se tratar de uma análise de um indicador e sua influência em uma empresa, os procedimentos podem ser definidos como estudo de caso, pois só pode se analisar os resultados obtidos num determinado cenário real.

## 3.2 Dimensionamento da amostra

O objeto de estudo é único, ou seja, esse trabalho foi aplicado em uma empresa específica e considerou apenas seus dados, o que torna a fonte de dados uma amostra individual que não podem demonstrar um fato generalizado.

## 3.3 Descrição do ambiente produtivo

Nesse tópico tem-se a descrição do empreendimento que foi abordado, o qual consiste em uma empresa do setor industrial que atua no segmento alimentício de aditivos alimentares para cadeia produtiva de alimentos. A empresa localizada na cidade de Ponta Grossa-PR, classificada como uma empresa de médio a grande porte. O equipamento avaliado para o estudo é exclusivo do setor de envase de pó.

### 3.4 Etapas da pesquisa

O trabalho em questão é composto por uma sequência de etapas que contemplam o trabalho final, podendo ser avaliadas no fluxograma ilustrado na Figura 9.



**Fonte: Autoria Própria**

Cada etapa foi desenvolvida da seguinte forma:

➤ **Revisão Bibliográfica:** Levantamento de materiais para embasamento teórico na área de pesquisa a ser explorada, sendo utilizado artigos científicos, periódicos, teses, dissertações e livros;

Os mesmos foram encontrados através de algumas delimitações e seguindo o passo a passo:

- Acesso a bases de pesquisas e aplicação das palavras chaves: Indicador de eficiência global, capacidade produtiva, sistema Toyota e manutenção produtiva total;
- Verificação de citações mais comuns de forma a encontrar as principais fontes sobre o tema;
- Criação da fundamentação teórica.

➤ **Geração de dados para análise:** Validação dos dados coletados, de forma a criar uma fonte de dados para pesquisa e para execução da próxima etapa;

➤ **Comparação de Cenários:** Estabelecimento dos cenários comparativos para verificação do modelo proposto com o modelo já executado previamente;

**Implementação dos resultados:** Os resultados obtidos através do novo cenário foram avaliados e verificados em relação ao modelo já executado de maneira a validar o modelo proposto bem como realizar a conclusão do estudo demonstrando as vantagens e desvantagens do mesmo.

## 4 IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS

Neste capítulo apresenta-se as implementações realizadas e comenta-se sobre os resultados obtidos no estudo de caso proposto.

### 4.1 Avaliação do processo

Aborda-se o fluxograma do processo e sua cadeia produtiva, de forma a compreender o local estudado e compreender suas necessidades e variações, criando-se uma base de informação mais estruturada.

#### 4.1.1 Sistema de envase de pó

Conforme Figura 10, o processo produtivo é realizado por batelada de produção, na qual dois produtos em pó passam por uma mistura a seco formando o material a ser vendido.

O processo se inicia no soprador, que é responsável por realizar o transporte pneumático do produto da moega até o primeiro silo do sistema. As matérias primas são dosadas separadamente na moega conforme sequência e quantidade estabelecidas na ordem de produção.

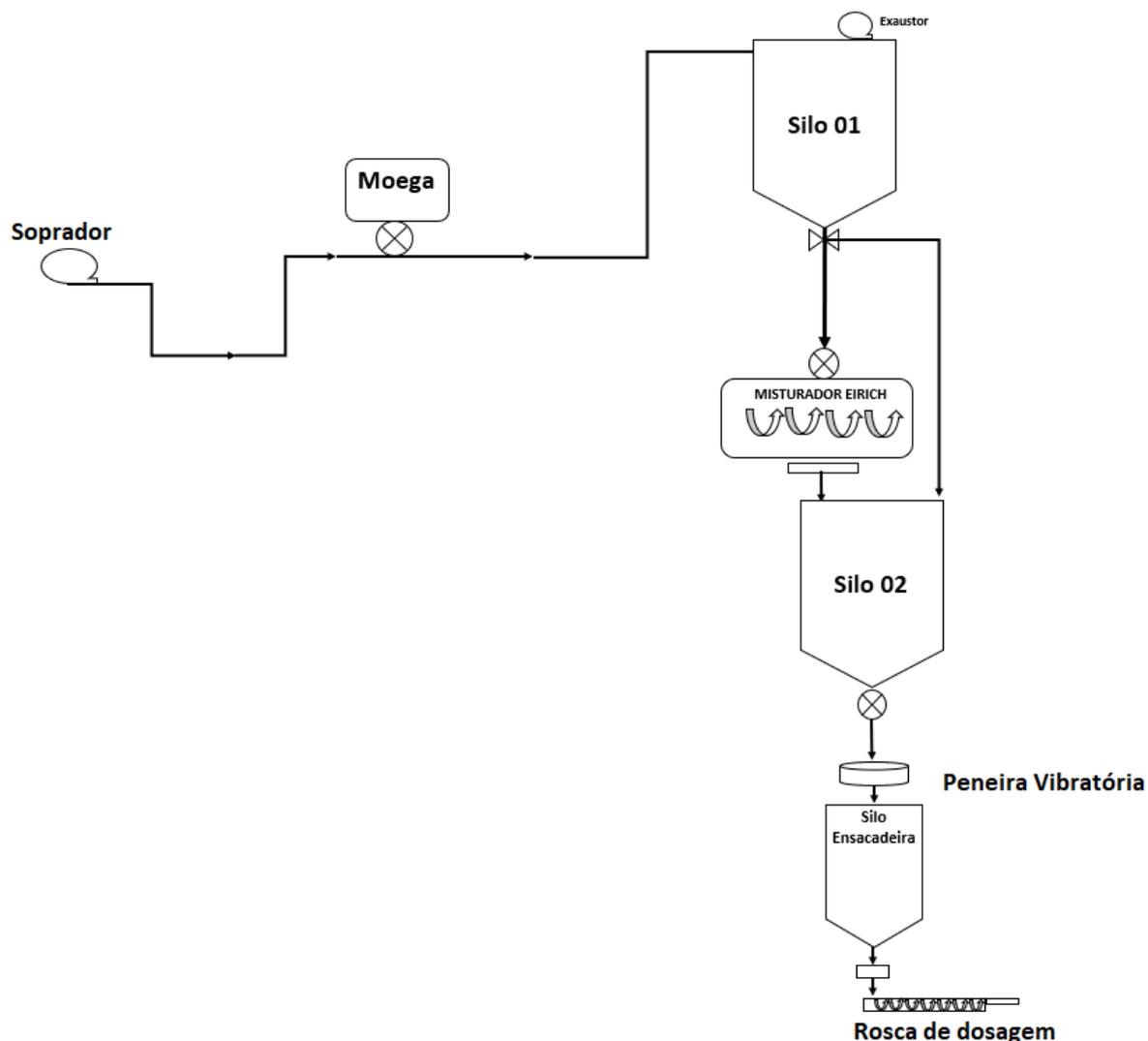
Após a dosagem, o material desloca-se até o silo passando por um sistema de filtração, que é responsável por remover pequenas partículas de produto que poderiam causar uma nuvem de poeira contaminando o ambiente.

Na sequência o produto é despejado no misturador, nesta etapa do processo é realizada a homogeneização das matérias primas por meio de um conjunto de pás. Após o tempo determinado o produto é descarregado no segundo silo. No fundo deste silo existe uma peneira vibratória, que possuía função de garantir que não haja contaminação física e garantir a especificação de tamanho granulométrico do produto.

Após a peneira vibratória tem-se a ensacadeira do tipo rosca transportadora, e o produto cai entre os vãos da rosca e se desloca para frente levando o material até o bico de envase que é posicionado a sacaria ou caixa por onde o produto é embalado.

Após embalado, o produto passa pelo detector de metais a fim de se garantir que não haja nenhuma contaminação física de origem metálica e em seguida segue para a área de movimentação e será levado ao armazém para futuras expedições.

**Figura 10 – Fluxo Produtivo**



**Fonte: Autoria Própria**

Cada batelada é composta por 500kg de material e leva 35 a 45 minutos para ser executada seguindo a capacidade planejada dos equipamentos, sendo subdividido em 10 minutos para a dosagem de materiais em sacaria e 20 minutos para materiais em caixa. Essa diferença se dá, devido ao processo de aberturada da embalagem,

pois naquelas acondicionadas em caixa é necessário retirar a sacaria para seguir com a etapa de dosagem, enquanto na sacaria o processo de dosagem é direto. Após essa etapa se tem o tempo de mistura estabelecido em 5 minutos e o envase realizado em 20 minutos.

De acordo com o cálculo teórico, a planta possui uma capacidade produtiva de 16 a 20 toneladas por dia, que quando dividido por vinte e quatro horas resultam em uma taxa de 666 a 850 quilogramas por hora.

**Tabela 3 - Taxa Produtiva Histórica**

	<b>Set/2019</b>	<b>Out/2019</b>	<b>Nov/2019</b>	<b>Dez/2019</b>	<b>Jan/2020</b>
Quantidade Produzida no mês (Kg)	135200	166400	104000	93600	208000
Tempo Utilizado no mês(h)	318	308	148	232	308
Taxa em Quilograma por hora por mês(Kg/h)	425	540	492	403	506

**Fonte: Autoria Própria**

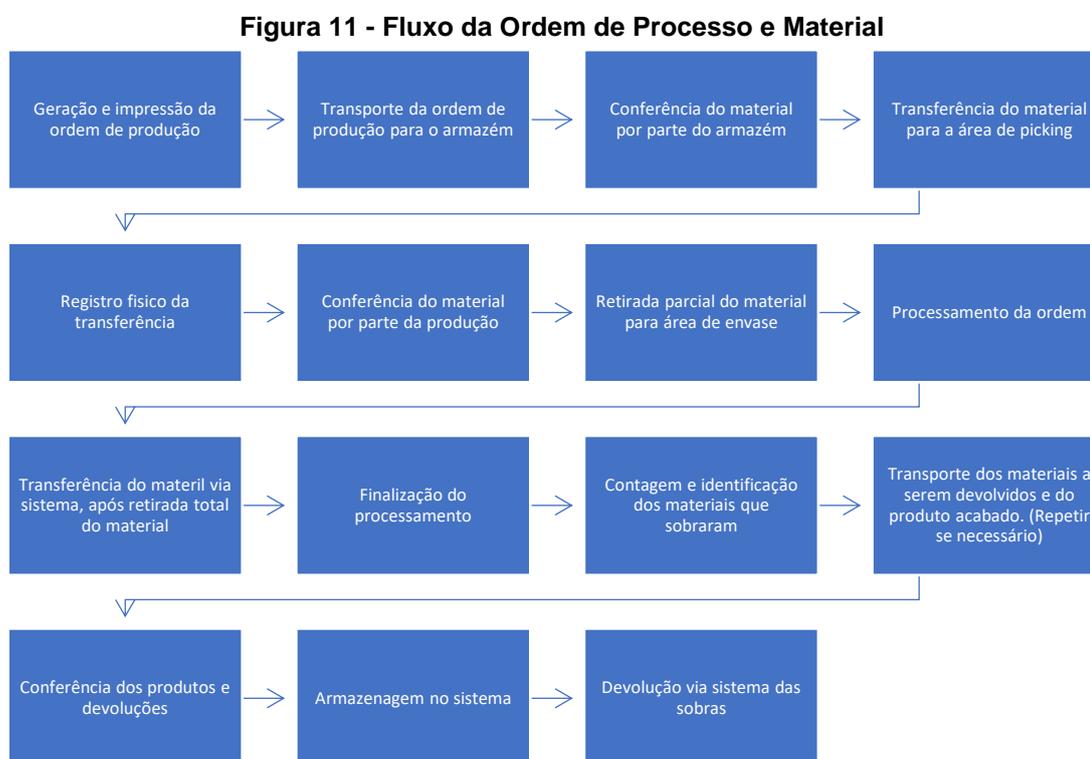
Analisando os dados de setembro de 2019 a janeiro de 2020, conforme Tabela 3, verifica-se que a taxa produtiva média desse período é 24% menor que a capacidade mínima da planta. É possível verificar também que das horas disponíveis do período avaliado, apenas uma média de 35% foi utilizada para a produção de material, o que demonstra um grande número de paradas.

O principal impacto na queda de performance é a partida da planta, pois ao se realizar a parada da linha se tem a formação de uma fina camada de material na superfície dos equipamentos, a qual precisa ser removida de forma lenta para não gerar entupimentos devido ao acúmulo de produto. Por isso, a primeira batelada deve ser realizada com os equipamentos operando de 30 a 45% da sua capacidade, garantido que seja retirado todo o residual.

#### 4.1.2 Fluxo de movimentações

Foi realizado um comparativo de cenários por meio das análises dos dados por um único indicador de forma a avaliar uma maior eficiência da linha.

Identificando o problema principal a ser tratado é necessário compreender o fluxo no qual ele está inserido, sendo este o fluxo da ordem de produção e seus materiais, conforme Figura 11.



**Fonte: Autoria Própria**

Avaliando o sequenciamento das atividades é possível identificar um excesso de etapas, que pode causar riscos à qualidade devido ao demorado manuseio das matérias primas

## 4.2 Levantamento de dados de parada

Os dados utilizados nessa pesquisa foram elementos quantitativos provindos do controle de produção. Os dados informados apontam paradas de equipamentos, por manutenções emergenciais, manutenções programadas, demanda comercial, disponibilidade de material e falta de mão de obra. Foi necessário realizar a estratificação dos dados, classificação e ordenação para que se tivesse uma melhor visualização.

Desta forma levantou-se todas as paradas que ocorreram no período de setembro de 2019 a janeiro de 2020, o qual observa-se na Tabela 4.

Estratificando as paradas, tem-se o Tempo de Análise que é composto pela retirada de amostra do produto no início do processo para o controle de qualidade, as análises laboratoriais são realizadas para garantir que o produto está dentro dos parâmetros para o envase, garantindo assim a qualidade do produto. Outra falha apontada é a retirada de material da logística que engloba o deslocamento até o armazém, a retirada do material ocorre por uma carreta transportadora, cuja capacidade é de 6 *pallets*.

É possível verificar dez tipos de parada por falha em alguma parte do sistema ou equipamento de apoio, incluindo a queda de energia devido a falha no sistema de geradores. Dentro do quadrante de manutenção contempla-se também a parada anual do setor para as manutenções preventivas na área.

Para garantir um ambiente seguro e dentro das normas alimentícias tem-se a parada para higienização mensal, na qual ocorre a lavagem com água e produtos químicos para que os equipamentos fiquem limpos e sanitizados, há também a limpeza e organização diária da área, englobando a limpeza a seco para evitar acúmulo de sujidades e aparecimento de pragas.

Dentro de falhas operacionais possui-se: Paradas por entupimento, saturação do sistema de peneiramento, evacuação de área devido ao acionamento do sistema de emergência.

Em relação à restrição de mão de obra considera-se a falta de operador, devido à divisão de tarefas na fábrica, pausa para refeição e as reuniões obrigatórias na qual não se tem pessoas para cobrir a lacuna de tempo.

Tabela 4 - Dados de Parada

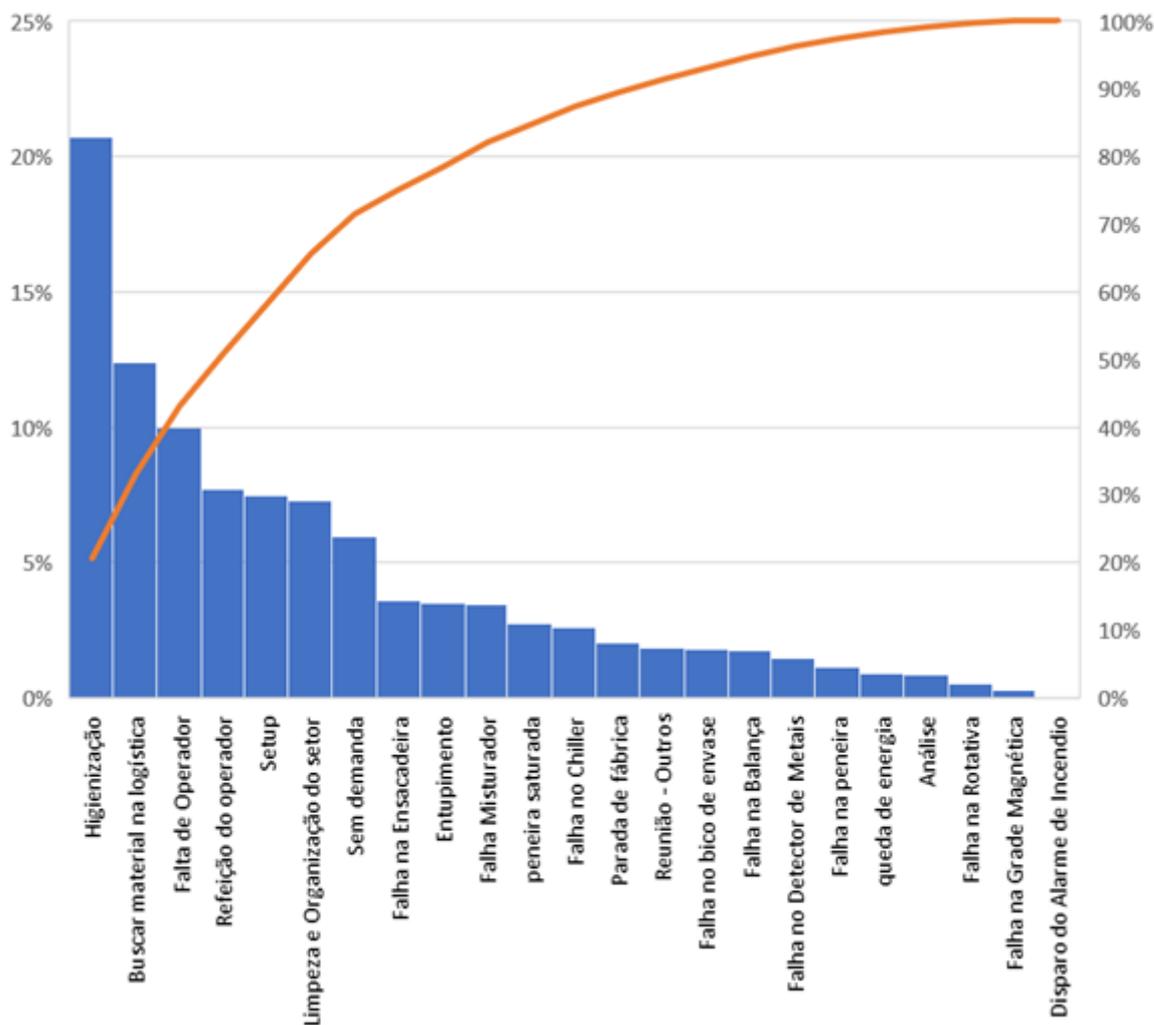
Tipos de Falhas	set/19 (hr)	out/19 (hr)	nov/19 (hr)	dez/19 (hr)	jan/20 (hr)
Análise	01:55	00:00	01:15	09:00	07:30
Buscar material na logística	77:55	73:15	75:30	35:57	27:54
Disparo do alarme de incêndio	00:00	00:00	00:00	00:00	00:30
Entupimento	14:10	07:15	00:00	19:40	40:55
Falha no misturador	03:00	06:01	23:50	27:25	20:03
Falha na balança	35:30	01:40	03:40	00:00	00:00
Falha na ensacadeira	37:50	28:25	07:10	10:30	00:00
Falha na grade magnética	00:00	02:10	03:10	00:35	00:30
Falha na peneira	00:00	09:30	15:50	01:10	00:00
Falha na rotativa	00:10	04:15	01:00	06:20	01:00
Falha no bico de envase	26:23	00:00	02:50	06:10	06:40
Falha no refrigerador	12:00	12:05	35:20	01:00	00:30
Falha no detector de metais	02:00	01:25	17:15	03:55	09:30
Falta de operador	46:00	32:55	46:20	30:15	78:10
Higienização	00:00	144:00	162:15	156:10	22:50
Limpeza e organização do setor	20:30	36:15	70:10	35:30	08:00
Parada de fábrica	48:00	00:00	00:00	00:00	00:00
Peneira saturada	06:40	09:35	40:21	03:30	04:00
Queda de energia	03:45	02:20	01:20	09:30	04:45
Refeição	20:10	25:05	29:09	50:50	54:45
Reunião - outros	02:10	10:10	04:25	18:00	08:45
Sem demanda	00:00	00:00	00:00	40:50	98:28
Setup	29:05	29:09	30:50	45:04	40:50
<b>Total de paradas no mês</b>	<b>387:13</b>	<b>435:30</b>	<b>571:40</b>	<b>511:21</b>	<b>435:35</b>

Fonte: Autoria Própria

Observa-se também as pausas que estão consideradas dentro do sistema produtivo sendo elas o *setup* para a troca de produto e a falta de demanda comercial.

Identificando e compreendendo as paradas da Tabela 4 foi possível avaliar os dados e construir um gráfico de Pareto do período avaliado, ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Pareto de Set/2019 a Jan/2020



Fonte: Autoria Própria

Avaliando o gráfico de Pareto das paradas acumuladas dos meses de setembro de 2019 a janeiro de 2020, foi possível avaliar que as sete primeiras paradas correspondem ao cerca de 80% do problema, sendo parada por falta de material a segunda maior.

Agrupando por categoria podem-se dividi-las em quatro principais grupos, sendo eles:

- Garantia das exigências de qualidade e segurança do alimento, composto pela higienização e limpeza e organização do setor;
- Falta de mão de obra, englobando falta de operador e refeição;
- Paradas previstas, como baixa demanda e *setup*;
- Parada por falta de material que inclui a busca de material na logística.

Avaliando os conjuntos e analisando a situação da fábrica é necessário desconsiderar como frente de trabalho a curto prazo as paradas causadas pelos pré-requisitos de qualidade, pois se trata de uma indústria alimentícia e se faz necessário seguir um protocolo de higienização para cumprimento das obrigações legais e requisitos de auditoria. Qualquer mudança proposta nessa área deve passar por uma avaliação documental, validação de eficácia comprobatória e atualização do sistema de gestão antes da mudança, o que resulta uma frente de trabalho a longo prazo.

Outra frente que não pode ser trabalhada devido a prazos curtos são as paradas por baixa demanda e *setup*, pois envolve um trabalho de alteração do planejamento de *mix* de produção de forma a reduzir as trocas de produtos e aumentar as vendas, porém para isso é necessário revisar os contratos comerciais e alterar as datas acordadas com os clientes o que passa por avaliação jurídica e comercial, a qual demanda tempo.

Em relação às paradas por falta de operador, não foi avaliado no orçamento a contratação de mão de obra, o que só é possível alterar no ano seguinte.

Dessa forma dos quatro grupos de paradas o único que se é possível atuar a curto prazo é a parada por falta de material, a qual se destaca por ser a segunda fonte de maior impacto na linha e por ser resolvido por um projeto de baixo custo o que justifica a aplicação das mudanças.

### **4.3 Arranjo físico produtivo**

Neste tópico são apresenta-se o cenário atual e o cenário proposto frente ao problema apresentado.

#### **4.3.1 Cenário atual**

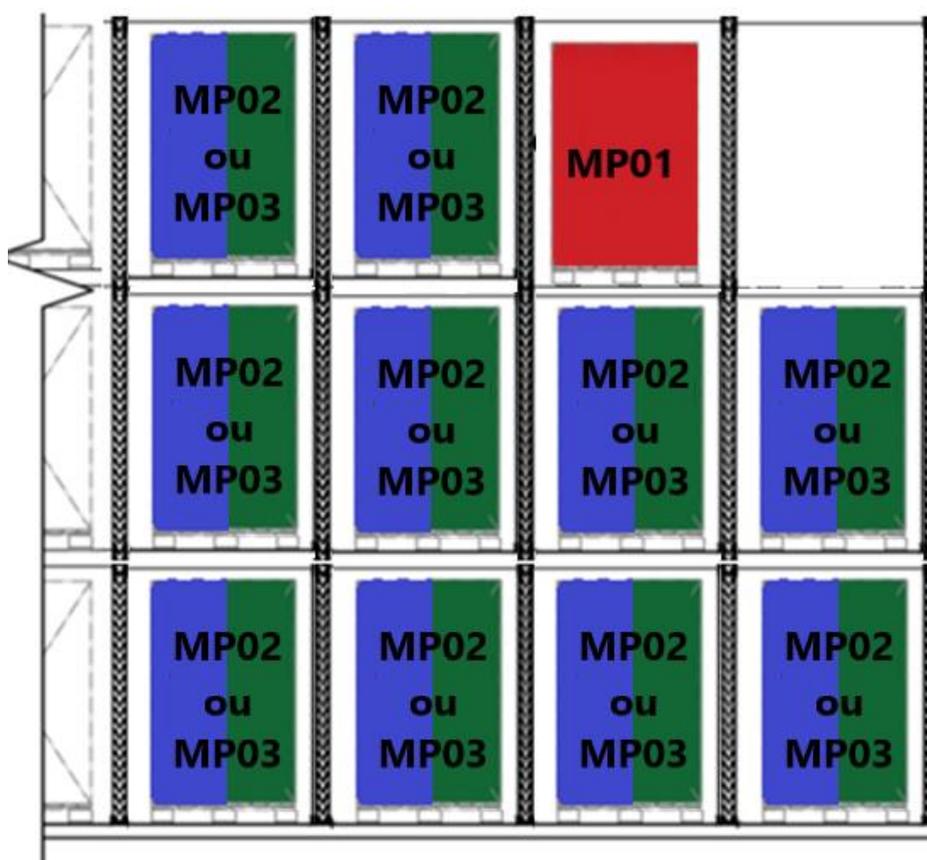
Avaliando as paradas por falta de material foi possível identificar que a falha era referente à disposição dos materiais em duas principais áreas, sendo na linha de envase e na área de *picking*.

No armazém o material é estocado nos porta *pallets* conforme ordem produtiva e aplicação do FIFO sendo respeitado esse critério para todo material usado na área produtiva.

O fluxo se iniciava através da separação dos itens que constavam na lista de peças da ordem de produção a qual é composta por um conjunto de 10 *pallets* da Matéria Prima 02 (MP02) para material envasado em caixa, ou 10 *pallets* da Matéria Prima 03 (MP03) para o envase em sacaria, combinados com 1 *pallet* da Matéria Prima 01 (MP01) em ambas as produções.

Os materiais eram colocados no espaço reservado para a linha de envase 1 na estrutura porta *pallet* e tinha sua disposição seguindo a sequência da direita pra esquerda e de baixo para cima, iniciando pelo item de maior volume. É possível ver essa representação dos insumos produtivos para o projeto em questão na Figura 13.

Figura 13 - Posição *Pallet*

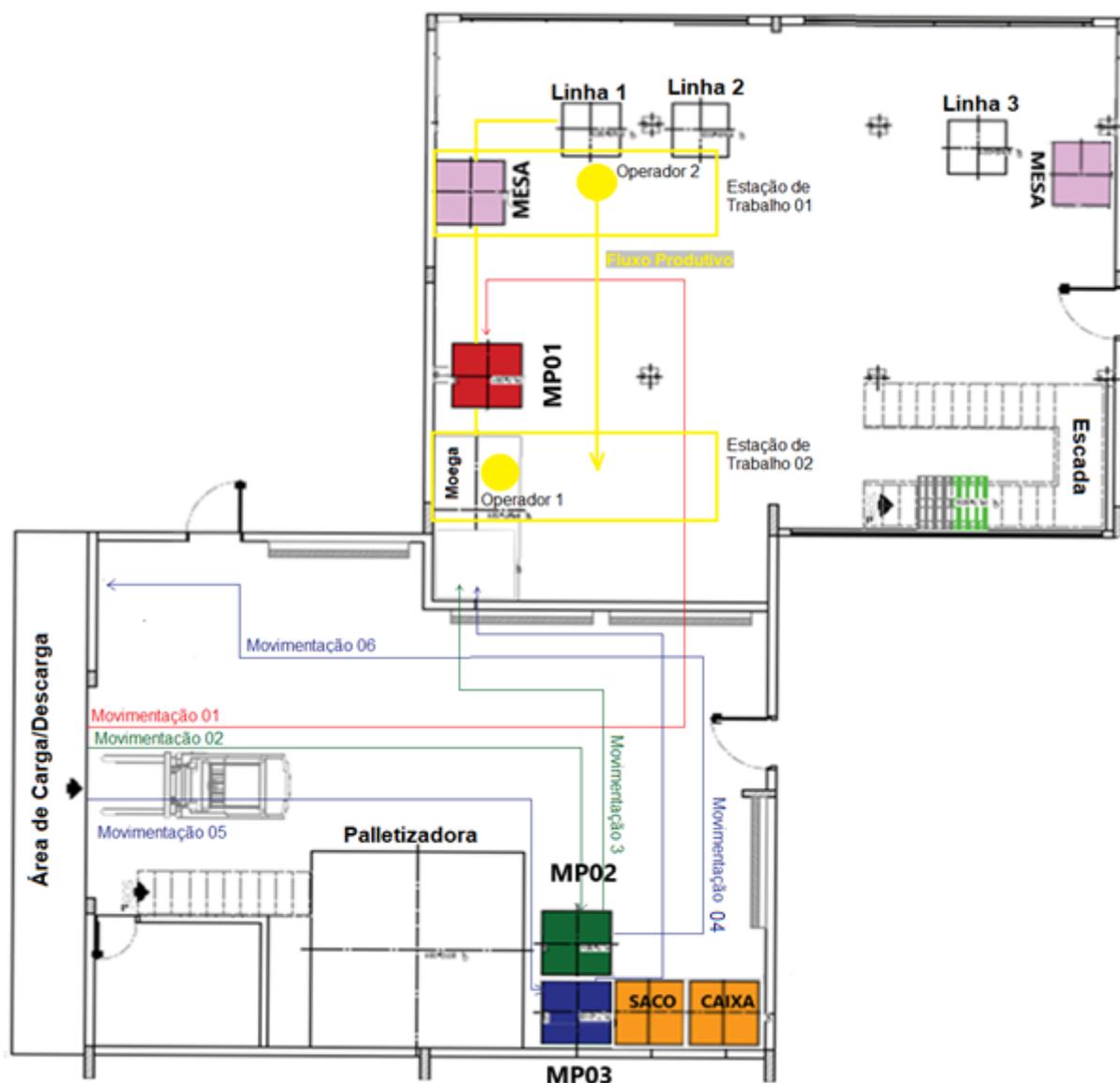


Fonte: Autoria Própria

No setor de envase a distribuição dos insumos produtivos era organizada de forma desestruturada, desconsiderando espaços disponíveis e a segurança da operação.

A Figura 14 ilustra a disposição dos *pallets* e das linhas de envase antes da aplicação do projeto. Com isso é possível observar o *layout* celular no fluxo produtivo, representado pelas linhas amarelas. O Operador 1 é responsável pela dosagem dos insumos e palletização das embalagens dentro da sua estação de trabalho, enquanto o Operador 2 tem como função a identificação das embalagens e envase do produto, evidenciando assim um sistema híbrido que contempla *layout* em linha e o funcional.

Figura 14 - *Layout* área de envase



Fonte: Autoria Própria

Para a movimentação era levado em consideração apenas a produção de duas batelas, somando a produção de 1000 quilos de produto final com isso a MP01 era transportada da área de descarga até a lateral da moega para que o Operador 1 tivesse acesso fácil ao material, a operação é representada pela Movimentação 01 indicada pela linha vermelha.

Ao chegar no setor, as MP02 e MP03 são condicionadas ao lado da palletizadora, conforme representado na Figura 14 respectivamente pela Movimentação 02 e Movimentação 05. Para a MP03 é necessário realizar a retirada da MP02, conforme representado pela Movimentação 06, para na sequência movimentar o material até a moega, segundo a Movimentação 04, enquanto que na MP02 o trajeto é apenas da sua posição de origem para a área de dosagem, representado pela Movimentação 03.

Devido à quantidade reduzida de posições no setor o deslocamento dos materiais da área de *picking* para o envase precisavam ocorrer com uma frequência maior, pois o sistema de transporte, que movimenta todos os materiais das três linhas de envase têm capacidade máxima de 6 *pallets* por movimentação.

#### 4.3.2 Cenário proposto

Com objetivo de otimizar os espaços e eliminar a falta de material durante o processo ou a troca da ordem de produção, reavaliou-se os espaços disponíveis, e desta forma, foi possível incrementar 8 posições para armazenamento de *pallet* no setor de envase e com isso possibilitou o armazenamento da Matéria Prima 02 e 03 simultaneamente, reduzindo paradas por troca de formulação.

Considerando a taxa desejada de produção seria necessário movimentar 22 *pallets* de material para a área produtiva para que seja produzido 16 toneladas por dia.

**Quadro 1 - Quantidade de pallets movimentados por turnos**

<b>Materia Prima (Palet)</b>	<b>Turno 1</b>	<b>Turno 1</b>	<b>Turno 2</b>	<b>Turno 2</b>	<b>Turno 3</b>	<b>Turno 3</b>
Matéria Prima 02/03	3	2	3	2	3	2
Matéria Prima 01	1	0	0	1	0	0
Caixa/Sacaria	1	0	1	1	1	0
Sacaria Interna	1	0	0	0	0	0
Qnt. Movimentada	6	3	4	4	4	2

**Fonte: Autoria Própria**

Como é possível observar no , para realizar essas movimentações de maneira ordenada e a fim de não haver a falta de matéria prima e insumos é necessário no começo do Turno 1 realizar a movimentação inicial de 6 *pallets*, sendo eles 3 de Matéria Prima 02/03, 1 de Matéria Prima 01, juntamente com um *pallet* de Caixa/Sacaria e um de Sacaria Interna, sendo repostos conforme a taxa produtiva, essa atividade ocorre ao início e final de cada turno.

Com as movimentações definidas e o *mix* de produção variando entre dois produtos, foi possível estabelecer um estoque máximo e mínimo de materiais por área, conforme Quadro 2.

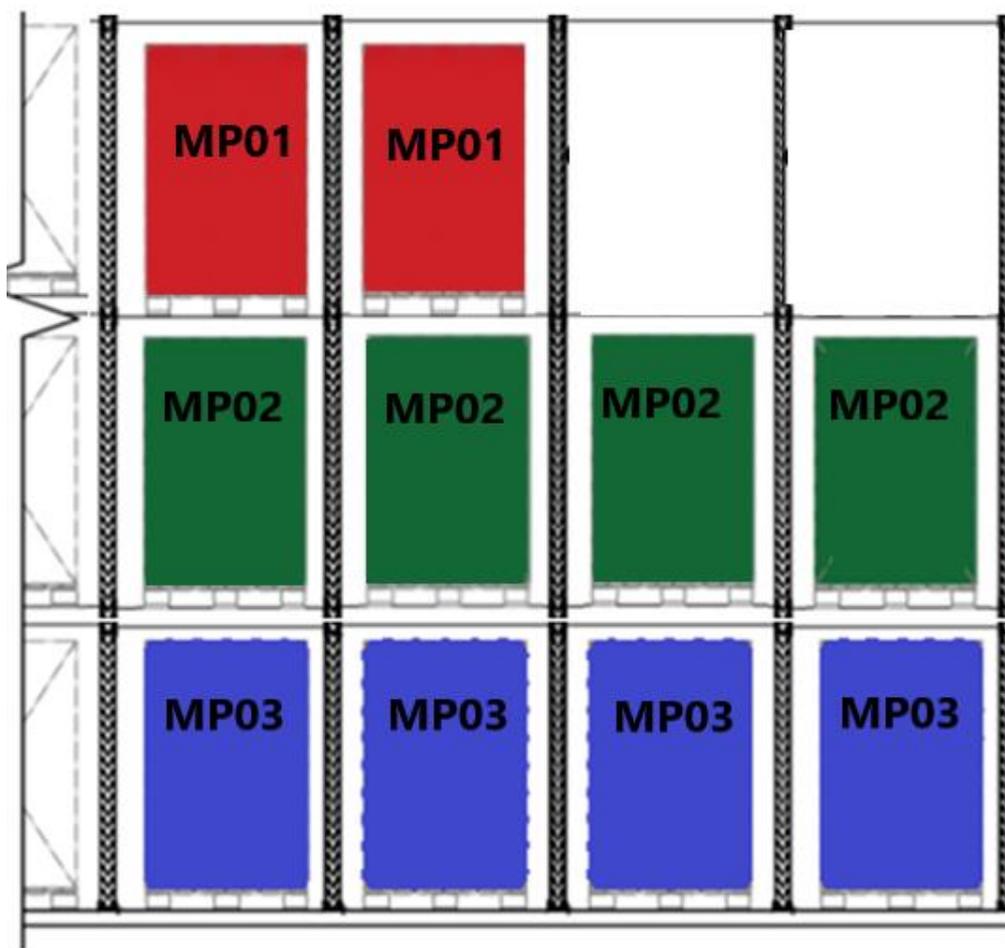
**Quadro 2 - Quantidade em Estoque**

<b>Local</b>	<b>Materiais</b>	<b>Quantidade Mínima</b>	<b>Quantidade Máxima</b>	<b>Unidade</b>
Armazém	Matéria Prima 01	2	4	Pallet
Armazém	Matéria Prima 02	4	8	Pallet
Armazém	Matéria Prima 03	4	8	Pallet
Armazém	Caixa	4	8	Pallet
Armazém	Sacaria	1	2	Pallet
Produção	Matéria Prima 01	4	40	Sacaria
Produção	Matéria Prima 02	2	3	Pallet
Produção	Matéria Prima 03	2	3	Pallet
Produção	Caixa	80	320	Unidade
Produção	Sacaria	80	500	Unidade

**Fonte: Autoria Própria**

Com as movimentações e quantidade definidas foi possível realizar uma melhor redistribuição dos materiais no armazém, conforme Figura 15

Figura 15– Nova Disposição Posição *Pallet*



Fonte: Autoria Própria

As MP02 e MP03, foram armazenadas separadamente devido a semelhança das suas embalagens. Dessa forma a MP03 ficaria fixa no primeiro nível da estrutura, enquanto a MP02 ficaria no segundo nível. Não foi possível separá-las com MP01, pois o material dessas matérias primas é sensível e tem o risco de queda quando armazenado acima do terceiro nível.

Como a MP01 é um material acondicionado em uma embalagem apropriada a mesa foi posicionada no terceiro nível.

Alterou-se para um sistema de gestão visual por cores, dessa forma cada matéria prima possui uma cor específica, facilitando para o colaborador a

compreensão das posições e materiais a serem condicionados, conforme *layout* proposto na Figura 15.

No armazém as estruturas de armazenamento foram pintadas conforme cores estabelecidas, como observa-se Figura 16.

**Figura 16 - Disposição no armazém**

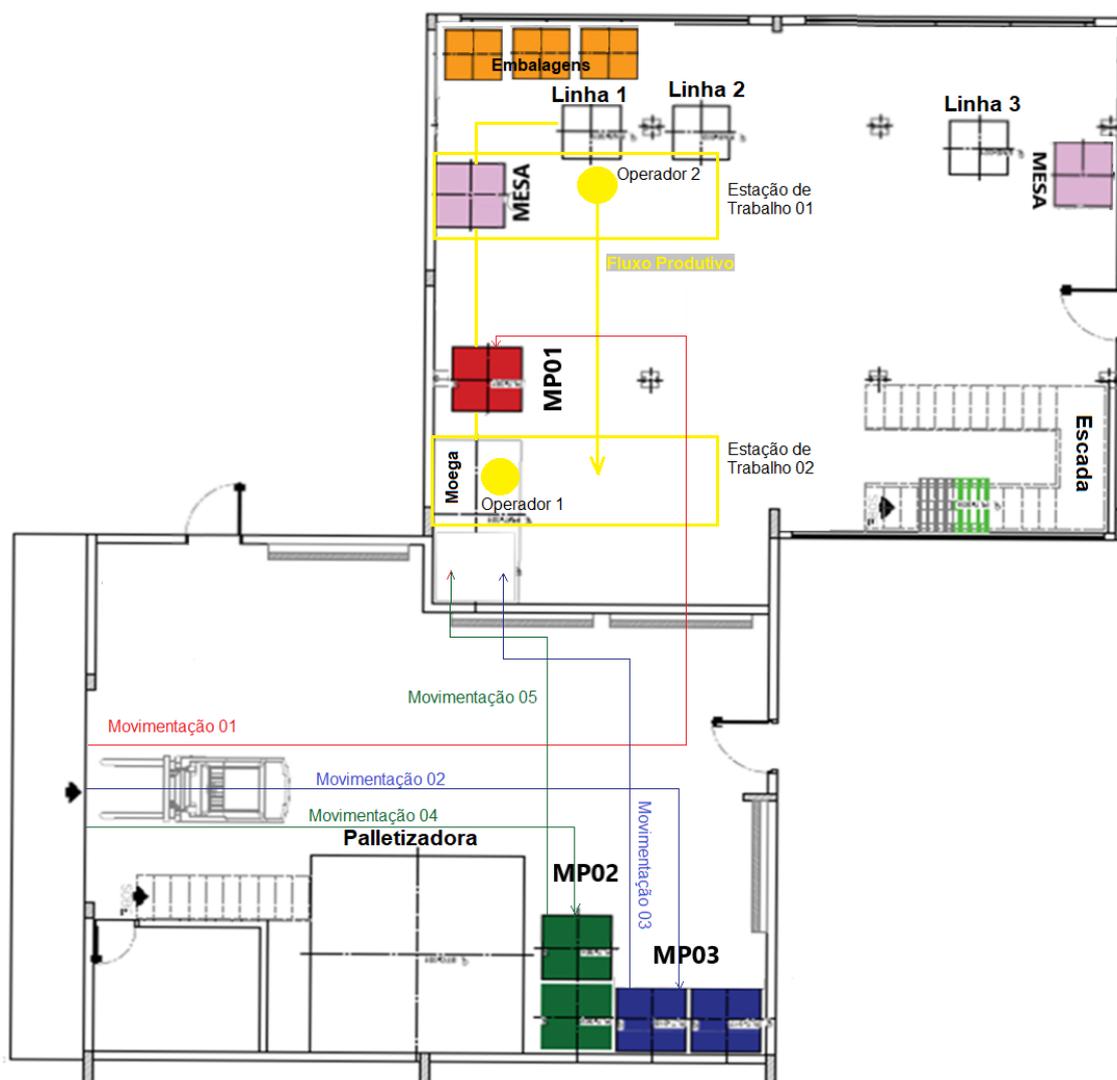


**Fonte: Autoria Própria**

A área também foi identificada com faixa amarela e laranja para que se possa identificar com maior facilidade o local correto de armazenagem para o material da linha 01 em relação às outras matérias primas da fábrica.

Considerando os novos espaços para a área de movimentação no setor da área de envase foi possível realizar a proposta de um novo *layout* conforme Figura 17.

**Figura 17 - Novo *Layout* Área de Envase**



**Fonte: Autoria Própria**

Evidencia-se que uma movimentação foi eliminada, pois não é mais necessário reposicionar materiais para retirada. Outro fator que contribuiu foi a posição das embalagens próximas ao envase, o que aumentou o espaço para matéria prima e permitiu que o *layout* celular funcionasse de forma adequada, pois os insumos para a linha agora se encontram próximos ao local de sua utilização.

A definição de local e quantidade permitiu também a redução da movimentação entre setores, pois antes ocorria de forma aleatória de acordo com a demanda, em uma frequência média de 3 a 7 vezes ao longo do turno a qual passou para 1 vez.

Um fator observado é a redução das paradas por falta de material, pois agora a reposição do mesmo acompanha a taxa de produção, evitando estoque excessivo ou falta.

Por se tratar de uma área produtiva e devido aos requisitos legais da empresa, não foi possível realizar o registro fotográfico do cenário proposto.

#### 4.4 ANÁLISE DE DADOS

Foi realizado um comparativo de cenários por meio das análises dos dados por um único indicador de forma a avaliar uma maior eficiência da linha.

Avaliando-se o sequenciamento das atividades é possível identificar um excesso de etapas, que pode causar riscos à qualidade devido ao demorado manuseio das matérias primas. Além disso uma queda de produtividade devido à alta demanda de atividade, que realoca a mão de obra do processo produtivo para a movimentação de material, sendo assim a ferramenta utilizada para avaliar a eficiência das mudanças propostas foi o OEE.

**Tabela 5 - OEE Pré-Projeto**

Índices	OEE Set/2019	OEE Out/2019	OEE Nov/2019	OEE Dez/2019	OEE Jan/2020
Desempenho	64%	81%	74%	61%	76%
Disponibilidade	55%	59%	79%	69%	59%
Qualidade	100%	100%	100%	100%	100%
<b>OEE</b>	<b>35%</b>	<b>48%</b>	<b>58%</b>	<b>42%</b>	<b>45%</b>

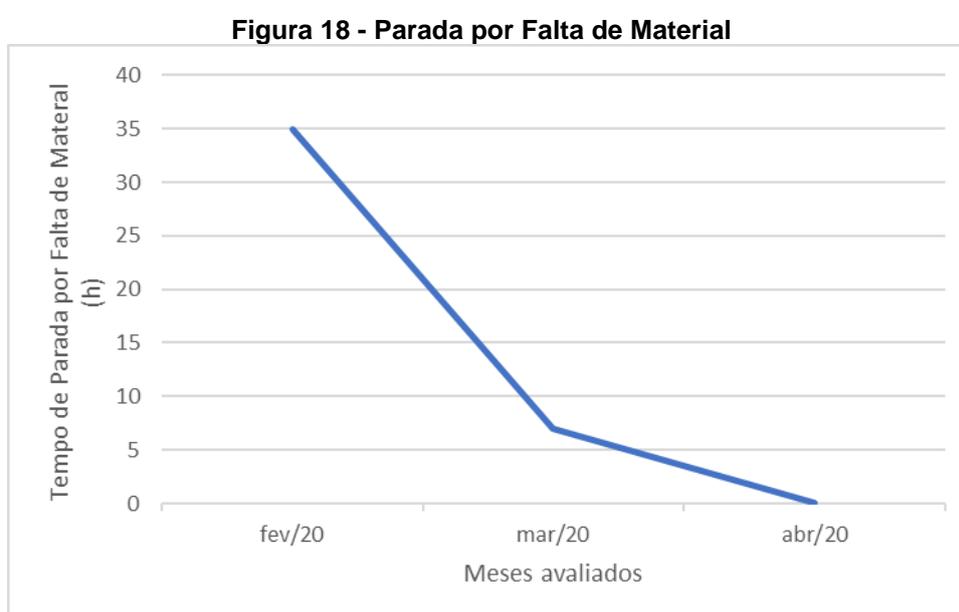
**Fonte: Autoria Própria**

Na Tabela 5 é possível observar o cálculo do OEE, seguindo a Equação 1, do período de setembro de 2019 a janeiro de 2020. A disponibilidade foi afetada negativamente pela parada de linha devido à falta de matéria prima. Em relação ao desempenho, o impacto negativo causado foi relacionado ao desligamento e religamento do sistema, desta forma há um tempo necessário para que o sistema saia

do regime transiente para o regime permanente. Quando se fala da qualidade, não houve contaminação ou algum fator negativo que impactasse o OEE.

Para garantir a sustentabilidade do projeto, foi criado também um material de apoio para as equipes produtivas, de forma a conseguir visualizar as quantidades mínimas e o *layout* proposto, esse material está disponível no Apêndice A.

Após implementação do projeto, observou-se uma decrescente no número de paradas em relação à falta de material na linha, no qual em abril de 2020 atingiu-se zero paradas por esse fator. Pode-se visualizar essa queda na Figura 18.



**Fonte: Autor Próprio**

Considerando o cálculo do OEE, utilizando a Equação 1, observa-se a alteração de dois indicadores após a aplicação do projeto, sendo eles disponibilidade e produtividade, essa evolução é perceptível conforme Tabela 6.

**Tabela 6 - OEE Pós projeto**

Índices	OEE Fev/2020	OEE Mar/2020	OEE Abr/2020
Desempenho	85%	86%	82%
Disponibilidade	57%	77%	80%
Qualidade	100%	100%	100%
<b>OEE</b>	<b>49%</b>	<b>66%</b>	<b>66%</b>

**Fonte: Autoria Própria**

Percebe-se um aumento significativo nos indicadores trabalhados devido a alteração de *layout* e quantidade. Ao se tratar de desempenho essas alterações permitiram reduzir o número de viagens externas, entre setores, e internas, movimentações dentro da área produtiva, o que gerou um acréscimo de tempo do operador nas operações produtivas gerando maior eficiência a linha. Outro fator que colaborou para esse aumento foi a redução de bateladas iniciais, pois com um fluxo contínuo só é necessário realizar a batelada de limpeza uma vez por ordem produtiva.

Ao se tratar de disponibilidade as mudanças propostas eliminaram a segunda maior fonte de paradas da linha, o que permitiu um aumento direto desse indicador.

## 5 CONCLUSÕES

Analisando-se a linha de envase de produtos em pó e suas movimentações entre setores e internas da área permitiu-se no final do estudo de caso, realizar a comparação de cenários através da apresentação dos indicadores pré-projeto e pós-projeto, e apresentação dos *layouts* antes e depois de forma a validar que os objetivos de melhorias propostos foram atingidos, conforme dados apresentados nos resultados, reafirmando as vantagens de se implementar um sistema de fluxo de materiais.

Dentre as mudanças propostas, a gestão visual do estoque foi a etapa que gerou um maior valor agregado, pois colocou em destaque o sistema de implementação de forma a facilitar o entendimento da operação.

A implementação de um sistema de movimentação e alteração do *layout* fez com que se houvesse uma redução no tempo de parada de máquinas e movimentações desnecessárias dos colaboradores e insumos para a produção, o que em termos de fábrica pode ser visto como uma redução de atividades de risco, pois os locais de movimentação são distantes e utilizam rotas compartilhadas com o time de carregamento de caminhões.

Além disso houve a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto, uma das frentes dos sete desperdícios descrita por Taiichi Ohno.

Em suma pode se afirmar que a aplicação do projeto cumpriu com o seu propósito e atingiu os resultados esperados, pois se teve uma melhora na disponibilidade e performance do equipamento, outro fator levantado e que poderá ser trabalho em futuros estudos é a redução das atividades do movimentador, que realizava cerca de 3 a 7 viagens entre áreas e movimentava os materiais de forma constante dentro do setor, porém teve o transporte reduzido para uma viagem e a movimentação interna reduziu-se cerca de 50% do tempo, com isso ficando disponível para auxiliar em outras demandas da planta como organização diária a qual corresponde à quinta maior parada da linha.

## REFERÊNCIAS

- ABIA. **Números do setor de alimentos**. Disponível em: <https://www.abia.org.br/numeros-setor>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- AGOSTINHO, Márcia Esteves. **Complexidade e organizações**: em busca da gestão autônoma. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2003. 142 p.
- ALMEIDA, Rodrigo Pessotto. **PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA PLÁSTICA: UMA ABORDAGEM BASEADA EM PREVISÃO DE DEMANDA E NÍVEIS DE CAPACIDADE**. 2016. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2320/1440>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- BAMBER, C.j.; SHARP, J.m.; HIDES, M.t. **Factors affecting successful implementation of total productive maintenance**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, [s.l.], v. 5, n. 3, p.162-181, set. 1999. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13552519910282601>.
- BARROS, J. F., & LIMA, G. B. **A influência da gestão da manutenção nos resultados da organização**. V Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, 2009.
- BLACHE, M. K. & SHRIVASTAVA, B. A., **Defining Failure of Manufacturing & Equipment**. In: Proceeding Annual Reliability and Maintainability Symposium, pp. 69-75, 1994.
- CAMARGO, Paulo Rogério. **Implementação de técnicas da teoria das restrições e da mentalidade enxuta**: Estudo de caso em uma empresa automobilística. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté) – Taubaté, 2012.
- CARVALHO, Andréa R. Nunes; AGOSTINHO, Márcia Esteves. **Gestão Estratégica de Curto Prazo**: simulação e autonomia. XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Florianópolis, 2004. Anais... Florianópolis: ENEGEP, 2004.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciando à administração de materiais**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações**. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 446 p.

CORRÊA, Henrique L., CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. 5. reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

DINGLEY, Mark. **What is Overall Equipment Effectiveness (OEE)**. Disponível em: <https://blog.matthews.com.au/what-is-overall-equipment-effectiveness-oeef/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

DOMINGO, Rosario; ALVAREZ, Roberto; PEÑA, M. Melodia; CALVO, Roque. **Materials flow improvement in a lean assembly line**: a case study. In: Assembly Automation, v. 27, n. 2, p. 141-147, 2007.

FARIA, A.C; Costa, M.F.G.; **Gestão de Custos Logísticos**. 1º edição. São Paulo: Atlas, 2005.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GHINATO, P. Publicado como 2o . cap. do Livro Produção & Competitividade: **Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GREIF, M. **The Visual Factory**: building participation through shared information. Portland, EUA: Productivity Press, 1991.

GUTIERREZ, R. H.; SIMÃO, V. G. Introdução. In: LUSTOSA, Leonardo et al. (org.) **Planejamento e controle da produção**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 357 p.

HALL, R. W. **Attaining Manufacturing Excellence** – Just in Time, Total Quality, Total People Involvement. Homewood, EUA: Dow Jones-Irwin, 1987.

HAMRICK, James. **Industrial Engineering**. 1994.

HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos Equipamentos**: Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para aumento dos lucros. Porto Alegre. Bookman, 2006.

HARRIS, R.; HARRIS, C.; WILSON, E. (2004). **Fazendo Fluir os Materiais**: um guia Lean de movimentação de materiais para profissionais de operações de produção e engenharia. São Paulo: Lean Institute Brasil.

HOOP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics**: Foundations of Manufacturing Management. 3ª ed. Nova York: McGraw Hill Higher Education, 2008, 720 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio de Aquino. **Manutenção – Função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KAUARK, F.; MANHÃES, F.C.; MEDEIROS, C.H. **Metodologia da pesquisa**: guia prático. Itabuna. Ed. Via Litterarum, 2010.

KENWORTHY, John. **Planning and control of manufacturing operations**. John Wiley & Sons, 1998. 262 p.

LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1999.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Gestão Visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças**. Publicado em julho de 2009. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 27 mar. 2012.

LIFF, Stewart; POSEY, Pamela Ashley. **Seeing is believing**: how the new art of visual management can boost performance throughout your organization. Nova York, EUA: Amacom, 2004.

MARTINS, P.G.; Alt, P.R.C.; **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2006.

MASIERO, Gilmar. **Introdução à administração de empresas**. São Paulo: Atlas, 1996.

MELLO, Carlos H. P. Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas **NBR ISO9000**. Dissertação de Mestrado, Itajubá: EFEI, 1998.

MONDEN, Yasuhiro (1998), **Toyota Production System, An Integrated Approach to Just-In-Time**, Third edition, Norcross, GA: Engineering & Management Press, ISBN 0-412- 83930-X.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2001. 619 p.

MOURA, Reinaldo A. **Manual de logística – armazenagem e distribuição física**, volume 2. São Paulo: IMAM, 1997.

MOURA, Reinaldo A. **Sistema e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**: Sistemas e técnicas. 5.ed.rev. São Paulo: Imam, 2005.

MUTHER, Richard. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. Tradução Mário Nishimura. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 105 p.

NOVIDA de Materiais: **Guia completo sobre logística interna**. 2021. Disponível em: <https://www.novida.com.br/movimentacao-de-materiais/>. Acesso em: 28 nov. 2021.

OHNO, Taiichi (1988) **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997 (edição norte-americana de 1988 e primeira edição japonesa de 1978).

PEINADO, Jurandir e GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba – Pr: Biblioteca do Unicenp, 2004. 375 p. Disponível em: <http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/livro2folhas.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

PESSOA, P. P. F. A. de. **Gestão Agroindustrial**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2003.

QUELHAS, O. L. G.; COSTA, H. G.; LUSTOSA, L. J.; NANJI, L. C.; SCAVARDA, L. F.; SALLES, M. T.; MESQUITA, M. A.; OLIVEIRA, J. de O.; CARVALHO, R. A. de; RAUSAND, M.; OIEN, K. **The basic concepts of failure analysis**. Reliability Engineering and System Safety, 1996, nº 53, pp. 73-83, 1996.

ROTHER, M.; HARRIS R. **Criando Fluxo Contínuo**. Lean Institute Brasil. São Paulo. 105p, 2002.

SHARMA, R. K.; Kumar, D.; Kumar, P. (2006); "**Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis**", Industrial Management & Data Systems, 106 (2), 256-280.

SHARMA, V. ; PUROHIT, G. R. ; ARYA, R. S. ; HARSH, M., 2006. **Evaluation of some complete rations in sheep incorporating unconventional feed resources of arid zone in India**. Anim. Nutr. Feed Technol., 6: 135-141.

SHERWIN, D., **A review of overall models for maintenance management**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 6, nº 3, p. 138-164, 2000.

SILVA, J. P. A. R.; **OEE a Forma de Medir a Eficácia dos Equipamentos**. 2009.

SINGH, Jagtar; RASTOGI, Vikas; SHARMA, Richa. **Total Productive Maintenance Review: A Case Study in Automobile Manufacturing Industry**. International Journal of Current Engineering And Technology. Online, p. 2010-2016. dez. 2013.

SLACK, N. CHAMBERS, S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção**. Tradução Maria Teresa Correia de Oliveira. Revisão Técnica Henrique Luiz Corrêa. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SLACK, N. **The importance performance matrix as a determinant of improvement priority**. International Journal of Operations e Production Management. v. 14, n. 5, p. 59-75, 1994.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002a.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002b.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 3ed, 2009.

STEVENSON, W. J. (2001) – **Administração das Operações de Produção**. LTC. 6ª edição. Rio de Janeiro.

TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na Manutenção**: estratégias, utilização e gerenciamento. 2. ed. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

WOMACK, J. E JONES,D., DANIEL,T., **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. Simon & Schuster, New York, 1996.

**APÊNDICE A** - Lição ponto a ponto para armazenagem e estoque mínimo e máximo na logística.

<b>SUPPLY CHAIN - LOGÍSTICA</b>		<b>Número da IT</b>		
<b>LIÇÃO DE UM PONTO</b>				
<b>DISTRIBUIÇÃO E ESTOQUE MÍNIMO PARA INSUMOS E MATÉRIAS PRIMA PARA DRY-BLEND E SPRAY</b>				
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<input type="checkbox"/> Conhecimento básico <input type="checkbox"/> Casos de problema	<input checked="" type="checkbox"/> Casos de melhoria		
MÁQUINA/ÁREA: Armazém 3		DATA: 15/05/2020		
<p><b>VISANDO A MELHORIA CONTINUA NOS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO E CONSUMO RELACIONADO DOS MATERIAIS, DEVEMOS SEGUIR AS ORIENTAÇÕES DESCRITAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* NO MOMENTO DA SEPARAÇÃO DO MATERIAL QUE SERÁ CONSUMIDO PELA PRODUÇÃO, DEVEMOS SEMPRE REALIZAR A SEPARAÇÃO DE ACORDO COM O FIFO.</li> <li>* PARA PADRONIZAMOS NOSSAS ATIVIDADES E AGILIZARMOS O NOSSO PROCESSO SEGUIE O PADRÃO PARA O POSICIONAMENTO DE INSUMOS E MATERIA PRIMA NOS PORTAS PALETES</li> </ul>				
<p><b>PADRONIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DOS INSUMOS PARA CONSUMO DAS LINHAS DE FINALIZAÇÃO DO DRY-BLEND E SPAY</b></p>				
<p><b>PADRONIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DAS MATERIAS PRIMAS PARA CONSUMO DAS LINHAS DE FINALIZAÇÃO DO DRY-BLEND E SPRAY</b></p>				
<p><b>GATILHOS PARA REABASTECIMENTO DOS BOX'S</b></p>				
<b>SKU</b>	<b>Produto</b>	<b>Quantidade Máxima</b>	<b>Quantidade Mínima</b>	<b>Unidade</b>
256098	CAIXA DE PAPELAO GRD C/ LOGO	8	4	Pallets
401930	CAIXA PAP EMULSIFICANTE EM PO	2	1	Pallets
256165	SACO PEBD AB. S/IMP. P/CX GDE	2	1	Pallets
257387	SACO PEBD VALVULADO C/ IMPR	2	1	Pallets
259893	PALLET - 1,00 X 1,20 M	10	5	Pallets
255984	PALLET - 1,10 X 1,20 M	10	5	Pallets
259673	M90M	8	4	Pallets
259672	M90	8	4	Pallets
255699	CARBONATO	4	2	Pallets
393400/508802	M52	4	2	Pallets
Autor:		Assinatura:		
Setor:				
Revisado por:		Assinatura:		
Setor:				
Aprovado por:		Assinatura:		
Setor:				