

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PESQUISA, PRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

GABRIELLE EVANGELISTA GONÇALVES
LUIS FELIPE SILVA
THAIS TAYANE NOBRE SILVA MARTINS

**ADEQUAÇÃO DO LAYOUT PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM
UMA EMPRESA PRODUTORA DE EMBALAGENS**

BELO HORIZONTE
JUNHO, 2021

GABRIELLE EVANGELISTA GONÇALVES
LUIS FELIPE SILVA
THAIS TAYANE NOBRE SILVA MARTINS

ADEQUAÇÃO DO LAYOUT PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM UMA EMPRESA PRODUTORA DE EMBALAGENS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) submetido à Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, como requisito para obtenção de título de bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia de Operações e Processos de Produção.

Orientador de Conteúdo: Professora Ms. Gabriela Fonseca Parreira Gregório

Co-orientador de Conteúdo: Professora Ms. Tálita Rodrigues de Oliveira Martins

Orientador de Metodologia: Professora Ms. Raquel Ferreira de Souza

BELO HORIZONTE
JUNHO, 2021



FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS

Instituto Educacional “Cândida de Souza”

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **ADEQUAÇÃO DO LAYOUT PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM UMA EMPRESA PRODUTORA DE EMBALAGENS**, de autoria do(s) aluno(s) **Gabrielle Evangelista Gonçalves, Luis Felipe Silva, Thais Tayane Nobre Silva Martins** aprovados pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Profa. Ms. Gabriela Fonseca Parreira Gregório

Orientadora

Prof. Dr. ou Ms.

Membro da Banca

Prof. Dr. ou Ms.

Membro da Banca

Belo Horizonte - MG. 2021

Carta de Aceite

O trabalho intitulado "ADEQUAÇÃO DO LAYOUT PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM UMA EMPRESA DE EMBALAGENS", submetido em "07/06/2021" foi aceito para publicação e será publicado em até 30 dias na Revista Research, Society and Development - ISSN 2525-3409.

O trabalho é de autoria de:

Luis Felipe Silva, Gabrielle Evangelista Gonçalves, Thais Tayane Martins Nobre, Gabriela Gregorio e Tálita Rodrigues de Oliveira Martins.

São Paulo, 11 de junho de 2021.



Dr. Ricardo Shitsuka
Editor

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos são direcionados as pessoas que fizeram parte de nossas vidas e que de alguma forma estiveram conosco nos diferentes momentos, nos dando força e apoiando-nos nas horas difíceis.

Agradecemos as orientadoras Gabriela Fonseca e Tálita Rodrigues pela presteza no auxílio às atividades, principalmente sobre o andamento e normalização deste Trabalho de Conclusão de Curso, no qual com toda certeza seus conhecimentos foram compartilhados.

Agradecemos aos nossos pais por todo incentivo e estímulo para a conclusão desse curso.

E, por fim, agradecemos a Deus que sempre coloca no nosso caminho pessoas especiais. Aquele que nos concede forças para vencer os obstáculos da vida.

EPÍGRAFE

"Não encontre falhas, encontre a solução."

(Henry Ford)

RESUMO

As organizações procuram se manter em um mercado que está mais competitivo, junto a consumidores exigentes, com isso vem a importância de produzir com qualidade e manter um preço competitivo, uma das formas de se alcançar isso é através da eliminação de desperdícios, pois permite a organização a expandir sua lucratividade sem precisar aumentar o preço final do produto. Por este motivo, este trabalho tem como objetivo apresentar um layout mais adequado, para que seja possível melhorar o processo de produção de embalagens de papelão, a fim de cooperar com resultados satisfatórios no processo, como a eliminação dos desperdícios. Para atingir esse objetivo as seguintes ações foram realizadas: mapeamento do processo produtivo, identificação e quantificação dos desperdícios e sugestões de melhorias. O estudo de caso foi realizado em uma fábrica de embalagens de papelão localizada na cidade de Betim - MG e para a coleta e análise dos dados foram utilizadas as técnicas de um questionário com os funcionários e visitas in loco para observação.

Palavras-Chave: Arranjo físico. Eliminação de desperdícios. Indústria de embalagens.

ABSTRACT

Organizations seek to maintain themselves in a market that is increasingly competitive, with increasingly demanding consumers, this comes with the importance of producing with quality and keep a competitive price. One of the ways to achieve this goal is through the elimination of waste, this allows the organization to increase its profitability without having to increase the final price of the product. For this reason, this study aims to present a more adequate layout, so that it is possible to improve the cardboard package production process, in order to cooperate with satisfactory results in the process, such as the elimination of waste. In order to achieve this objective, the following actions were carried out: mapping of the production process, identification and quantification of waste, and improvements suggestions. This case study was carried out in a cardboard packaging factory, located in the city of Betim - MG, and for data collection and analysis, semi-structured interview techniques on-site visits for observation and document analysis were used.

Keywords: layout, waste elimination, packaging industry

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRE	Associação Brasileira de Embalagem
FEAMIG	Faculdade de Engenharia de Minas Gerais
JIT	Just in time
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
OF	Ordem de fabricação
ORT	Organização Racional do Trabalho
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – As sete perdas do Sistema Toyota de Produção.	27
Figura 2 - Exemplo de um fluxograma.....	31
Figura 3 - Exemplo do mapeamento do fluxo de valor	32
Figura 4 - Exemplo de arranjo físico posicional	37
Figura 5 - Exemplo de arranjo físico por processo	38
Figura 6 - Exemplo de arranjo físico celular	38
Figura 7 - Exemplo de arranjo físico por produto.....	39
Figura 8 - Ciclo PDCA de controle de processos	42
Figura 9 - Exemplo de Diagrama de Ishikawa.....	43
Figura 10 - Exemplo de gráfico de Pareto	44
Figura 11 - Exemplo de etiqueta de identificação Kanban	45
Figura 12 - Fluxograma Processo Produtivo da Caixa de Papelão.	60
Figura 13 - Layout atual da empresa de embalagens de papelão.....	62
Figura 14 – Diagrama de Ishikawa	66
Figura 15 – Proposta de layout.....	70

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Gráfico de Pareto dos tipos de desperdícios	65
--	-----------

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os 5 sentidos	41
Quadro 2 - Classificação dos tipos de embalagens.....	49
Quadro 3 - Matéria prima utilizada para embalagens.....	49
Quadro 4 - Etapas do processo produtivo de embalagem de papelão.....	59
Quadro 5 - Folha de Verificação.....	63
Quadro 6 – Plano de ação.....	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contexto do problema	16
1.2 Problema de pesquisa	17
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo geral.....	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Justificativa.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Evolução do Sistema de Produção.....	19
2.1.1 Administração científica	22
2.1.2 Produção enxuta.....	25
2.2 Gestão de processos.....	30
2.2.1 Mapeamento de processos.....	30
2.2.2 Tipos de Processos Produtivo.....	33
2.3 Arranjo Físico	35
2.4 Ferramentas e métodos de melhoria para identificação e redução de desperdícios ...	39
2.5 Processo de produção de embalagens	48
3 METODOLOGIA	50
3.1 Pesquisa quantos aos fins.....	51
3.1.1 Exploratória.....	51
3.1.2 Descritiva	52
3.1.3 Explicativa.....	52
3.2 Pesquisa quanto aos meios.....	52
3.3 Organização em estudo	54
3.4 Universo e amostra	54
3.5 Formas de coleta e análise de dados	55
3.6 Limitações da pesquisa	57
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	58
4.1 <i>Layout</i> atual do processo produtivo de embalagem de papelão adotado pela empresa	58

4.2 Identificação e quantificação dos desperdícios existentes no processo produtivo mapeado	63
4.3 Causas dos desperdícios no processo produtivo de embalagens de papelão	66
4.4 Proposta de novo layout para reduzir os desperdícios identificados no processo produtivo	68
5. CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO COM OS FUNCIONÁRIOS DA FÁBRICA DE EMBALAGENS.....	76
APÊNDICE B - ORDEM DE FABRICAÇÃO - PCP	77
APÊNDICE C – ARTIGO APROVADO NA REVISTA RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT.....	79

1 INTRODUÇÃO

A produção enxuta é uma das iniciativas que grandes empresas no Brasil buscam adotar para permanecerem competitivas em um mercado cada vez mais global. O principal foco da abordagem baseia-se na eliminação de desperdícios dentro de um sistema de manufatura, que visa diminuir custos e otimizar a produção em geral.

Desenvolvida por Taiichi Ohno na década de 1950, a busca contínua pela eliminação de desperdícios (conhecida como Sistema de Produção Enxuta) era a única forma de elevar a produtividade em um Japão pós-guerra. Ohno categorizou os desperdícios em sete tipos: desperdícios de superprodução, de movimentação desnecessária, de espera, em transporte, do processamento em si, de estoque e de produzir produtos defeituosos (OHNO,1997).

Basicamente, desperdício é qualquer atividade que consome recursos, mas não agrega valor ao cliente final, ou seja, toda atividade que não interfere na qualidade, ou atribui valor ao produto. Tais atividades podem diminuir a lucratividade, aumentar o custo final e até diminuir a satisfação dos funcionários. É por isso que as empresas se veem na necessidade de se concentrar na redução de atividades desnecessárias, melhorando o processo em que elas aparecem ou, preferencialmente, eliminando-as. Ao fazê-lo, pode-se identificar oportunidades significativas para melhoria de desempenho geral.

O arranjo físico ou *layout*, também faz parte da melhoria de eficácia do sistema de produção enxuta, trata-se da disposição ordenada e adequada das instalações de fabricação e do uso dos recursos disponíveis, incluindo mão de obra, maquinário, ferramentas e materiais.

Quando bem projetado, o *layout* ajuda a visualizar e, conseqüentemente, eliminar alguns dos desperdícios citados anteriormente, como: estoque, movimentação desnecessária, a superprodução, o tempo de espera e de transporte. Em suma, um layout bem projetado diz respeito a utilização máxima e eficaz dos recursos disponíveis, a custos operacionais mínimos.

Neste cenário, este trabalho foi realizado com o intuito de analisar e avaliar o layout existente, e propor o melhor e mais eficaz arranjo físico para a empresa com base nos critérios relacionados à desperdício.

1.1 Contexto do problema

O setor de embalagens está relacionado diretamente ao poder de consumo da população, sendo bastante influenciado pela atividade econômica do país. Segundo Luciana Pellegrino, diretora executiva da Associação Brasileira de Embalagem (ABRE) às ações do mercado estão mudando cada vez mais rápido, e a “indústria tem entendido a tendência e se adequado para atender à demanda”. (SOARES, 2019)

Entretanto, com a elevação do custo da matéria-prima e de insumos, devido às incertezas da economia brasileira, houve um impacto negativo sobre os produtos de embalagem. Ao observar a situação de variabilidade no segmento, notou-se que para permanecer no mercado é importante atentar-se aos custos de produção que podem ser evitados. Com isso, buscam-se novas formas de gerenciamento do processo, e uma das opções que contribui para isso é adequação do arranjo físico.

Na fábrica de embalagens de papelão que foi estudada, notou-se problemas comuns no processo de produção, que é a perda de matéria prima no processo de corte e o estoque em processo. Dessa forma, se faz necessário investigar melhor as causas desses desperdícios e os impactos gerados para a empresa.

Outro desperdício identificado é o tempo de ajustes nas máquinas que ocorrem durante os processos de corte, e por ser um processo necessário é importante encontrar soluções para reduzir esse problema.

Sendo assim, buscar minimizar ou eliminar os desperdícios presentes no processo produtivo através de um layout adequado é importante para a competitividade da empresa. Para isso, deve-se identificar os pontos críticos desses desperdícios e analisar a melhor solução de arranjo físico.

1.2 Problema de pesquisa

Como adequar o *layout* de uma fábrica de embalagens de papelão, a fim de reduzir os desperdícios no sistema de produção?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um plano de adequação de *layout* visando a redução de desperdícios gerados no sistema de produção de embalagens de papelão, propondo formas para torná-lo mais enxuto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Apresentar o *layout* atual adotado no processo produtivo;
- Identificar e quantificar os desperdícios encontrados no processo produtivo;
- Identificar as causas dos desperdícios no processo produtivo de embalagens de papelão;
- Propor as alterações no *layout* para reduzir os desperdícios identificados no processo produtivo.

1.4 Justificativa

A reestruturação do arranjo físico é considerada uma importante estratégia de mudança que favorece o alcance de melhorias na produção, pois se estiver incorreto pode resultar em retrabalhos, o que contribui para diversas formas de desperdícios no processo de produção existente, o que se torna menos competitivo no mercado.

Neste cenário, percebeu-se a necessidade de reajustar o arranjo físico, de forma que se faça alcançar os benefícios esperados no desempenho da produção, que ganha destaque na empresa em estudo, a fim de tornar o sistema de produção mais enxuto. Com isso, pretende-se analisar os desperdícios existentes no *layout* atual, para que esses possam ser reduzidos ou eliminados.

Em relação ao processo produtivo é importante considerar importantes atribuições que um engenheiro de produção pretende alcançar, não se restringindo apenas na

melhoria do *layout* em uma empresa, mas também contribuir para diminuir os desperdícios existentes na indústria e melhorar os ciclos dos processos produtivos.

Por fim, com o intuito de redução dos desperdícios, além de agregar valor à cadeia produtiva respeitando os quesitos do meio ambiente, a empresa visa o reaproveitamento das sobras de embalagens, que seriam descartados, cooperando assim diretamente com o meio ambiente e beneficiando a sociedade.

Sendo assim, todas as intervenções realizadas permitirão que o cliente tenha uma série de produtos com custos mais acessíveis, onde cada decisão tomada com foco na redução de desperdício beneficiará todo o processo produtivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Evolução do Sistema de Produção

Os sistemas de produção evoluíram através de vários paradigmas. Vários estudos discutiram o caminho evolutivo dos sistemas de produção sob diferentes perspectivas. Mourtzis e Doukas (2014) classificaram a evolução dos sistemas de produção cronologicamente como produção artesanal, produção americana, produção em massa, produção enxuta, personalização em massa e fabricação global. Hopp e Spearman (2001) mostraram sua evolução através da evolução do gerenciamento, com início em 4000 A.C., quando os egípcios coordenavam projetos em larga escala para construir pirâmides.

Martins e Laugeni (2005) definem um sistema de produção como um grupo elementos interrelacionados (itens, pessoas ou processos) que têm por objetivo em comum a fabricação de bens manufaturados a prestação de serviços ou o fornecimento de informações.

A primeira grande evolução na indústria de transformação ocorreu durante o que agora é conhecido como a Revolução Industrial. Essa foi uma mudança que ocorreu no século XVIII, onde itens que sempre foram produzidos à mão, através de inovações tecnológicas, começaram a ser produzidos por máquinas, processo que desencadeou profundas transformações econômicas e sociais. Com advento da revolução industrial,

Surgiu uma nova concepção de trabalho que modificou completamente a estrutura social e comercial da época, provocando profundas e rápidas mudanças de ordem econômica, política e social que, em um lapso de um século, foram maiores do que todas as mudanças ocorridas no milênio anterior. (CHIAVENATO, 2004, p.60).

O estopim e inovação mais importante da primeira revolução industrial foi a do motor a vapor por James Watt em 1765, utilizado pela primeira vez em 1776. Ressaltam Corrêa e Corrêa (2007), que sua invenção tornou o vapor prático como fonte de energia para diversas aplicações, incluindo fábricas, navios, trens e minas. Como fonte de energia mais barata, levou a custos de produção mais baixos, que levou a preços mais baixos e ampliou diversos mercados, também permitiu aumentar as taxas de produção como nunca antes visto. O vapor também deu liberdade de localização

e organização industrial, no qual libertou os fabricantes de sua dependência da energia da água, como moinhos e etc.

Com a segunda revolução industrial (1860-1914), o ritmo de mudanças aumentou em todos os aspectos econômicos e sociais, cidades cresceram, novas indústrias surgiram, e a vida cotidiana passou a ser regulada pelo movimento de um relógio, ao invés do nascer e pôr do sol. Mudanças essas causadas por três fatores principais, de acordo com Chiavenato (2004, p. 34): “o aparecimento do processo de fabricação do aço (1856); o aperfeiçoamento do dínamo (1873) e a invenção do motor de combustão interna (1873)”.

Segundo Hopp e Spearman (2001), o novo processo de fabricação do aço desenvolvido por Henry Bessemer (1856), diminuiu seu custo e expandiu seu uso para desde a construção de pontes à motores de combustão interna, além de permitir o rápido avanço das malhas rodoviárias. O aperfeiçoamento do dínamo substituiu o vapor pela energia elétrica, as máquinas elétricas eram mais eficientes para operar e manter, tanto em termos de custo quanto de esforço, diferente das máquinas a vapor, isso contribuiu para o aumento nas taxas de produção que estava por vir.

Outra inovação que caracterizou o período, veio através da visão de um homem, que mudou o sistema de produção e revolucionou o mercado. Tedlow (2002, *apud* CORRÊA; CORRÊA, 2007, p.31-32) cita uma declaração de Henry Ford no início de sua carreira:

Construirei um carro para as grandes massas, feito com os melhores materiais, pelos melhores homens que puderem ser contratados e seguindo os projetos mais simples que a moderna engenharia puder conceber [...] de preço tão baixo que qualquer homem que ganhe um bom salário seja capaz de possuir – e de desfrutar com sua família a bênção das horas de prazer nos grandes espaços abertos da natureza. (2002, *apud* CORRÊA; CORRÊA, 2007, p.31-32)

O sucesso de Ford está associado ao surgimento da produção em massa, que foi popularizada na fabricação do modelo Ford T (1908). Em seu desejo de produzir um carro acessível, Ford, em razão da padronização de seus veículos, foi o primeiro a produzir, em massa, um produto complexo e de alto valor agregado. Outra inovação na indústria automobilística creditada a Ford é sua famosa linha de montagem, onde, em suas palavras, o importante é:

Manter tudo em movimento e levar o trabalho para o homem e não o homem para o trabalho. Esse é o verdadeiro princípio de nossa produção, e a correia transportadora é apenas um dos muitos meios para atingir um fim. (FORD, H. 1926. p.103, tradução nossa)

O resultado foi nada menos que sucesso absoluto para a Ford Motor Company, em 1908, ano de lançamento do Ford T, seu preço original era de \$850. Ao focar na padronização de um único modelo e no aperfeiçoamento de sua linha de montagem, Ford foi capaz de diminuir o preço para \$360 em 1916, vendendo 730.041 unidades no ano fiscal de 1916/17. Ford não parou aí, diminuindo o preço unitário para \$290 em 1920, ano em que a empresa comandava aproximadamente dois-terços do mercado automobilístico americano, de acordo com Hopp e Spearman (2001).

Embora não tenha sido o criador do sistema de produção em massa e nem da linha de montagem, foi Ford que demonstrou, na prática, o potencial dessas ideias. “Ford inovou na organização do trabalho: a produção de maior número de produtos acabados com a maior garantia de qualidade e pelo menor custo possível.” (CHIAVENATO, 2004, p.65). Suas práticas de linha de montagem acabaram se espalhando para os processos de fabricação em todos os setores, mudando para sempre a maneira pela qual os produtos eram produzidos em massa.

Com a indústria atingindo recordes históricos, as preocupações anteriores, como a taxa e volume de produção, não eram mais uma preocupação. O foco agora era organizacional, pois

A partir do advento da mecanização de máquinas, as atenções passaram a também estarem centradas na otimização da organização de chão-de-fábrica, pela necessidade de rentabilização dos investimentos efetuados nesse tipo de equipamento. (CUNHA, 2002, p.4)

É nesse cenário de crescimento acelerado e desorganizado que Frederick Winslow Taylor ganha destaque com os princípios do que vinha posteriormente ser conhecido como a administração científica.

A América, com todo o seu poderio econômico, foi local de origem das principais mudanças nos sistemas de produção até então, entretanto, a próxima grande mudança viria do outro lado do oceano pacífico, do Japão. Ao contrário da indústria automobilística americana, a indústria japonesa de 1945 não tinha uma abundância de recursos disponíveis. Essas restrições

Serviram como critério para testar se os fabricantes de carros japoneses poderiam se estabelecer e sobreviver competindo com os sistemas de produção e de vendas em massa já estabelecidos na Europa e nos Estados Unidos. (OHNO, 1997, p. 7).

Para todas essas restrições econômicas e sociais de um Japão pós-guerra, a resposta da Toyota Motor Company foi relativamente simples: eliminar todos os desperdícios. Enquanto os produtos diferem significativamente entre as fábricas, os desperdícios típicos encontrados na indústria são bastante semelhantes. Para cada tipo de desperdício encontrado, a Toyota desenvolveu uma estratégia para reduzir ou eliminar seu efeito na empresa, melhorando assim, o desempenho e a qualidade geral de seus produtos (OHNO, 1997). Essa sistemática busca e eliminação de desperdícios ficou conhecida como produção enxuta.

Ela é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para a fabricação, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos. (WOMACK; JONES; ROOS, 1998, p. 3)

A mudança está sempre presente nos sistemas de produção. Novas tecnologias são desenvolvidas e inseridas no mercado na forma de produtos e recursos. Recursos esses que os empreendedores usam para criar a próxima geração de sistemas de produção, que está sempre em avanço, através de diversos paradigmas, como: novas condições econômicas, novos conhecimentos sobre como organizar o esforço de fabricação, novas preferências do consumidor e novas técnicas de fabricação. Em algumas décadas, a manufatura sofreu uma grande mudança no que diz respeito ao ambiente em que opera, aos métodos pelos quais conduz os negócios e às tecnologias que a sustentam.

2.1.1 Administração científica

O cenário pós-revolução industrial no início do século XX na América tinha todas as características para inspirar uma ciência da administração: uma imensa variedade de empresas, de diversos tamanhos e segmentos, com problemas variados, desde desperdício, concorrência à insatisfação entre os operários (HARDWOOD, 1960). “Todos esses fatores completariam as condições propícias para a busca de bases

científicas para a melhoria da prática empresarial e para o surgimento da teoria administrativa.” (CHIAVENATO, 2004, p. 40)

“A revolução industrial, embora tenha provocado uma profunda modificação na estrutura empresarial e econômica da época, não chegou a influenciar diretamente os princípios de administração das empresas então utilizados.” (CHIAVENATO, 2004, p. 35). Os pioneiros da época,

Não tinham condições de sistematizar seus vastos negócios com eficiência, pois eram empreendedores e não organizadores. A organização era um desafio tão ou mais difícil do que a criação dessas empresas. A impressionante magnitude dos recursos que conseguiram reunir complicava tudo. O final do século XIX revelou o crescimento dos impérios corporativos e a expansão da indústria. A preocupação dominante se deslocou para os riscos do continuado crescimento sem uma organização adequada. (SCHANDLER, 1966. *apud* CHIAVENATO, 2004, p. 40)

A administração, até então, era baseada em improvisação e empirismo (CHIAVENATO, 2004).

Coube a Frederick Winslow Taylor mudar esse cenário. Em 1911, Taylor publicou *The Principles of Scientific Management*¹, no qual explica como a produtividade pode ser significativamente melhorada pela aplicação de um método científico. O método científico de Taylor é projetado para treinar trabalhadores da melhor maneira possível para obter o máximo de produção possível de seus funcionários. (SLACK, 2002).

Os princípios da Administração Científica de Taylor são os seguintes (TAYLOR, 2004):

- O trabalhador mais adequado para realizar o trabalho é escolhido, cientificamente. O indivíduo é ensinado a fazer o trabalho da maneira exata planejada. Todos, de acordo com Taylor, tinham a capacidade de ser um trabalhador de “primeira classe” em algum trabalho. O papel da gerência era descobrir qual a tarefa adequada para cada trabalhador e treiná-los até que fossem de primeira classe.
- Cada parte de uma tarefa é analisada cientificamente e o método mais eficiente para realizar tal tarefa é adotado. Isso consiste em examinar todos os fatores necessários para realizar a tarefa em questão e medir a quantidade máxima

¹ Os princípios da administração científica.

que um trabalhador de primeira classe poderia fazer em um dia e com base nisso, estimar o quanto um trabalhador deveria produzir.

- Existe uma clara divisão de trabalho e responsabilidade entre a gerência e os trabalhadores. Os gerentes se preocupam com o planejamento e a supervisão do trabalho, e os trabalhadores o realizam.

Taylor resumiu as diferenças entre seus princípios de gerenciamento e o método tradicional, assim:

Sob o gerenciamento da "iniciativa e incentivo", praticamente todo o problema é "da responsabilidade do trabalhador", enquanto, sob a administração científica, metade do problema é "da responsabilidade da gerência". (TAYLOR, 2004, p. 27, tradução nossa)

A substituição de métodos intuitivos por métodos científicos recebeu o nome de Organização Racional do Trabalho (ORT), que se baseia nos princípios da administração científica de Taylor com alguns conceitos ampliados, são eles, segundo Chiavenato (2004, p. 57): Análise do trabalho e do estudo dos tempos e movimentos, estudo da fadiga humana, divisão do trabalho e especialização do operário, desenho de cargos e de tarefas, conceito de *homo economicus*, condições ambientais de trabalho (iluminação, conforto, etc), padronização de métodos e de máquinas e supervisão funcional.

Em suma, o princípio de Taylor é que trabalhadores individuais seriam mais produtivos se recebessem tarefas que fossem apropriadas às suas capacidades e forças pessoais, e que a eliminação de movimentos físicos desnecessários e a padronização dos equipamentos resultaria em aumento da produtividade.

O trabalho de Taylor ganhou bastante repercussão na indústria, tanto que chegou a um dos maiores empreendedores da indústria automobilística, Henry Ford, que contratou Taylor para aprimorar sua linha de montagem. Ford reconheceu os benefícios que Taylor poderia trazer para suas operações e aproveitou ao máximo seus conhecimentos e estratégias, incorporando a teoria da administração científica de Taylor em suas técnicas de produção.

Henry Ford trouxe, em escala nunca antes tentada, para o ambiente industrial, os princípios da administração científica -divisão do trabalho, escolha do trabalhador certo para o trabalho, juntando-os com o princípio da intercambialidade de peças produzidas

automatizadamente em enormes quantidades -, e acrescentou a estas a ideia de padronização dos produtos e de fazer produtos moverem-se enquanto estações de trabalho ficavam estáticas. (CORRÊA, 2007, p. 32).

As contribuições de Ford e de Taylor para a administração científica, e seus conceitos, podem ser classificadas separadamente como: fordismo e taylorismo, respectivamente.

Fordismo "é a aplicação da fé de Henry Ford na produção em massa gerida pela administração autocrática. Isso implica em alta divisão do trabalho e pouca democracia no local de trabalho, mas com o conforto de altos salários". (ESSAYS, UK, 2016, tradução nossa).

O taylorismo "é a tentativa de tomar decisões de negócios com base nos dados pesquisados e testados quantitativamente". (ESSAYS, UK, 2016, tradução nossa).

Taylor e Ford foram, respectivamente, os principais pensadores e praticantes da administração científica. Como resultado, a indústria automobilística continuou a prosperar, levando a melhorias administrativas e de processos de fabricação para todos os outros setores da indústria.

2.1.2 Produção enxuta

Assim como os americanos haviam feito no início do século XX, os japoneses, após a segunda guerra mundial, começaram a desenvolver um distinto estilo de produção, que eventualmente iria desencadear em um enorme período de crescimento econômico e revolucionaria o mercado. (HOPP; SPEARMAN, 2001).

Esse estilo de produção viria a ser mundialmente conhecido como *Just in time* (JIT), que basicamente, "visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdício." (BICHENO, 1991 *apud* CORRÊA; CORRÊA, 2007, p. 482)

Para entender melhor o *Just in time* e seus conceitos, devemos entender seu país de origem:

As raízes do JIT, sem dúvida, se estendem profundamente na história cultural, geográfica e econômica japonesa. Devido a sua história convivendo com limitações de espaço e recursos, os japoneses estão inclinados à conservação. (HOPP; SPEARMAN, 2001, p. 151, tradução nossa)

Limitações que se intensificaram em 1945, pois o ano marcava o fim da segunda guerra mundial e a derrota do Japão. Nesse período pós-guerra, os fabricantes japoneses enfrentaram vários tipos de escassez: falta de capital, falta de mão de obra capacitada e, principalmente, falta de recursos naturais. É em meio a esse Japão turbulento que a Toyota Motor Company apresentou uma solução simples: eles apenas tornam seus processos mais enxutos.

A fonte de muitas ideias representadas pelo *Just in time* é o trabalho de Taiichi Ohno, frequentemente referido como o pai do JIT, foi um engenheiro da Toyota Motor Company. Segundo Ohno, a Toyota iniciou sua jornada inovadora em 1945, quando Toyoda Kiichiro, presidente da Toyota, exigiu que sua empresa "alcançasse a América em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá " (OHNO, 1997, p. 25).

A base da produção enxuta, como o nome sugere, é “enxugar” toda e qualquer forma de desperdício, onde quer que ela esteja. Ohno estava certo que “os japoneses estavam desperdiçando alguma coisa. Se pudéssemos eliminar o desperdício, a produtividade deveria decuplicar. Foi essa a ideia que marcou o início do atual Sistema Toyota de Produção” (OHNO, 1997, p. 25).

Segundo os autores citados, o ponto de partida para o pensamento enxuto baseia-se na avaliação minuciosa do processo produtivo, para encontrar o que está sendo feito de maneira correta e remover, ou adaptar, todas as etapas que possam estar gerando desperdício. Esse desperdício abrange tudo o que não agrega valor ao produto final.

De acordo com Antunes et al. (2008) os desperdícios, conhecidos também como perdas, são atividades realizadas em um determinado processo produtivo de forma desnecessária, que gera custo e não agrega valor e por isso devem ser eliminadas.

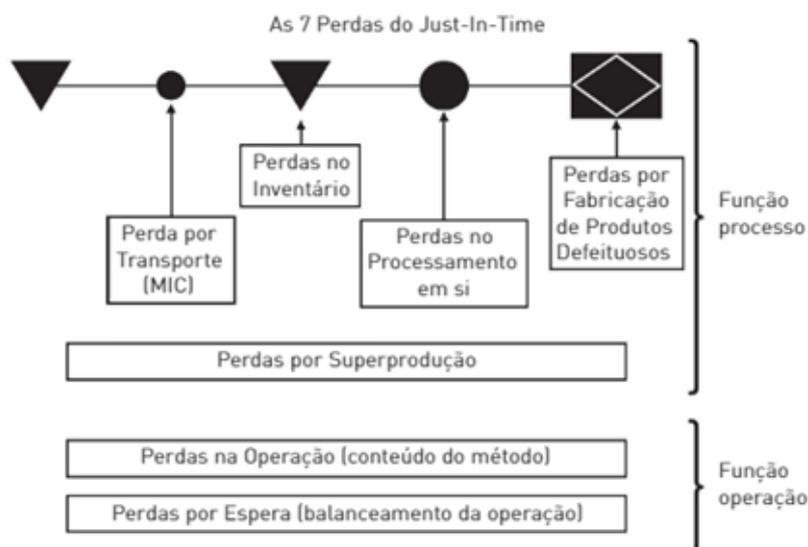
Para Shingo (2007, p.110) a “perda é qualquer atividade que não contribui para as operações, tais como espera, acumulação de peças semiprocessadas, carregamentos, passagem de materiais de mão em mão, etc.”

Antunes et al. (2008, p.198) também expõe o conceito de Taiichi Ohno no período da Toyota, que buscava minimizar os esforços de trabalho.

Assim, o objetivo sugerido conceitualmente por Ohno no âmbito do Sistema Toyota de Produção consiste em aumentar contínua e sistematicamente a parcela de trabalho que adiciona valor (trabalho efetivo + trabalho adicional), de forma que, idealmente, 100% das ações dos trabalhadores devam estar relacionados à adição de valor. (ANTUNES et.al, 2008, p.198)

Dessa forma, Antunes et al. (2008) se refere a Ohno e Shingo para citar sobre os sete tipos de perdas, conforme demonstrados na figura 1.

Figura 1 – As sete perdas do Sistema Toyota de Produção.



Na Figura 1, segundo Antunes et al. (2008), as cinco primeiras perdas estão ligadas a função processo, pois propõe a otimização do fluxo do objeto de trabalho no tempo e no espaço. E as perdas de movimento e espera estão diretamente ligadas a função operação, pois está focado na análise do modo em que os operados e equipamentos são aproveitados. A seguir será classificado cada um dos sete tipos de desperdício ou perda.

As perdas por superprodução é o maior desperdício das empresas, e são classificados por dois tipos: quantitativa – produzir mais que o necessário; e antecipada – fazer o produto antes que seja necessário, adquirindo estoque (SHINGO, 2007). Isto pode ocorrer devido à falta de clareza nos processos e entre a relação de demanda e produção. De acordo com Antunes et al. (2008) é fundamental investigar e identificar as causas das perdas, pois a superprodução tende a esconder outros tipos de perdas.

Shingo (2007, p.103) cita o método *just in time* utilizado na Toyota Motors para a eliminação do desperdício.

Muitos gerentes se preocupam somente em evitar a superprodução quantitativa e não dão importância se um inventário de 20 dias tem de ser mantido e administrado, desde que os produtos sejam produzidos dentro do prazo. Na Toyota Motors, a superprodução antecipada não é tolerada. O método utilizado para eliminá-la é a produção just-in-time. (SINGO, 2007 p. 103)

Perdas por transporte está diretamente ligada a atividade que causa a movimentação excessiva dos materiais ou produtos, no qual pode ocorrer a deterioração desses materiais e assim gerar custos para a empresa. De acordo com Imai (2014) todos os processos devem ficar próximos da linha de produção para evitar o deslocamento desnecessário dos produtos, materiais, entre outros insumos. Para melhorias no transporte dos produtos pela economia de tempo e mão de obra, Shingo (2007) cita as empilhadeiras e as melhorias que podem ser feitas no layout para eliminar inteiramente a necessidade de transporte.

Já as perdas no processamento em si acontecem quando as máquinas e equipamentos são utilizados de maneira inadequada e desnecessária, no qual as atividades processadas não agregam valor ao cliente. Conforme Antunes et al. (2008), dois tipos de melhorias devem ser buscados para eliminar as causas fundamentais das perdas no processamento em si, que são: a análise do tipo de produto e os métodos utilizados para a fabricação.

Conforme Imai (2014, p.79) as perdas devido à fabricação de produtos defeituosos “interrompem a produção e exigem retrabalho dispendioso. Muitas vezes, os rejeitos precisam ser descartados, o que significa um grande desperdício de recursos e esforços.” Para atuar nas causas da perda, Shingo (1996 *apud* ANTUNES, 2008) destaca três sistemas básicos de inspeção: Sistema de inspeção sucessiva, no qual o processo seguinte inspeciona os componentes fabricados no processo anterior; sistema de autoinspeção, onde o operador faz a inspeção do produto logo após o mesmo ser produzido, o que impede o produto seguir na linha de produção com defeito; e sistema de inspeção na fonte, que previne os defeitos através das causas principais.

As perdas nos estoques estão relacionadas a existência de estoques elevados de produtos acabados, semi acabados ou peças e suprimentos, que necessitam de espaços, cuidados e vários outros recursos que geram custos para a empresa. Segundo Antunes et al. (2008) o motivo do estoque em excesso é a diferença entre a produção e a demanda, ou seja, um resultado da superprodução. Para atuar na eliminação das perdas, Antunes et al. (2008, p.214) cita alguns pontos principais como:

[...] o nivelamento entre capacidade \times demanda (heijunka), a sincronização da produção (por exemplo: através da adoção do Kanban ou da programação fina da produção – PFP), a produção em pequenos lotes (por exemplo: via a utilização dos princípios, métodos e técnicas da troca rápida de ferramentas) e a busca do fluxo unitário de peças (por exemplo: através da utilização do leiaute celular). (ANTUNES et al. 2008, p.214)

De acordo com Imai (2014), as perdas no movimento estão diretamente ligadas ao esforço que o trabalhador faz para realizar atividades de uma operação, como por exemplo, carregar ou levantar objetos pesados. Para entender esse tipo de perda Antunes et al. (2008) comenta que é necessário compreender o estudo dos movimentos, que está relacionando ao tempo e a movimentação humana. Nesse sentido, é necessário estabelecer continuamente padrões operacionais, para execução eficaz da operação, além de reorganizar o local de trabalho, que contribui na eliminação das perdas.

Por fim, as perdas por espera, ocorre quando o operador ou máquina não estão sendo utilizados em sua total capacidade, quando por exemplo ocorre a parada de máquinas para troca de matéria prima ou a linha de produção esperando por peças ou porque o operador estar monitorando um equipamento, segundo Imai (2014), atividades essas que não contribuem para geração de valor. As principais causas das perdas por espera são descritas por Antunes et al. (2008) como: baixo índice de multifuncionalidade no sistema produtivo; baixo índice de utilização de pessoas ligada ao rendimento operacional das máquinas; alto tempo de preparação; quebra de equipamentos; problema nos dispositivos; falta de sincronização de materiais e da produção. Para atuar na perda, o autor relata a utilização de ferramentas de manutenção produtiva total.

Ohno (1997) afirma que para eliminar todo o desperdício presente nos processos e fazer um bom uso das instalações e máquinas dispostas na operação, é necessário um sistema de gestão total. Dessa forma, será apresentado a seguir alguns conceitos relacionados a gestão de processos.

2.2 Gestão de processos

A gestão de operações e processos é definida por Slack et al. (2013), como um conjunto de atividades no qual a organização trata para transformar os recursos e processos produtivos em produtos ou serviços a serem entregues aos clientes.

Ainda de acordo com Slack et al. (2013, p.38) “todos os processos são sistemas de entradas-transformação-saída que usam os recursos de transformação” para trabalhar nos recursos “transformados” a fim de produzir produtos e serviços”.

O gerenciamento de operações e de processos podem melhorar ou quebrar uma empresa, os autores afirmam que quando as operações e os processos são bem gerenciados podem impactar no negócio de quatro formas: custo, receita, investimento e capacidade (SLACK et al., 2013).

Como a função de operações é responsável por grande parte dos custos de uma empresa, sua primeira determinação é manter os custos sob controle. [...]. Finalmente, a função de operações deveria preparar as competências que formarão a longo prazo as bases para a competitividade futura. (SLACK et al. 2013, p.29)

Para isso as organizações devem se preocupar em gerenciar as entradas e saídas dos produtos ou serviços, que segundo Corrêa e Corrêa (2007) são processados insumos como: clientes, materiais, informações, energia e outros, sendo utilizados para isso, os recursos de transformação: máquinas, equipamentos, terreno, pessoas, sistemas de informações e outros. Já nas saídas deve-se gerenciar os bens-físicos que compõem o “pacote de valor” entregue ao cliente.

Na gestão dos processos incluem atividades típicas para a produção dos produtos, que para conhecê-las e gerenciá-las da melhor forma, se faz necessário utilizar algumas ferramentas de mapeamento de processos.

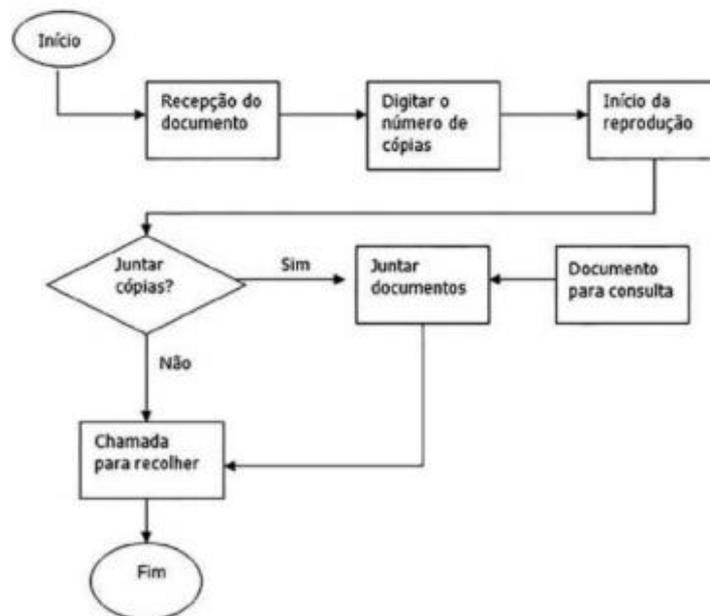
2.2.1 Mapeamento de processos

Correia; Leal; Almeida (2002, p.3), definem o mapeamento de processo como “uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação que têm a intenção de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos”.

Segundo Hunt (1996 *apud* VILLELA, 2000) a análise feita pelo mapeamento de processos permite detectar e melhorar a eficiência da organização envolvendo também a redução de custos e de falhas.

O fluxograma de processos é uma das principais ferramentas para demonstrar de uma forma lógica e inter-relacionada o caminho que o processo produtivo deve seguir. Rocha e Nonohay (2016) comentam que o fluxograma deve ser feito de maneira simples, detalhada e direta, usando símbolos e setas que determina o caminho lógico de cada atividade, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Exemplo de um fluxograma



Fonte: ROCHA; NONOHAY (2016, p.71)

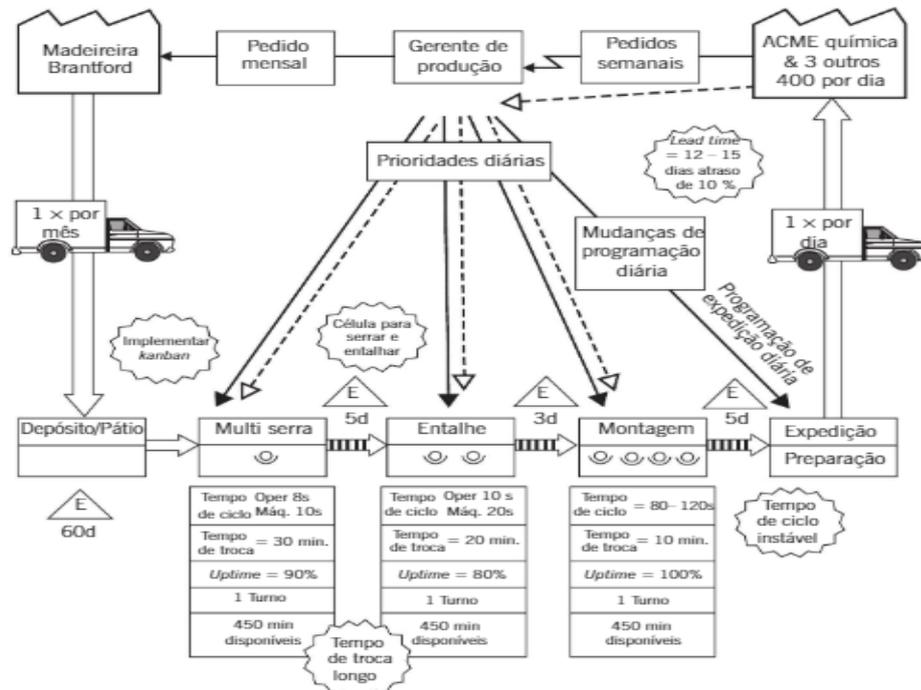
No exemplo da Figura 2, de uma empresa de cópias, é possível observar todas as atividades necessárias para realização do processo e sua ordem lógica, evidenciados pelas setas. As atividades estão representadas por símbolos, no qual pode-se identificar: o início da operação; a ação a ser realizada; o ponto de decisão, que vem seguido de uma pergunta e duas alternativas, uma positiva e outra negativa; e o fim

do processo. O fluxograma pode representar desde processos pequenas até processos mais complexos.

Outra ferramenta comumente utilizada para a implementação da produção enxuta é o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), que permite visualizar a cadeia de valor composta pelos fluxos de processos, materiais e informações, além de ajudar a identificar desperdícios, bem como suas causas. (RAUPP; NASCIMENTO, 2016).

Para obter uma visão completa do fluxo de valor é necessário percorrer todas as etapas do processo de produção, a partir do consumidor até o fornecedor. De acordo com Ortiz (2010), o mapeamento de fluxo de valor mostra os requerimentos da entrega do fornecedor; a formação do estoque de matéria-prima na empresa e todos os processos de produção individuais; tempo de ciclo; tempos de setup; pessoas; turnos; estoque de produtos acabados e requisitos de entrega para o cliente, conforme Figura 3.

Figura 3 - Exemplo do mapeamento do fluxo de valor



Fonte: DENNIS (2008, p.105)

A Figura 3 mostra um exemplo do mapeamento do fluxo de valor de um fabricante de paletes comerciais. No mapa pode-se observar que o gerente de produção programa

a produção diariamente em cada processo, que consiste em serrar, entalhar e montar. O programa da produção é identificado pelas linhas contínuas. Já as frequentes mudanças na programação são identificadas pelas linhas pontilhadas. O tempo de ciclo na montagem e o tempo de troca na multi-serra podem ser identificados no que se chama caixa de dados. Existem outros símbolos que ajudam a identificar outros processos como, estoque, transporte, fornecedor, cliente e pontos críticos do processo.

A partir de um fluxo de processos bem definido e detalhado, fica claro a escolha por tipo de processo, que será comentado no próximo tópico.

2.2.2 Tipos de Processos Produtivo

A crescente exigência dos clientes por padrões de qualidade mais altos e com o avanço da tecnologia, as empresas buscam por modelos de processos para que possam reduzir o tempo ocioso, diminuir custos e aumentar a qualidade. Desta forma é importante conhecer e selecionar o modelo de processo ideal de acordo com o ramo de atividade e produto a ser produzido.

A seleção do processo está relacionada à decisão estratégica de escolher que tipo de processo de produção deve ser utilizado para produzir um produto ou fornecer um serviço. Por exemplo no que diz respeito aos notebooks Toshiba, se o volume for muito baixo, um operário poderá montar manualmente cada computador. Ao contrário, se o volume for mais alto, será conveniente estruturar uma linha de montagem. (JACOB; CHASE, 2009. p.96)

Para Krajewski; Ritzman; Malhotra (2012, p.108) “uma boa estratégia para um processo de manufatura depende primeiramente do volume”. Segundo os autores, para cada processo de fabricação deve-se analisar três dimensões, que são: volume, projeto do produto e processo.

Ainda de acordo com Krajewski; Ritzman; Malhotra (2012, p.108) a “escolha de processo é a maneira de estruturar o processo organizando os recursos em torno dele mesmo ou em torno dos produtos”. Organizar os recursos em torno dos processos significa agrupar todas as máquinas que processam ou produzem um mesmo produto ou partes similares do produto, já organizar em torno dos produtos significa agrupar todos os recursos humanos e equipamentos necessário para um determinado tipo de produto, conforme Krajewski; Ritzman; Malhotra (2012).

Para escolher o processo produtivo a ser utilizado, a organização deve identificar o volume e variedade dos produtos a serem produzidos. Segundo Slack, Chambers & Johnston (2002, p.129) a “posição de uma operação no *continuum* volume-variedade determina a abordagem geral para gerenciar os processos”. Os autores classificam os tipos de processo em ordem de volume crescente e variedade decrescente, que são: processo de projeto; processo *jobbing*; processo em lote ou batelada; processo em massa; e processo contínuo. Dessa forma são definidos os principais processos e suas características:

- Processo de projeto geralmente é utilizado para produzir produtos complexos de alta customização, com custo alto e de longo prazo de execução. Tem como características o baixo volume e alta variedade.

As atividades envolvidas na execução do produto podem ser mal definidas e incertas, as vezes modificando-se durante o próprio processo de produção. Exemplos de processo de projeto incluem construção de navios, a maioria das atividades das companhias de construção, produção de filmes [...]. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002 p.129)

- Processo *jobbing* também possui como característica o baixo volume e a variedade alta, mas enquanto o processo de projeto tem recursos dedicados exclusivamente a cada produto, no processo de *jobbing* os produtos devem compartilhar os recursos da operação. No processo de *jobbing* são produzidos mais itens e geralmente menores, o que difere do processo de projeto, conforme Slack; Chambers; Johnston (2002).

Os recursos de produção processam uma série de produtos, mas, embora todos os produtos exijam mesmo tipo de atenção, diferiram entre si pelas necessidades exatas. Exemplos de processo tipo *jobbing* compreendem muitos técnicos especializados, como mestres ferramenteiros de ferramentas especializados, restaurados de móveis [...]. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002 p.130)

- Processo em lote ou batelada é o tipo de processo mais utilizado na prática, declara Krajewski; Ritzman; Malhotra (2012). De acordo com Slack; Chambers; Johnston (2002) o processo em lote pode parecer com o processo de *jobbing*, mas não tem o mesmo nível de variedade, pois no processo de produção é produzido repetidamente mais de um item do mesmo produto.

[...] o processo em lotes pode ser baseado em uma gama mais ampla de níveis de volume e variedade do que os outros tipos de processos. Exemplos de processos em lotes compreendem a manufatura de máquinas-ferramentas, a produção de alguns alimentos congelados especiais, a manufatura da maior parte das peças de conjuntos montados em massa, como automóveis e a produção da maior parte das roupas. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002 p.130)

- Processo de produção em massa é caracterizado por produzir em alto volume e variedade relativamente baixa se comparada com os outros processos, com operações altamente repetitivas e padronizadas.

Uma fábrica de automóveis por exemplo, poderia produzir diversos milhares de variantes de carros se todas as opções de tamanho do motor, cor, equipamentos extra etc, forem levadas em consideração. É, entretanto, essencialmente uma operação em massa porque as diferentes variantes de seu próprio produto não afetam o processo básico de produção.” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002 p.130)

- Processo contínuo, conforme Krajewski; Ritzman; Malhotra (2012, p.109) “é ponto extremo da produção padronizada de grande volume, com fluxos de linha rígidos. A variação do processo é insignificante”.

Às vezes, são literalmente contínuos no sentido de que os produtos são inseparáveis, e produzidos em um fluxo ininterrupto. Também podem ser contínuos pelo fato de a operação ter que suprir os produtos sem uma parada. [...]. Exemplos de processos contínuos são as refinarias petroquímicas, instalações de eletricidade, siderúrgicas e algumas fábricas de papéis. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p.130)

Após definir o melhor tipo de processo a ser utilizado para produção de um determinado produto, deve-se partir para a escolha do arranjo físico.

2.3 Arranjo Físico

O arranjo físico de um processo produtivo é a escolha da localização física dos recursos de transformação. De acordo com Slack; Chambers; Johnston (2002) é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.

Segundo Rocha e Nonohay (2016, p.96) “os arranjos físicos de ambientes fabris buscam, principalmente, minimizar distâncias entres os recursos produtivos e facilitar o fluxo de materiais”. Os autores lembram ainda que a caracterização do tipo do

processo produtivo em relação a variedade e volume é importante para a escolha do arranjo físico.

Peinado e Graeml (2007) complementam ainda que a escolha do arranjo físico é importante pois impacta diretamente nos custos de produção, além de necessitar de grandes investimentos para construir ou modificar o arranjo físico, também chamado de *layout*.

Slack; Chambers; Johnston (2002) citam algumas razões pelas quais as decisões de arranjo físico são importantes na maioria dos tipos de produção:

- A mudança do arranjo físico é uma atividade difícil e requer um tempo longo por causa da movimentação dos recursos de transformação.
- O rearranjo físico de uma operação existente pode causar transtornos para a organização por causa da interrupção das atividades.
- Se o arranjo físico está incorreto, pode impactar em diversas áreas da organização, como os estoques de materiais, o alto custo, tempos longos de processamento, além da insatisfação dos clientes, entre outras causas.

De acordo com Peinado e Graeml (2007) as decisões do arranjo físico podem ser de nível estratégico, quando envolvem grandes investimentos para a mudança no *layout* e em nível tático, quando os riscos são baixos e não necessita de grandes investimentos.

Existem algumas razões pelas quais são importantes para tomar decisão sobre o arranjo físico, que são: a necessidade de expansão da capacidade produtiva; elevado custo operacional; introdução de nova linha de produtos e a melhoria do ambiente de trabalho. (PEINADO; GRAEML, 2007)

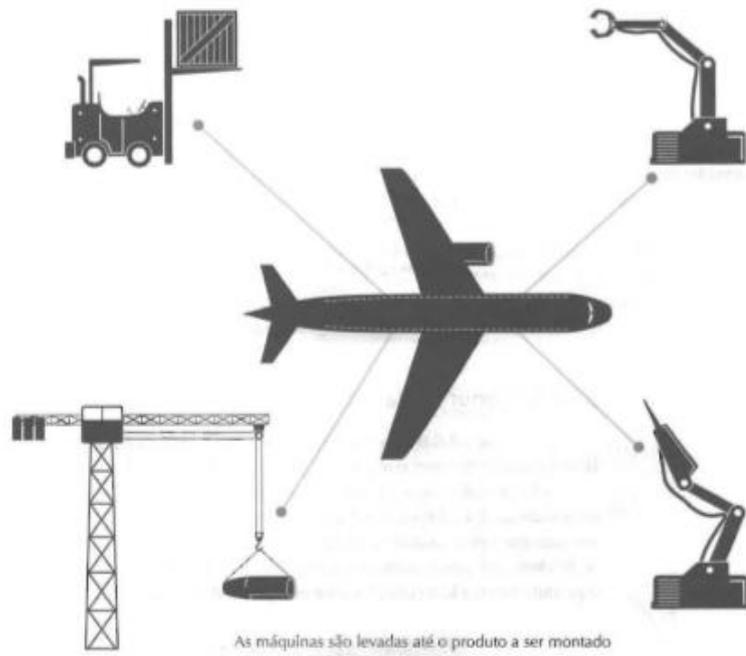
Desse modo, é possível notar que para decidir o melhor tipo de arranjo físico para um determinado processo produtivo não é tão simples, pois é fundamental ter todas as análises e conhecimentos acerca deste processo. A projeção ou a reconfiguração inadequada de um arranjo físico pode provocar vários prejuízos para a empresa.

Portanto Slack; Chambers; Johnston (2002) aponta que para “projetar o arranjo físico de uma operação produtiva, assim como qualquer atividade de projeto, deve iniciar-se com os objetivos estratégicos da produção”. Sendo assim para melhor

compreensão será apresentado os quatro tipos de arranjo físico, seguido de suas definições, vantagens e desvantagens.

- Arranjo físico posicional também conhecido como arranjo físico de posição fixa, de acordo com Peinado e Graeml (2007), é onde os recursos a serem transformados, permanecem parados em uma determinada posição e os recursos de transformação se deslocam ao seu redor devido ao seu tamanho, peso e formato, conforme demonstrado na Figura 4, onde o avião está estacionado e os recursos de transformação estão ao seu redor. Tem como característica a baixa produção e a alta flexibilidade. A principal vantagem desse *layout* segundo os autores é a não movimentação do produto e uma das desvantagens é a produção em pequena escala e com baixo grau de padronização.

Figura 4 - Exemplo de arranjo físico posicional

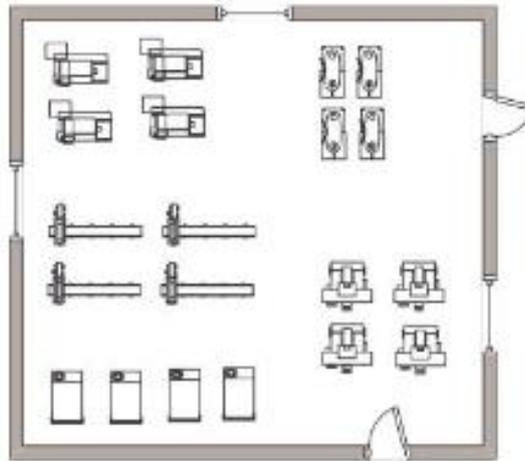


Fonte: MARTINS; LAUGENI (2005, p.140)

- Arranjo físico por processo é chamado assim porque segundo Slack, Chambers; Johnston (2002, p.203) “as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico”, ou seja, são agrupados em uma mesma área todos os equipamentos e processos similares, conforme demonstrado

na Figura 5, com cinco máquinas similares agrupadas que fazem a mesma operação. Como vantagem Slack; Chambers; Johnston (2002) citaram a alta flexibilidade de mix, pois esse arranjo físico tem a capacidade de lidar com diferentes roteiros e com fluxos grandes, como desvantagem citaram a baixa utilização de recursos.

Figura 5 - Exemplo de arranjo físico por processo



Fonte: PEINADO; GRAEML (2007, p.225)

- Arranjo físico celular para Peinado e Graeml (2007) é aquele em que os recursos de transformação são arranjados em um só local para que possam fabricar um produto inteiro. Na Figura 6 é possível observar o operador rodeado por cinco máquinas, que estão sendo utilizadas para produzir uma única peça. De acordo com Slack; Chambers; Johnston (2002) o arranjo físico celular tem como vantagem o equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedades relativamente alta, mas em contrapartida pode ser caro para reconfigurar o arranjo físico atual, conforme Figura 6.

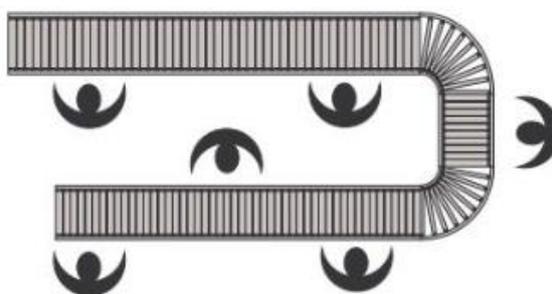
Figura 6 - Exemplo de arranjo físico celular



Fonte: KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA (2012, p.264)

- Arranjo físico por produto ou também arranjo físico em linha “envolve e arranja as pessoas e os equipamentos totalmente de acordo com os recursos transformados” segundo Slack et al. (2013, p.145). Como pode-se observar na Figura 7 a linha em forma de U requer praticamente metade de uma linha reta, e as pessoas e equipamentos ficam próximos. A principal vantagem está ligada ao baixo custo unitário para altos volumes produzidos e como desvantagem a baixa flexibilidade de mix, pois opera de forma contínua.

Figura 7 - Exemplo de arranjo físico por produto



Fonte: PEINADO; GRAEML (2007, p.203)

Por sua vez, Corrêa e Corrêa (2007) define que através de um bom projeto de arranjo físico a organização é capaz de impulsionar os desempenhos competitivos, favorecendo a flexibilidade das operações, a eficiência dos fluxos e do uso de recursos. Por fim, para definir o melhor arranjo físico e alcançar essas melhorias, é necessário portar algumas informações, que podem ser verificadas por meio das ferramentas de qualidade e dos métodos de melhoria, que serão citadas a seguir.

2.4 Ferramentas e métodos de melhoria para identificação e redução de desperdícios

De acordo com Corrêa e Corrêa (2007, p.212) “as ferramentas não resolvem problemas nem melhoram situações. [...] Ferramentas apoiam e auxiliam pessoas nas tomadas das decisões que resolverão problemas ou melhorarão situações.”

Conforme Werkema (2013), para o alcance das metas estabelecidas pela organização, a fim de auxiliar nas análises dos dados e processos, além da identificação de problemas e nas tomadas de decisões dentro da organização, é

necessário a implementação do projeto denominado DMAIC, que é constituído por cinco fases, sendo elas:

- D - *Define* (definir): definir o problema a ser tratado;
- M - *Measure* (medir): mensurar o foco do problema;
- A - *Analyse* (analisar): analisar as causas de cada problema;
- I - *Improve* (melhorar): avaliar e implementar soluções de melhoria;
- C - *Control* (controlar): garantir que a meta alcançada seja mantida estável.

Werkema (2013) complementa que o DMAIC tem por finalidade o aprimoramento e auxílio na utilização das ferramentas e dos métodos de controle, que buscam reduzir os desperdícios ao longo de todo o processo produtivo.

O programa 5 sentidos, conhecido também como 5S, é um método usado para diminuir o desperdício escondido nas plantas “[...] que coletivamente podem ser traduzidas como uma atividade de limpeza no local de trabalho”. (MOLDEN, 2015, p.194). Os 5S colaboram para muitos processos de melhoria nas organizações, com objetivo de criar e manter um ambiente de trabalho limpo e organizado, conforme classificado no Quadro 1.

Quadro 1 - Os 5 sentidos

<i>Seiri</i> (classificar)	O ato de remover todos os itens desnecessários de uma área de trabalho.
<i>Seiton</i> (organizar)	Organizar o que é necessário, de modo que tudo tenha o seu lugar e que sua identidade e localização estejam claramente demarcadas.
<i>Seiso</i> (limpar)	Limpar tudo.
<i>Seiketsu</i> (padronizar)	Manter a consistência no local de trabalho visual.
<i>Shitsuke</i> (manter)	Manter as melhorias e melhorar continuamente a partir delas.

Fonte: ORTIZ (2010, p. 22). Adaptados pelos autores.

Liker (2005) ressalta que nestes métodos de aperfeiçoamento contínuo, o mais difícil é o *Shitsuke* (manter), pois é necessário a disciplina que controla todos os outros quatros em perfeito funcionamento. O autor enfatiza também que “esse esforço requer uma combinação de administração comprometida, treinamento adequado e uma cultura que torne a disciplina um comportamento habitual desde os setores da fábrica até os departamentos administrativos”. (LIKER, 2005, p. 155)

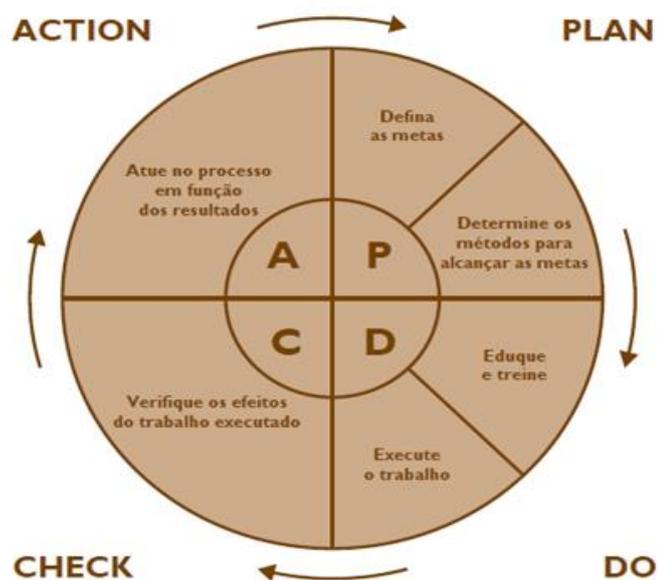
Outra ferramenta utilizada para controle e melhoria contínua é “o Ciclo PDCA é um método de gestão, representando o caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas”. (WERKEMA, 2013, p.30)

O autor acima complementa que o ciclo PDCA consiste em quatro etapas:

- Planejamento (*Plan*): Estabelecer as metas de melhoria, e o método para alcançar as metas;
- Execução (*Do*): Executar as metas exatamente como previsto na etapa planejamento, e utilizar a coleta de dados necessários para utilizar na etapa de verificação;

- Verificação (*Check*): Com os dados coletados na execução, o método verificação compara os resultados alcançados com a meta planejada.
- Atuação corretiva (*Action*): É a atuação do processo em função dos resultados obtidos, e possuem duas formas de trabalho, uma é padronizar o plano de melhoria proposta, e a outra é agir sobre a causa do problema caso não tenha sido possível atingir a meta, conforme descreve Figura 8.

Figura 8 - Ciclo PDCA de controle de processos



Fonte: WERKEMA (2013, p.3)

Depois que você dispõe de um plano para consertar a causa-raiz, você faz a solução num ambiente de teste, verifica se a solução funciona e então age baseado naquilo que aprendeu no ambiente de teste, seja aprimorando o plano ou passando a outra área que requeira uma melhoria. Assim, o ciclo PDCA nunca acaba. (LIKER; OGDEN, 2012, p.8)

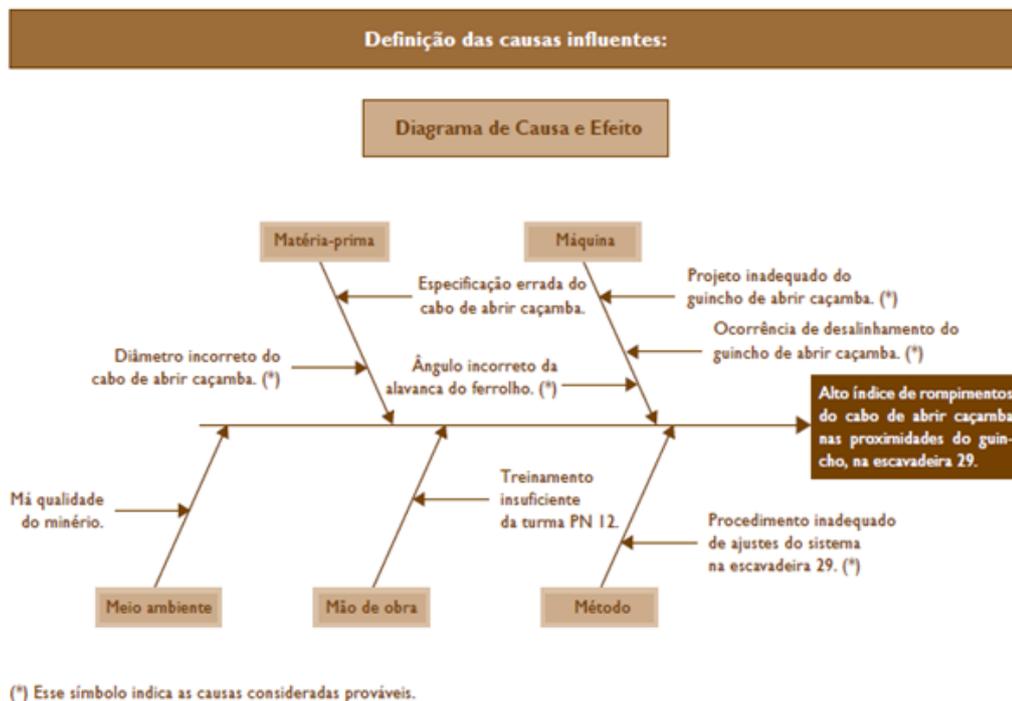
Ressalta Imai (2014) que, antes de começar a executar qualquer novo processo de trabalho que seja instável, o PDCA deve ser inserido para alcançar a meta de estabilidade de melhoria contínua. O autor ainda complementa dizendo que o ciclo PDCA deve ser realizado toda vez que uma anormalidade acontece no processo atual.

Contudo, o Diagrama de Ishikawa segundo Ramos; Almeida; Araújo (2013) também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou “espinha de peixe”, porque dispõe os efeitos e causas em um esquema semelhante a espinha dorsal de um peixe.

O autor complementa, dizendo que ao setorizar os fatores de causas e efeitos de um determinado problema agrupados em categorias como: mão de obra, máquina, matéria-prima, métodos, medida e meio ambiente torna-se melhor a compreensão do atual problema, e a descoberta de outros, conforme Figura 9.

O diagrama de causa de causa e efeito além de sumarizar as possíveis causas do problema também atua como um guia para a identificação da causa fundamental e para a determinação das ações que devem ser adotadas. É importante destacar que as causas relacionadas nessa ferramenta devem ser reduzidas por meio da eliminação das causas menos prováveis. Essa redução pode ser feita com base nos resultados obtidos a partir do emprego das técnicas estatísticas. (WERKEMA, 2013, p.72)

Figura 9 - Exemplo de Diagrama de Ishikawa



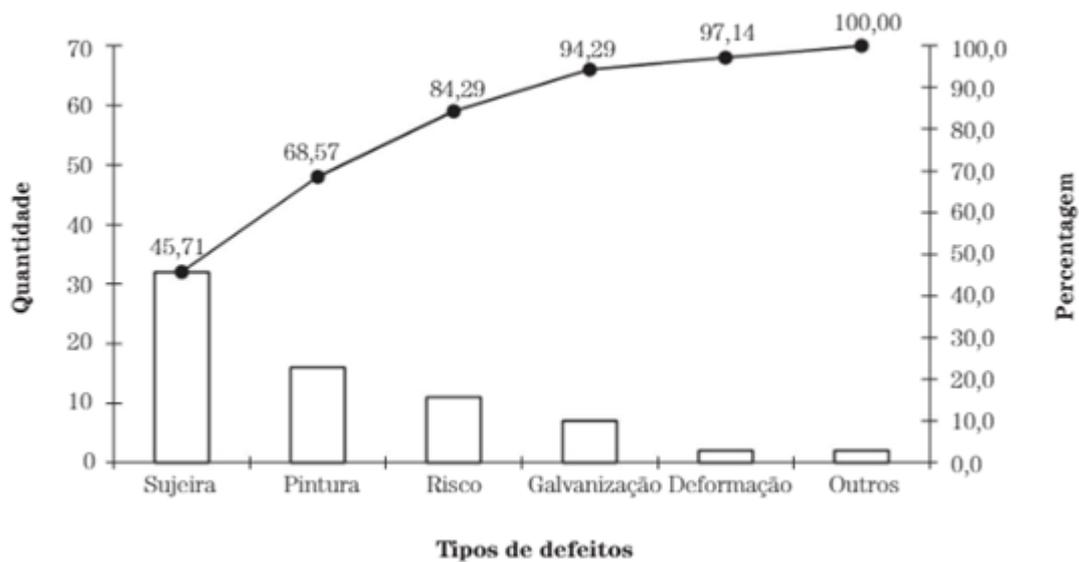
Fonte: WERKEMA (2013, p.73)

O diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta utilizada para poder encontrar a relação entre o processo fora do desejado, e os fatores que podem provocar os problemas, a fim de que possam ser solucionados ao longo do processo.

Outra ferramenta de grande importância é o gráfico de Pareto que “dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas”. A informação assim disposta também permite numéricas viáveis de serem alcançadas” (WERKEMA, 2013, p.50).

Para Ramos; Almeida; Araújo (2013) o gráfico de Pareto pode ser apresentado por ordem de tamanho, importância ou prioridade, representado conforme a Figura 10 abaixo:

Figura 10 - Exemplo de gráfico de Pareto



Fonte: RAMOS; ALMEIDA; ARAÚJO (2013, p.17)

Para controlar um processo, o diagrama de Pareto auxilia identificar em ordem de prioridade as necessidades de seus clientes, as causas analisadas, visualizadas, mensuradas e bloqueadas para que possa atender a qualidade em uma organização a fim de atingir a meta de melhoria.

A ideia de *Just in time* está relacionada ao imediato. Conforme comenta Shingo (1996, p.103) o termo *Just in time* significa: “No momento certo, oportuno” e o autor complementa que para uma melhor tradução o termo em inglês deveria ser “*Just on time*”, que significa “não exatamente no momento estabelecido, mas um pouco antes, com uma certa folga”.

Segundo Molden (2015, p.35), a ideia do *Just in time* é adaptar as mudanças recorrentes às demandas, produzindo “os bens necessários no tempo necessário e nas quantidades necessárias”. O autor expressa que é possível que os desperdícios e estoques chegam a ser completamente nulos.

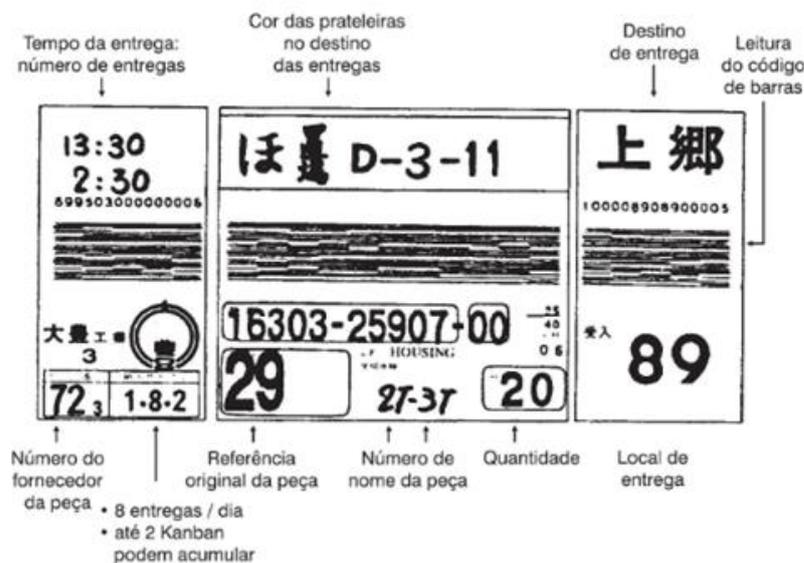
Além disso, Corrêa e Corrêa (2007, p.597) complementa que o sistema de produção puxada, que era necessário informar peças, materiais e quantidades necessárias de produção, “ficou conhecido como sistema *kanban*”.

Um método de controle utilizado segundo Molden (2015, p.9), é o sistema *kanban*. Que é um [...] “sistema de informações que controla harmoniosamente as quantidades de produção em cada processo”. É possível controlar a quantidade de material do estoque e prever um melhor fluxo de material, no qual ajuda até no aumento da produtividade.

O *Kanban* é um sistema de reposição de materiais que incorpora sinais, instrumentações para puxar a produção, pistas visuais, escaninhos, cartões, contenedores etc, para ajudar a coordenar as transações de materiais e componentes por toda a fábrica e com fornecedores. (ORTIZ, 2010, p.24)

Shingo (1996) complementa que os cartões *Kanban* possuem a função de instrução de tarefa e transferência. Os *Kanban* são utilizados continuamente, e são limitados a fluxos de produtos, no qual elimina possíveis desperdícios, conforme Figura 11.

Figura 11 - Exemplo de etiqueta de identificação *Kanban*



Fonte: SHINGO (1996, p. 214)

No entanto, mesmo após as flutuações de demandas alguns processos podem gerar estoques desnecessários ou atrasos na produção, e os cartões *Kanban* previne estes tipos de desperdícios.

Um outro método de medida de controle utilizado é o *Kaizen*, que é responsável por “coletar dados sobre o estado atual, ajuda a entender onde você está se concentrando agora, o que serve como ponto de partida para a melhoria”. (IMAI, 2014, p.7)

Para Souza (2018) *Kaizen* divide-se em dois termos, “*Ka*” mudar e “*zen*” bem. O conceito pode ser traduzido em “melhoria continuidade”.

O autor acima ainda complementa que para alcançar melhoria contínua, existem alguns métodos para sua aplicação, são elas:

- O desperdício deve ser eliminado;
- Todos os colaboradores devem estar envolvidos;
- Para aplicação do método não é necessário investimentos significativos, por se tratar de uma estratégia barata;
- Pode ser aplicado em qualquer lugar;
- É necessária uma gestão visível, fazendo os problemas e desperdícios visível para todos;
- Atenção deve ser voltada ao ambiente de trabalho;
- É orientado para os processos;
- Priorizar a equipe com valores como: espírito de equipe, sabedoria, moral, autodisciplina;
- O lema principal é aprender fazendo.

Com o envolvimento de todos os trabalhadores e de todos os setores da organização é possível implementar a melhoria contínua, desta forma haverá um aumento de produtividade, eliminação dos desperdícios e diminuição dos erros para chegar a zero defeito.

Poka-Yoke também é um método conhecido como sistema à prova de erros, é a implementação de uma qualidade eficaz na produção, deve-se utilizar o método *Poka-Yoke* ou melhor dizendo, à prova de falhas, “cujo objetivo é projetar sistemas à prova de erros que evitem ou minimizem o erro humano”. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p. 290)

Segundo Shingo (1996, p.55) há duas maneiras nas quais *Poka-Yoke* pode ser usado para corrigir erros:

Método de Controle: quando o *Poka-Yoke* é ativado, a máquina ou a linha de processamento para, de forma que o problema pode ser corrigido. [...]. Método de Advertência: quando o *Poka-Yoke* é ativado, um alarme soa, ou uma luz sinaliza, visando alertar o trabalhador. (SINGO, 1996, p.55)

Dessa forma, segundo os autores mencionados, a quantidade de defeitos que podem surgir durante o processo produtivo, o método de controle é o mais qualificado na maioria dos casos, pois garante a eliminação de defeitos e desperdícios na produção.

Jacobs e Chase (2012) descreve que existem medidas de inspeção que devem ser realizadas em todos os itens produzidos, e podem ser classificados em:

- Inspeção sucessiva: Realizada pela próxima pessoa no processo, e as informações de defeito são enviados ao operador que produziu o material para então realizar o devido reparo.
- Auto Inspeção: É feita pelo próprio trabalhador e é por si mesma adequada para todos os itens.
- Inspeção na origem: Realizada pelo próprio trabalhador que não busca defeitos, mas erros que podem causar defeitos.

Complementa Krajewski; Ritzman; Malhotra (2009) que existe um outro método de implementação de qualidade na origem, e essa prática japonesa chamada é chamada Jidoka.

Contudo “*Jidoka*, “ninben-no-arui”, ou, traduzido literalmente, automação com um toque humano. *Jidoka* em português pode ser traduzido como autonomia.” (MOLDEN, 2015, p.220)

Para Shingo (1996, p.195) “a autonomia é um dos muitos meios disponíveis para atingir as reduções do custo de mão de obra”.

Complementa o autor acima que, muitas atividades realizadas pelo homem foram transferidas para as máquinas, pois elas possuem a capacidade de realizar detecções de qualquer anormalidade fora do programado durante uma produção o que pode ajudar a elevar a produtividade e reduzir as perdas.

Ressalta Ohno (1997, p.29) que a autonomia “elimina a superprodução, um desperdício significativo na manufatura, e evita a produção de produtos defeituosos”.

No intuito da redução de produtos defeituosos, parar a máquina quando existe uma anormalidade, força a todos ter consentimento do problema, o que torna a melhoria possível.

A Padronização é uma outra adoção de medida que para Ortiz (2010, p. 23) “É um conjunto consensual de procedimentos de trabalho que estabelece os métodos mais eficientes, confiáveis e seguros, assim como as sequências para cada processo e cada trabalhador.

Segundo Ohno (1997), uma das maneiras de controlar a padronização é com a folha de trabalho padrão, que controla materiais, operários, tempos, movimentos e máquinas a fim de realizar uma possível eliminação de desperdícios através da melhoria desse controle. O autor ainda enfatiza que existem três elementos de procedimento de trabalho padrão, são eles:

- Tempo de ciclo: tempo necessário para produzir uma unidade.
- Sequência de trabalho: ordem de operações em que uma atividade é realizada;
- Estoque padrão: quantidade necessária de estoque para a produção no processo posterior.

Ressalta Imai (2014) que quando se coloca em prática e realiza-se essas operações de trabalho, o processo está sob controle.

2.5 Processo de produção de embalagens

Descreve-se neste capítulo, um breve registro sobre algumas características das embalagens e uma descrição técnica da embalagem de papelão ondulado.

De acordo com Kotler (2000, p 440), “embalagem é o conjunto de atividades de projeto e produção do recipiente ou envoltório do produto.”

Segundo Santos e Yoshida (2011, p. 30), “A embalagem tem como funções principais conter e proteger os produtos de eventuais avarias e identificá-los durante as diferentes etapas da cadeia de suprimentos [...]”

Com o aumento da produtividade e a introdução das máquinas, a embalagem desenvolveu um papel importante no desenvolvimento da indústria no mercado, pois

foi possível realizar a produção em diversas medidas e formatos diferentes, que têm como objetivo, satisfazer as necessidades dos clientes, armazenar, transportar e movimentar as mercadorias, além disso preserva as características físicas do produto, mantendo a qualidade até a sua destinação final.

Um sistema de embalagens é formado por até três tipos, e dependendo do produto pode haver necessidades de utilizar mais de uma embalagem. E pode ser classificada conforme Quadro 2:

Quadro 2 - Classificação dos tipos de embalagens

Primárias:	Que ficam em contato direto com o material.
Secundárias:	Embalagens de distribuição, ou seja, protegem as embalagens primárias.
Terciárias:	Embalagens de transporte, empregadas para acondicionar e proteger as embalagens primárias e secundárias durante o transporte, estocagem e distribuição.

Fonte: SANTOS; YOSHIDA (2011, p.35). Adaptado pelos autores.

As principais matérias-primas utilizadas segundo Santos e Yoshida (2011) são: vidro; embalagens metálicas e de alumínio, embalagens de papelão ondulado e papel cartão. Embalagens de madeira e embalagens de plástico. E podem ser classificadas de acordo com a matéria prima utilizada na fabricação, conforme Quadro 3:

Quadro 3 - Matéria prima utilizada para embalagens

Embalagens rígidas:	caracterizam-se por sua dureza. Por exemplo: Vidros, metais, plásticos rígidos e outros.
Embalagens semirrígidas:	Possuem menor dureza que as rígidas. Por exemplo: garrafas e recipientes plásticos, laminados mistos.
Embalagens flexíveis:	Caracterizam-se pela baixa dureza. Por exemplo: plásticos, celofane, papel, alumínio.

Fonte: SANTOS; YOSHIDA (2011, p.35). Adaptado pelos autores.

As embalagens de papelão ondulado são mais utilizadas no comércio hoje, e sua composição é feita proveniente de florestas plantadas, como fibras de eucalipto e fibra de pinus, quanto maior a quantidade de fibra, maior a resistência da embalagem segundo Junior et al. (2017).

Através da consciência dos produtores de matéria prima e embalagens, para reduzir o impacto ao meio ambiente, as indústrias têm utilizado a reciclagem, que possui o objetivo de minimizar os impactos ambientais com a fabricação e comercialização de qualquer tipo de embalagem. Portanto utiliza-se a redução de lixo e o reaproveitamento de embalagens velhas para novas, segundo Santos e Yoshida (2011).

No setor de embalagens, podemos dizer que a palavra ordem poderia ser reciclar. É a maneira que as empresas e os consumidores têm de apresentar ou demonstrar sua consciência ambiental. Todos entendem e sentem a necessidade de se minimizar qualquer impacto no meio ambiente. (SANTOS; YOSHIDA, 2011, p.106)

Ressalta Santos e Yoshida (2011) que as industriais têm buscado o uso consciente dos recursos e em constante desenvolvimento de melhorias que possam garantir o menor impacto ambiental gerado tanto pela produção, quando na etapa de reciclagem das embalagens.

3 METODOLOGIA

3.1 Pesquisa quanto aos fins

De acordo com Gil (2002), ao longo do processo, a pesquisa passa por diversas fases, desde a formulação do problema até a apresentação dos devidos resultados. Ainda segundo o autor, a pesquisa é desenvolvida através de conhecimentos, métodos, técnicas e outros procedimentos científicos que tem como o propósito identificar problemas quando não se tem informações suficientes disponíveis ou se encontra desorganizada de tal modo que não consiga ser relacionada ao problema de forma clara.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), existem dois tipos de pesquisa científica:

- Pesquisa básica que é focada em melhorar e gerar novas teorias científicas baseada na especulação.
- Pesquisa aplicada que procura resolver problemas concretos e tem por finalidade métodos na prática. É chamada também de pesquisa empírica, pois o pesquisador precisa ir a campo para conversar com as pessoas e presenciar as relações sociais.

Nesta circunstância, o presente trabalho foi uma pesquisa aplicada, à medida que buscará identificar desperdícios reais do processo de produção de embalagens e construir propostas para reduzi-los na prática.

Ainda, de acordo com Gil (2002) é possível agrupar as mais diversas pesquisas em três níveis. A seguir, serão apresentadas as diferentes maneiras de classificar e nomear as pesquisas quanto aos fins.

3.1.1 Exploratória

Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo tornar as ideias e as descobertas de intuições mais compreensíveis, para formular o problema com mais precisão ou construir hipóteses. Este tipo de pesquisa pode envolver: "(a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que "estimulem a compreensão" " (SELTIZ et al., 1967, p. 63 *apud* GIL, 2002, p.41).

3.1.2 Descritiva

A pesquisa descritiva é baseada em assuntos teóricos que envolvem técnicas de observação do problema, levantamento de dados com opiniões distintas, utilização de questionários, análise dos registros e relacionando determinadas variáveis através de um estudo comparativo e interpretação dos dados sem nenhuma interferência de quem realiza a pesquisa (GIL, 2002).

Entre as pesquisas descritivas, salientam-se aquelas que têm por objetivo estudar as características de um grupo: sua distribuição por idade, sexo, procedência, nível de escolaridade, estado de saúde física e mental etc. Outras pesquisas deste tipo são as que se propõem a estudar o nível de atendimento dos órgãos públicos de uma comunidade, as condições de habitação de seus habitantes, o índice de criminalidade que aí se registra etc. São incluídas neste grupo as pesquisas que têm por objetivo levantar as opiniões, atitudes e crenças de uma população. (GIL, 2002, p. 42)

3.1.3 Explicativa

Segundo Severino (2016), a pesquisa explicativa é aquela que, além de registrar e analisar os fenômenos estudados, busca identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático ou através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos.

Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente. (GIL, 2002, p.42)

Considerando os tipos de pesquisas quanto aos fins supracitados, a presente pesquisa foi classificada como exploratória, pois além de relacionar causa e efeito de potenciais desperdícios existentes no processo de produção de embalagens, construirá propostas para que estes desperdícios sejam minimizados.

3.2 Pesquisa quanto aos meios

Segundo Gil (2002), as pesquisas quanto aos meios podem ser classificadas em:

- Pesquisa bibliográfica: é desenvolvida baseadas em livros, artigos acadêmicos, teses e outros tipos de documentos que seja possível retirar

citações que complementam a pesquisa, na qual chega em conclusões inovadoras a partir de fontes bibliográficas.

- Pesquisa de campo: realiza a aplicação de questionários e entrevistas através de observação direta, a fim de captar explicações e interpretações que ocorra dentro de algum grupo de trabalho, de estudo ou de lazer, e que não necessariamente precise ser geográfica. Ela também pode ser conjugada através de análise de documentos, filmagens e fotografias.
- Pesquisa-ação: detecta um problema coletivo, elabora um projeto e aplica junto ao grupo e depois avalia os resultados de uma forma que seja participativo e cooperativo.
- Estudo de caso: analisa profundamente os objetos a fim de identificar as características detalhadas da pesquisa. O estudo de caso é utilizado quando o pesquisador analisa um conjunto de acontecimentos sobre o qual tem pouco ou nenhum controle, evidenciando-os entre o contexto da vida real e o fenômeno. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso pode ser classificado em: casos únicos, no qual se refere a projetos comuns para realização de estudos envolvendo somente um contexto e os casos múltiplos que envolvem mais de um contexto.

O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. Novamente, embora os estudos de casos e as pesquisas históricas possam se sobrepor, o poder diferenciador do estudo é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências documentos, artefatos, entrevistas e observações - além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional. (YIN, 2001, p. 27)

Quanto aos meios, este trabalho se enquadra em um estudo de caso, uma vez que foi estudada de forma aprofundada os possíveis desperdícios encontrados no *layout* no processo de produção de embalagens de papelão de uma fábrica situada na cidade de Betim/MG, combinando além de dados históricos, uma ampla variedade de evidências como entrevistas e observações. Além disso, por ser tratar de um estudo de caso, os resultados gerados podem não se adequar a realidade de outras organizações.

3.3 Organização em estudo

A empresa em estudo, que neste trabalho será denominada de “Y”² é uma indústria de embalagens de médio porte, com 140 colaboradores no total. À qual atua no mercado de embalagens de papelão desde 2007 e está instalada em uma sede própria, localizada na cidade de Pirapora do Bom Jesus em São Paulo, mas também foca parte da sua produção e o seu centro de distribuição na cidade de Betim em Minas Gerais.

O estudo de caso foi focado na unidade de Betim em Minas Gerais, na qual dispõe de 26 funcionários e possui clientes na região metropolitana de Belo Horizonte, como fabricantes de autopeças, de automóveis, de produtos eletroeletrônicos, colchões, móveis, entre outros, além de distribuir para outras regiões a nível nacional.

A empresa produz em média 500 toneladas por mês de diversos modelos de embalagens de papelão ondulado; micro ondulado, papel cartão, polionda e embalagens híbridas de papelão e madeira, com impressão flexográfica ou impressão offset. O seu processo de produção pode ser dividido em impressão, corte e vinco, dobra, colagem e armação da caixa.

3.4 Universo e amostra

Para se aplicar a organização em estudo, segundo Marconi e Lakatos (2003), é necessário que os métodos e técnicas utilizadas na pesquisa científica sejam analisados e reconhecidos delimitando o universo e amostra.

O universo ou população, segundo Silva e Menezes (2005), é definido como agrupamento de indivíduos que a pesquisa visa representar através de resultados para um determinado estudo. Ainda segundo os autores, a amostra pode ser esclarecida como a composição de indivíduos que irão fazer parte da pesquisa dentro do universo ou população estudados.

Para este trabalho, o universo é a unidade da empresa produtora de embalagens situada na unidade de Betim, e a amostra fez parte do processo produtivo, integrada pelas seguintes operações: impressão, na qual dispõe de 04 operadores na estação

²Y é o nome fictício, pois a fábrica de embalagens estudada nesta pesquisa não permitiu o uso de seu nome.

de trabalho, corte e vinco com 04 operadores, dobra e colagem com 05 operadores e armação da caixa com 02 operadores.

3.5 Formas de coleta e análise de dados

Para Zanella (2009), coleta de dados pode-se dispor de questionários, análise de documentos, observações e entrevistas, que podem ser utilizados individualmente ou combinados. Abaixo serão apresentados alguns tipos de coleta de dados:

- Questionários: é uma ferramenta composta por uma série ordenada de perguntas que podem ser chamadas de descritivas, quando o objetivo é identificar o perfil das pessoas entrevistadas, como idade, renda, escolaridade e profissão; comportamentais que tem o propósito de conhecer o comportamento do entrevistado, como padrão de consumo, comportamento social e econômico; e por fim de preferenciais, que busca avaliar a opinião do entrevistado em relação ao problema da pesquisa (ZANELLA, 2009).
- Análise documental: segundo Zanella (2009), envolve a identificação dos documentos internos, como o estatuto, regulamento, relatórios e manuais, ou dos documentos externos (governamentais, de organizações não-governamentais ou instituições de pesquisa, dentre outras). É uma técnica utilizada tanto em pesquisa quantitativa como qualitativa.
- Observação: “é uma técnica científica que utiliza o sentido visual para obter informações da realidade” (ZANELLA, 2009, p.121). É utilizada na pesquisa, pois capta diretamente o fenômeno sem a interatividade de um documento ou de um interlocutor. A observação pode ser classificada em: observação assistemática, no qual não segue um planejamento de maneira antecipada; observação sistemática, onde é elaborado um plano específico e estabelece antecipadamente as necessidades para análise de cada situação; observação não participante, no qual o pesquisador mantém distância dos eventos, atua como espectador; e observação participante, onde o observador assume o papel de um membro do grupo e participa de sua atuação (ZANELLA, 2009).
- Entrevista: é utilizada para obter informações de um determinado assunto através da perspectiva do entrevistado. De acordo com Silva e Menezes (2005), as entrevistas podem ser: estruturada, com roteiro previamente estabelecido; ou semiestruturada, no qual não exige rigidez de roteiro.

O presente estudo de caso combinou três formas principais de coleta de dados, sendo elas: observação sistemática, análise documental e a entrevista semiestruturada.

A observação sistemática teve como objetivo o melhor entendimento do processo produtivo e proporcionou a identificação de alguns desperdícios que incidem sobre o processo. Para isto, foram realizadas 02 visitas *in loco*, pelos três integrantes do grupo, no segundo semestre de 2020, onde as informações sobre o produto, os processos produtivos e o layout da fábrica foram registrados.

Na análise documental, frequentemente usada devido às várias maneiras de apoiar e fortalecer a pesquisa, foram verificados documentos como: relatórios de controle de estoque e de desperdícios de insumos. Os documentos que foram analisados, tiveram o período de um ano, sendo de janeiro de 2019 a janeiro de 2020, pois pode ocorrer algumas sazonalidades que influenciam nos desperdícios, como o aumento ou a redução da produção.

Já a entrevista semiestruturada foi realizada através de 01 visita *in loco*, no segundo semestre de 2020. Foi selecionada uma amostra de 70% dos funcionários, sendo aplicadas as entrevistas para 01 funcionário do nível estratégico, 02 funcionários do nível tático e 15 funcionários do nível operacional. O roteiro que foi utilizado na entrevista encontra-se no apêndice A deste trabalho. As respostas foram redigidas manualmente, com a participação dos 3 integrantes do grupo. Por meio da entrevista foram identificadas informações sobre o processo produtivo, causas dos desperdícios e a percepção dos funcionários quanto a oportunidades de melhorias para a redução desses desperdícios.

A partir desta abordagem, a análise de dados foi quantitativa e qualitativa. De acordo com Zanella (2009), a análise quantitativa utiliza o conhecimento estatístico para duas finalidades: descrever, no qual apresenta graficamente os dados de pesquisa; e testar hipóteses para identificar e caracterizar relações entre variáveis.

Já a análise qualitativa, de acordo com Vergara (2016), é exploratória, ou seja, visa extrair dos entrevistados seus pensamentos que foram livremente ditos sobre algum tema, objeto ou conceito. A análise qualitativa buscou compreender a perspectiva do entrevistado e para atender esse objetivo é utilizado a técnica de análise de conteúdo,

no qual trabalha com materiais textuais, como entrevistas e os registros das observações.

Para análise dos dados foram utilizadas ferramentas como o software *Mini-tab* para criar fluxogramas e o gráfico de Pareto, em conjunto com o *Excel* a fim de quantificar e analisar os desperdícios observados. Assim, torna-se possível a elaboração de relatórios que auxiliam no controle de estoque e desperdícios de insumos, que servirão de parâmetros para analisar quantitativamente os desperdícios observados dentro da empresa, assim como compreender suas causas e, eventualmente, propor medidas para diminuí-los e/ou eliminá-los.

3.6 Limitações da pesquisa

Um das limitações que podem ocorrer ao longo do trabalho foi em relação a coleta de dados, pois deve-se considerar a confiabilidade dos dados obtidos através de documentos da empresa. É possível também encontrar dificuldades para entrevistar o nível estratégico, uma vez que a maioria se encontra na sede principal da empresa, em São Paulo. Outra possível limitação desta pesquisa se refere a impossibilidade de visitas físicas, devido a pandemia causada pelo COVID-19.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na análise e discussão dos resultados, realizou-se a aplicação dos conceitos e ferramentas apresentados no referencial teórico para elaboração de proposta para um novo *layout* para a empresa em questão.

Começando pela apresentação, categorização e mapeamento do *layout* atual dos processos produtivos e dos fluxos internos atuais, a fim de identificar pontos críticos e desperdícios ao longo de todo o processo.

Em seguida, será apresentada a proposta de *layout*, elaborada com base no tipo de processo utilizado pela empresa, e por fim, serão apresentadas algumas das vantagens que podem ser alcançadas com a implementação do *layout* proposto.

4.1 *Layout* atual do processo produtivo de embalagem de papelão adotado pela empresa

Parte importante da estratégia de produção da empresa é a personalização de seus produtos, ou seja, todas as especificações técnicas, desde o tipo de material usado até as dimensões da embalagem são definidas previamente pelo cliente. Como resultado, grande parte do mix de produtos não tem um roteiro de produção definido, uma vez que os produtos são fabricados por grupos ou quantidades específicas.

Para conseguir lidar com o alto fluxo de produção e as especificações, variando produto a produto, o processo produtivo utilizado é o em lotes. Nesse sistema, em vez de produzir itens de forma contínua ou individual, a produção se move em grupos ou lotes. Como apontam Slack, Chambers & Johnston (2002), esse processo pode ser utilizado para um gama mais amplo de níveis de volume e variedade do que os outros tipos de processos.

O lote de embalagens pode passar por uma série de etapas para produzir o produto final desejado. Cada uma das etapas do processo de produção é aplicada ao mesmo tempo a um lote completo de itens. Esse lote não passa para a próxima etapa do processo de produção até que todo o lote seja produzido. As etapas estão descritas no Quadro 4.

Quadro 4 - Etapas do processo produtivo de embalagem de papelão

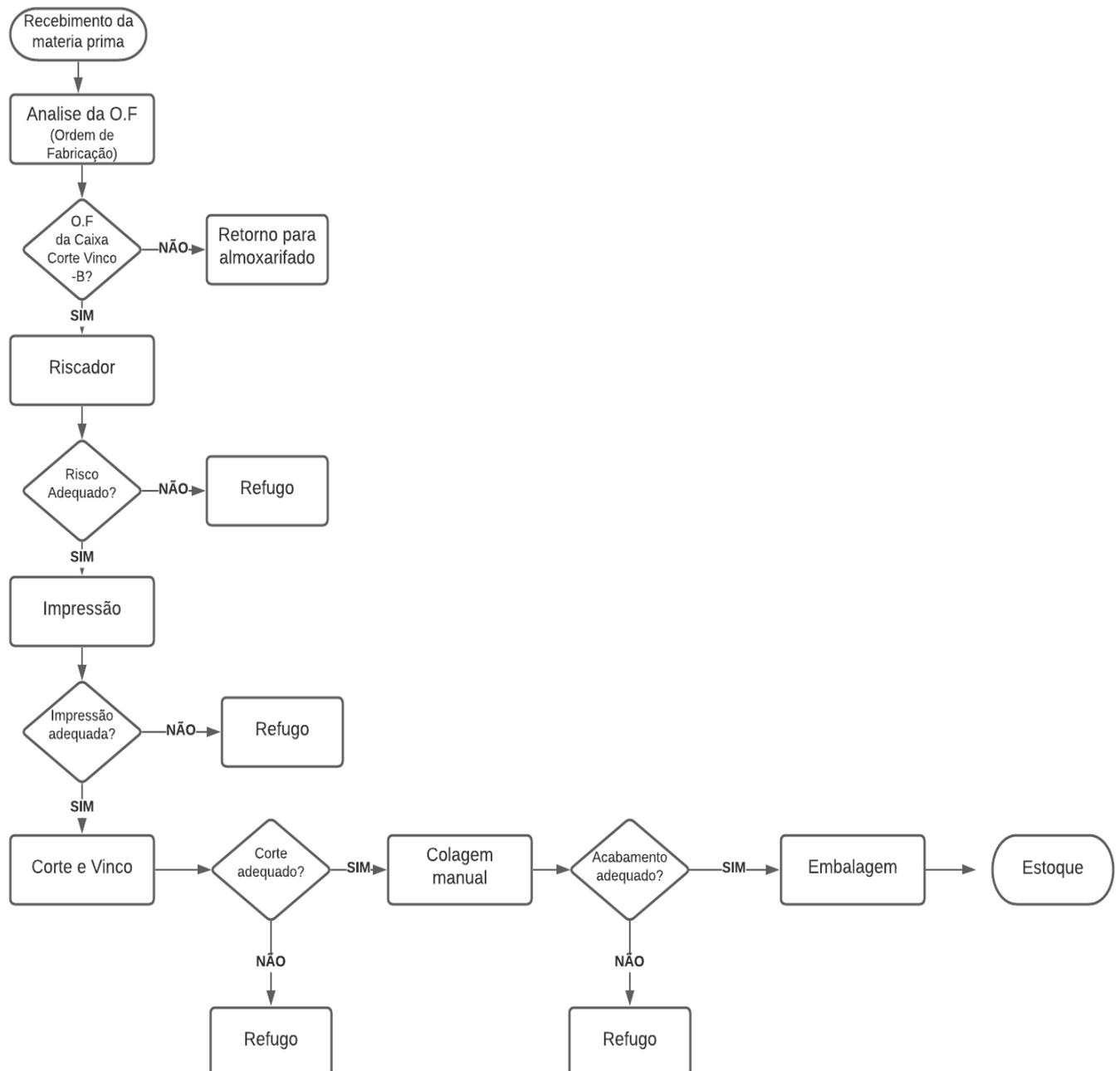
Transporte	Ao iniciar o processo de fabricação, as caixas são transportadas manualmente da armazenagem para próximo a máquina de vinco para iniciar a produção.
Vinco	No processo de corte e vinco é definido o formato da caixa a qual será fabricada.
Impressão	É no processo de impressão que as caixas recebem uma estampa impressa registrada com informações e modelo de acordo com a solicitação do cliente.
Colagem	Processo manual que acontece caixa por caixa com a finalidade de colar as laterais das caixas.
Embalagem	As caixas são organizadas em quantidades iguais, embaladas e amarradas manualmente.
Armazenagem	Após a embalagem as caixas separadas e empilhadas são armazenadas e estocadas até que o transporte ao cliente final aconteça.

Fonte: Autores, 2021

Para um melhor entendimento a respeito do fluxo do processo produtivo das embalagens de papelão, foi feito o mapeamento geral para análise de acordo com sua ordem de fabricação, seguindo o documento fornecido pela empresa para ilustrar o processo (Apêndice B).

Utilizou-se o fluxograma (Figura 12) para identificar como o processo é realizado dentro da empresa.

Figura 12 - Fluxograma Processo Produtivo da Caixa de Papelão.



Fonte: Autores, 2021.

Conforme demonstrado, o processo inicia-se com a matéria-prima recebida e estocada. Em seguida, através do recebimento da Ordem de Fabricação (O.F), o operador transporta através da empilhadeira as respectivas chapas de papelão para

a máquina de riscador, onde as chapas ficam estocadas ao lado da máquina aguardando o processamento, conforme descrito na ordem de fabricação da empresa.

Após verificação, o operador transporta as chapas devidamente marcadas para o setor de impressão, no qual recebem a estampa impressa. Esse processo é realizado em uma máquina Impressora Flexográfica, conforme descrito na O.F, de acordo com as especificações do cliente. Durante todo o processo verifica-se constantemente a qualidade do material.

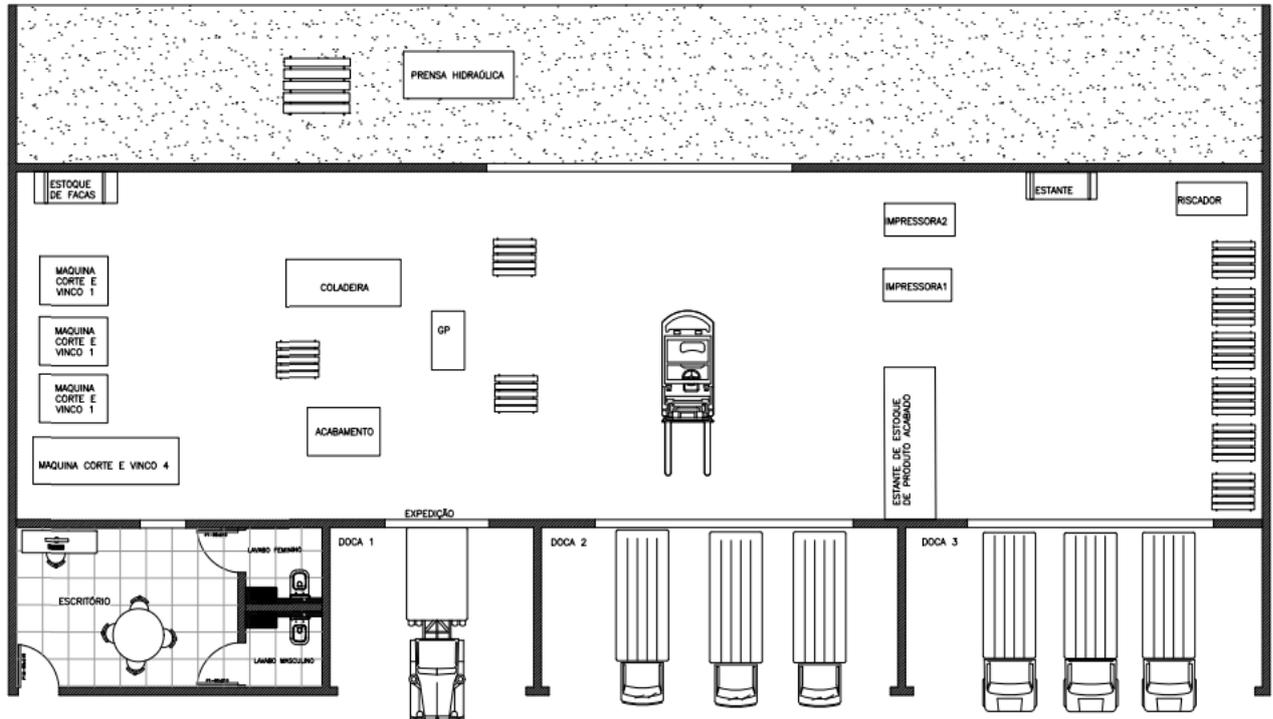
Após a impressão, encaminha-se para o setor de corte e vinco. Nesta etapa, o operador programa a máquina para definir o formato da caixa, de acordo com as especificações do cliente. Ao final desta etapa as caixas são averiguadas para seguir para a próxima etapa.

Na etapa seguinte ocorre o processo de Colagem. Esse processo é realizado com uma cola especial ou por intermédio de grampos metálicos específicos. Trata-se de uma operação manual, realizada caixa a caixa. Após verificação e conformidade esse processo encerra a produção das caixas.

O lote é então empilhado, distribuído em *pallets* e estocado para ser despachado e entregue ao cliente. Os refugos são recolhidos e transportados por empilhadeiras até o exterior do galpão, onde passam por uma prensa hidráulica, a fim de diminuir o volume para o armazenamento, e posteriormente vendido à indústria que recebe os refugos para reciclagem.

Todas essas etapas, muitas das quais nem sempre utilizadas em todos os produtos, criam a necessidade de um *layout* com maior flexibilidade para adaptar-se a vários produtos, pois desta forma, as operações de tarefas possuem certa independência, como corroboram Peinado e Graeml (2007), conforme Figura 13.

Figura 13 - Layout atual da empresa de embalagens de papelão



Fonte: Autores, 2021

Por meio da Figura 13, pode-se afirmar que o *layout* atual é o por processo, como definido por Slack, Chambers & Johnston (2002). Neste tipo de *layout*, são agrupados em uma mesma área todos os equipamentos e processos similares. Os diferentes tipos de produtos são encaminhados a determinada área de tarefas, onde existem o mesmo tipo de máquina, de acordo com suas necessidades.

A primeira consideração a ser feita acerca do layout atual diz respeito à localização do maquinário, que foi adaptado para a produção sem a realização de um estudo adequado de *layout* para favorecer o fluxo de pessoas, matéria-prima e produtos. Por exemplo, a empresa não possui nenhum fluxograma, mapa da fábrica, processos operacionais padrão, dentre outros.

Embora a divisão entre as áreas não seja clara, contando apenas com uma placa, presa ao teto, que informa o tipo do grupo de máquinas, existem também, áreas sem uso, assim como espaços com excesso de materiais.

Não há delimitações para os centros de trabalho e corredores para circulação, tendo um mau aproveitamento da área, o que torna o fluxo confuso e prejudica o processo. Não há um padrão determinado para o fluxo das peças dentro do processo, dificultando o controle visual e a organização da fábrica como um todo e para uma melhor análise, fez-se necessária a identificação e quantificação dos desperdícios existentes para então realizar uma proposta nova de *layout*.

4.2 Identificação e quantificação dos desperdícios existentes no processo produtivo mapeado

Para definir e propor a elaboração de uma proposta de novo *layout* para a empresa em questão, foi necessário percorrer toda a fábrica coletando informações, identificando e observando as perdas existentes no processo atual. A base para esta análise são os sete tipos de perdas, citados anteriormente por Antunes *et.al* (2008), classificados por Ohno dentro do sistema de produção enxuta, que são: perdas por superprodução; perdas por movimentação; perdas por espera; perdas por transporte; perdas por processamento; perdas por estoque e perdas por fabricação de produtos defeituosas.

No presente estudo foram verificados os sete tipos de desperdícios através do questionário aplicado aos funcionários (Apêndice A).

Após a apuração dos resultados, foi possível desenvolver uma análise mais detalhada destes desperdícios. O questionário aplicado forneceu uma visão mais ampla dos desperdícios sendo percebidos pelos próprios operadores, de acordo com Quadro 5.

Quadro 5 - Folha de Verificação

FOLHA DE VERIFICAÇÃO								
ÁREA	DESPERDÍCIOS							TOTAL
	DEFEITO	SUPERPRODUÇÃO	ESTOQUE	ESPERA	TRANSPORTE	MOVIMENTAÇÃO	PROCESSAMENTO	
Acabamento	12	13	8	5	8	4	8	58
Coladeira	2			2	2	2		8
Corte e vinco	3	3	2	1			1	10
Grampeadeira	2	1	1	1	2	1		8
Impressora	2			2	2			6
TOTAL	21	17	11	11	14	7	9	90

Fonte: Autores, 2021

Ao analisar os dados apresentados no Quadro 5, foi possível verificar que a perda por fabricação de produtos defeituosos foi citada por todos os setores. Este tipo de desperdício citado por Imai (2014), é relacionado à fabricação de produtos fora da especificação de qualidade e conformidade requerida, gerando retrabalhos na produção. No setor de acabamento foi mencionada a chapa de papelão com defeito, impressão e marcação errada, o que só é percebido pelo setor de acabamento depois que passa por todos os setores como, coladeira, impressão, corte e vinco e grampeadora.

A perda por superprodução foi citada nas etapas de acabamento, corte e vinco e grampeadeira. Essa perda se dá devido a produção de caixas a mais do que o programado para uma possível próxima compra do cliente, o que gera estoque. Conforme aponta Shingo (2007), a superprodução é ocasionada quando o lote produz quantidade maior do que o especificado pela ordem de fabricação.

A perda por estoque é citada nos setores de acabamento, corte e vinco e grampeadeira. A falta de controle é relatada pelos trabalhadores que citam a existência de estoques elevados de produto acabado. Foram identificados estoques provisionados pela gestão devido a manter um estoque de segurança no local caso haja solicitação antecipada pelos clientes. Antunes et. al. (2008), aponta está como sendo uma das principais características desse tipo de desperdício, um resultado da superprodução.

A perda por movimento ocorre nos setores de acabamento, coladeira e impressão. Devido a movimentação interna de materiais acontecer pelo próprio trabalhador que opera o maquinário, onde são retiradas a matéria prima do armazenamento e colocado em um pallet de espera próximo à máquina.

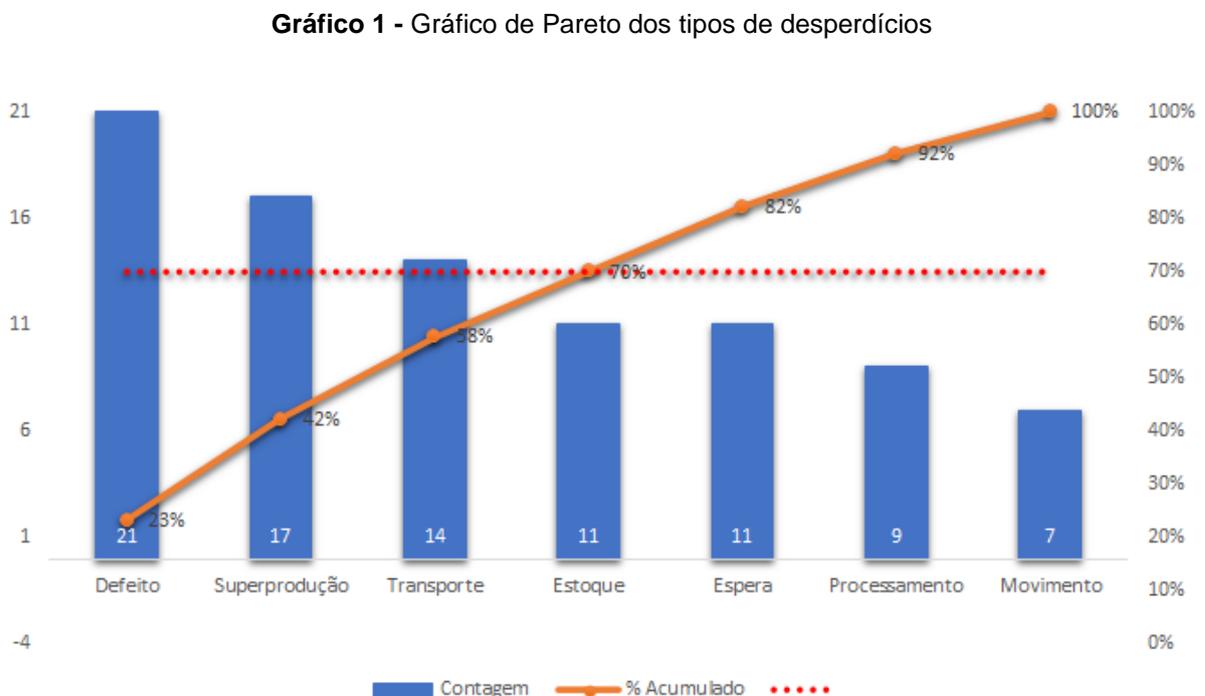
Conforme citado por Imai (2014), as perdas no movimento estão diretamente ligadas ao esforço que o trabalhador faz para realizar atividades de uma operação, como por exemplo, carregar ou levantar objetos pesados.

Já a perda por transporte foi citada nos setores de acabamento, coladeira, grampeadeira e impressora. Esse tipo de perda se dá devido a disposição inadequada dos refugos de papelão próximos às máquinas que ficam aguardando o transporte para o exterior da fábrica, que além de dificultar a passagem dos trabalhadores,

podem ocasionar acidentes internos. De acordo com Imai (2014), todos os processos devem ficar próximos da linha de produção para evitar o deslocamento desnecessário dos produtos, materiais, entre outros insumos.

Por fim, a perda por espera é mencionada em todos os setores, pois permanecem um intervalo de tempo aguardando a produção das embalagens ou esperam pelo ajustamento das placas de corte que necessariamente é realizado pelo trabalhador. Segundo Antunes et al. (2008) as perdas por espera estão ligadas ao alto tempo de preparação das máquinas, falta de sincronização do material na produção. E para isso é necessário um sistema de gestão como o Kanban para aplicar as correções necessárias ligadas a esse tipo de desperdício, realizando então operações em paralelos a outras atividades, criação de processos rápidos e ajustamentos rápidos das máquinas para que seja alcançado a maior produtividade dos maquinários.

Para melhorar esta realidade com base na análise da folha de verificação, elaboramos o gráfico de Pareto, no qual se evidencia as perdas de maior frequência, conforme Gráfico 1.



Fonte: Autores, 2021

Na folha de verificação tem-se uma visão por setor dos desperdícios, já com o gráfico de Pareto, ou diagrama de Pareto, tem uma visão geral dos desperdícios, e com esse

resultado sabe-se em quais os desperdícios deve-se priorizar nossos esforços, como definido por Werkema (2013). Assim, tendo uma visão quantitativa de quanto impactantes cada um desses desperdícios é.

Ao analisar e interpretar o gráfico, pode-se observar que a perda por defeito é a principal causa de reclamações e deve ser priorizada. As 4 perdas que se ouve mais insatisfação representam 70% das ocorrências de reclamações, são elas: perdas por defeito, superprodução, transporte e estoque.

As demais perdas também precisam ser tratadas, mas ao solucionar as perdas prioritárias, temos um impacto maior na melhoria da qualidade do processo e, conseqüentemente, na redução de custos.

4.3 Causas dos desperdícios no processo produtivo de embalagens de papelão

Através do gráfico de Pareto constatou-se os desperdícios de maior ocorrência, que são: Perdas por defeitos; por transporte; por estoque e por superprodução. A seguir será verificado as causas de tais perdas, como mostra o Diagrama de Ishikawa representado na Figura 14.

Figura 14 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autores, 2021.

No problema descrito acima, referente a perda por fabricação de produtos defeituoso foi identificado as seguintes causas: mão de obra, materiais e métodos. Foi identificado que as causas para a ocorrência dessa perda são pelo conjunto de defeitos e falta de calibração das máquinas seja na etapa de impressão, corte ou acabamentos, que provocam a geração de produtos com defeitos, juntamente com a falta de treinamento dos funcionários nos processos operacionais, e a falta de inspeções nos procedimentos e produtos.

Observou-se que na perda por superprodução suas causas estão relacionadas a mão de obra, método e máquina. Foi verificado que não há um controle efetivo da quantidade do uso da chapa de papelão, pois os operadores não são treinados com exatidão, além de não ter um planejamento de produção. Outra causa favorável é quanto a máquina, pois por ter um longo período de setup, a empresa começa a produzir mais para compensar o tempo em que a máquina ficar parada.

No problema identificado como perda por estoque foi verificado as causas: Método e máquina. Percebeu-se que há um desequilíbrio entre a produção e a demanda, no qual faz parte do setor de PCP controlar, mas que não está presente na empresa. Outro fator importante é a produção antecipada das caixas para gerar estoques e assim compensar esperas.

Por fim, no problema identificado como perda por transporte foi verificado a causa do meio ambiente, pois nos centros de trabalho e nos corredores do galpão não há delimitações para circulação de pessoas e materiais, tornando o fluxo confuso e prejudicando o processo, pois a falta de padronização determinada para o fluxo das caixas dentro do processo dificulta o controle visual e a organização da fábrica como um todo, além de não ter uma sinalização nas máquinas, o que são feitas através de uma placa superior com a identificação do determinado grupo de maquinário responsável pelo processo de produção. Outro fator importante é o descarte dos refugos próximo aos centros de trabalho, no qual ocorre quando não há contentores disponíveis, faz-se com que dificulta o transporte das empilhadeiras dos materiais acabados para a expedição.

Contudo, a seguir será apresentado possíveis proposições para a melhoria dessas perdas e suas causas relacionadas nesse estudo, e assim será apresentado um novo modelo de layout.

4.4 Proposta de novo layout para reduzir os desperdícios identificados no processo produtivo

Para atingir os objetivos desse trabalho, o novo *layout* deve seguir os princípios de economia de movimentos, que tem como conceito principal a noção de que não se deve fazer nada que seja desnecessário, pois no *layout* atual, nota-se um deslocamento exagerado da mão de obra para buscar equipamentos, ferramentas e materiais. Além de contribuir para eliminar um dos sete tipos e desperdícios citados por Ohno (1997), auxilia na ordenação dos serviços, eliminando cruzamento de materiais, mão de obra e máquinas.

Além disso, com base nas causas levantadas através do Diagrama de Ishikawa foi priorizado trabalhar aquelas relacionadas aos desperdícios de maior frequência, como: falta de treinamento operacional do processo produtivo, falta de inspeção para verificação de falhas na chapa de impressão e acabamento, excesso de estoque causado pela falta de planejamento da produção e setup longo das máquinas, além mobilidade nos centros de trabalho e o descarte incorreto dos refugos.

A identificação e correção desses pontos de desperdício são essenciais para a organização reduzir custos, aumentar lucros, melhorar a capacidade de atendimento à demanda e melhorar a qualidade de seus produtos e serviços. Para isto, foi feito um Plano de Ação conforme apresentado no Quadro 6, no qual descreve algumas propostas de soluções para esses pontos.

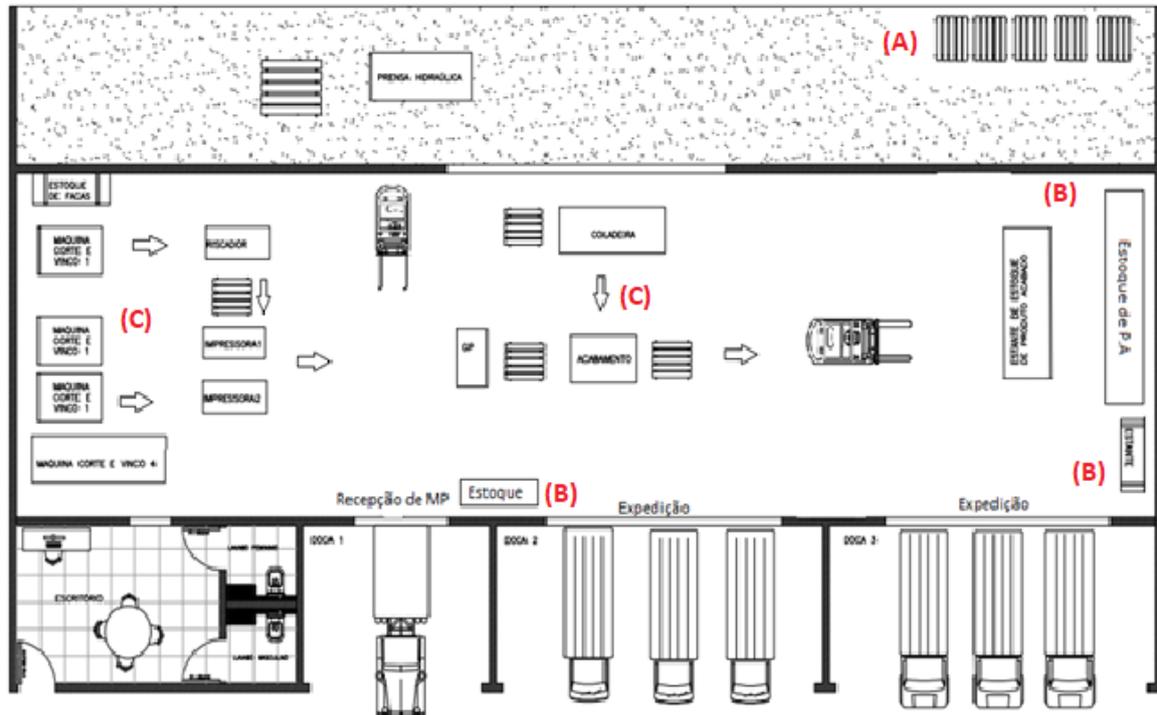
Quadro 6 – Plano de ação

O que	Objetivo	Quem	Como	Quando	Onde
Treinamento de operação	Atuar na perda por superprodução, perda por transporte e fabricação de produtos defeituoso.	Supervisor responsável	Elaborar treinamento focado na falha do operador.	Admissional e periodicamente	Sala de treinamento
Criação da atividade de inspeção de chapa de papelão	Atuar na perda por produtos defeituosos	Operador das máquinas de corte e impressora	Atribuir atividade de inspeção de chapas	Imediato	No galpão
Criação do setor de PCP	Atuar na perda por superprodução, perdas por estoque, por produtos defeituosos e transporte	Diretoria	Contratar engenheiro de produção	2º/2021	Área de Produção
Criação de Auditoria Interna	Atuar na perda por produtos defeituosos	Setor de Qualidade	Elaborar plano de auditoria com requisitos específicos compondo as normas já existentes da qualidade	Imediato	No galpão
Treinamento da Instrução de trabalho para ajuste das máquinas	Atuar na perda por produtos defeituosos e perda por estoque	Supervisor responsável	Aumentar a periodicidade dos treinamentos de Instrução do trabalho referente ao ajuste das máquinas de corte, vinco e impressora.	Semestralmente	Área de impressão, corte e vinco

Fonte: Autores, 2021

Além das sugestões citadas acima, foi proposto uma mudança na disposição das máquinas, equipamentos e materiais, conforme demonstrado na Figura 15. Os paletes que estavam presentes dentro do galpão sem utilidade, foram colocados na área externa para deixar livre o espaço para a circulação das paleteiras e dos funcionários (a). Os estoques ficaram próximos as áreas de recepção e expedição (b) e as máquinas ficaram agrupadas para menor movimentação dos produtos e dos funcionários (c).

Figura 15 – Proposta de layout



Fonte: Autores, 2021

A modificação no *layout* atual poderá auxiliar a melhorar as operações como por exemplo, diminuindo a distância entre o insumo ao maquinário, o transporte desnecessário dentro da fábrica e uma menor circulação total no local.

5. CONCLUSÃO

Por meio da análise dos dados das visitas in loco, foi identificado um grande número de não conformidades no processo produtivo da organização. Para reduzir não conformidades e melhorar a eficácia do processo produtivo, realizamos uma pesquisa bibliográfica sobre layout e produção enxuta. Com base nesta pesquisa bibliográfica, foi proposto o método de implementação de manufatura enxuta aplicada a um novo layout, para apoiar a organização na solução desses problemas.

O layout proposto foi apresentado a uma organização de pequeno porte que integra a indústria de embalagens brasileira e que precisava aprimorar seus processos e atender às exigências do mercado. Dessa forma, a organização pode reduzir o desperdício e aumentar sua eficiência operacional e lucratividade, o que ajuda a reter os clientes existentes e conquistar novos clientes.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a aplicação do layout proposto pode otimizar o processo produtivo, que foi evidenciado pela redução do tempo de espera e na minimização das perdas durante o processo, para isso foram utilizados ferramentas e conceitos da produção enxuta, com o propósito de identificar as oportunidades de melhoria, direcionando as ações a serem tomadas. Essas descobertas contribuem para melhorar a eficácia da organização, atendendo aos requisitos do cliente, das agências reguladoras e das próprias organizações e, assim, permite que a organização obtenha vantagens competitivas.

A implementação e aplicação do layout proposto, bem como a integração do método de manufatura enxuta, com outras ferramentas de gestão podem motivar pesquisas futuras a análise pós-implantação das alterações, identificando informações de estudos anteriores e posteriores à melhoria sugerida por este trabalho. Ao mesmo tempo, isso propicia oportunidade de um estudo comparativo da metodologia empregada em outras indústrias, de diferentes segmentos e dimensões.

REFERÊNCIAS

- ABRE. **Estudo ABRE macroeconômico e de tendências:** Apresentação agosto de 2019: retrospecto do primeiro semestre de 2019. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/dados-do-setor/ano2019/>>. Acesso em 14 mar 2020
- ANTUNES, Junico. et al. **Sistemas de Produção:** Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028:** informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.
- CORRÊA, Henrique; CORRÊA, Carlos. **Administração de produção e operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2007.
- CORRÊA, H. L. **Teoria Geral da Administração:** Abordagem Histórica da gestão de produção e operações. São Paulo: Atlas, 2003.
- CORREIA, K.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. **Mapeamento de processo:** Uma abordagem para análise de processo de negócio. In Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 12. Curitiba: Engep, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2002_TR10_0451.pdf> Acesso em: 18 de abr. 2020.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração.** 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- CUNHA, D. G. **Um Panorama Atual da Engenharia de Produção.** Porto Alegre, 2002.
- DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada:** Um Guia para Entender o Sistema de Produção Mais Poderoso do Mundo. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008
- FORD, H. **Today and Tomorrow.** New York: Doubleday, 1926.
- FQN, Gestão para transformação. **Como implementar a melhoria de processos ao seu negócio?** Disponível em: <<https://blog.fnq.org.br/como-implementar-a-melhoria-de-processos-ao-seu-negocio/>> Acesso em: 26 fev 2020
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4^o Edição. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6^o Edição. São Paulo: Atlas, 2008.
- HARDWOOD, F. M. **Classics in Management.** Nova York: American Management Association, Inc., 1960.

HOPP, W. J; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management**. 2.ed. Chicago: Irwin McGraw-Hill, 2001.

IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen**: Uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

JACOBS, Robert; CHASE, Richard. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Bookman, 2009.

JORNAL NACIONAL. **Alta na produção de embalagens sinaliza crescimento na indústria**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2019/12/02/alta-na-producao-de-embalagens-sinaliza-crescimento-da-industria.ghtml>> Acesso em: 14 mar 2020

JUNIOR, Orlando. et al. **Embalagem na logística urbana: conceitos, métodos e práticas**. 1. ed. Campinas: ITAL/CETEA/LALT, 2017.

KANBANIZE. **Os 7 Desperdícios do Lean: Como Otimizar Recursos**. Disponível em: <<https://kanbanize.com/pt/gestao-lean/valor-desperdicio/7-desperdicios-do-lean/>> . Acesso em: 14 mar 2020

KOTHARI, Amit. **Business Process Improvement Definition, Steps, & Methodologies**. Tallyfy. Disponível em: <<https://tallyfy.com/business-process-improvement-bpi/>>. Acesso em: 26 fev. 2020

KOTLER, P. **Administração de Marketing**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KRAJEWSKI, L.; RITSMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. 8 ed. São Paulo: Pearson, 2012.

LIKER, K. **O Modelo Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007

LIKER, K.; OGDEN, N. **A Crise da Toyota: Como a Toyota Enfrentou o Desafio dos Recalls e da Recessão para Ressurgir Mais Forte**. Porto Alegre: Bookman, 2012

MARCONI, A. M; LAKATOS M. E. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOLDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: Uma Abordagem Integrada ao Just in Time**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015

MOURTZIS, D; DOUKAS, M. **The evolution of manufacturing systems: from craftsmanship to the era of customisation**. Pennsylvania: IGI Global, 2014.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala** Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORTIZ, Chris. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2010

PEINADO, J.; GRAEML, A. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007. Disponível em: <https://issuu.com/jurandir_peinado/docs/livro2folhas/163> Acesso em: 18 de abr. 2020.

PINHO, Alexandre. **Combate entre as técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo**. In Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 17. Paraná: Engep, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP2007_TR570434_9458.pdf> Acesso em: 18 de abr. 2020.

PROCESSO. Michaelis. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Editora Melhoramentos Ltda, 2020. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>>. Acesso em: 25 fev 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2^o Edição - Novo Hamburgo, 2013.

RAMOS, E.; ALMEIDA S.; ARAÚJO, A. **Controle Estatístico da Qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

RAUPP; NASCIMENTO. **Aplicação de mapeamento de fluxo de valor em uma marmoraria**. In Encontro Nacional de engenharia de produção, 36. Paraíba: Enegep, 2016. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_323_29899.pdf> Acesso em: 18 de abr. 2020

ROCHA, Henrique; NONOHAY, Roberto. **Administração da produção**. Porto Alegre: Sagah, 2016.

SANTOS, A. M. P. **Embalagem na logística urbana: conceitos, métodos e práticas**. Campinas: ITAL/CETEA/LALT, 2017

SANTOS, Andreлина Maria Pinheiro; YOSHIDA, Cristina Maria Pedrosa. **Técnico em Alimentos**. Recife: Edufrpe, 2011.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24^a Ed. - São Paulo: Cortez, 2016.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

SILVA, André. et al. **Conceitos do Sistema de Toyota de produção em uma fábrica de calçados para redução de perdas: Um estudo de caso**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33. Bahia, 2013. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_177_013_22927.pdf> Acesso em: 18 de abr. 2020

SILVA, L. E; MENEZES, M. E. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. - 4. ed. Florianópolis, 2005.

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

SLACK. et al. **Gerenciamento de operações e Processos**: Princípios e práticas de impacto estratégico. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SOARES, Mariane. Agência Indusnet Fiesp. **Setor de embalagens deve crescer ainda mais até 2024 de acordo com o termômetro do mercado**. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/noticias/setor-de-embalagens-deve-crescer-ainda-mais-ate-2024-de-acordo-com-termometro-do-mercado/>> Acesso em: 14 de mar 2020.

SOUZA, Márcia. **Gestão da qualidade e produtividade**. Porto Alegre: Sagah, 2018

TAYLOR, W. F. **The Principles of Scientific Management**. 10ª ed. Project Gutenberg, 2004.

"The concepts of Taylorism and Fordism." **UK Essays**. 5 de dez. 2016. Disponível em: <<https://www.ukessays.com/essays/management/the-concepts-of-taylorism-and-fordism-management-essay.php>> Acesso em: 24 de abr. 2020

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16ª Ed. São Paulo: Atlas, 2016.

VILLELA, Cristiane. **Mapeamento de processo como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional**. Programa de pós-graduação em engenharia de produção. Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://www.academia.edu/32655556/Mapeamento_de_Processos_como_Ferramenta_de_Reestrutura%C3%A7%C3%A3o_e_Aprendizado_Organizacional> Acesso em: 18 de abr. 2020.

ZANELLA, Liane C. H. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2009. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/claudiomarcio/files/2015/12/LIVRO-Metodologia-de-Estudo-e-Pesquisa-em-Administração.pdf>> Acesso em: 07 de mai. 2020

WERKEMA, CRISTINA. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

WOMACK, P. J; JONES, T. D; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**: Baseado no Estudo do Massachusetts Institute Of Technology Sobre o Futuro do Automóvel. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2º Edição - Porto Alegre, Bookman, 2001.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO COM OS FUNCIONÁRIOS DA FÁBRICA DE EMBALAGENS

Cargo:

Setor:

Levando em conta sua opinião em relação aos desperdícios do processo produtivo na empresa: enumere os desperdícios abaixo, utilizando uma escala de 1 a 14, sendo 14 o mais grave, e 1 o de menor impacto.

- () Produção de produtos defeituoso
- () Retrabalho de produtos defeituosos
- () Produzir mais que o necessário
- () Produzir mais rápido que o necessário
- () Estoque excessivo de produto final
- () Estoque excessivo de matérias primas e insumos
- () Funcionários ociosos
- () Equipamentos ociosos
- () Movimento desnecessário de materiais
- () Movimento desnecessário de ferramentas ou equipamentos (Pallet por exemplo)
- () Movimentos desnecessários dos trabalhadores
- () Instrução de trabalho mal elaboradas
- () Mudanças frequentes na produção do produto
- () Documentação desnecessária para produção do produto

Observações: _____

APÊNDICE B - ORDEM DE FABRICAÇÃO - PCP

Ordem de Fabricação - P.C.P.

				O.F. Nº	Pçs/conj.	F.T. Nº	Ped. Nº				
MANN+HUMMEL MG		MANN+HUMMEL BRASIL LTDA		20435	1/1	29852	5324				
Local de Entrega				S/pedido		Item s/ped					
AV FAUSTO RIBEIRO DA SILVA, 839 - DISTRITO INDUSTRIAL BANDEIRINHAS - BETIM - 32854-805 - MG				5500168271							
Referência				Prazo de entrega							
R020501002300				05/03/2021 - 300							
Qtd. pedida	Tolerância QTD +	Tolerância QTD -	Peças/Amarrados	Peças/Caixa	LAUDO	STATUS					
300	300	300	25	1	SIM	NORMAL					
Medidas internas		Descrição - Estilo			Fechamento	Tipo de orelha					
143 X 143 X 98		CAIXA CORTE VINCO-B			Cola	INTERNA					
Medidas da folha		Caixas por folha	Corte (Fls.)	Qualidade Interna	Onda	Gramatura					
L 680 X C 640		2	151,00	KBK-4	B	410					
Peso unitário (Gr.)		Peso total (Kg.)		Área unitária (M²)		Área total (M²)					
89,216		26,765		0,218		65,280					
Med. do palete		Alt. máx. do palete		Lastro		Filme					
1000 X 1200		1200		0 X 0 = 0		SIM					
Faca Nº		Módulo		Gaveta		Arranjo da faca					
60		1		60		660 2 X 610 1					
Clichê Nº (arquivo)		Módulo		Gaveta		Prova					
19		1		19							
Primeira cor		Segunda cor		Terceira cor		Quarta cor					
PT-01											
Medidas do riscador (largura)						Total do riscador					
680 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0						680					
Medidas da impressora (comprimento)						Total da impressora					
640 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0 X 0						640					
Do Pedido:											
Do Produto: FD AMERICANO/IMP. SETAS/REF/ RECICLAVEL											
Do Cliente: RECEBIMENTO: SEG A SEXTA 08:00 AS 12:00/ 13:00 AS 17:00											
MATERIAL (SECUNDARIO INSUMOS)											
Descrição											
Und											
Qtd											
MATERIAL (CHAPA DE PAPELAO)											
Lote / Setor	Chapa		Qtd		Qualidade fornec		Gram				
9954 / APC BETIM	2300 (3) x 2300 (3)		17		FK2L-B - CBC-4		375				
PLANO DE PRODUÇÃO											
Unid. Operacional	Qtd	tempo ajuste	Tempo prod.	Tempo total	Início ajuste	Perda ajuste	Início prod.	Término prod.	Perda prod.	Qtd. prod.	Liberado por
22/1 RISC-01 RISCADOR 2600	300	00:15	00:09	00:24	09:20	3	10:20	10:40	2	172	Lucy
21/2 IMP-02 IMP.FLEXOGRAFICA 1400	300	00:30	00:09	00:39	09:20	3	10:20	10:40	2	172	Lucy
5/3 CV-02 CV 700X1000	300	00:30	00:09	00:39	14:11	1	14:16	14:24	-	141	Wilson
30/4 CO-MANUAL COLAGEM MANUAL	300	00:10	00:36	00:46	13:40	-	13:44	14:10	-	335	George
CAIXAS PRONTAS:											
DATA	QTD. DE CAIXAS/FARDO	QUANT. EXCEDENTE	TOTAL DE CAIXAS	LANÇADO POR	DT. FATURAMENTO						
08/02	13 X 25	01 X 10	335	George							

FF-016 Rev03

REGISTRO DE INSPEÇÃO DE PROCESSO - DIVISÃO ONDULADO

ASPECTO DIMENSIONAL						RISCADOR				VISTO	RNC
Registro	LARGURA	COMPRIM	VINCOS		Registro	ASPECTO VISUAL	AP	RP			
1ª	OK	N OK	OK	N OK	1ª	OK					
2ª					2ª						
3ª					3ª						
Re 1ª					Re 1ª						
Re 2ª					Re 2ª						
Re 3ª					Re 3ª						

ASPECTO DIMENSIONAL						IMPRESSÃO FLEXO				VISTO	RNC
Freq 30 min.	COMPRIM	LARGURA	ALTURA	VINCOS		Freq 30 min.	ASPECTO VISUAL	ASP VISUAL IMPRESSÃO	AP		
1ª	OK	N OK	OK	N OK	OK	N OK	OK	N OK			
2ª											
3ª											
Re 1ª											
Re 2ª											
Re 3ª											

ASPECTO DIMENSIONAL						CÓRTE E VINCO				VISTO	RNC
Freq 30 min.	COMPRIM	LARGURA	ALTURA	VINCOS		Freq 30 min.	ASPECTO VISUAL	CONDIÇÃO DOBRA VINCO	AP		
1ª	X	N OK	X	N OK	X	N OK	OK	N OK			
2ª	X		X		X		X				
3ª	X		X		X		X				
Re 1ª											
Re 2ª											
Re 3ª											

FECHAMENTO (GRAMPO / COLA)						ACABAMENTO/AMARRAÇÃO						
Freq 30 min.	ASPECTO VISUAL	ESQUADRO	AP	RP	VISTO	RNC	Freq 30 min.	ASPECTO VISUAL	AP	RP	VISTO	RNC
1ª	OK	N OK					1ª	OK				
2ª							2ª	X				
3ª							3ª	X				
Re 1ª							Re 1ª	X				
Re 2ª							Re 2ª					
Re 3ª							Re 3ª					

REGISTRO DE INSPEÇÃO DE PROCESSO - DIVISÃO OFF SET

FACÃO						GUILHOTINA											
Freq 30 min.	COMPRIM	LARGURA	ASPECTO VISUAL		AP	RP	VISTO	RNC	Freq 30 min.	COMPRIM	LARGURA	ASPECTO VISUAL		AP	RP	VISTO	RNC
1ª	OK	N OK	OK	N OK					1ª	OK	N OK	OK	N OK				
2ª									2ª								
3ª									3ª								
Re 1ª									Re 1ª								
Re 2ª									Re 2ª								
Re 3ª									Re 3ª								

ASPECTO DIMENSIONAL						IMPRESSÃO OFF SET						
Freq 30 min.	COMPRIM	LARGURA	ALTURA	FORMATO		Freq 30 min.	ASPECTO VISUAL	ASPEC VISUAL IMPRESSÃO	AP	RP	VISTO	RNC
1ª	OK	N OK	OK	N OK	OK	N OK	OK	N OK				
2ª												
3ª												
Re 1ª												
Re 2ª												
Re 3ª												

PRÉ ACABAMENTO / PLASTIFICADORA						ACOPLAGEM								
Freq 30 min.	ASPECTO VISUAL	ADERÊNCIA	AP	RP	VISTO	RNC	Freq 30 min.	ASPECTO DIMENSIONAL	ACOPLAGEM	A	R	P	VISTO	RNC
1ª	OK	N OK					1ª	OK	N OK	OK	N OK			
2ª							2ª							
3ª							3ª							
Re 1ª							Re 1ª							
Re 2ª							Re 2ª							
Re 3ª							Re 3ª							

REGISTRO DE INSPEÇÃO - INSPEÇÃO FINAL

QUANT DO AMARRADO		LIMPEZA DE REFILES		INTEGR DO AMARRADO		AP	RP	VISTO	RNC
OK	N OK	OK	N OK	OK	N OK				
✓			X		X				

Nota: 1ª INÍCIO DE PRODUÇÃO - 2ª CICLO DE PROCESSO - 3ª TÉRMINO DE PRODUÇÃO/ Inspeções serão a cada 30 minutos.

APÊNDICE C – ARTIGO APROVADO NA REVISTA RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT

Adequação do layout para redução de desperdícios em uma empresa de embalagens

Layout adequacy to reduce waste in a packaging company

Ajuste del layout para reducir los residuos en una empresa de embalaje

Recebido: 00/01/2021 | Revisado: 00/03/2021 | Aceito: 00/04/2021 | Publicado: 10/04/2021

Gabrielle Evangelista Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5461-6375>
Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Brasil
E-mail: gabrielleeg.sp@gmail.com

Luis Felipe Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4932-3375>
Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Brasil
E-mail: elleoluis@hotmail.com

Thais Tayane Martins Nobre

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3836-3993>
Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Brasil
E-mail: thaismartins.nobre@gmail.com

Gabriela Gregorio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9022-4005>
Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Brasil
E-mail: gabriela.fonseca@feamig.br

Tálita Rodrigues de Oliveira Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3850-5042>
Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Brasil
E-mail: talita22r@yahoo.com.br

Resumo

As organizações procuram se manter em um mercado que está mais competitivo, junto a consumidores exigentes, com isso vem a importância de produzir com qualidade e manter um preço competitivo, uma das formas de se alcançar isso é através da eliminação de desperdícios, pois permite a organização a expandir sua lucratividade sem precisar aumentar o preço final do produto. Por este motivo, este trabalho tem como objetivo apresentar um layout mais adequado, para que seja possível melhorar o processo de produção de embalagens de papelão, a fim de cooperar com resultados satisfatórios no processo, como a eliminação dos desperdícios. Para atingir esse objetivo as seguintes ações foram realizadas: mapeamento do processo produtivo, identificação e quantificação dos desperdícios e sugestões de melhorias. O estudo de caso foi realizado em uma fábrica de embalagens de papelão localizada na cidade de Betim - MG e para a coleta e análise dos dados foram utilizadas as técnicas de um questionário com os funcionários e visitas in loco para observação.

Palavras-chave: Arranjo físico; Eliminação de desperdícios; Indústria de Embalagens.

Abstract

Organizations seek to maintain them selves in a market that is increasingly competitive, with increasingly demanding consumers, this comes with the importance of producing with quality and keep a competitive price. One of the ways to achieve this goal is through the elimination of waste, this allows the organization to increase its profitability without having to increase the final price of the product. For this reason, this study aims to present a more adequate layout, so that it is possible to improve the cardboard package production process, in order to cooperate with satisfactory results in the process, such as the elimination of waste. In order to achieve this objective, the following actions were carried out: mapping of the production process, identification and quantification of waste, and improvements suggestions. This case study was carried out in a cardboard packaging factory, located in the city of Betim - MG, and for data

collection and analysis, semi-structured interview techniques on-site visits for observation and document analysis were used.

Keywords: Layout; Waste elimination; packaging industry.

Resumen

Las organizaciones buscan permanecer en un mercado más competitivo, con consumidores exigentes, con esto viene la importancia de producir con calidad y mantener un precio competitivo, una de las formas de lograrlo es a través de la eliminación de desperdicios, ya que permite la organización. para ampliar su rentabilidad sin tener que incrementar el precio final del producto. Por ello, este trabajo tiene como objetivo presentar un layout más adecuado, de manera que sea posible mejorar el proceso de producción de envases de cartón, con el fin de cooperar con resultados satisfactorios en el proceso, como la eliminación de residuos. Para lograr este objetivo se realizaron las siguientes acciones: mapeo del proceso productivo, identificación y cuantificación de residuos y sugerencias de mejora. El caso de estudio se llevó a cabo en una fábrica de embalajes de cartón ubicada en la ciudad de Betim - MG y para la recolección y análisis de datos se utilizaron las técnicas de un cuestionario con empleados y visitas in situ para observación.

Palabras clave: Layout; Eliminación de residuos; industria del embalaje.

1. Introdução

A produção enxuta é uma das iniciativas que grandes empresas no Brasil buscam adotar para permanecerem competitivas em um mercado cada vez mais global. O principal foco da abordagem baseia-se na eliminação de desperdícios dentro de um sistema de manufatura, que visa diminuir custos e otimizar a produção em geral.

Desenvolvida por Taiichi Ohno na década de 1950, a busca contínua pela eliminação de desperdícios (conhecida como Sistema de Produção Enxuta) era a única forma de elevar a produtividade em um Japão pós-guerra. Ohno categorizou os desperdícios em sete tipos: desperdícios de superprodução, de movimentação desnecessária, de espera, em transporte, do processamento em si, de estoque e de produzir produtos defeituosos (Ohno,1997).

Basicamente, desperdício é qualquer atividade que consome recursos, mas não agrega valor ao cliente final, ou seja, toda atividade que não interfere na qualidade, ou atribui valor ao produto. Tais atividades podem diminuir a lucratividade, aumentar o custo final e até diminuir a satisfação dos funcionários. É por isso que as empresas se veem na necessidade de se concentrar na redução de atividades desnecessárias, melhorando o processo em que elas aparecem ou, preferencialmente, eliminando-as. Ao fazê-lo, pode-se identificar oportunidades significativas para melhoria de desempenho geral.

O arranjo físico ou *layout*, também faz parte da melhoria de eficácia do sistema de produção enxuta, trata-se da disposição ordenada e adequada das instalações de fabricação e do uso dos recursos disponíveis, incluindo mão de obra, maquinário, ferramentas e materiais.

O *layout* de uma empresa, ou arranjo físico, é o posicionamento dos bens transformadores e de movimentação de uma empresa, tais como: máquinas, equipamentos e as pessoas que atuam na organização. A realização de um bom layout dá-se por meio das características e especificações do produto. (Vânia, et al., 2019, p. 3)

Quando bem projetado, o *layout* ajuda a visualizar e, conseqüentemente, eliminar alguns dos desperdícios citados anteriormente, como: estoque, movimentação desnecessária, a superprodução, o tempo de espera e de transporte. Em suma, um *layout* bem projetado diz respeito a utilização máxima e eficaz dos recursos disponíveis, a custos operacionais mínimos.

Neste cenário, este trabalho foi realizado com o intuito de analisar e avaliar o *layout* existente, e propor o

melhor e mais eficaz arranjo físico para a empresa com base nos critérios relacionados à desperdício.

1.1 Contexto do problema

O setor de embalagens está relacionado diretamente ao poder de consumo da população, sendo bastante influenciado pela atividade econômica do país. Segundo Luciana Pellegrino, diretora executiva da Associação Brasileira de Embalagem (ABRE) às ações do mercado estão mudando cada vez mais rápido, e a “indústria tem entendido a tendência e se adequado para atender à demanda”. (Soares, 2019)

Entretanto, com a elevação do custo da matéria-prima e de insumos, devido às incertezas da economia brasileira, houve um impacto negativo sobre os produtos de embalagem. Ao observar a situação de variabilidade no segmento, notou-se que para permanecer no mercado é importante atentar-se aos custos de produção que podem ser evitados. Com isso, buscam-se novas formas de gerenciamento do processo, e uma das opções que contribui para isso é adequação do arranjo físico.

Na fábrica de embalagens de papelão que foi estudada, notou-se problemas comuns no processo de produção, que é a perda de matéria prima no processo de corte e o estoque em processo. Dessa forma, se faz necessário investigar melhor as causas desses desperdícios e os impactos gerados para a empresa.

Outro desperdício identificado é o tempo de ajustes nas máquinas que ocorrem durante os processos de corte, e por ser um processo necessário é importante encontrar soluções para reduzir esse problema.

Sendo assim, buscar minimizar ou eliminar os desperdícios presentes no processo produtivo através de um *layout* adequado é importante para a competitividade da empresa. Para isso, deve-se identificar os pontos críticos desses desperdícios e analisar a melhor solução de arranjo físico.

1.2 Problema de pesquisa

Como adequar o *layout* de uma fábrica de embalagens de papelão, a fim de reduzir os desperdícios no sistema de produção?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um plano de adequação de *layout* visando a redução de desperdícios gerados no sistema de produção de embalagens de papelão, propondo formas para torná-lo mais enxuto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Apresentar o *layout* atual adotado no processo produtivo;
- Identificar e quantificar os desperdícios encontrados no processo produtivo;
- Identificar as causas dos desperdícios no processo produtivo de embalagens de papelão;
- Propor as alterações no *layout* para reduzir os desperdícios identificados no processo produtivo.

1.4 Justificativa

A reestruturação do arranjo físico é considerada uma importante estratégia de mudança que favorece o alcance de melhorias na produção, pois se estiver incorreto pode resultar em retrabalhos, o que contribui para diversas formas de desperdícios no processo de produção existente, o que se torna menos competitivo no mercado.

Neste cenário, percebeu-se a necessidade de reajustar o arranjo físico, de forma que se faça alcançar os benefícios esperados no desempenho da produção, que ganha destaque na empresa em estudo, a fim de tornar o sistema de produção mais enxuto. Com isso, pretende-se analisar os desperdícios existentes no *layout* atual, para que esses possam ser reduzidos ou eliminados.

Em relação ao processo produtivo é importante considerar importantes atribuições que um engenheiro de produção pretende alcançar, não se restringindo apenas na melhoria do layout em uma empresa, mas também contribuir para diminuir os desperdícios existentes na indústria e melhorar os ciclos dos processos produtivos.

Por fim, com o intuito de redução dos desperdícios, além de agregar valor à cadeia produtiva respeitando os quesitos do meio ambiente, a empresa visa o reaproveitamento das sobras de embalagens, que seriam descartados, cooperando assim diretamente com o meio ambiente e beneficiando a sociedade.

Sendo assim, todas as intervenções realizadas permitirão que o cliente tenha uma série de produtos com custos mais acessíveis, onde cada decisão tomada com foco na redução de desperdício beneficiará todo o processo produtivo.

2. Metodologia

2.1 Pesquisa quanto aos fins

De acordo com Gil (2002), ao longo do processo, a pesquisa passa por diversas fases, desde a formulação do problema até a apresentação dos devidos resultados. Ainda segundo o autor, a pesquisa é desenvolvida através de conhecimentos, métodos, técnicas e outros procedimentos científicos que tem como o propósito identificar problemas quando não se tem informações suficientes disponíveis ou se encontra desorganizada de tal modo que não consiga ser relacionada ao problema de forma clara.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), existem dois tipos de pesquisa científica:

- Pesquisa básica que é focada em melhorar e gerar novas teorias científicas baseada na especulação.
- Pesquisa aplicada que procura resolver problemas concretos e tem por finalidade métodos na prática. É chamada também de pesquisa empírica, pois o pesquisador precisa ir a campo para conversar com as pessoas e presenciar as relações sociais.

Nesta circunstância, o presente trabalho foi uma pesquisa aplicada, à medida que buscará identificar desperdícios reais do processo de produção de embalagens e construir propostas para reduzi-los na prática.

Ainda, de acordo com Gil (2002) é possível agrupar as mais diversas pesquisas em três níveis. A seguir, serão apresentadas as diferentes maneiras de classificar e nomear as pesquisas quanto aos fins.

2.1.1 Exploratória

Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo tornar as ideias e as descobertas de intuições mais compreensíveis, para formular o problema com mais precisão ou construir hipóteses. Este tipo de pesquisa pode envolver: "(a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que "estimulem a compreensão" "(Seltiz et al., 1967, p. 63 *apud* Gil, 2002, p.41).

2.1.2 Descritiva

A pesquisa descritiva é baseada em assuntos teóricos que envolvem técnicas de observação do problema, levantamento de dados com opiniões distintas, utilização de questionários, análise dos registros e relacionando determinadas variáveis através de um estudo comparativo e interpretação dos dados sem nenhuma interferência de quem realiza a pesquisa (Gil, 2002).

Entre as pesquisas descritivas, salientam-se aquelas que têm por objetivo estudar as características de um grupo: sua distribuição por idade, sexo, procedência, nível de escolaridade, estado de saúde física e mental etc. Outras pesquisas deste tipo são as que se propõem a estudar o nível de atendimento dos órgãos públicos de uma comunidade, as condições de habitação de seus habitantes, o índice de criminalidade que aí se registra etc. São incluídas neste grupo as pesquisas que têm por objetivo levantar as opiniões, atitudes e crenças de uma população. (Gil, 2002, p. 42)

2.1.3 Explicativa

Segundo Severino (2016), a pesquisa explicativa é aquela que, além de registrar e analisar os fenômenos estudados, busca identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático ou através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos.

Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente. (Gil, 2002, p.42)

Considerando os tipos de pesquisas quanto aos fins supracitados, a presente pesquisa foi classificada como exploratória, pois além de relacionar causa e efeito de potenciais desperdícios existentes no processo de produção de embalagens, construirá propostas para que estes desperdícios sejam minimizados.

2.2 Pesquisa quanto aos meios

Segundo Gil (2002), as pesquisas quanto aos meios podem ser classificadas em:

- Pesquisa bibliográfica: é desenvolvida baseadas em livros, artigos acadêmicos, teses e outros tipos de documentos que seja possível retirar citações que complementam a pesquisa, na qual chega em conclusões inovadoras a partir de fontes bibliográficas.
- Pesquisa de campo: realiza a aplicação de questionários e entrevistas através de observação direta, a fim de captar explicações e interpretações que ocorra dentro de algum grupo de trabalho, de estudo ou de lazer, e que não necessariamente precise ser geográfica. Ela também pode ser conjugada através de análise de documentos, filmagens e fotografias.
- Pesquisa-ação: detecta um problema coletivo, elabora um projeto e aplica junto ao grupo e depois avalia os resultados de uma forma que seja participativo e cooperativo.
- Estudo de caso: analisa profundamente os objetos a fim de identificar as características detalhadas da pesquisa. O estudo de caso é utilizado quando o pesquisador analisa um conjunto de acontecimentos sobre o qual tem pouco ou nenhum controle, evidenciando-os entre o contexto da vida real e o fenômeno. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso pode ser classificado em: casos únicos, no qual se refere a projetos comuns para realização de estudos envolvendo somente um contexto e os casos múltiplos que envolvem mais de um contexto.

O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. Novamente, embora os estudos de casos e as pesquisas históricas possam se sobrepor, o poder diferenciador do estudo é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências documentos, artefatos, entrevistas e observações - além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional. (Yin, 2001, p. 27)

Quanto aos meios, este trabalho se enquadra em um estudo de caso, uma vez que foi estudada de forma aprofundada os possíveis desperdícios encontrados no layout do processo de produção de embalagens de papelão de uma fábrica situada na cidade de Betim/MG, combinando além de dados históricos, uma ampla variedade de evidências como entrevistas e observações. Além disso, por ser tratar de um estudo de caso, os resultados gerados podem não se adequar a realidade de outras organizações.

2.3 Organização em estudo

A empresa em estudo, que neste trabalho será denominada de “Y”³ é uma indústria de embalagens de médio porte, com 140 colaboradores no total. À qual atua no mercado de embalagens de papelão desde 2007 e está instalada em uma sede própria, localizada na cidade de Pirapora do Bom Jesus em São Paulo, mas também foca parte da sua produção e o seu centro de distribuição na cidade de Betim em Minas Gerais.

O estudo de caso foi focado na unidade de Betim em Minas Gerais, na qual dispõe de 26 funcionários e possui clientes na região metropolitana de Belo Horizonte, como fabricantes de autopeças, de automóveis, de produtos eletroeletrônicos, colchões, móveis, entre outros, além de distribuir para outras regiões a nível nacional.

A empresa produz em média 500 toneladas por mês de diversos modelos de embalagens de papelão ondulado; micro ondulado, papel cartão, polionda e embalagens híbridas de papelão e madeira, com impressão flexográfica ou impressão offset. O seu processo de produção pode ser dividido em impressão, corte e vinco, dobra, colagem e armação da caixa.

2.4 Universo e amostra

Para se aplicar a organização em estudo, segundo Marconi e Lakatos (2003), é necessário que os métodos e técnicas utilizadas na pesquisa científica sejam analisados e reconhecidos delimitando o universo e amostra.

O universo ou população, segundo Silva e Menezes (2005), é definido como agrupamento de indivíduos que a pesquisa visa representar através de resultados para um determinado estudo. Ainda segundo os autores, a amostra pode ser esclarecida como a composição de indivíduos que irão fazer parte da pesquisa dentro do universo ou população estudados.

Para este trabalho, o universo é a unidade da empresa produtora de embalagens situada na unidade de Betim, e a amostra fez parte do processo produtivo, integrada pelas seguintes operações: impressão, na qual dispõe de 04 operadores na estação de trabalho, corte e vinco com 04 operadores, dobra e colagem com 05 operadores e armação da caixa com 02 operadores.

2.5 Formas de coleta e análise de dados

Para Zanella (2009), coleta de dados pode-se dispor de questionários, análise de documentos, observações e entrevistas, que podem ser utilizados individualmente ou combinados. Abaixo serão apresentados alguns tipos

³Y é o nome fictício, pois a fábrica de embalagens estudada nesta pesquisa não permitiu o uso de seu nome.

de coleta de dados:

- Questionários: é uma ferramenta composta por uma série ordenada de perguntas que podem ser chamadas de descritivas, quando o objetivo é identificar o perfil das pessoas entrevistadas, como idade, renda, escolaridade e profissão; comportamentais que tem o propósito de conhecer o comportamento do entrevistado, como padrão de consumo, comportamento social e econômico; e por fim de preferenciais, que busca avaliar a opinião do entrevistado em relação ao problema da pesquisa (Zanella, 2009).
- Análise documental: segundo Zanella (2009), envolve a identificação dos documentos internos, como o estatuto, regulamento, relatórios e manuais, ou dos documentos externos (governamentais, de organizações não-governamentais ou instituições de pesquisa, dentre outras). É uma técnica utilizada tanto em pesquisa quantitativa como qualitativa.
- Observação: “é uma técnica científica que utiliza o sentido visual para obter informações da realidade” (Zanella, 2009, p.121). É utilizada na pesquisa, pois capta diretamente o fenômeno sem a interatividade de um documento ou de um interlocutor. A observação pode ser classificada em: observação assistemática, no qual não segue um planejamento de maneira antecipada; observação sistemática, onde é elaborado um plano específico e estabelece antecipadamente as necessidades para análise de cada situação; observação não participante, no qual o pesquisador mantém distância dos eventos, atua como espectador; e observação participante, onde o observador assume o papel de um membro do grupo e participa de sua atuação (Zanella, 2009).
- Entrevista: é utilizada para obter informações de um determinado assunto através da perspectiva do entrevistado. De acordo com Silva e Menezes (2005), as entrevistas podem ser: estruturada, com roteiro previamente estabelecido; ou semiestruturada, no qual não exige rigidez de roteiro.

O presente estudo de caso combinou três formas principais de coleta de dados, sendo elas: observação sistemática, análise documental e a entrevista semiestruturada.

A observação sistemática teve como objetivo o melhor entendimento do processo produtivo e proporcionou a identificação de alguns desperdícios que incidem sobre o processo. Para isto, foram realizadas 02 visitas in loco, pelos três integrantes do grupo, no segundo semestre de 2020, onde as informações sobre o produto, os processos produtivos e o layout da fábrica foram registrados.

Na análise documental, frequentemente usada devido às várias maneiras de apoiar e fortalecer a pesquisa, foram verificados documentos como: relatórios de controle de estoque e de desperdícios de insumos. Os documentos que foram analisados, tiveram o período de um ano, sendo de janeiro de 2019 a janeiro de 2020, pois pode ocorrer algumas sazonalidades que influenciam nos desperdícios, como o aumento ou a redução da produção.

Já a entrevista semiestruturada foi realizada através de 01 visita in loco, no segundo semestre de 2020. Foi selecionada uma amostra de 70% dos funcionários, sendo aplicadas as entrevistas para 01 funcionário do nível estratégico, 02 funcionários do nível tático e 15 funcionários do nível operacional. As respostas foram redigidas manualmente, com a participação dos 3 integrantes do grupo. Por meio da entrevista foram identificadas informações sobre o processo produtivo, causas dos desperdícios e a percepção dos funcionários quanto a oportunidades de melhorias para a redução desses desperdícios.

A partir desta abordagem, a análise de dados foi quantitativa e qualitativa. De acordo com Zanella (2009), a análise quantitativa utiliza o conhecimento estatístico para duas finalidades: descrever, no qual apresenta

graficamente os dados de pesquisa; e testar hipóteses para identificar e caracterizar relações entre variáveis.

Já a análise qualitativa, de acordo com Vergara (2016), é exploratória, ou seja, visa extrair dos entrevistados seus pensamentos que foram livremente ditos sobre algum tema, objeto ou conceito. A análise qualitativa buscou compreender a perspectiva do entrevistado e para atender esse objetivo é utilizado a técnica de análise de conteúdo, no qual trabalha com materiais textuais, como entrevistas e os registros das observações.

Para análise dos dados foram utilizadas ferramentas como o software Mini-tab para criar fluxogramas, folha de verificação e o gráfico de Pareto, em conjunto com o Excel a fim de quantificar e analisar os desperdícios observados. Assim, torna-se possível a elaboração de relatórios que auxiliam no controle de estoque e desperdícios de insumos, que servirão de parâmetros para analisar quantitativamente os desperdícios observados dentro da empresa, assim como compreender suas causas e, eventualmente, propor medidas para diminuí-los e/ou eliminá-los.

2.6 Limitações da pesquisa

Um das limitações que podem ocorrer ao longo do trabalho foi em relação a coleta de dados, pois deve-se considerar a confiabilidade dos dados obtidos através de documentos da empresa. É possível também encontrar dificuldades para entrevistar o nível estratégico, uma vez que a maioria se encontra na sede principal da empresa, em São Paulo. Outra possível limitação desta pesquisa se refere a impossibilidade de visitas físicas, devido a pandemia causada pelo COVID-19.

3. Resultados e Discussão

Na análise e discussão dos resultados, realizou-se a aplicação dos conceitos e ferramentas apresentados no referencial teórico para elaboração de proposta para um novo *layout* para a empresa em questão.

Começando pela apresentação, categorização e mapeamento do *layout* atual dos processos produtivos e dos fluxos internos atuais, a fim de identificar pontos críticos e desperdícios ao longo de todo o processo.

Em seguida, será apresentada a proposta de *layout*, elaborada com base no tipo de processo utilizado pela empresa, e por fim, serão apresentadas algumas das vantagens que podem ser alcançadas com a implementação do *layout* proposto

3.1 Layout atual do processo produtivo de embalagem de papelão adotado pela empresa

Parte importante da estratégia de produção da empresa é a personalização de seus produtos, ou seja, todas as especificações técnicas, desde o tipo de material usado até as dimensões da embalagem são definidas previamente pelo cliente. Como resultado, grande parte do mix de produtos não tem um roteiro de produção definido, uma vez que os produtos são fabricados por grupos ou quantidades específicas.

Para conseguir lidar com o alto fluxo de produção e as especificações, variando produto a produto, o processo produtivo utilizado é o em lotes. Nesse sistema, em vez de produzir itens de forma contínua ou individual, a produção se move em grupos ou lotes. Como apontam Slack, Chambers & Johnston (2002), esse processo pode ser utilizado para um gama mais amplo de níveis de volume e variedade do que os outros tipos de processos.

O lote de embalagens pode passar por uma série de etapas para produzir o produto final desejado. Cada uma das etapas do processo de produção é aplicada ao mesmo tempo a um lote completo de itens. Esse lote não passa para a próxima etapa do processo de produção até que todo o lote seja produzido. As etapas estão descritas no Quadro 1.

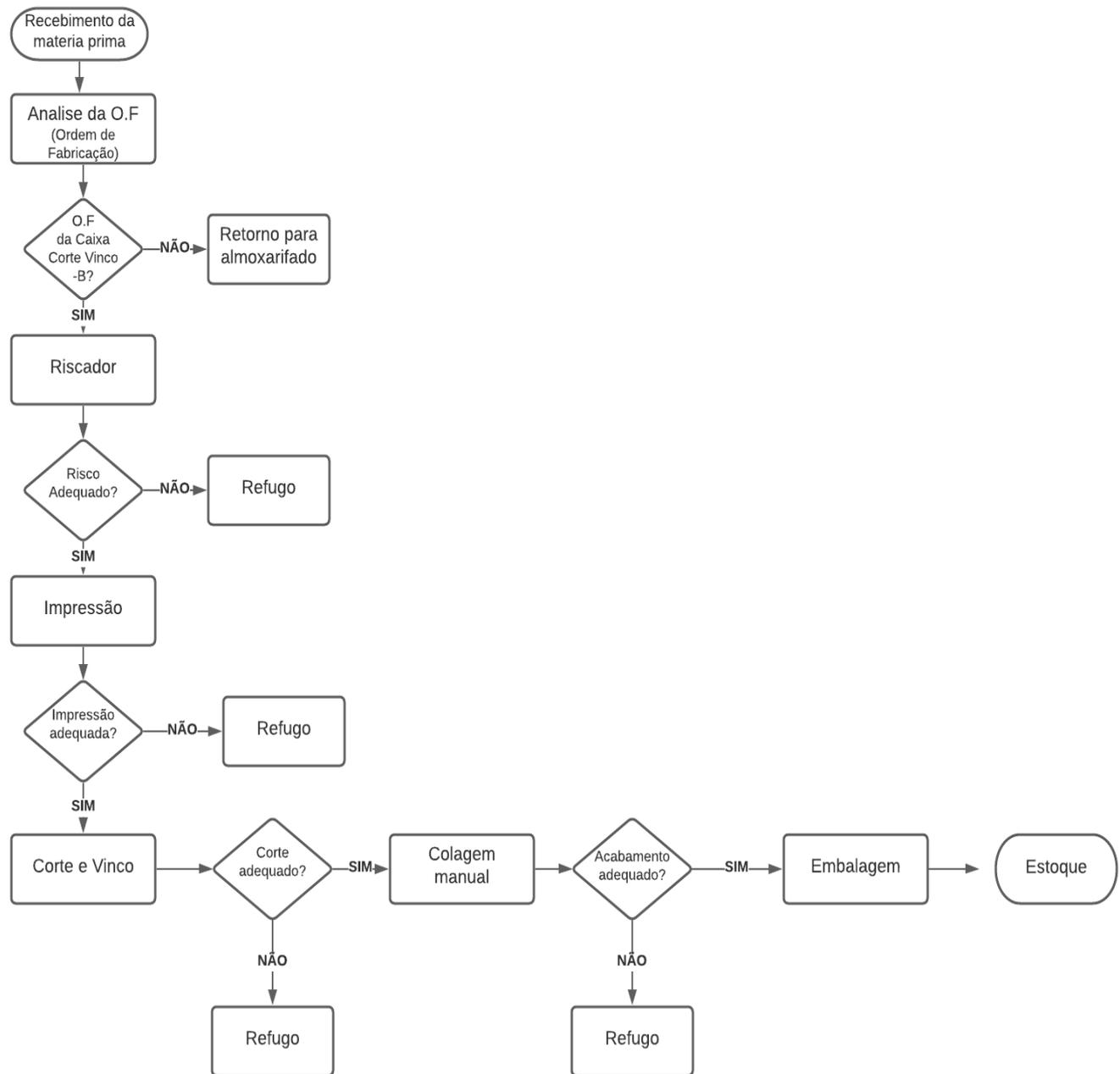
Quadro 1 - Etapas do processo produtivo de embalagem de papelão

Transporte	Ao iniciar o processo de fabricação, as caixas são transportadas manualmente da armazenagem para próximo a máquina de vinco para iniciar a produção.
Vinco	No processo de corte e vinco é definido o formato da caixa a qual será fabricada.
Impressão	É no processo de impressão que as caixas recebem uma estampa impressa registrada com informações e modelo de acordo com a solicitação do cliente.
Colagem	Processo manual que acontece caixa por caixa com a finalidade de colar as laterais das caixas.
Embalagem	As caixas são organizadas em quantidades iguais, embaladas e amarradas manualmente.
Armazenagem	Após a embalagem as caixas separadas e empilhadas são armazenadas e estocadas até que o transporte ao cliente final aconteça.

Fonte: Autores, 2021

Para um melhor entendimento a respeito do fluxo do processo produtivo das embalagens de papelão, foi feito o mapeamento geral para análise de acordo com sua ordem de fabricação. Utilizou-se o fluxograma (Figura 1) para identificar como o processo é realizado dentro da empresa.

Figura 1 - Fluxograma Processo Produtivo da Caixa de Papelão.



Fonte: Autores, 2021.

Conforme demonstrado, o processo inicia-se com a matéria-prima recebida e estocada. Em seguida, através do recebimento da Ordem de Fabricação (O.F), o operador transporta através da empilhadeira as respectivas chapas de papelão para a máquina de riscador, onde as chapas ficam estocadas ao lado da máquina aguardando o processamento, conforme descrito na ordem de fabricação da empresa.

Após verificação, o operador transporta as chapas devidamente marcadas para o setor de impressão, no qual recebem a estampa impressa. Esse processo é realizado em uma máquina Impressora Flexográfica, conforme descrito na Ordem de Fabricação (O.F), de acordo com as especificações do cliente. Durante todo o processo

verifica-se constantemente a qualidade do material.

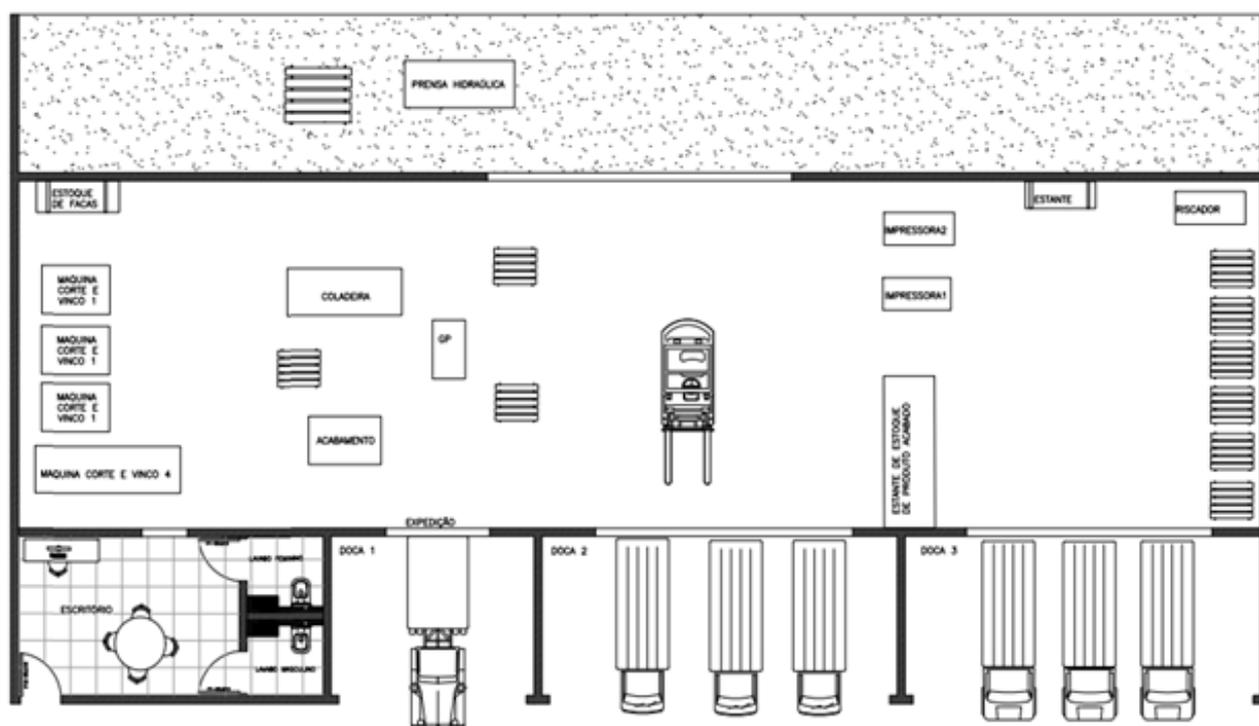
Após a impressão, encaminha-se para o setor de corte e vinco. Nesta etapa, o operador programa a máquina para definir o formato da caixa, de acordo com as especificações do cliente. Ao final desta etapa as caixas são averiguadas para seguir para a próxima etapa.

Na etapa seguinte ocorre o processo de Colagem. Esse processo é realizado com uma cola especial ou por intermédio de grampos metálicos específicos. Trata-se de uma operação manual, realizada caixa a caixa. Após verificação e conformidade esse processo encerra a produção das caixas.

O lote é então empilhado, distribuído em pallets e estocado para ser despachado e entregue ao cliente. Os refugos são recolhidos e transportados por empilhadeiras até o exterior do galpão, onde passam por uma prensa hidráulica, a fim de diminuir o volume para o armazenamento, e posteriormente vendido à indústria que recebe os refugos para reciclagem.

Todas essas etapas, muitas das quais nem sempre utilizadas em todos os produtos, criam a necessidade de um *layout* com maior flexibilidade para adaptar-se a vários produtos, pois desta forma, as operações de tarefas possuem certa independência, como corroboram Peinado e Graeml (2007).

Figura 2 - Layout atual da empresa de embalagens de papelão



Fonte: Autores, 2021

Por meio da Figura 2, pode-se afirmar que o *layout* atual é o por processo, como definido por Slack, Chambers & Johnston (2002). Neste tipo de *layout*, são agrupados em uma mesma área todos os equipamentos e processos similares. Os diferentes tipos de produtos são encaminhados a determinada área de tarefas, onde existem o mesmo tipo de máquina, de acordo com suas necessidades.

A primeira consideração a ser feita acerca do *layout* atual diz respeito à localização do maquinário, que foi adaptado para a produção sem a realização de um estudo adequado de *layout* para favorecer o fluxo de pessoas,

matéria-prima e produtos. Por exemplo, a empresa não possui nenhum fluxograma, mapa da fábrica, processos operacionais padrão, dentre outros.

Embora a divisão entre as áreas não seja clara, contando apenas com uma placa, presa ao teto, que informa o tipo do grupo de máquinas, existem também, áreas sem uso, assim como espaços com excesso de materiais.

Não existem demarcações para os centros de trabalho, nem para indicar os corredores de circulação, tendo um mau aproveitamento da área, o que torna o fluxo confuso e prejudica o processo produtivo. Não há um padrão determinado para o fluxo das embalagens em produção dentro do processo, dificultando o controle visual e a toda a organização da fábrica. Para uma melhor análise, fez-se necessária a identificação e quantificação dos desperdícios existentes para então realizar uma proposta nova de *layout*.

3.2 Identificação e quantificação dos desperdícios existentes no processo produtivo mapeado

Para definir e propor a elaboração de uma proposta de novo *layout* para a empresa em questão, foi necessário percorrer toda a fábrica coletando informações, identificando e observando as perdas existentes no processo atual. A base para esta análise são os sete tipos de perdas, citados anteriormente por Antunes et.al (2008) dentro do sistema de produção enxuta, que são: perdas por superprodução; perdas por movimentação; perdas por espera; perdas por transporte; perdas por processamento; perdas por estoque e perdas por fabricação de produtos defeituosas.

No presente estudo foram verificados os sete tipos de desperdícios através do questionário aplicado aos funcionários. Após a apuração dos resultados, foi possível desenvolver uma análise mais detalhada destes desperdícios. O questionário aplicado forneceu uma visão mais ampla dos desperdícios sendo percebidos pelos próprios operadores, de acordo com Quadro 2.

Quadro 2 - Folha de Verificação

ÁREA	FOLHA DE VERIFICAÇÃO							TOTAL
	DESPERDÍCIOS							
	DEFEITO	SUPERPRODUÇÃO	ESTOQUE	ESPERA	TRANSPORTE	MOVIMENTAÇÃO	PROCESSAMENTO	
Acabamento	12	13	8	5	8	4	8	58
Coladeira	2			2	2	2		8
Corte e vinco	3	3	2	1			1	10
Grampeadeira	2	1	1	1	2	1		8
Impressora	2			2	2			6
TOTAL	21	17	11	11	14	7	9	90

Fonte: Autores, 2021

Ao analisar os dados apresentados no Quadro 2, foi possível verificar que a perda por fabricação de produtos defeituosos foi citada por todos os setores. Este tipo de desperdício citado por Imai (2014), é relacionado à fabricação de produtos fora da especificação de qualidade e conformidade requerida, gerando retrabalhos na produção. No setor de acabamento foi mencionada a chapa de papelão com defeito, impressão e marcação errada, o que só é percebido pelo setor de acabamento depois que passa por todos os setores como, coladeira, impressão, corte e vinco e grampeadora.

A perda por superprodução foi citada nas etapas de acabamento, corte e vinco e grampeadeira. Essa perda se dá devido a produção de caixas a mais do que o programado para uma possível próxima compra do cliente, o que gera estoque. Conforme aponta Shingo (2007), a superprodução é ocasionada quando o lote produz quantidade

maior do que o especificado pela ordem de fabricação.

A perda por estoque é citada nos setores de acabamento, corte e vinco e grampeadeira. A falta de controle é relatada pelos trabalhadores que citam a existência de estoques elevados de produto acabado. Foram identificados estoques provisionados pela gestão devido a manter um estoque de segurança no local caso haja solicitação antecipada pelos clientes. Antunes et. al. (2008), aponta está como sendo uma das principais características desse tipo de desperdício, um resultado da superprodução.

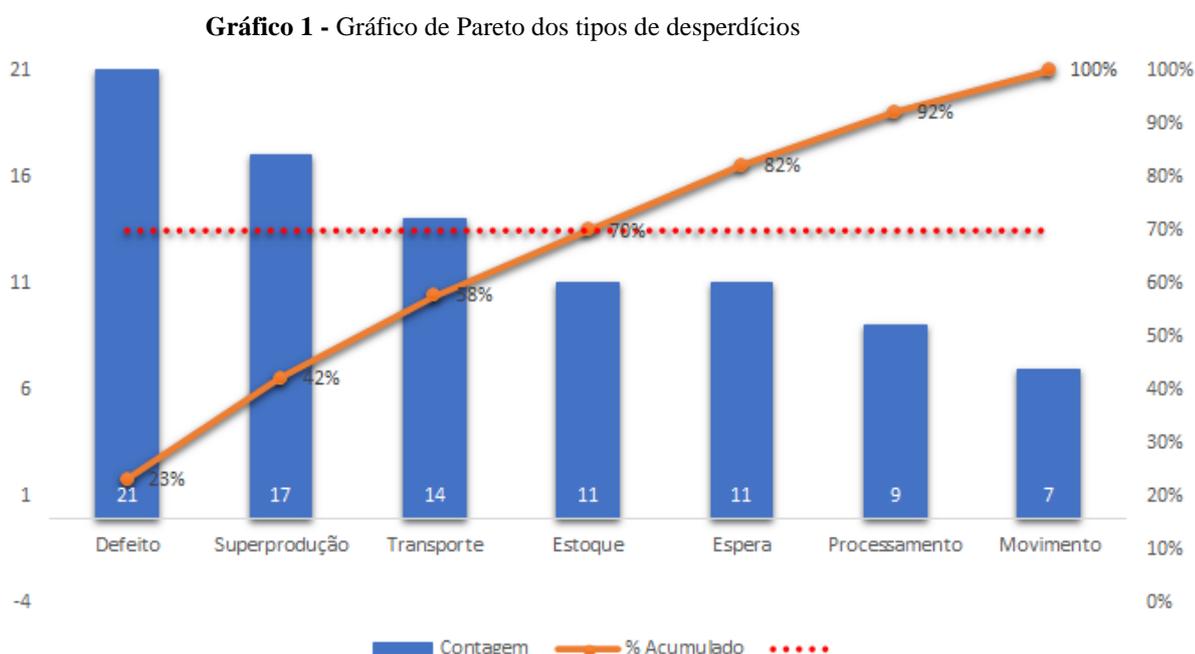
A perda por movimento ocorre nos setores de acabamento, coladeira e impressão. Devido a movimentação interna de materiais acontecer pelo próprio trabalhador que opera o maquinário, onde são retiradas a matéria prima do armazenamento e colocado em um pallet de espera próximo à máquina.

Conforme citado por Imai (2014), as perdas no movimento estão diretamente ligadas ao esforço que o trabalhador faz para realizar atividades de uma operação, como por exemplo, carregar ou levantar objetos pesados.

Já a perda por transporte foi citada nos setores de acabamento, coladeira, grampeadeira e impressora. Esse tipo de perda se dá devido à disposição inadequada dos refugos de papelão próximos às máquinas que ficam aguardando o transporte para o exterior da fábrica, que além de dificultar a passagem dos trabalhadores, podem ocasionar acidentes internos. De acordo com Imai (2014), todos os processos devem ficar próximos da linha de produção para evitar o deslocamento desnecessário dos produtos, materiais, entre outros insumos.

Por fim, a perda por espera é mencionada em todos os setores, pois permanecem um intervalo de tempo aguardando a produção das embalagens ou esperam pelo ajustamento das placas de corte que necessariamente é realizado pelo trabalhador. Segundo Antunes et al. (2008) as perdas por espera estão ligadas ao alto tempo de preparação das máquinas, falta de sincronização do material na produção. E para isso é necessário um sistema de gestão como o Kanban para aplicar as correções necessárias ligadas a esse tipo de desperdício, realizando então operações em paralelos a outras atividades, criação de processos rápidos e ajustamentos rápidos das máquinas para que seja alcançado a maior produtividade dos maquinários.

Para melhorar esta realidade com base na análise da folha de verificação, elaboramos o gráfico de Pareto, no qual se evidencia as perdas de maior frequência, conforme Gráfico 1.



Fonte: Autores, 2021

Na folha de verificação tem-se uma visão por setor dos desperdícios, já com o gráfico de Pareto, ou diagrama de Pareto, tem uma visão geral dos desperdícios, e com esse resultado sabe-se em quais os desperdícios deve-se priorizar nossos esforços, como definido por Werkema (2013). Assim, tendo uma visão quantitativa de quão impactantes cada um desses desperdícios é.

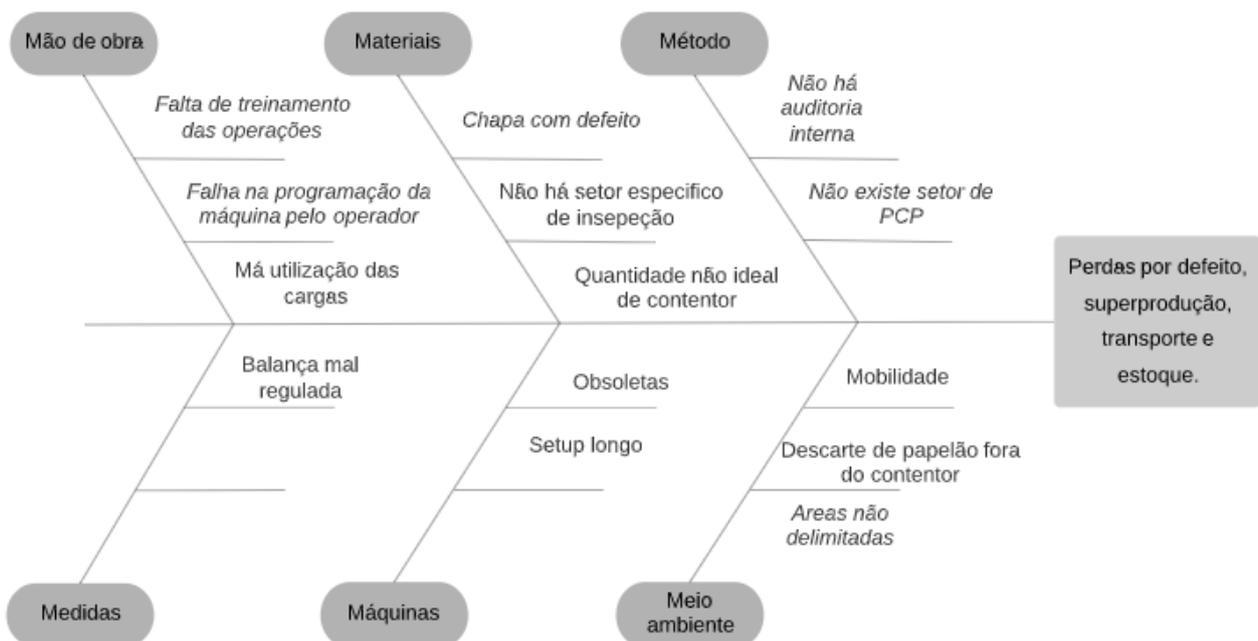
Ao analisar e interpretar o gráfico, pode-se observar que a perda por defeito é a principal causa de reclamações e deve ser priorizada. As 4 perdas que se ouve mais insatisfação representam 70% das ocorrências de reclamações, são elas: perdas por defeito, superprodução, transporte e estoque.

As demais perdas também precisam ser tratadas, mas ao solucionar as perdas prioritárias, temos um impacto maior na melhoria da qualidade do processo e, conseqüentemente, na redução de custos.

3.3 Causas dos desperdícios no processo produtivo de embalagens de papelão

Através do gráfico de Pareto constatou-se os desperdícios de maior ocorrência, que são: Perdas por defeitos; por transporte; por estoque e por superprodução. A seguir será verificado as causas de tais perdas, como mostra o Diagrama de Ishikawa representado na Figura 3.

Figura 3 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autores, 2021.

Nas causas descritas acima, referente a perda por fabricação de produtos defeituoso foi identificado as seguintes causas: mão de obra, materiais e métodos. Foi identificado que as causas para a ocorrência dessa perda são pelo conjunto de defeitos e falta de calibração das máquinas seja na etapa de impressão, corte ou acabamentos, que provocam a geração de produtos com defeitos, juntamente com a falta de treinamento dos funcionários nos processos operacionais, e a falta de inspeções nos procedimentos e produtos.

Observou-se que na perda por superprodução suas causas estão relacionadas a mão de obra, método e

máquina. Foi verificado que não há um controle efetivo da quantidade do uso da chapa de papelão, pois os operadores não são treinados com exatidão, além de não ter um planejamento de produção. Outra causa favorável é quanto a máquina, pois por ter um longo período de setup, a empresa começa a produzir mais para compensar o tempo em que a máquina ficar parada.

No problema identificado como perda por estoque foi verificado as causas: Método e máquina. Percebeu-se que há um desequilíbrio entre a produção e a demanda, no qual faz parte do setor de Programação e Controle de Produção (PCP) controlar, mas que não está presente na empresa. Outro fator importante é a produção antecipada das caixas para gerar estoques e assim compensar esperas.

Por fim, no problema identificado como perda por transporte foi verificado a causa do meio ambiente, pois nos centros de trabalho e nos corredores do galpão não há delimitações para circulação de pessoas e materiais, tornando o fluxo confuso e prejudicando o processo, pois a falta de padronização determinada para o fluxo das caixas dentro do processo dificulta o controle visual e a organização da fábrica como um todo, além de não ter uma sinalização nas máquinas, o que são feitas através de uma placa superior com a identificação do determinado grupo de maquinário responsável pelo processo de produção. Outro fator importante é o descarte dos refugos próximo aos centros de trabalho, no qual ocorre quando não há contentores disponíveis, faz-se com que dificulta o transporte das empilhadeiras dos materiais acabados para a expedição.

Contudo, a seguir será apresentado possíveis proposições para a melhoria dessas perdas e suas causas relacionadas nesse estudo, e assim será apresentado um novo modelo de *layout*.

3.4 Proposta de novo layout para reduzir os desperdícios identificados no processo produtivo

Para atingir os objetivos desse trabalho, o novo *layout* deve seguir os princípios de economia de movimentos, que tem como conceito principal a noção de que não se deve fazer nada que seja desnecessário, pois no *layout* atual, nota-se um deslocamento exagerado da mão de obra para buscar equipamentos, ferramentas e materiais. Além de contribuir para eliminar um dos sete tipos e desperdícios citados por Ohno (1997), auxilia na ordenação dos serviços, eliminando cruzamento de materiais, mão de obra e máquinas.

Além disso, com base nas causas levantadas através do Diagrama de Ishikawa no item 3.3 foi priorizado trabalhar aquelas relacionadas aos desperdícios de maior frequência, como: falta de treinamento operacional do processo produtivo, falta de inspeção para verificação de falhas na chapa de impressão e acabamento, excesso de estoque causado pela falta de planejamento da produção e setup longo das máquinas, além mobilidade nos centros de trabalho e o descarte incorreto dos refugos.

A identificação e correção desses pontos de desperdício são essenciais para a organização reduzir custos, aumentar lucros, melhorar a capacidade de atendimento à demanda e melhorar a qualidade de seus produtos e serviços. Abaixo no Quadro 3 estão descritas algumas propostas de soluções para esses pontos.

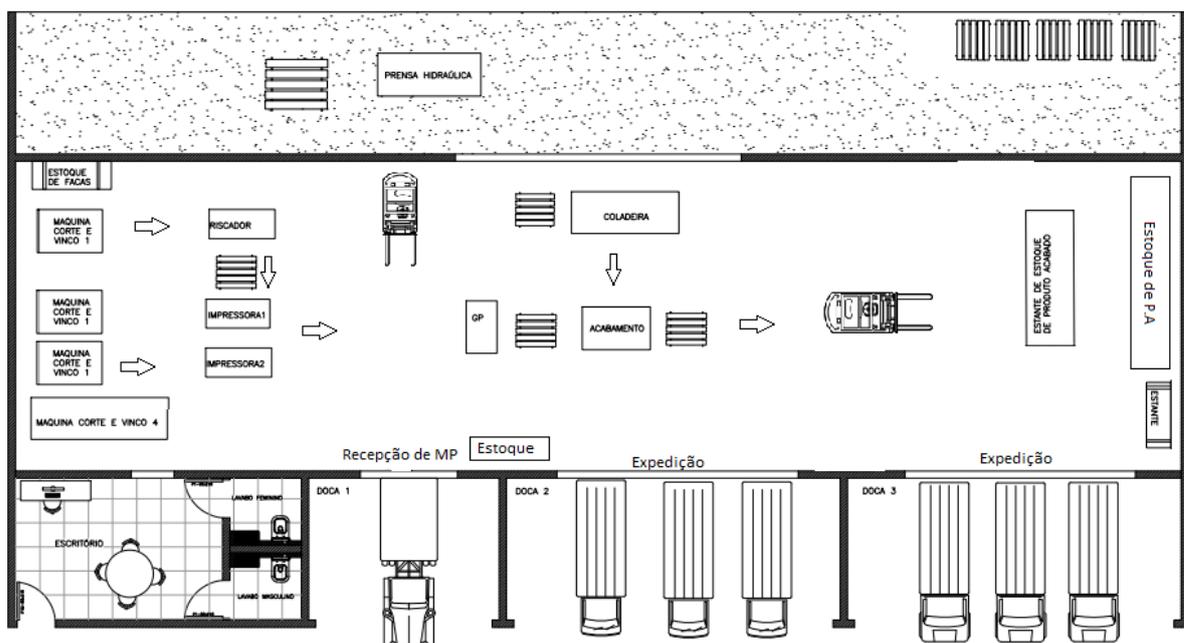
Quadro 3 – Plano de ação

O que	Objetivo	Quem	Como	Quando	Onde
Treinamento de operação	Atuar na perda por superprodução, perda por transporte e fabricação de produtos defeituoso.	Supervisor responsável	Elaborar treinamento focado na falha do operador.	Admissional e periodicamente	Sala de treinamento
Criação da atividade de inspeção de chapa de papelão	Atuar na perda por produtos defeituosos	Operador das máquinas de corte e impressora	Atribuir atividade de inspeção de chapas	Imediato	No galpão
Criação do setor de PCP	Atuar na perda por superprodução, perdas por estoque, por produtos defeituosos e transporte	Diretoria	Contratar engenheiro de produção	2º/2021	Área de Produção
Criação de Auditoria Interna	Atuar na perda por produtos defeituosos	Setor de Qualidade	Elaborar plano de auditoria com requisitos específicos compondo as normas já existentes da qualidade	Imediato	No galpão
Treinamento da Instrução de trabalho para ajuste das máquinas	Atuar na perda por produtos defeituosos e perda por estoque	Supervisor responsável	Aumentar a periodicidade dos treinamentos de Instrução do trabalho referente ao ajuste das máquinas de corte, vinco e impressora.	Semestralmente	Área de impressão, corte e vinco

Fonte: Autores, 2021

Além das sugestões citadas acima, foi proposto uma mudança na disposição das máquinas, equipamentos e materiais, conforme demonstrado na Figura 4. Os paletes que estavam presentes dentro do galpão sem utilidade, foram colocados na área externa para deixar livre o espaço para a circulação das paleteiras e dos funcionários. Os estoques ficaram próximos as áreas de recepção e expedição e as máquinas ficaram agrupadas para menor movimentação dos produtos e dos funcionários.

Figura 4 – Proposta de layout



Fonte: Autores, 2021

A modificação no *layout* atual poderá auxiliar a melhorar as operações como por exemplo, diminuindo a distância entre o insumo ao maquinário, o transporte desnecessário dentro da fábrica e uma menor circulação total no local.

4. Conclusão

Por meio da análise dos dados das visitas in loco, foi identificado um grande número de não conformidades no processo produtivo da organização. Para reduzir não conformidades e melhorar a eficácia do processo produtivo, realizamos uma pesquisa bibliográfica sobre *layout* e produção enxuta. Com base nesta pesquisa bibliográfica, foi proposto o método de implementação de manufatura enxuta aplicada a um novo *layout*, para apoiar a organização na solução desses problemas.

O *layout* proposto foi apresentado a uma organização de pequeno porte que integra a indústria de embalagens brasileira e que precisava aprimorar seus processos e atender às exigências do mercado. Dessa forma, a organização pode reduzir o desperdício e aumentar sua eficiência operacional e lucratividade, o que ajuda a reter os clientes existentes e conquistar novos clientes.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a aplicação do *layout* proposto pode otimizar o processo produtivo, que foi evidenciado pela redução do tempo de espera e na minimização das perdas durante o processo, para isso foram utilizadas ferramentas e conceitos da produção enxuta, com o propósito de identificar as oportunidades de melhoria, direcionando as ações a serem tomadas. Essas descobertas contribuem para melhorar a eficácia da organização, atendendo aos requisitos do cliente, das agências reguladoras e das próprias organizações e, assim, permite que a organização obtenha vantagens competitivas.

A implementação e aplicação do layout proposto, bem como a integração do método de manufatura enxuta, com outras ferramentas de gestão podem motivar pesquisas futuras a análise pós-implantação das alterações, identificando informações de estudos anteriores e posteriores à melhoria sugerida por este trabalho. Ao mesmo tempo, isso propicia oportunidade de um estudo comparativo da metodologia empregada em outras indústrias, de diferentes segmentos e dimensões.

Referências

- Associação Brasileira de Embalagem (2019). *Estudo ABRE macroeconômico e de tendências: Apresentação agosto de 2019: retrospecto do primeiro semestre de 2019*. <https://www.abre.org.br/dados-do-setor/ano2019>
- Antunes, J. et al. (2008). *Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta*. Porto Alegre: Bookman.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2002). *NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2003). *NBR 6028: informação e documentação: resumo: apresentação*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas.
- Imai, M. (2014). *Gemba Kaizen: Uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua*. Porto Alegre: Bookman.
- Marconi, A. M & Lakatos M. E. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas.
- Ohno, T. (1997). *Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Peinado, J. & Graeml, A. (2007). *Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços*. https://issuu.com/jurandir_peinado/docs/livro2folhas/163

- Prodanov, C. C. & Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hamburgo.
- Severino, A. J. (2016). *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez.
- Shingo, S. (2007) *O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Bookman.
- Silva, L. E & Menezes, M. E. (2005). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. Florianópolis: UFSC.
- Slack, N & Chambers, S. & Johnston, R. (2002) *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas.
- Soares, M. (2019). *Setor de embalagens deve crescer ainda mais até 2024 de acordo com o termômetro do mercado*. <https://www.fiesp.com.br/noticias/setor-de-embalagens-deve-crescer-ainda-mais-ate-2024-de-acordo-com-termometro-do-mercado/>
- Vânia, S. G. et al. (2019). *Implantação de Um Novo Layout Produtivo em Uma Empresa do Setor de Lubrificantes e Desengraxantes*. *Research, Society and Development*, 8, (5), e2385939. doi: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/939>
- Vergara, S. C. (2016). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas.
- Werkema, C. (2013). *Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Zanella, L. C. H. (2009) *Metodologia de estudo e de pesquisa em administração*. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC. <https://www2.unifap.br/clauidiomarcio/files/2015/12/LIVRO-Metodologia-de-Estudo-e-Pesquisa-em-Administração.pdf>