



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AMANDA KEURY DA SILVA SANTOS

**PROPOSTAS DE MELHORIAS EM PROCESSO PRODUTIVO E LAYOUT DE UMA  
ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS  
CONSIDERANDO OS CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING.**

LUÍS EDUARDO MAGALHÃES - BA

2021

AMANDA KEURY DA SILVA SANTOS

**PROPOSTAS DE MELHORIAS EM PROCESSO PRODUTIVO E LAYOUT DE UMA  
ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS  
CONSIDERANDO OS CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Oeste da Bahia,  
Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo  
Magalhães, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Me. Adriano David  
Monteiro de Barros

LUÍS EDUARDO MAGALHÃES - BA

2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

S237 Santos, Amanda Keury da Silva.

Propostas de melhorias em processo produtivo e layout de uma Associação de Catadores de Materiais Recicláveis considerando conceitos do lean manufacturing. / Amanda Keury da Silva Santos. – 2021.

101 f.; il.

Orientador: Prof. Me. Adriano David Monteiro de Barros.

Trabalho de Conclusão de Curso: (Graduação em Engenharia de Produção).

Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães, 2021.

1. Administração da produção – Resíduos Sólidos. 2. Sistema Toyota de produção. 3. Layout. 4. Associação de Catadores de Materiais Recicláveis – Bahia – Luís Eduardo Magalhães.

I. Barros, Adriano David Monteiro de. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia – Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães. III. Título.

---

CDD 658.562

**Amanda Keury da Silva Santos**

**PROPOSTAS DE MELHORIAS EM PROCESSO PRODUTIVO E LAYOUT DE UMA  
ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS  
CONSIDERANDO CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães da Universidade Federal do Oeste da Bahia como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Luís Eduardo Magalhães – BA, 01 de Julho de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Adriano David Monteiro de Barros  
Universidade Federal do Oeste da Bahia

---

Prof. Ma. Larissa Barbosa Taquetti  
Universidade Federal do Oeste da Bahia

---

Prof. Me. Climério Santos Soares  
Universidade Federal do Oeste da Bahia

(A versão assinada deste documento encontra-se na Coordenação do Curso)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus. Pois nos momentos mais difíceis, ele tem me ajudado, dado forças e me sustentado até o presente momento.

Agradeço à minha mãe, Vangelita Domingas, por sempre ter orado ao meu favor, suas orações me trouxeram até aqui. Agradeço por sempre sentar ao meu lado em todos os momentos, incluindo as noites de estudos, e por me tranquilizar quando a ansiedade me tomava, foi a minha maior fonte de força e motivação. O seu amor, e o do meu pai Hermivan Vieira, fora a base da minha perseverança, sou grata por todo apoio e torcida, pela paciência e conselho. Aos meus pais o meu eterno reconhecimento.

Agradeço ao meu esposo, Filipe, que fora um constante incentivador, acreditando em mim ainda mais do que eu mesma. Certamente tenho muitas coisas boas para aprender me espelhando em seus exemplos.

Agradeço ao Arthur, que me trouxe alegria e ânimo nos momentos que meus pensamentos pendiam para a falta da minha mãe. E à minha tia, Euzenice Domingas, que sempre me motivou a fazer o meu melhor.

Ao Professor Adriano David Monteiro de Barros, meu orientador, agradeço pela paciência e tempo dedicado a me ajudar com esse trabalho, bem como pelos seus ensinamentos durante a graduação, valiosos para a minha formação. Obrigada por nos formar pessoas e profissionais melhores do que já fomos.

Aos professores e técnicos do CMLEM que participaram da minha graduação, meus eternos agradecimentos, pelos conhecimentos transmitidos e por terem me ajudado sempre que precisei.

Agradeço imensamente à minha amiga Fabiola Vital, por todo o apoio dado a mim durante toda a graduação, e elaboração do presente trabalho, compartilhar com você as minhas inseguranças contribuiu ricamente para o meu sucesso, desejo que essa rica amizade perdure pelo tempo que durar nossas vidas.

Por fim, agradeço aos demais colegas e amigos, que tornaram os momentos acadêmicos ainda mais emocionante, pelas alegrias e tristezas suportadas juntos, em companheirismo vencemos mais uma jornada, uns antes outros depois, porém cada um em seu tempo, sendo eles: Ariane Ribeiro, Fabiola Gomes, Jessica Lorrane, Vinícius Ribeiro, Ian Alexandre, Leandro Rocha, Gabriela Serafim, Kadma Lopes, Alan Lima, Letícia Giotti, Gabriela Dias, Eduardo Novais, Bruna Novais.

## RESUMO

As organizações têm buscado aprimorar cada vez mais seus níveis de produtividade e qualidade através da utilização de técnicas, a fim de aumentar a eficiência e eficácia operacional, além da redução de custos e melhor satisfação das expectativas dos clientes. Baseado nesta necessidade, este trabalho tem por objetivo propor a reestruturação do *layout* e do fluxo processual numa Associação de Catadores de Materiais Recicláveis, localizada na cidade de Luís Eduardo Magalhães, Bahia, a fim de aumentar a produtividade desta, bem como contribuir para melhorar os aspectos ambientais e sociais. Para alcançar este objetivo principal foi realizada uma revisão nos teóricos, com a finalidade de embasar melhor o tema que seria discutido. Com o intuito de obter os dados, foi feita uma coleta através de entrevistas semiestruturadas e observação empírica, os quais permitiram calcular a Eficiência Global dos Equipamentos (*OEE*) da prensa, o que confirmou a baixa eficiência dos processos atuais e a importância de implementar melhorias. Tendo isso em vista, foi possível identificar os desperdícios ocorrentes na organização e as possíveis causas, assim como as falhas existentes no *layout* atual. Logo após, foram propostas as soluções mais pertinentes à estrutura do local, como também aos processos inerentes à associação, apontando os possíveis efeitos que a implantação destas propostas pode causar.

**Palavras-chave:** Associação de Catadores de Materiais Recicláveis. *Layout*. Produtividade.

## ABSTRACT

Organizations have increasingly sought to improve their productivity and quality levels through the use of techniques in order to increase operational efficiency and effectiveness, in addition to reducing costs and better meeting customer expectations. Based on this need, this work aims to propose the restructuring of the layout and process flow in an Association of Recyclable Material Collectors, located in the city of Luís Eduardo Magalhães, Bahia, in order to increase its productivity, as well as contribute to improving its aspects. environmental and social. To achieve this main objective, a review of theorists was carried out, in order to better support the topic that would be discussed. In order to obtain the data, a collection was made through semi-structured interviews and empirical observation, which allowed the calculation of the Global Equipment Efficiency (OEE) of the press, which confirmed the low efficiency of current processes and the importance of implementing improvements. With this in mind, it was possible to identify the waste occurring in the organization and the possible causes, as well as the existing flaws in the current layout. Soon after, the most pertinent solutions to the structure of the place were proposed, as well as to the processes inherent to the association, pointing out the possible effects that the implementation of these proposals can cause.

**Keywords:** Association of Recyclable Material Collectors. Layout. Productivity

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cinco Princípios do LM. ....	15
Figura 2 - Enfoque das atividades do LM.....	17
Figura 3 - Esquema de um layout posicional/fixo. ....	23
Figura 4 - Produção em linha numa fábrica de confecção de calçados. ....	24
Figura 5 - Ilustração do layout por processo/funcional.....	25
Figura 6 - Modelo de layout em células.....	26
Figura 7 - Layout misto num restaurante. ....	27
Figura 8 - Classificação dos tipos de pesquisa científica.....	36
Figura 9 - Etapas para condução de estudo de caso. ....	37
Figura 10 - Atividades gerenciadas pela administração.....	39
Figura 11 – Vendas dos meses de janeiro a outubro de 2019.....	40
Figura 12 - <i>Layout</i> representativo da Associação X. ....	42
Figura 13 - Mapofluxograma do layout da Associação X. ....	45
Figura 14 - (a) Estoque de matéria prima misturada. (b) Estoque de papelão e embalagem de papel de cuscuz para prensar.....	46
Figura 15– Material misturado e papelão à espera de triagem e prensagem. ....	47
Figura 16 – Papelão em espera para prensagem. ....	47
Figura 17– <i>Bags</i> de plástico e embalagem de cuscuz para triar e prensar. ....	48
Figura 18 – Alocação de <i>bags</i> em excesso na esteira. ....	49
Figura 19– Elevador de materiais misturados.....	49
Figura 20 - <i>Bag</i> de rejeito vindo da esteira ....	50
Figura 21 – Descarte de rejeitos oriundos da esteira em <i>bag</i> .....	50
Figura 22– (a) Painel de controle da prensa. (b) Tonel de água usado na prensagem. (c) Prensa horizontal. ....	51
Figura 23 - Local de estoque dos fardos de papelão e plástico.....	52
Figura 24 - Estoque de vidro empilhados. ....	53
Figura 25 – Estoque de vidros em sacos ....	53
Figura 26 – Vista frontal do galpão ....	54
Figura 27 – Área de disposição dos ferros e acesso 2.....	54
Figura 28 Vista frontal da área externa ao galpão. ....	55
Figura 29 – Mesas de triagem comportando eletrônicos e outros.....	56
Figura 30 – Área onde estão a prensa horizontal e triturador de vidro. ....	56

Figura 31 – Área de lanches e reuniões .....	57
Figura 32 - Carrinho de movimentação de <i>bags</i> .....	66
Figura 33 - Ilustração da prensa vertical sugerida .....	69
Figura 34 - Proposta de layout .....	75
Figura 35 - Representação das docas .....	77
Figura 36 - Proposta de layout da esteira .....	79

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Geração de RSU no Brasil.....	30
Gráfico 2 - População e municípios atendidos por coleta seletiva no Brasil.....	32
Gráfico 3 - Gravimetria dos RSU gerados em 2019 no Brasil.....	40
Gráfico 4 - Gravimetria dos RSU de Luís Eduardo Magalhães – BA. ....	41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Atividades ao longo do processo produtivo.....	16
Quadro 2 - As sete fontes de desperdícios na produção. ....	18
Quadro 3- Níveis do planejamento de espaço.....	22
Quadro 4 - Vantagens e desvantagens dos tipos de layouts.....	28
Quadro 5 – As fontes de desperdícios de transporte da Associação X. ....	58
Quadro 6 – As fontes de desperdícios de processamento da Associação X. ....	58
Quadro 7 - As fontes de desperdícios de estoque da Associação X. ....	58
Quadro 8 – As fontes de desperdícios de movimento da Associação X.....	59
Quadro 9 - As fontes de desperdícios de espera da Associação X. ....	59
Quadro 10 - Propostas de melhorias para os desperdícios de transporte da Associação X. ....	66
Quadro 11 - Propostas de melhorias para os desperdícios de processamento da Associação X. .....	67
Quadro 12 - Propostas de melhorias dos desperdícios de estoque da Associação X.....	69
Quadro 13 - Propostas de melhorias para os desperdícios de movimento para a Associação X. .....	71
Quadro 14 - Proposta de melhorias dos desperdícios de Espera da Associação X.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de aceitabilidade do OEE.....	20
Tabela 2 - Quantidade média de RSU coletados por região do país.....	30
Tabela 3 - Problemas associados ao gerenciamento de resíduos em associação de catadores.	34
Tabela 4 - Produtividade relativas das associações de catadores de materiais recicláveis. ....	62
Tabela 5 - Dados coletados e OEE da prensa. ....	63
Tabela 6 - Quantidade de bags produzidos versus o ideal. ....	64

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais  
AV – Atividades que Agregam Valor  
CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem  
FMSB – Fundo Municipal de Saneamento Básico  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
LM – *Lean Manufacturing*  
NAV – Atividades que Não Agregam Valor  
NAVN – Atividades Necessárias, mas Não Agregam Valor  
NBR – Norma Técnica Brasileira  
OEE – Eficiência Global dos Equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness*)  
PEAD – Polietileno de Alta Densidade  
PEPS – Primeiro que entra, Primeiro que sai  
PET – Tereftalato de Polietileno  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico  
PVC – Policloreto de Vinila  
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos  
STP – Sistema Toyota de Produção  
TC – Tempo de Ciclo  
UEPS – Último que entra, Primeiro que sai  
VSM – Mapa de Fluxo de Valor

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1 OBJETIVO.....	12
1.1.1 Objetivo geral.....	12
1.1.2 Objetivos específicos .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1 SURGIMENTO DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	13
2.2 <i>LEAN MANUFACTURING</i> : PRINCÍPIOS E CARACTERÍSTICAS .....	14
2.2.1 <b>Princípios do Pensamento Enxuto</b> .....	15
2.2.2 <b>Os sete desperdícios</b> .....	18
2.3 INDICADOR OEE .....	19
2.4 <i>LAYOUT</i> .....	20
2.4.1 <b>Tipos de <i>Layout</i></b> .....	21
2.4.1.1 <i>Layout</i> Posicional.....	23
2.4.1.2 <i>Layout</i> por Produto.....	23
2.4.1.3 <i>Layout</i> por Processo .....	24
2.4.1.4 <i>Layout</i> Celular.....	26
2.4.1.4 <i>Layout</i> Misto .....	27
2.4.2 Vantagens e Desvantagens dos Tipos de <i>Layout</i> .....	27
2.5 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) NO BRASIL.....	29
2.5.1 <b>Geração de RSU</b> .....	29
2.5.2 <b>Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)</b> .....	31
2.5.3 <b>Coleta Seletiva e Associações de Catadores de Materiais Recicláveis</b> .....	31
2.5.4 <b>Plano de Gerenciamento de resíduos sólidos do município de Luís Eduardo Magalhães</b> .....	34
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	35

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	35
3.2 PROCEDIMENTOS .....	37
4. ESTUDO DE CASO .....	38
4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ORGANIZAÇÃO .....	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
5.1 PROCESSO PRODUTIVO .....	39
5.2 LAYOUT DA ASSOCIAÇÃO X .....	41
5.2.1 Descarregamento .....	45
5.2.2 Triagem .....	48
5.2.3 Prensagem .....	51
5.2.4 Armazenagem e Expedição .....	52
5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS NA ASSOCIAÇÃO X .....	57
5.4 OEE .....	62
5.5 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NOS PROCESSOS E LAYOUT DA ASSOCIAÇÃO X .....	65
5.5.1 Propostas de melhorias relacionadas aos desperdícios .....	65
5.5.2 Propostas de <i>Layout</i> .....	74
6. CONCLUSÕES .....	80
REFERÊNCIAS .....	82
APÊNDICES .....	90
Apêndice A – Dados coletados da prensa .....	90
Apêndice B – Dados coletados da esteira .....	98
Apêndice C – Dados do volume de vendas da Associação X .....	98
Apêndice D – Diretriz para entrevista (Gestor/Administrativo) .....	99
Apêndice E – Diretriz para entrevista (Associados) .....	101

## 1. INTRODUÇÃO

As organizações têm buscado cada vez mais técnicas que melhorem seus níveis de produtividade e qualidade, com aumento de eficiência e eficácia operacional, redução de custos e melhor atendimento às expectativas do mercado consumidor, garantindo ainda boas condições de trabalho e segurança dos funcionários. Essa busca se dá pela constante intensificação da competitividade do mercado, agilidade tecnológica e mudanças de exigências por parte do consumidor (RIANI, 2006).

Muitas dessas organizações estão optando pela adoção de princípios e ferramentas do *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, uma vez que essa filosofia tem como princípio básico a melhoria contínua focada na diminuição de custos e desperdícios, como também no aumento de produtividade, qualidade e de flexibilidade (WOMACK; JHONES, 2004; LIKER, 2005).

O *layout* pode ser utilizado para alcançar a excelência desta filosofia, visto que ele tem o poder de causar impactos diretos no desempenho e eficiência de um sistema produtivo em uma organização (FIGUEIRÊDO, 2018). Além disso, não se trata apenas da disposição de equipamentos e ferramentas, mas é uma das características mais determinantes e evidentes no ambiente organizacional, visto que pode influenciar positiva ou negativamente em como são transformados os recursos e no tempo de execução de cada operação, refletindo de forma direta nos lucros e produtividade (BEM et al., 2013).

Este trabalho terá como abordagem principal o *layout*, o qual é tratado no sistema *Lean Manufacturing* e pode ser considerado umas das peças mais importantes para reduzir desperdícios, pois elementos como transporte, movimentação e estoques são diretamente influenciados pelo *layout*. (VINHA; MOTA, 2014). Estes temas foram encontrados na literatura especializada (WOMACK; JONES; ROOS, 1996; SLACK et al., 2002; CORRÊA; CORRÊA, 2004; QUEIROZ, 2015; SILVA, 2009; ESPOSTO, 2008), e podem fornecer um maior embasamento para identificar as necessidades do objeto de estudo em questão e desenvolver as proposições de melhoria.

Tendo isso em vista, o presente trabalho tem o objetivo de responder o seguinte questionamento: como melhorar a eficiência do fluxo produtivo utilizando os princípios do *LM* na reestruturação de *layout* numa Associação de Catadores de Materiais Recicláveis na cidade de Luís Eduardo Magalhães-BA?

Esta pesquisa é caracterizada como um estudo de caso, com caráter descritivo e exploratório e natureza de abordagem quali-quantitativa, utilizando como artifícios para coleta

de dados a entrevista semiestruturada e a observação empírica. Quanto à estrutura do trabalho, este seguirá o seguinte padrão: primeiro é realizada uma breve introdução, seguidos dos objetivos gerais e específicos e da justificativa; logo após é realizada a explanação mais detalhada sobre o assunto no referencial teórico, possuindo cinco principais tópicos com subtópicos mais detalhados. Então é descrita a metodologia utilizada para alcançar os objetivos traçados, seguida dos resultados e discussões e pelas conclusões. Só então são apresentadas as referências utilizadas, os anexos e apêndices.

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo Geral

Propor a reestruturação do *layout* baseada nos princípios do *LM*, bem como do fluxo processual numa Associação de Catadores de Materiais Recicláveis na cidade de Luís Eduardo Magalhães – BA

### 1.1.2 Objetivos Específicos

1. Revisar a temática na literatura;
2. Mapear processos produtivos da associação estudada;
3. Identificar pontos falhos das atividades desenvolvidas no fluxo produtivo e no *layout*;
4. Mensurar a eficácia do processo produtivo por meio do *Overall Equipment Effectiveness*;
5. Propor melhorias nos sistemas de produção.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no país aumentou em 19% na última década. Apesar de em 2019 ter um aumento de 24% de RSU coletados em relação ao ano de 2010, atingindo 72,7 milhões de toneladas, houve um aumento de 16% de resíduos descartados de maneira inadequada (ABRELPE, 2020).

Essas alterações trazem implicações diretas à população em diversos fatores, como por exemplo à saúde e ao meio ambiente, gerando custos demasiados (ABRELPE, 2020). Ao analisar esses índices, é possível notar a necessidade da utilização de meios de intervenção, como a reciclagem e a reutilização, a fim de reduzir estes impactos.

Os países em processo de desenvolvimento têm as associações e cooperativas como fundamentais agentes no gerenciamento de resíduos sólidos (TUMOLO, 2014). O município

de Luís Eduardo Magalhães, onde se localiza o objeto deste estudo, possui um Programa de Coleta Seletiva Solidária, onde uma associação de catadores de materiais recicláveis recebe apoio da prefeitura. O programa atinge a maior parte da população urbana e rural, com exceção de uma pequena parte que se encontra em zonas rurais distantes da sede municipal (LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, 2018).

Porém, com base nas observações realizadas durante um certo período de tempo na associação de catadores, e nos arquivos documentais desta, pode-se notar que o atual *layout* e o fluxo processual, objetos do presente estudo, não contribuem para processar os resíduos recicláveis com boa eficiência, ou com capacidade efetiva. Este fato corrobora com a afirmação de Tumolo (2014), onde diz que os catadores possuem culturas aversas as ações que visam otimizar as atividades operacionais, isso se dá por diversos motivos, incluindo a baixa escolaridade dos mesmos, ou a falta de instrução.

O layout e fluxo processual é essencial para o aumento produtivo com a utilização dos mesmos recursos, bem como está relacionado aos custos e interrupções dos processos inerentes o trabalho, visto que o arranjo físico está correlacionado a capacidade da instalação e a produtividade das operações (MOREIRA, 1996).

Desta forma, este estudo busca propor melhorias no layout da organização em estudo com base nos conceitos da manufatura enxuta, assim como busca propor modificações no fluxo processual, visando o aumento da eficiência no gerenciamento do fluxo produtivo, e conseqüentemente, o aumento de ganhos econômicos, sociais, ambientais e de saúde pública.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SURGIMENTO DO *LEAN MANUFACTURING*

Com a evolução industrial, muitos questionamentos começaram a serem feitos quanto aos processos produtivos das empresas (RODRIGUES, 2016). As incertezas e competitividade do mercado global levaram as organizações a formarem novos modelos de gestão, com o intuito de buscar o fortalecimento do seu desenvolvimento e das operações (SANTOS et al., 2015).

O sistema de produção em massa evoluiu no Ocidente, enquanto o Japão passava por uma crise provocada pela Segunda Guerra Mundial, onde as empresas sofriam dificuldades de se manter produtivas. Kiichiro Toyoda, o fundador da Toyota, levantou ideias de mudanças nas linhas de produção e estações de trabalho com base no sistema de produção em massa, sem muito sucesso (WOMACK; JONES; ROOS., 1990). Visitas da diretoria da Toyota, representadas por Eiji Toyoda, foram realizadas, e nelas notou-se que as práticas de produção em massa mantiveram-se estagnadas em relação aos trinta anos passados (LIKER, 2005).

Após essa visita, algumas práticas gerenciais norte americanas, relacionadas com a qualidade, foram desempenhadas no Japão. E ousadamente, Kiichiro Toyoda (1884-1952), presidente da *Toyota Motor Company*, desafiou a indústria automobilística japonesa a alcançar os Estados Unidos em três anos, onde a força de trabalho era quase dez vezes maior que no Japão (OHNO, 1997).

A produção em massa também apresentou declínios após o ano de 1955. Os motivos para a necessidade de um novo sistema de produção resumiam-se em: restrição na variedade de produtos para atender as exigências dos clientes e predominância de relações e condições trabalhistas desagradáveis para os funcionários (FONSECA; GUTIERREZ; SILVA, 2008).

Nesse período o Japão já havia concluído que, se um americano produzia por quase dez japoneses, logo, deveriam eliminar os desperdícios para alcançar o aumento da produtividade. Essa foi uma disciplina que marcou o Sistema Toyota de Produção (STP) dentro da Toyota, o qual foi organizado por Eiji Toyoda, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, com estratégia de focar mais nos processos ao invés das operações (OLIVEIRA, 2016).

Shingo (2005) afirma que o STP tem em sua composição: 80% de eliminação de perdas, 15% de sistema de produção e 5% de Kanban. Posteriormente este sistema foi base para fundamentação do Sistema de Produção Enxuta, no inglês *Lean Manufacturing (LM)* (LIMA, 2008). E, segundo Susilawati et al. (2015), esse é um dos modelos de gestão que mais têm ganhado espaço nas empresas.

## 2.2 LEAN MANUFACTURING: PRINCÍPIOS E CARACTERÍSTICAS

O *LM* é uma abordagem multidimensional que engloba uma variedade ampla de práticas de gestão em um sistema integrado, visando a produção de um bem ou serviço em ritmo da demanda de clientes, com o mínimo de desperdícios (SHAH; WARD, 2003). Esse sistema também é marcado pela busca de redução de custo e *lead time*, melhoria de qualidade em todo o sistema e avanço da rentabilidade e da eficácia, no que diz respeito ao atendimento do valor do cliente (RODRIGUES, 2016).

De acordo com Werkema (2008), dentre os benefícios do *Lean*, podem ser citados, o aumento na flexibilidade dos processos, da motivação dos colaboradores e da capacidade de inovação; melhoria da ergonomia, qualidade e segurança; bem como a redução de necessidade de espaço e custo.

Abdulmalek e Rajgopal (2007) afirmam que o *Lean Manufacturing* pode ser executado não somente em indústrias de manufatura, mas em diversos outros ramos e setores, como automotivo, eletrônico, de bens de consumo, serviços, dentre outros. Também declaram que,

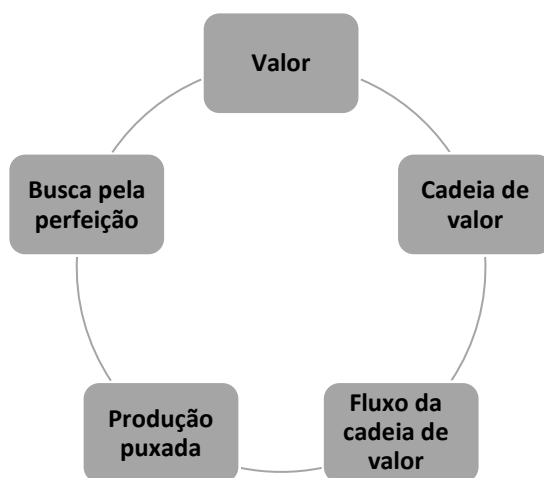
algumas organizações podem enfrentar obstáculos maiores que outras durante o período de implementação do *LM*. Estas barreiras estão geralmente relacionadas à capacidade de produzir em lotes e à idealização de investimentos em melhoria contínua.

### 2.2.1 Princípios do Pensamento Enxuto

Womack, Jones e Roos (1996) propuseram em seu livro “*Lean Thinking*”, cinco princípios que resumem o pensamento enxuto, o que auxilia os gestores na compreensão da filosofia. Inicialmente a proposta dos autores é que, somente uma pequena parte do tempo total e do esforço empregados no produto ou serviço, realmente agregam valor para o cliente. Desta forma, faz-se necessário definir de forma clara seus valores do ponto de vista do cliente, a fim de que todas aquelas atividades que não tem valor, possam ser eliminadas (WOMACK; JONES; ROOS, 1996).

A Figura 1 esquematiza estes cinco princípios, para explicar de forma resumida como se dá a aplicação da metodologia *Lean*, no qual são utilizadas as informações que são fornecidas pelos clientes, em busca da perfeição e eliminação de desperdícios (WOMACK; JONES; ROOS, 1996).

Figura 1 - Cinco Princípios do LM.



Fonte: Adaptado pelo autor de Womack, Jones e Roos (1996).

Os autores explicam que o valor é criado pela organização e definido pelo cliente. É o que atende as especificações e necessidades do cliente final. É nessa fase que o valor é especificado e o produto é definido (WOMACK; JONES; ROOS, 1996).

Logo após, é necessária a identificação da cadeia de valor, as quais são as etapas e atividades realizadas no fluxo de valor do produto ou serviço, englobando todas as organizações que interagem para a realização do atendimento do cliente final (WOMACK; JONES; ROOS, 1996). Consoante Rother e Shook (1999) a cadeia de valor é consistida daquelas ações que

agregam ou não valor, as quais são essenciais para direcionar o produto através dos principais fluxos numa produção.

A cadeia de valor possui um fluxo, que são as atividades dos fatores, devendo ocorrer de maneira que as etapas criem valor em sequência contínua. O fluxo deve ser mapeado, uma vez que auxilia na identificação de desperdícios e etapas não alinhadas (SILVA, 2005). Quanto à produção puxada, significa dizer que se produz quando o cliente do processo posterior solicita, desta forma obtém-se o nivelamento da cadeia, com fluxo contínuo e lotes pequenos final (WOMACK; JONES; ROOS, 1996).

A busca pelo estado de valor perfeito é um dos princípios que garante o que se prevê nos estados anteriores. Desta forma, todo o processo produtivo deve buscar melhorias, de maneira contínua e permanente final (WOMACK; JONES; ROOS, 1996). A transparência pode ser o melhor estímulo para alcançar a perfeição, visto que dá a possibilidade a todos os envolvidos no processo de ver o que acontece e poder contribuir para aperfeiçoar a agregação de valor ao produto/serviço (ALVES, 2000).

Estes princípios foram os primeiros a serem apresentados na filosofia *Lean*. No entanto, duas importantes lacunas foram identificadas posteriormente, sendo elas a baixa atenção às atividades de inovação de produtos, serviços e processos e o foco na criação de valor apenas na óptica do cliente (PEREIRA, 2010). Pinto (2008) estabelece os sete princípios do pensamento *Lean* como: conhecimento dos *stakeholders*, definição de valores, definição das cadeias de valores, otimização do fluxo de produção, sistema empurrado, busca pela perfeição e inovação.

O cumprimento desses princípios explicita três tipos diferentes de atividades ao longo dos processos até o atendimento do cliente, as quais foram caracterizadas com base no conceito de valor (QUEIROZ, 2015). Shingo (1996) distinguiu essas três atividades, as quais são expostas no Quadro 1.

Quadro 1 - Atividades ao longo do processo produtivo.

<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
Atividades que agregam valor (AV)	São aquelas que o cliente se interessa em pagar, exercidas diretamente sobre a transformação de matéria prima num produto desejado pelos consumidores.
Atividades necessárias, mas não agregam valor (NAVN)	Os clientes não estão dispostos a pagar, porém são essenciais para o processo produtivo.

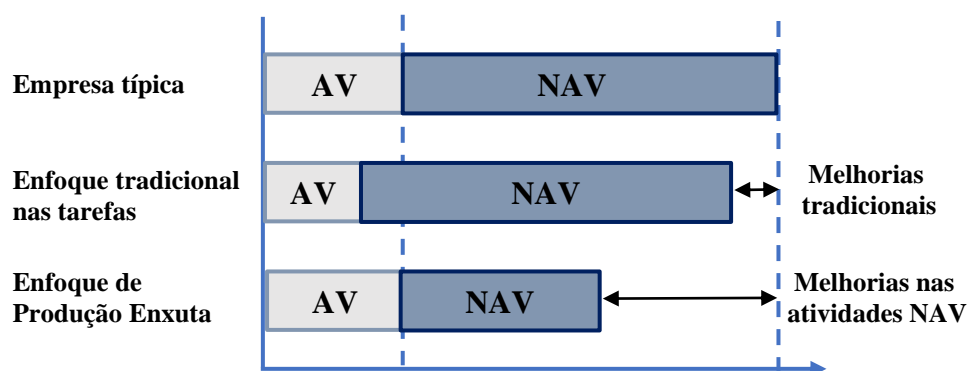
Atividades desnecessárias que não agregam valor (NAV)	Tem desperdícios explícitos e são passíveis de eliminação imediata, já que o cliente não quer pagar e os processos não dependem delas. Ex.: retrabalho, espera, etc.
---	--

Fonte: Adaptado pelo autor de Shingo (2005).

Hines e Taylor (2000) afirmam que empresas manufatureiras que não são de classe mundial, tem em suas composições de atividades uma média de 5% de atividades que agregam valor, 60% que não agregam valor e 35% que não agregam valor, mas são necessárias.

Ainda conforme os autores, empresas que não adotam o *Lean* focam em melhorar as AV, permanecendo sem atenção nas NAV. No entanto, as possibilidades de melhorias e ganhos são maiores quando se dá enfoque nas atividades que não agregam valor (HINES; TAYLOR, 2000), conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Enfoque das atividades do LM.



Fonte: Hines e Taylor (2000, p. 86).

Os esforços dedicados à redução ou eliminação das NAV, apresentam melhores resultados quando se trata de eficiência e custo de produção, visto que estes esforços exigem menor investimento e geram uma redução no tempo mais significativa que o enfoque tradicional. No enfoque tradicional as melhorias são realizadas nos processamentos, resultando em pequenos ganhos de tempo de produção, mesmo requerendo investimentos maiores (ANDERE, 2012).

Andere (2012) ainda afirma que as atividades que não agregam valor são fontes de desperdícios e devem ser conhecidas, para que sua identificação seja efetuada e em seguida ser reduzida ou eliminada. Estes desperdícios são apresentados por Ohno (1997), sendo um total de sete.

### 2.2.2 Os sete desperdícios

Takayanagui (1993) define o desperdício como um gasto ou despesa inútil. Essa definição é semelhante à de Ford (1964), Ohno (1997), Womack (1998) e Slack et al. (2002), que consideram o desperdício como a ausência de valor agregado.

A busca pela redução ou eliminação de desperdícios é a principal diferença da Produção Enxuta em relação às abordagens tradicionais de produção. Reduzir essas atividades que não agregam valor, reflete na diminuição do *lead time* do produto final (WOMACK; JONES; ROOS, 1996).

De acordo com Rodrigues (2016), o entendimento sobre as atividades que não agregam valor pode ser ampliado com o conceito de sete grandes grupos de desperdícios, os quais foram elencados por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo no STP. As fontes de desperdícios estão relacionadas no Quadro 2.

Quadro 2 - As sete fontes de desperdícios na produção.

Desperdícios	Descrição
Superprodução	Produção em quantidades elevadas ou tempo errado, podendo gerar estoques extras e outros problemas. Pode ser causado por ineficiência no planejamento da produção.
Transporte	Transportes desnecessários de peças, estoques, equipamentos, pessoas, informações, entre outros, desperdiçando tempo, energia e gerando custos. Geralmente causado por <i>layouts</i> mal planejados.
Estoque	Quantidades superiores de estoque de peças e produtos em processo ou acabados, causando desperdício de investimento e espaço, aumentado <i>lead time</i> , desbalanceamento da produção, entre outros.
Defeitos	Produção fora das especificações e necessidades dos clientes, provocando refugos ou retrabalhos. Este último requer mais tempo e recursos, gerando aumento de custos.
Processamento	Procedimentos e atividades ineficientes ou desnecessárias, perdas causadas pela utilização inadequada de ferramentas e equipamentos, designação de mão de obra incompatível, envolvendo custos que não agregam valor ao produto.
Movimento	Movimentação desnecessária de operadores em relação às ferramentas nas estações de trabalho, por conta do <i>layout</i> inadequado, com equipamentos e aspectos ergonômicos desajustados.
Espera	Tempo em que a mão de obra, peças ou equipamentos permanecem parados, podendo influenciar no fluxo de trabalho e no balanceamento da produção.

Fonte: Adaptado pelo autor de Rodrigues (2016).

Encontrar as causas dos desperdícios é necessário para obter soluções originais (ROTHER; SHOOK, 2012). Reduzir ou eliminá-los contribui para o aumento da eficiência de operações e redução dos custos (OHNO, 1997). Estes são aplicados em operações de serviços e manufatura, formando a base da filosofia *Just in Time (JIT)* (SILVA, 2008).

### 2.3 INDICADOR OEE

Os sistemas produtivos comumente atuam com capacidade inferior à sua capacidade total, ou seja, com oportunidade de melhorias em relação à eficiência produtiva (SALEEM et al., 2017). Os autores Santos e Araújo (2018) consideram a eficiência como a habilidade de obter resultados com observância menor possível de desperdícios e esforços.

A fim de melhorar tal eficiência produtiva, o Índice de Eficiência Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectiveness – OEE*) age como uma ferramenta métrica que atua na análise dos equipamentos utilizados nos processos de produção com base em três indicadores: disponibilidade, desempenho e qualidade (AL-REFAIE; ABBASI; AL-SHALALDEH, 2019). Antunes et al. (2008) descrevem estes indicadores como:

- Disponibilidade: demonstra em quantidade de tempo, o quanto o equipamento esteve disponível para efetuar operações, inclui porcentagem de tempo de funcionamento e de paradas programadas e não programadas. Quanto menor a disponibilidade, maior o índice de ocorrência de paradas. A Equação (1) representa a forma de cálculo, de acordo com Corrêa e Corrêa (2004).

$$Disponibilidade = \frac{(Tempo\ de\ produção\ planejado - Tempo\ de\ paradas\ não\ planejadas)}{Tempo\ de\ produção\ planejado} \quad (1)$$

- Desempenho: refere-se à velocidade de operação do equipamento. É a porcentagem de tempo que o equipamento realiza a atividade com relação ao tempo de ciclo ideal de produção de uma peça. Hansen (2006) representa este indicador através da Equação (2).

$$Desempenho = \frac{Produção\ Real}{Produção\ Teórica} \quad (2)$$

onde, conforme Vince (2021),

$$Produção\ real = (qtd.\ itens\ bons - qtd.\ itens\ ruins)$$

$$Produção\ teórica = \frac{Tempo\ de\ produção\ do\ produto}{Tempo\ ciclo\ ideal\ do\ produto}$$

- **Qualidade:** indica a quantidade de peças produzidas em consonância com os padrões de qualidade pré-estabelecidos, comparado com o número total de peças produzidas. Refugos e retrabalhos tendem a reduzir o índice de qualidade. A Equação (3) representa este indicador, segundo Corrêa e Corrêa (2004).

$$Qualidade = \frac{(Quantidade\ de\ produtos\ processados - Quantidade\ de\ produtos\ de\ refugo)}{Quantidade\ de\ produtos\ processados} \quad (3)$$

Busso (2012) também afirma que o *OEE* é calculado pela multiplicação dos três aspectos supracitados, representados pela Equação (4) a seguir:

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade \quad (4)$$

De acordo com Gupta e Garg (2012), o resultado do produto destes três índices caracteriza o funcionamento do equipamento, sendo que 85% é a taxa do OEE ideal (Classificação Mundial). Os fatores que possibilitam alcançar essa taxa possuem resultados diferentes: Qualidade de 99,9%, Desempenho igual a 95% e Disponibilidade de 90%. A Tabela 1 descreve os parâmetros que podem ser utilizados para comparar os resultados obtidos.

Tabela 1- Parâmetros de aceitabilidade do OEE.

Parâmetro	Critério
<65%	Não aceitável
65% - 75%	Bom
75% - 85%	Muito Bom

Fonte: Adaptado pelo autor de Hansen (2006).

O OEE tem sido importante para avaliar o retorno de investimentos realizados em programas de melhoria (BUSSO, 2012). Chand e Shirvani (2000) declaram que este indicador pode ser utilizado para medir a eficácia global dos equipamentos, possibilitando avaliar a efetividade de um sistema de manutenção, assim como das práticas de gestão de equipamentos.

## 2.4 LAYOUT

O *layout* pode ser definido como uma forma em que elementos são distribuídos fisicamente, de maneira que ocupem um espaço dentro de uma instalação, segundo Corrêa e Corrêa (2007). Consoante, Ambrose e Harris (2012) afirmam que o *layout* está ligado à maneira harmônica em que os elementos são dispostos num ambiente ou texto. Desta forma, como estes elementos são posicionados em relação um ao outro ou ao sistema em que estão inseridos, pode influenciar diretamente em como a ideia ou funcionamento de um processo será transmitido ao

público e como será interpretado. Sendo assim, os autores afirmam que o *layout* pode facilitar ou dificultar a transmissão e recepção de informações.

No meio empresarial o *layout* possui extrema importância para a produtividade, visto que os fluxos dos processos podem ser prejudicados ou otimizados, a depender da distribuição dos equipamentos (PARANHOS, 2007). Além do mais, numa operação produtiva, ele determina a sua forma e aparência, assim como determina a maneira que os recursos transformados (materiais, informação e pessoas) mantêm seu fluxo (SLACK et al., 1996).

“Os *layouts* afetam não apenas o fluxo de trabalho entre os processos em uma instalação, mas também os processos em outros lugares de uma cadeia de valor” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHORTA, 2009, p. 259). Lima (2016) complementa que por este motivo as tomadas de decisões, quanto ao melhor posicionamento de máquinas, devem levar em conta seus efeitos sobre a cadeia de valores como um todo.

Corrêa e Corrêa (2007) afirmam que o objetivo principal do *layout* é apoiar as estratégias competitivas da operação. Asseguram ainda que a decisão da escolha do *layout* pode afetar diretamente os níveis de eficiência e eficácia das operações. Consoante, Ribeiro e Garcia (2017) dizem que o objetivo do estudo do *layout* é permitir que a disposição dos elementos apresente um fluxo mais eficiente, considerando o ponto de vista da produção.

Adaptar-se tornou-se essencial para que uma organização tenha aumento em sua produtividade e continue competitiva no mercado. Desta forma, haverá poucas empresas e serão capazes de obter o mesmo desempenho com as mesmas instalações, visto que a eliminação de movimentos desnecessários que causam desperdícios, é uma das formas de otimizar um sistema produtivo (TOMPKINS et al., 1996).

De acordo com Kostrow (1996), uma modificação no *layout* de um sistema produtivo pode trazer implicações significativas para uma organização, como atender as prioridades competitivas, visto que as mudanças facilitam o fluxo de materiais e informações; aumenta a eficiência em relação a utilização de mão-de-obra e dos equipamentos; aumenta a conveniência dos clientes e vendas; reduz os riscos dos trabalhadores; melhora a moral dos trabalhadores e a comunicação no sistema produtivo.

#### 2.4.1 Tipos de *Layout*

Lee (1998) expôs que as instalações de trabalho são terrenos, prédios e equipamentos que capacitam a agregação de valor. Idealmente, o projeto deve partir de uma localização global até o posto de trabalho, no qual as questões estratégicas serão decididas primeiramente. Ele divide a necessidade do planejamento de espaços em cinco níveis, conforme o Quadro 3.

Quadro 3- Níveis do planejamento de espaço.

Níveis	Local	Definição
<b>Global</b>	Mundo ou país	Define-se a localização global e a missão da empresa.
<b>Supra</b>	Cidade/Bairro/Endereço	Está relacionado à localização da empresa, infraestrutura, tamanho e número de prédios.
<b>Macro</b>	Prédio/Departamentos	Planeja-se cada prédio, departamentos operacionais e fluxos de materiais e informações.
<b>Micro</b>	Equipamentos e móveis	Define-se a localização de móveis e equipamentos dentro de cada departamento.
<b>Sub-micro</b>	Estações de trabalho	Estuda as estações de trabalho, assim como as tarefas, operadores e ferramentas.

Fonte: Adaptado pelo autor de Lee (1998).

Tendo em vista que os níveis do planejamento do *layout* de uma organização são conhecidos, é hora de conhecer os tipos de *layout*, que diferem em quantidade a depender do autor. Como por exemplo, para Slack et al. (1996) há quatro tipos: posicional, por processo, celular e por produto.

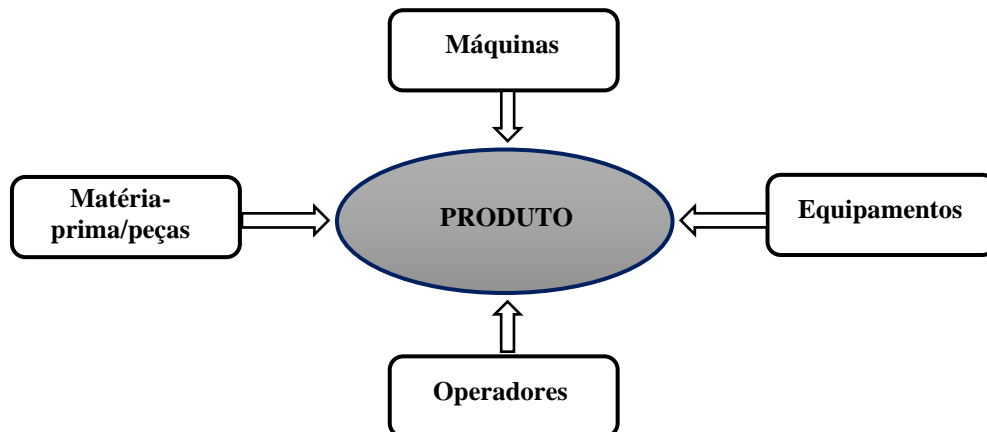
Já Corrêa e Corrêa (2007), consideram apenas três tipos de *layout*, os quais apresentam diferentes características e potenciais de contribuir e alavancarem vários desempenhos em critérios distintos. São chamados de arranjos clássicos, sendo eles: *Layout* por Processo, por Produto e Posicional. Os autores ainda descrevem outro tipo de *layout*, o celular, que faz parte dos híbridos, os quais fundem as características de dois ou mais arranjos básicos, sendo este o mais utilizado.

Em contrapartida, Neumann e Scalice (2015) afirmam que, atualmente existem cinco principais tipos de *layout*: posicional, por produto, por processo, celular e misto, os quais serão discorridos a seguir.

#### 2.4.1.1 *Layout* Posicional

Também chamado de *layout* fixo, este talvez seja o mais básico e é utilizado quando o produto não pode ser facilmente transportado, geralmente por ter grandes dimensões (NEUMANN; SCALICE, 2015). Nesta situação o produto é montado num local fixo, no qual os recursos humanos e materiais se deslocam ao seu redor (NOMURA, 2013). A Figura 3 ilustra este tipo de *layout*.

Figura 3 - Esquema de um *layout* posicional/fixo.



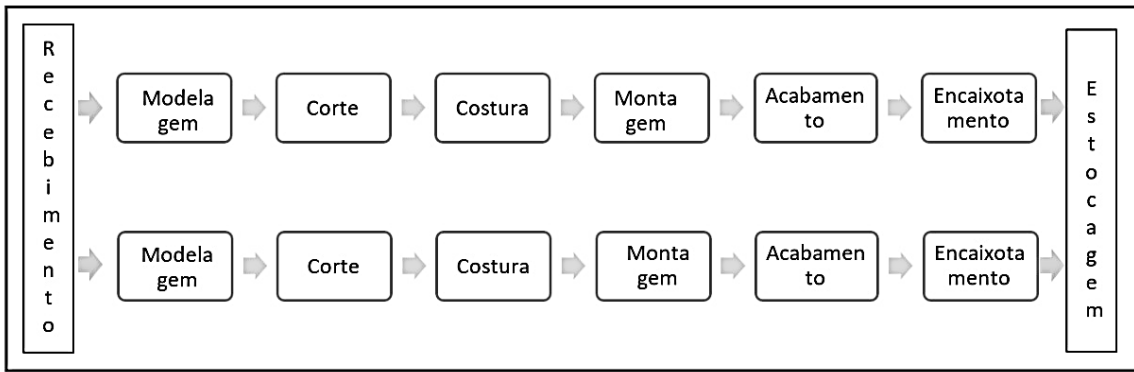
Fonte: Neumann e Scalice (2015, p. 228).

Neumann e Scalice (2015) declaram que este tipo de *layout* é adequado para produtos processados em lotes unitários, os quais possuem grandes dimensões ou baixa mobilidade. Moreira (2002) já havia afirmado que a principal característica do *layout* posicional é a produção em baixa escala, trabalhando apenas com produtos unitários, com características únicas e baixo grau de padronização. A função do planejamento é melhorar a localização de centros de recursos em volta do produto (NEUMANN; SCALICE, 2015).

#### 2.4.1.2 *Layout* por Produto

Também conhecido como *layout* em linha ou *flow shop*, é geralmente utilizado em situações em que há a necessidade de produzir grandes volumes de produtos similares. É caracterizado pelo agrupamento de máquinas e equipamentos com fluxo linear (NEUMANN; SCALICE, 2015). A Figura 4 mostra esquematicamente um exemplo de produção em linha.

Figura 4 - Produção em linha numa fábrica de confecção de calçados.



Fonte: Autor (2021).

Cassel (2014) relata que no *layout* por produto, as máquinas e processos que estão envolvidos no processo de produção de um produto único ou em série, estão agrupados em sequência. Lima e Loos (2017) complementam que por estarem assim dispostos, é proporcionada pouca ou nenhuma alternativa de rota produtiva para o fluxo. Além disso, permite que haja maior velocidade de manufatura e fabricação em grandes quantidades. Porém, quando se trata do operador, este modelo apresenta maior possibilidade de gerar estresse e monotonia.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2007), os produtos que não possuem alguma diferença são chamados de *commodities*, e por não se distinguirem em especificação ou marca, determinam o preço como o principal fator de concorrência. Essa abordagem faz com que os níveis de custos operacionais internos necessitam ser baixos, para que a margem de lucro desejada seja alcançada.

Os autores ainda afirmam que a escolha do *layout* em linha é a mais coerente, visto que é a que mais atende as especificações de fluxos com eficiência máxima. Eles explicam que numa linha de montagem as unidades montadas passam em cada etapa do processo num ritmo preestabelecido, fazendo com que, conseqüentemente, sempre haja alguém agregando valor ao produto (CORRÊA; CORRÊA, 2007).

#### 2.4.1.3 *Layout* por Processo

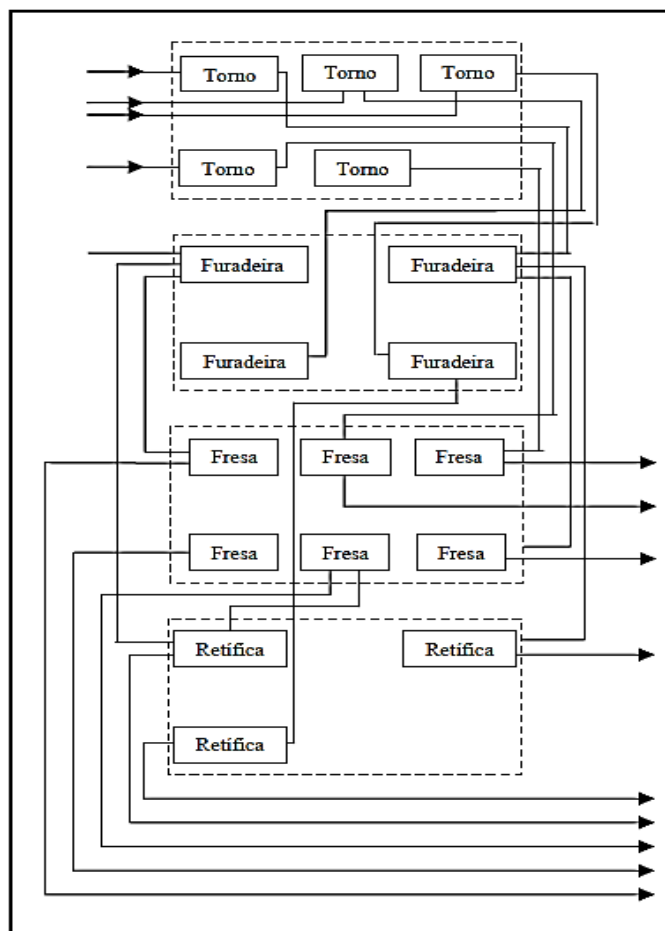
No *layout* por processos, que também pode ser chamado de Funcional, as operações afins ou equipamentos similares são agrupados, a fim de aproveitar melhor sua potencialidade. A posição do equipamento/máquina determina sua função (CASSEL, 2014).

Segundo Neumann e Scalice (2015), este tipo de *layout* é formado por departamentos ou setores particularizados para cada tarefa, no qual as máquinas e operações semelhantes são

juntadas em seções específicas, conforme é ilustrado na Figura 5. Moreira (2002) cita algumas das principais características desse modelo:

- Produção adaptada à variedade de produtos;
- Possui uma rede de fluxos, em que cada produto passa pelos centros de trabalho necessários;
- Possui baixa taxa de produção quando comparado ao *layout* por produto;
- Os equipamentos se adaptam aos produtos de características variadas;
- Tem custos fixos menores, se comparado ao modelo de *layout* por produto, porém os custos de mão de obra e custos unitários da matéria-prima são maiores.

Figura 5 - Ilustração do layout por processo/funcional.



Fonte: Black (1998).

Ribeiro e Garcia (2017) comentam que, neste tipo de *layout* as máquinas, ferramentas e equipamentos, são dispostos em grupos funcionais, nos quais há processos separados, como

demonstrado na Figura 5. Afirmam ainda que o *layout* por processo é bem comum em linhas de produção que têm foco em grande variedade de produtos.

#### 2.4.1.4 *Layout* Celular

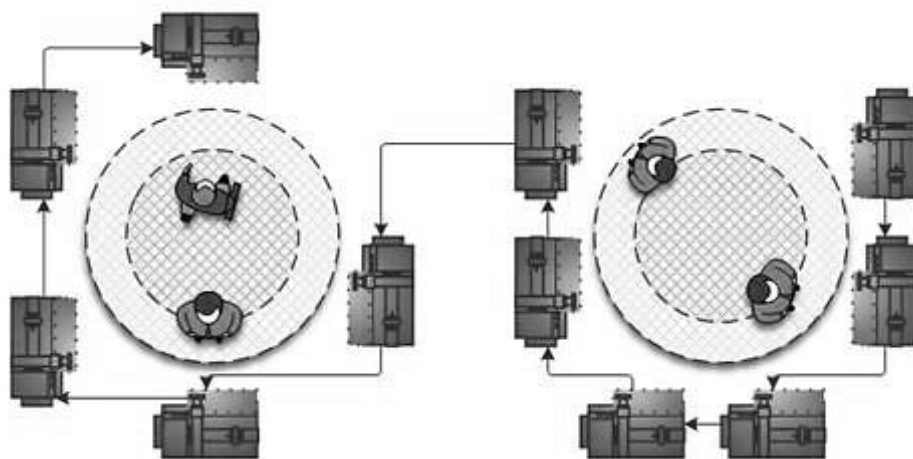
O *layout* celular é definido por Slack, Chambers e Johnston (2009) como um modelo que possui a finalidade de montar pequenas fábricas para uma variedade de famílias com produtos distintos. Nestes grupos são juntados recursos não similares, a fim de processar itens que necessitem de etapas com similaridade de processamento (CORRÊA; CORRÊA, 2007).

Sua principal característica é possuir uma flexibilidade relativa em relação ao tamanho dos lotes por produto, o que permite um alto nível de qualidade e produtividade. Além disso, possibilita a redução da movimentação desnecessária de material e estoques internos (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Lima e Loos (2017) complementam dizendo que outra característica deste modelo é a redução de desgaste físico, favorecendo a ergonomia, diminuição da concentração elevada de vários tipos de processos em um mesmo ambiente, possibilitando maior dinamismo e menor monotonia.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012) o *layout* celular também possui como característica o fato de a célula ser geralmente projetada em forma de “U”, como mostra a Figura 6, assim como o tempo de ciclo para o sistema ditar a taxa de produção para cada célula. Além disso, cada produto/peça tem roteiros de fabricação variados.

Figura 6 - Modelo de layout em células



Fonte: Lima e Loos (2017, p. 106).

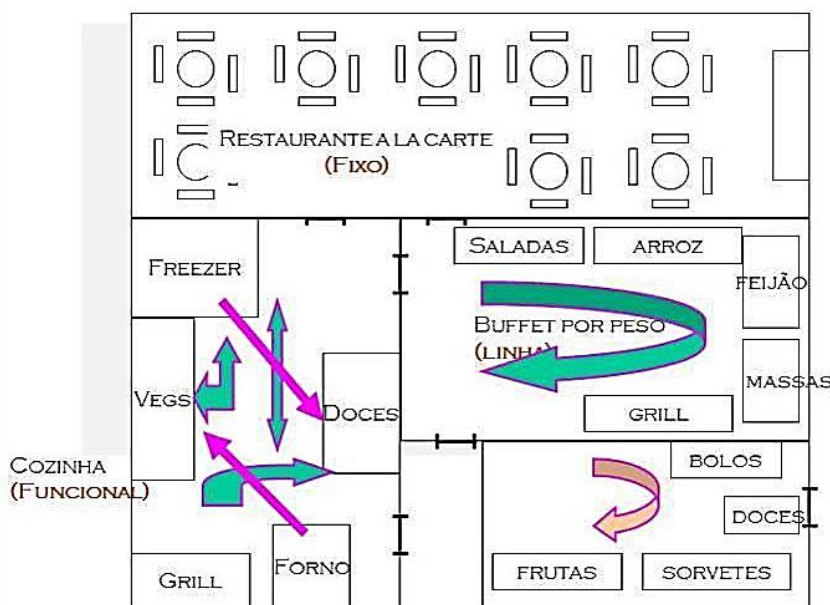
Segundo Rossi (2017), o *layout* celular é geralmente utilizado quando há operações de transformação do material, em que demandam ferramentas e/ou máquinas simples, têm lotes pequenos e alto custo de movimentação.

#### 2.4.1.4 *Layout* Misto

Trata-se do tipo de *layout* que reúne uma ou mais características dos modelos supracitados (LIMA; LOOS, 2017). Corrêa e Corrêa (2012) os definem como híbridos, e comentam que os mesmos são utilizados em combinação em virtude da alta variedade de volumes num mix de produção grande.

Nomura (2013) expõe que por conta da constante mudança de cenário no mercado, inúmeras empresas acabam por perceber que nenhum dos tipos de *layouts* supracitados suprem por completo suas necessidades. Desta forma, torna-se cada vez mais comum encontrar empresas que utilizam uma combinação de características desses *layouts*. A Figura 7 representa esquematicamente este modelo.

Figura 7 - *Layout* misto num restaurante.



Fonte: Pasa (2014, p. 19)

#### 2.4.2 Vantagens e Desvantagens dos Tipos de *Layout*

Como nenhum modelo é perfeito, cada um possui suas vantagens e desvantagens, como são descritos no Quadro 4.

Quadro 4 - Vantagens e desvantagens dos tipos de layouts.

<b>Tipos</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Posicional</b>	Baixa movimentação de materiais;	Baixa utilização de equipamentos, gerando alto custo;
	Melhor planejamento e controle do trabalho;	Falta de estrutura de apoio. Ex.: água, energia elétrica;
	Alta flexibilidade de mix de produtos e processos;	Maior necessidade de supervisão;
	Alta variedade de tarefas para a mão de obra;	Maior movimentação de equipamentos;
<b>Por produto</b>	Taxas de produção altas;	Alto valor de investimento em máquinas e equipamentos;
	Uso mais efetivo de mão de obra;	Paradas de máquinas para a linha;
	Alto grau de automação e baixo nível de perdas com transportes;	Requer supervisão geral;
	Menores custos unitários para altos volumes de produção;	Necessário o balanceamento da linha;
<b>Por processo</b>	Alta flexibilidade do mix de processos, em razão da baixa flexibilidade dos equipamentos;	Taxas de produção tendem a ser menores;
	Facilidade de distribuição de carga máquina;	<i>Lead times</i> de produção costumam ser relativamente longos;
	Rápido ajuste a diferentes mix de produção;	Geralmente há formação de filas nas máquinas;
	Maior taxa de utilização de recursos;	Exige operadores mais generalistas;
<b>Celular</b>	Combinação de flexibilidade e integração;	Exigência de uma maior capacidade de produção;
	Redução do <i>lead time</i> ;	Maior necessidade de operadores multifuncionais, gerando altos custos com treinamentos;
	Baixa ociosidade de equipamentos;	Pode requerer movimentação ou compartilhamento de máquinas;
	Flexibilidade no trabalho, visto que os operadores são multifuncionais;	Pode haver ociosidade ocasional de máquinas e ferramentas para famílias de menor similaridade.

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009) e Neumann e Scalice (2015).

## 2.5 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) NO BRASIL

O estímulo ao consumo desenfreado tem sido um dos principais pilares para a manutenção e consolidação da atual lógica do capitalismo. Conseqüentemente a produção e destinação dos resíduos tem se tornado um problema de grandes proporções, tanto na esfera ambiental quanto na social e econômica (COELHO, 2016).

O ser humano possui uma visão em relação aos seus rejeitos que pouco se modificou no decorrer da história, representando ainda algo que se deseja excluir e esquecer (GALON, 2015). Porém, nos aspectos econômicos e sociais, é possível notar uma significativa evolução, visto que a possibilidade de reaproveitamento e reutilização do que até então era descartado, transformou o conceito de lixo produzido em Resíduos Sólidos (COELHO, 2016).

### 2.5.1 Geração de RSU

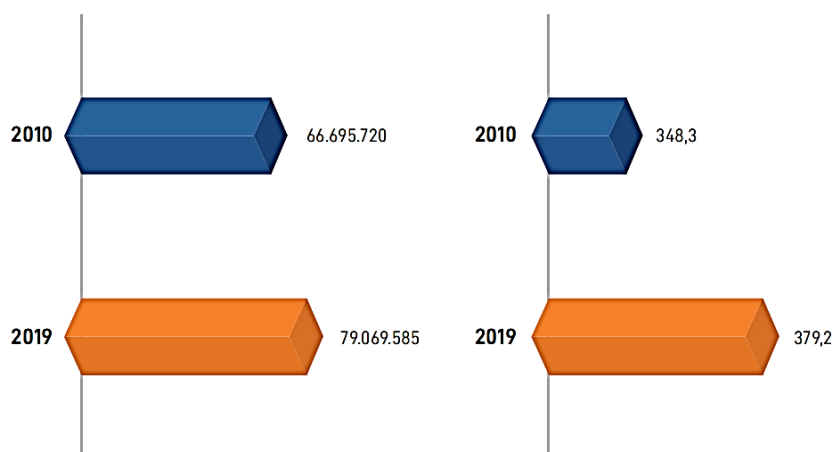
O termo Resíduo Sólido é definido pela NBR 10004 como, todo resíduo em estado sólido e semissólido provenientes das atividades da comunidade de origem, podendo ser industrial, doméstico, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição ou agrícola (ABNT, 2004).

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, os resíduos sólidos urbanos englobam as classificações de resíduos domiciliares, resultados de atividades domésticas em residências urbanas e de limpeza urbana, originada de varrição, limpeza de vias públicas e logradouros, entre outros (BRASIL, 2010).

A produção de resíduos sólidos ocorre em volumes e composições variáveis, os quais estão diretamente ligados ao desenvolvimento produtivo e econômico do país, à população e suas classes sociais (PINHEL, 2013). No Brasil, essa produção segue o mesmo ritmo do processo de industrialização, que também contribuiu para uma urbanização acelerada a partir da segunda metade do século XX, impulsionando a geração de resíduos sólidos urbanos (IPEA, 2017).

Segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2020, a geração de RSU no ano de 2019 no Brasil foi de 79.069.585 toneladas, com estimativa de que cada pessoa gera 379,2 kg/ano, revelando um aumento significativo se comparado ao ano de 2010, conforme mostra o Gráfico 1 (ABRELPE, 2020).

Gráfico 1 - Geração de RSU no Brasil.  
 Geração total (t/ano)                      Geração per capita (kg/hab/ano)



Fonte: ABRELPE (2020, p. 14).

Essa mesma pesquisa revela que na região nordeste foram geradas 19.700.875 t/ano de RSU no ano de 2019, com geração per capita de 347,1 kg/hab./ano. Em específico, no estado da Bahia, foram gerados neste mesmo ano cerca de 5.071.310 toneladas (ABRELPE, 2020)

Em relação a coleta desses resíduos, a ABRELPE (2020) revelou que a quantidade cresceu significativamente, sendo cerca de 72,7 milhões de toneladas no ano de 2019, aumentando a cobertura de coleta, que era de 88% para 92%. As quantidades médias foram calculadas e apresentadas no Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil por região do país, cujo os resultados são apresentados na Tabela 2, num comparativo entre os anos de 2010 e 2019.

Tabela 2 - Quantidade média de RSU coletados por região do país.

Regiões	RSU Total (t/ano)	
	2010	2019
Norte	3.530.280	4.770.185
Nordeste	13.112.625	15.973.495
Centro-Oeste	4.525.270	5.453.465
Sudeste	31.127.930	38.681.605
Sul	6.499.555	7.869.765
<b>BRASIL</b>	<b>58.795.660</b>	<b>72.748.515</b>

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2020).

Como visto na Tabela 2, o Nordeste teve um aumento significativo de coletas de RSU. A ABRELPE (2020) ainda afirma que a Bahia teve em 2019 cerca de 4.266.120 toneladas de resíduos coletados, representando uma cobertura de 84,1%.

Apesar de aterro controlado e lixão não serem destinações adequadas para estes resíduos, segundo dados do relatório do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), cerca de 30 a 40% do volume de resíduos coletados são passíveis de reaproveitamento e reciclagem. No entanto, existem estimativas de que, dos resíduos gerados, apenas 13% é realmente encaminhado para a reciclagem (IPEA, 2017).

### **2.5.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos é um importante instrumento para minimizar os problemas ambientais, sociais e econômicos provenientes do manejo dos resíduos, e foi instituída pela Lei nº 12.305 de 2010. Ela possui princípios e objetivos bem definidos, os quais cooperam para a prevenção, precaução e redução de impactos ambientais. Esta responsabilidade é compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, bem como pelo reconhecimento dos resíduos sólidos como bem econômico e de valor social, integrando os catadores de materiais nessas ações, estimulando a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo. (BRASIL, 2010)

A Lei que estabelece a PNRS trata a logística reversa como instrumento econômico e social por meio dos procedimentos da coleta e restituição de resíduos aos produtores, bem como o reaproveitamento desses resíduos, seja em seu próprio ciclo produtivo ou em outros (FARIA, 2018).

Dentre os planos de resíduos sólidos constituintes na Lei nº 12.305, se encontra o Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, destinado aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, cuja uma das responsabilidades, que se encontra no art. 36 parágrafo 1º, é a implantação da coleta seletiva por meio de cooperativas ou associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, as quais devem ser constituídas por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010).

### **2.5.3 Coleta Seletiva e Associações de Catadores de Materiais Recicláveis**

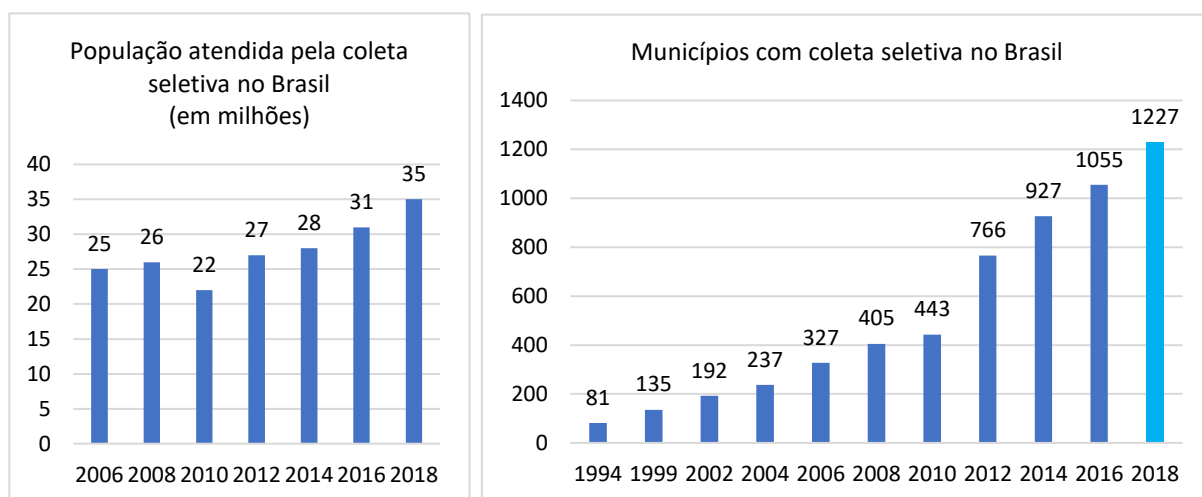
O termo “coleta seletiva” é definido pela Lei Federal nº 12.305/2010 como “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2010). Ribeiro e Besen (2007, p. 4) definem a coleta seletiva, complementando a definição dada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2001), como sendo a “separação de materiais recicláveis, como plásticos, vidros, papéis, metais e outros, nas várias fontes geradoras – residências, empresas, escolas, comércio, indústrias, unidades de saúde, tendo em vista a coleta e o encaminhamento para a reciclagem”.

Segundo Peixoto, Campos e D’Agosto (2005), a coleta seletiva é realizada de porta em porta, sendo ela domiciliar ou comercial, e nos pontos de entrega voluntária, a qual é direcionada principalmente aos produtos recicláveis. Eles afirmam que este tipo de coleta tem sido uma das melhores soluções para reduzir o lixo urbano, visto que economiza trabalho na captação e triagem, e melhora a qualidade dos resíduos a serem reciclados.

No Brasil a coleta seletiva é uma atividade relativamente recente. De acordo com o IBGE (2018) os primeiros programas dessa atividade começaram a ser desenvolvidos em meados da década de 1980. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) levantou em 1989 as primeiras informações oficiais sobre a coleta seletiva, identificando 58 programas no País. Esse número demonstrou um grande avanço com o passar do tempo, onde de acordo com o PNSB 2008, existem 994 programas.

Dados mais recentes, fornecidos pela pesquisa realizada pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE em 2018, mostram o avanço de programas de coleta seletiva no país, sendo que neste ano, 22% dos municípios possuíam esses programas, e cerca de 17% dos brasileiros tinham acesso a eles. Cabe ressaltar que, segundo o levantamento desta mesma pesquisa, na Bahia existem 24 municípios que possuem coleta seletiva. O Gráfico 2 mostra a população e a quantidade de municípios que são atendidos pela coleta seletiva no Brasil.

Gráfico 2 - População e municípios atendidos por coleta seletiva no Brasil.



Fonte: CEMPRE (2018, p. 3).

A pesquisa feita pela ABRELPE (2020) revela que apesar desses números terem aumentado significativamente, representando mais de 73% das cidades com coleta seletiva, ainda são simples, com falta de separação adequada dos resíduos, refletindo diretamente na sobrecarga do sistema do destino final e na extração de recursos naturais, em sua maioria

próximos ao esgotamento. Conseqüentemente os níveis de reciclagem são afetados, permanecendo com média nacional inferior a 4% durante os dez anos da Lei Federal.

Segundo Dionysio e Dionysio (2010), a realização das atividades de coleta e reciclagem devem seguir três critérios para manter sua viabilidade, são eles:

- 1) Ter auto sustentabilidade econômica;
- 2) Envolver a população, empresas de coleta e indústrias;
- 3) Ter tratamento adequado para cada material.

No entanto, a sensibilização e conscientização da população também são essenciais, a fim de que a participação dos geradores de resíduos ocorra da melhor maneira nos programas de coleta seletiva (DIONYSIO; DIONYSIO, 2010).

Segundo Aguiar (2010), para que a atividade da coleta seletiva tenha êxito em sua realização, é necessário o comprometimento e envolvimento de prefeituras, comunidades, cooperativas e associações de catadores. A coleta seletiva é um dos instrumentos do PNRS prescritos pela Lei nº 12.305/2010, a qual determina que os municípios que adotarem as cooperativas ou associação de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, terão facilidades no acesso dos recursos da União (BAPTISTA, 2015).

As associações de catadores no Brasil desempenham um importante papel na geração de emprego e renda para inúmeras famílias. Além disso, essas organizações promovem benefícios ambientais, pois contribuem para a redução de efeitos maléficos causados pela disposição inadequada desses resíduos, como em lixões urbanos, visto que minimizam as quantidades depositadas (SANTOS, 2012).

Outros benefícios, são: contribuição para saúde pública e para o sistema de saneamento; material reciclável com baixo custo para a indústria; redução de gastos municipais, já que reduz a necessidade de aquisição de terrenos para serem utilizados como aterros sanitários e lixões (SANTOS, 2012).

Monteiro et al. (2001) destacam ainda que a reciclagem beneficia grande parte dos materiais que os humanos utilizam e em seguida descartam, como por exemplo os copos plásticos, garrafinhas de água, embalagens de suco e outras bebidas, papéis, sacolas plásticas, papelão, entre outros. A reciclagem e reutilização destes materiais preserva os recursos naturais, economiza energia e transporte, reduz a utilização de matérias-primas não-renováveis, e o principal, reduz o material que seria encaminhado ao aterro, além de conscientizar a população quanto às questões ambientais e princípios de cidadania.

No entanto, muitos desafios são enfrentados pelas associações de catadores de materiais recicláveis. O trabalho realizado por Poletto et al. (2016), apresenta os problemas mais comuns, conforme pode ser visto na Tabela 3. Vale ressaltar que os associados são geralmente pessoas com baixa ou nenhuma escolaridade (LOCK, 2013).

Tabela 3 - Problemas associados ao gerenciamento de resíduos em associação de catadores.

<b>Problemas</b>	<b>%</b>
<b>Mistura e materiais inadequados para reciclagem</b>	15.8
<b>Falta de assistência / apoio financeiro do governo</b>	15.8
<b>Falta de organização na associação</b>	12.3
<b>Dúvidas relacionadas à separação de resíduos</b>	12.3
<b>Alta rotatividade de catadores</b>	12.3
<b>Preço baixo do material</b>	7.0
<b>Nenhuma unidade entre os trabalhadores</b>	7.0
<b>Estrutura arquitetônica do pavilhão</b>	5.3
<b>Maus odores</b>	3.5
<b>Baixa produtividade</b>	3.5
<b>Baixa quantidade de material da coleta seletiva</b>	3.5
<b>Poucos compradores</b>	1.8

Fonte: Poletto et al. (2016, p. 53).

O problema de baixa produtividade tem consequência direta na arrecadação dos associados, assim como falta de recursos para serem empregados na melhoria dos processos. Estes, indiretamente, reduzem os benefícios ambientais da reciclagem, visto que colocam em questão a destinação dos resíduos. Portanto, faz-se necessário o aumento da eficiência das associações e reciclagens, a fim de mantê-las como alternativas para problemas ambientais a longo prazo (PARREIRA; OLIVEIRA; LIMA, 2009).

#### **2.5.4 Plano de Gerenciamento de resíduos sólidos do município de Luís Eduardo Magalhães**

A Prefeitura Municipal de Luís Eduardo Magalhães sancionou a Lei n.º 819/2017, a qual aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico do município. Em resumo, ela assegura no art. 6º que o Fundo Municipal de Saneamento Básico – FMSB em conjunto com a Secretaria

Municipal de Infraestrutura serão utilizados a fim de custear programas e ações de saneamento básico e infraestrutura urbana (LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, 2018).

No inciso III do art. 6º da referida Lei, é descrito que entre os demais programas custeados, está a “ampliação e manutenção dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos”. Neste mesmo artigo, inciso XII, é declarado que também estão incluídas as “ações de reciclagem e reutilização de resíduos sólidos, inclusive por meio de associação ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis” ((LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, 2018).

A maior parte da população é atendida pela coleta de resíduos domiciliares, um total de 66.711 habitantes, com exceção de 6.350 habitantes que residem em zonas rurais distantes da sede municipal. Esses números revelam que o serviço realizado é considerado como de boa qualidade (LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, 2018).

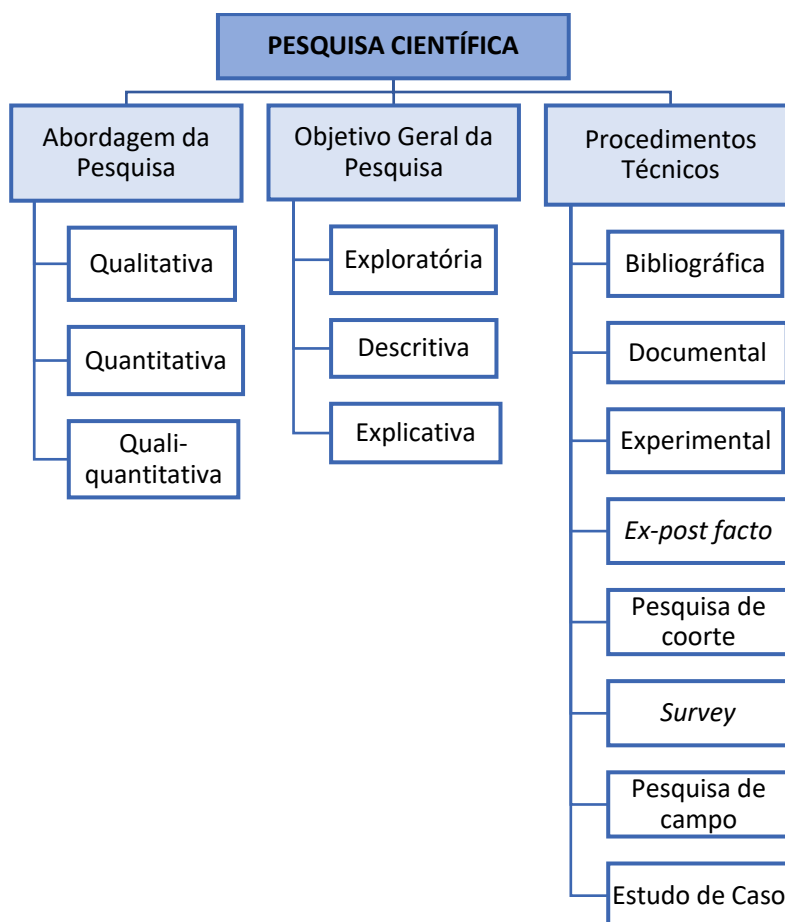
Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Economia Solidária é a responsável pela coleta de resíduos recicláveis. Ela possui o Programa Coleta Seletiva Solidária, o qual promove as atividades dos catadores de materiais recicláveis. Ele foi criado em maio de 2011 e tem parceria com o Governo do Estado da Bahia e com a Prefeitura Municipal de Luís Eduardo Magalhães (LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, 2018). Este projeto tem como objetivo atender toda a população do município, assim como às associações, empresas e poder público, envolvendo-os com o intuito de incentivar a reciclagem, a associação de catadores e a redução da quantidade de resíduos sólidos urbanos (LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, 2018).

### 3. METODOLOGIA DE PESQUISA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Uma pesquisa pode ser classificada por diversos tipos, como: propósito da pesquisa; natureza dos resultados; abordagem da pesquisa e aos procedimentos técnicos (GANGA, 2012). A Figura 8 representa as subdivisões dessa classificação.

Figura 8 - Classificação dos tipos de pesquisa científica.



Fonte: Adaptado de Chemin (2015).

Com base na literatura, foi possível identificar que a presente pesquisa se caracteriza como estudo de caso, estratégia de investigação já abordada por diversos autores, como Yin (1993 e 2005), Stake (1999) e Rodriguez, Flores e Jiménez (1999), em que um ou poucos objetos de estudo são aprofundados, a fim de obter conhecimento amplo e detalhado, podendo um mesmo problema de pesquisa ser tratado por estudo de caso único ou múltiplo.

Yin (p. 32, 2005) defende que “o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real”. Essa investigação possibilita a compreensão, sugestões de hipóteses e questões, bem como o desenvolvimento da teoria. O estudo de caso pode ter caráter exploratório, explicativo ou descritivo (MIGUEL et al., 2012).

Além disso, ainda que seja utilizado um nome fictício para proteger a integridade moral de pessoas físicas, jurídicas e instituições, o objeto de estudo realmente deve existir, a fim de que possa ser experimentado pela percepção de realidade do pesquisador (MEZZARROBA; MONTEIRO, 2006).

Após explorar a literatura, foi possível identificar que este estudo possui caráter descritivo e exploratório, visto que tem o intuito de descrever as características dos processos produtivos do objeto de estudo em questão, promovendo a ampliação do conhecimento e proposições de melhorias, com base nas teorias analisadas. Além disso, os métodos de coleta de dados utilizados se encaixam no perfil descritivo, como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2009).

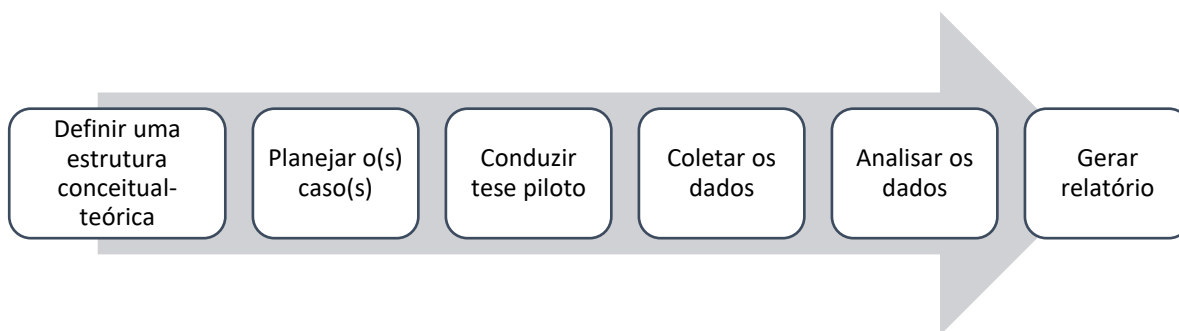
Quanto à abordagem da pesquisa científica, foi utilizada a quali-quantitativa, a qual “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)” (KNECHTEL, 2014 p. 106).

O estudo de caso promovido neste trabalho foi realizado em uma associação de catadores de materiais recicláveis, localizada na cidade de Luís Eduardo Magalhães, região Oeste da Bahia. A mesma será denominada “Associação X”, por motivos de confidencialidade.

### 3.2 PROCEDIMENTOS

Os procedimentos metodológicos do presente trabalho seguiram as etapas da condução de estudo de caso proposta por Miguel (2007), conforme a Figura 9.

Figura 9 - Etapas para condução de estudo de caso.



Fonte: Adaptado de Miguel (2007).

Neste caso foi realizado um mapeamento da literatura relacionado ao tema em questão, delineando as fronteiras de estudo por meio do problema de pesquisa, e realizando a seleção de unidades de análises e estudo para a definição de uma estrutura teórico-conceitual.

A coleta e análise de referências bibliográficas foram realizadas com o intuito de obter um embasamento teórico confiável e sólido, tendo como fontes de pesquisas: artigos científicos de revistas nacionais e internacionais, livros, trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações de mestrado e doutorado, relatórios governamentais e outros.

Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados e evidências: entrevistas, consultas a arquivos, análise documental e artefatos físicos, técnicas estas que são apresentadas por Eisenhardt (1989), Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002), Yin (2005) e Bryman (2008).

A entrevista realizada com alguns associados e a responsável pela tesouraria da associação é caracterizada como semiestruturada, já que foram realizados outros questionamentos além dos previamente definidos, conforme houvesse necessidade. De acordo com Boni e Quaresma (2005) as entrevistas semiestruturadas podem combinar perguntas abertas e fechadas sobre o tema proposto, as quais são realizadas pelo entrevistador em contexto semelhante à uma conversa informal, podendo dirigir a discussão e adicionar perguntas para assuntos que interessam e não fogem do tema.

Foram realizadas visitas na associação no período de uma semana, a fim de coletar dados amostrais relacionados ao tempo das atividades, a fim de realizar cálculos de OEE. As demais visitas foram feitas para obter demais informações dos processos, por meio da observação e análise de arquivos e artefatos físicos.

A consulta a arquivos e análise documental, como planilhas e relatórios, foi realizada a fim de complementar as informações necessárias para o alcance dos objetivos do presente trabalho. A análise de artefatos físicos consistiu na observação do *layout* do sistema produtivo, do galpão de triagem, equipamentos e ferramentas utilizados.

#### 4. ESTUDO DE CASO

Dando sequência à pesquisa, será explanada com maiores detalhes a situação problema em que o objeto de estudo se encontra, assim como as características deste. Desta forma, esta seção tem por objetivo a caracterização e ambientação da organização em questão.

##### 4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ORGANIZAÇÃO

O objeto de estudo do presente trabalho, é uma associação de catadores de materiais recicláveis, denominada “Associação X”, a qual se localiza no município de Luís Eduardo Magalhães-Ba. O Galpão de Triagem da Coleta Seletiva Solidária foi inaugurado no dia 05 de junho de 2014 e conta com cerca de 25 associados.

A sua implementação e funcionamento são apoiados pela prefeitura do município por meios financeiros, a fim de custear despesas mensais. Além disso há a disponibilização de pessoal, equipamentos, entre outros. Essa parceria foi realizada com a finalidade de reduzir a quantidade de resíduos depositados em aterros sanitários e contribuir com a renda de pessoas

em condições de vulnerabilidade econômica, visto que a receita obtida no período mensal é convertida em renda para os catadores associados.

Em relação a administração, está dividida entre a diretoria executiva (presidente, secretário geral e tesoureiro) e o conselho fiscal. As atividades gerenciadas por ela estão esquematizadas na Figura 10. Quanto à carteira de clientes que adquire esses materiais recicláveis, se encontra dentro do próprio município e em outras cidades, podendo atravessar os limites do estado.

Figura 10 - Atividades gerenciadas pela administração.



Fonte: Autor (2021).

A Associação X conta com uma área de 2040 m<sup>2</sup>, que possui um galpão de 750 m<sup>2</sup>, no qual são processados os materiais coletados. Os equipamentos que estão diretamente ligados às operações são quatro caminhões, sendo um emprestado pela prefeitura, e os demais contratados de terceiros, prensa hidráulica vertical, prensa hidráulica horizontal, elevador de fardos, esteira transportadora, carro de movimentação de *big bag*, carrinho de tração humana, carrinho para coleta motorizado, mesa de triagem, balança, computadores, fragmentadora de papel e triturador de vidros.

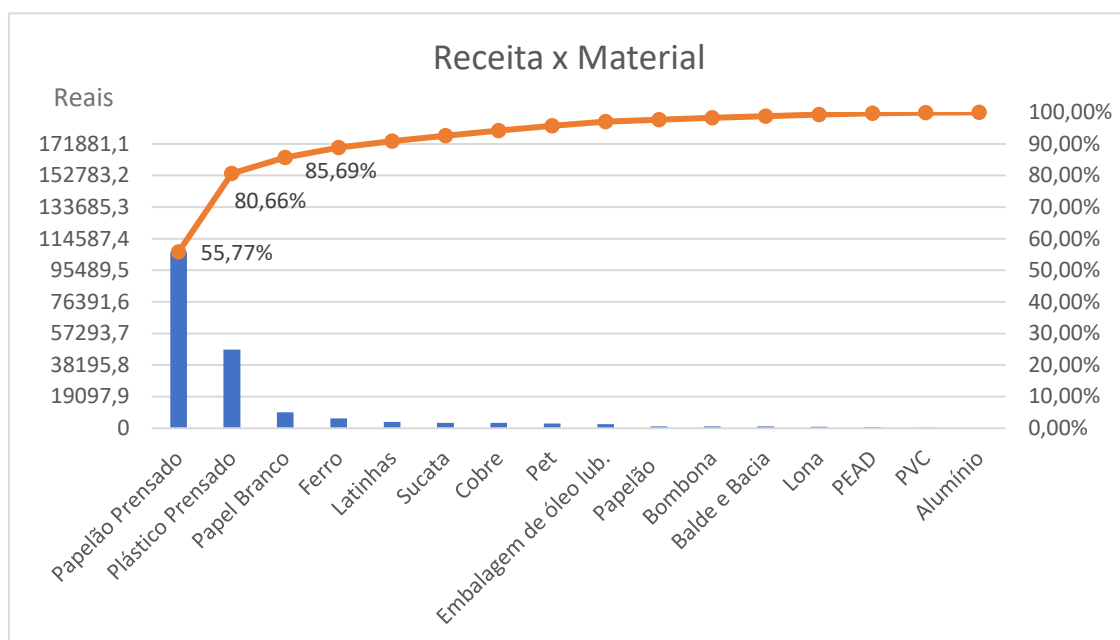
Possui turnos de trabalho definidos de segunda à sexta-feira, de maneira que o turno matutino é de 07:30 às 11:30 horas e o vespertino de 13:00 às 17:00 horas, com 15 minutos de intervalo para lanche no turno vespertino; e no sábado das 7:30 às 11:00 horas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PROCESSO PRODUTIVO

São variados os materiais recicláveis que passam pela Associação X, no entanto, existem aqueles que contribuem de maneira mais significativa para a receita mensal, os quais são considerados “carro-chefe”. A fim de identificar quais são os resíduos “carro-chefe”, foi realizado um Diagrama de Pareto com os dados das vendas realizadas nos meses de janeiro a outubro do ano de 2019, representados na Figura 11.

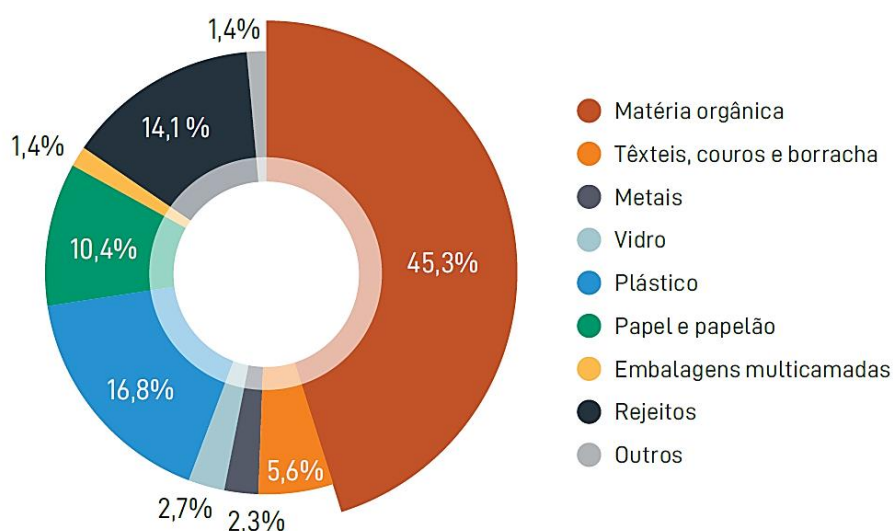
Figura 11 – Vendas dos meses de janeiro a outubro de 2019.



Fonte: Autor (2021).

A partir da análise realizada no gráfico, nota-se que 80,66% da receita é resultado da venda de apenas dois resíduos sólidos, sendo eles o papelão e o plástico, os quais são vendidos prensados. Corroborando com esses dados, de acordo com o estudo gravimétrico realizado no ano de 2019, o plástico e o papel/papelão estavam dentre os quatro resíduos que mais foram gerados no Brasil, conforme pode ser visto na Gráfico 3.

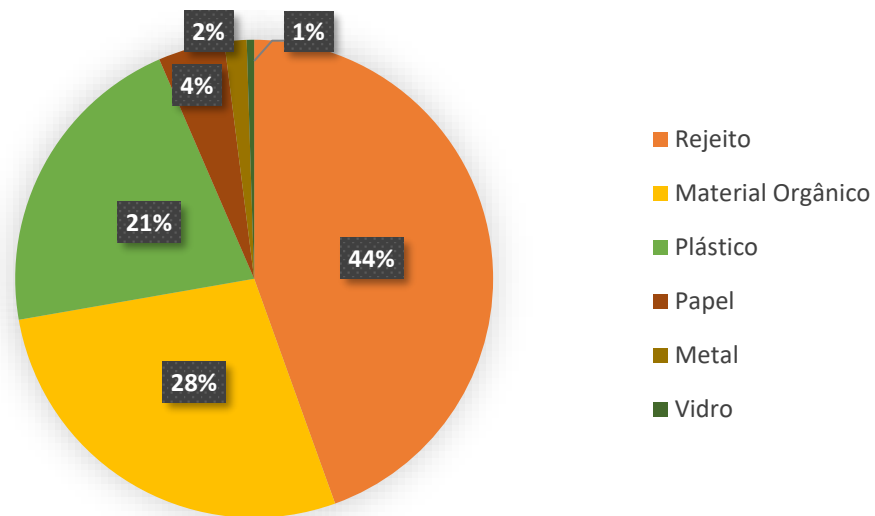
Gráfico 3 - Gravimetria dos RSU gerados em 2019 no Brasil.



Fonte: ABRELPE (2020, p. 39).

Um estudo gravimétrico realizado no município sede do objeto de estudo, em 2014, com o objetivo de melhorar a gestão e estrutura da Associação X, também apresentou porcentagens relativamente significativas para o plástico e o papel/papelão. Este consistiu em coletar amostras de resíduos em vários bairros da cidade, os quais iriam para o aterro sanitário, e através de cálculos foi possível determinar a composição gravimétrica para cada classe de materiais (CAMINHOS & ATITUDES, 2014). Os percentuais encontrados são apresentados no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Gravimetria dos RSU de Luís Eduardo Magalhães – BA.



Fonte: Adaptado de Caminhos & Atitudes (2014).

A partir dos dados nacionais e da associação estudada, pode-se afirmar que os “carros chefes” da organização são o papel/papelão e o plástico, sendo eles os que mais trazem lucratividade e demandam mais mão-de-obra e tempo dedicados à produção.

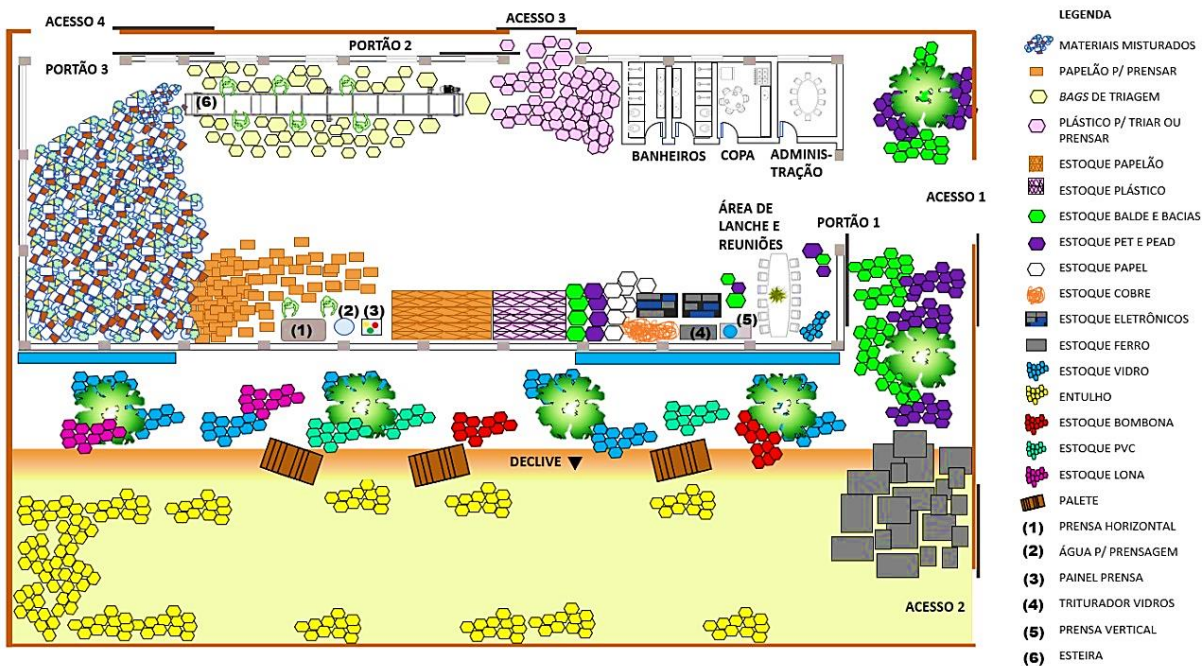
Isso reforça a ideia de que há uma alta demanda de materiais recicláveis, o que resulta na sobrecarga da associação, visto que, observando o local foi possível notar que não há um *layout* vantajoso capaz de atender com eficiência. Há falhas no processo produtivo relacionadas à organização, limpeza, padronização, desperdícios, entre outros, que serão discutidos posteriormente.

## 5.2 LAYOUT DA ASSOCIAÇÃO X

Conforme visto, numa organização pode haver *layout* posicional, por processos, por células, por produtos ou misto, segundo a sua necessidade. Observando o fluxo interno dos materiais e a disposição dos equipamentos da Associação X, foi possível afirmar que ela atua com *layout* por processos, visto que é distribuído em seções por funcionalidade, como pode ser

observado na Figura 12, existindo a divisão entre setor de prensagem e triagem, de forma que os materiais percorrem fluxos diferentes conforme a necessidade.

Figura 12 - *Layout* representativo da Associação X.



Fonte: Autor (2021).

Sobre este tipo de *layout*, Corrêa e Corrêa (2007, p. 409) afirmam haver um *trade-off*, uma vez que este “privilegia a flexibilidade dos fluxos (permite, por exemplo, que independente da preferência ou necessidade do cliente de percorrer diferentes trajetos, mais longos ou mais curtos, todos possam ser acomodados) à custa da eficiência”, já que as distâncias percorridas tendem a ser longas, sobrecarregando todo desempenho e, conseqüentemente, o *lead time* (SILVA, 2009).

Na Figura 12 podemos notar que o galpão está inserido numa vasta área, a qual é delimitada por uma cerca, que possui quatro acessos laterais e frontais para facilitar o fluxo de entrada e saída de transportes de materiais. Apesar de ter uma área externa ampla, a mesma é mal utilizada, uma vez que não há organização dos itens alocados.

Nota-se também que quase não há um local definido e limitado para cada material, ficando à mercê de colocar onde for mais propício no momento. Isto pode ser observado nos materiais como os papelões e *bags* de papel ou plástico, que por sua vez, em momentos mais

críticos relacionados ao volume excessivo, acabam obstruindo parte da passagem pelo acesso 1.

Observa-se também que os *bags* de plásticos ou embalagem de cuscuz à espera da triagem e/ou prensagem que se encontram nas imediações do portão 2, chegam a obstruir totalmente o fluxo de transportes pelo acesso 3. Além disso, há a disposição de materiais misturados que tomam uma grande área sem delimitação, podendo até invadir a área da triagem e prensagem, atrapalhando o fluxo de pessoas e transportes e exigindo paradas não programadas com a finalidade de organizar estes espaços.

Na área de triagem nota-se um acúmulo excessivo de *bags*, tanto que dificulta a locomoção das próprias associadas, que estão divididas em 6 na linha de triagem na esteira. Próximo à prensa há um tonel com água, utilizada na prensagem dos papelões mais rígidos, e o painel de acionamento da prensa, a qual é controlada por um dos associados enquanto o outro adiciona o material.

O estoque de fardos de papelão e plástico prensados fica ao lado da prensa, sendo estes empilhados com o auxílio de um elevador de fardos. Ao lado deste ficam os estoques de uma pequena parte de baldes e bacias e de Tereftalato de Polietileno (PET) e Polietileno de Alta Densidade (PEAD), que como é possível perceber, está espalhado próximo à área de alimentação e também na parte externa frontal. Também dentro do galpão, ficam estocados os *bags* de papéis brancos e coloridos, como revistas e livros, para evitar que molhem e percam o valor para o cliente.

Localizadas próximo ao estoque de papel ficam as mesas de triagem, que atualmente estão servindo como apoio para o estoque de eletrônicos que a administração supõe que possa ter algum valor de venda posteriormente. Ao lado delas está o estoque de cobres, já que possui um valor considerável de vendas e podem ser roubados se ficarem expostos na área externa. Atrás das mesas estão localizadas a máquina de triturar vidros e a prensa vertical, ambas sem utilização até o momento.

Na entrada do galpão, do lado esquerdo, encontra-se mesa utilizada para os associados lancharem e fazerem reuniões. Do lado direito está a sala da administração, seguida pela copa e pelos banheiros, que também são utilizados como vestuário.

Na parte externa, na lateral, encontra-se o estoque de vidros. Uma parte das garrafas é empilhada na parede do galpão com suportes improvisados e a outra nos *bags* que saíram direto

da linha de triagem. Próximo ao acesso 2 está o estoque de ferros, os quais ocupam uma área significativa e de forma desordenada.

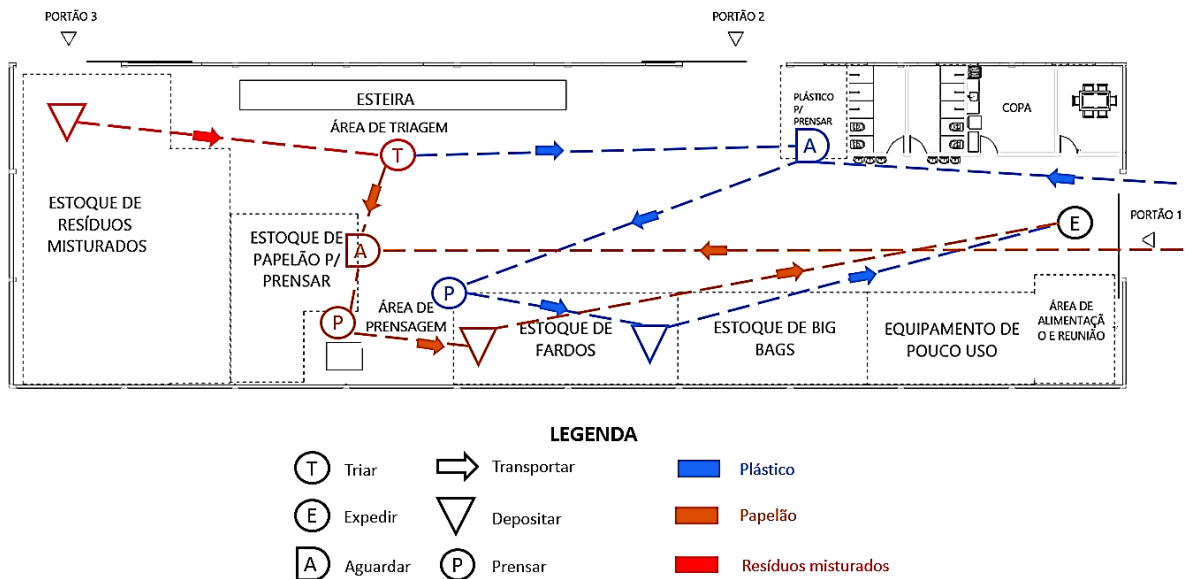
Por fim, na área externa, há uma grande parte que é ocupada por entulhos, os quais, segundo a administração, possui algum valor para venda futura. Porém, estes permanecem lá sem utilização por muito tempo e acabam acumulando em excesso, ocupando uma área que poderia ser utilizada para outra finalidade. Além disso, há uma área significativa de declive no terreno que também impede que haja uma utilização adequada do espaço.

Desta forma, nota-se a necessidade do planejamento de um *layout* eficiente, que atenda às necessidades do sistema produtivo da organização, visto que o *layout* atual apresenta muitas falhas, conforme é ilustrado na Figura 12 e através da descrição feita, as quais afetam diretamente a produção como um todo.

De acordo com Lima e Loos (2017), quando um ambiente possui uma desordem no *layout*, há uma transformação significativa de um ambiente de fabricação em uma infraestrutura com pouca produtividade, agravando em situações em que os colaboradores necessitam desse ambiente para desenvolver suas atividades.

Portanto, um *layout* adequado propicia um fluxo de comunicação mais eficiente e eficaz entre as atividades, de forma que há melhorias nas áreas produtivas, permitindo uma melhor administração das tarefas, viabilizando a redução dos problemas ergonômicos e flexibilizando os processos nos casos em que são necessárias mudanças e ou adequações (SILVA, 2013). A Figura 13 mostra o fluxo processual das atividades que são executadas na Associação X com relação ao plástico e o papelão, a fim de visualizar melhor a sequência que as tarefas se desenvolvem dentro do *layout* atual. Analisaremos pontualmente cada processo, a fim de detalhar melhor as situações ocorrentes e identificar falhas.

Figura 13 - Mapofluxograma do layout da Associação X.



Fonte: Autor (2021).

### 5.2.1 Descarregamento

Como pode ser visto no mapofluxograma exposto na Figura 13 e no *layout* representado na Figura 12, há três portões no galpão, porém o portão 2 é pouco utilizado, visto que há material à espera de prensagem nas imediações. Sendo assim, primeiramente o caminhão descarrega próximo à prensa o máximo de papelão possível pelo portão 1, quando é utilizado o mesmo transporte que o dos demais resíduos misturados, a fim de reduzir o trabalho de triagem posterior. Em seguida, o restante dos resíduos que necessitam de seleção é encaminhado para portão 3, sendo despejado próximo a esteira.

Porém, como pode ser visto nas Figuras 14, 15 e 16 há um problema em larga escala, já que não há demarcação do espaço permitido para o estoque de matéria-prima misturada e papelão. Desta forma os materiais tendem a se misturar, ficando inviável obter um bom fluxo, visto que chegam momentos em que é necessário parar a prensagem ou a triagem para organizar o espaço ou trazer os materiais para mais próximo da prensa.

Figura 14 - (a) Estoque de matéria prima misturada. (b) Estoque de papelão e embalagem de papel de cuscuz para prensar.



Fonte: Autor (2019).

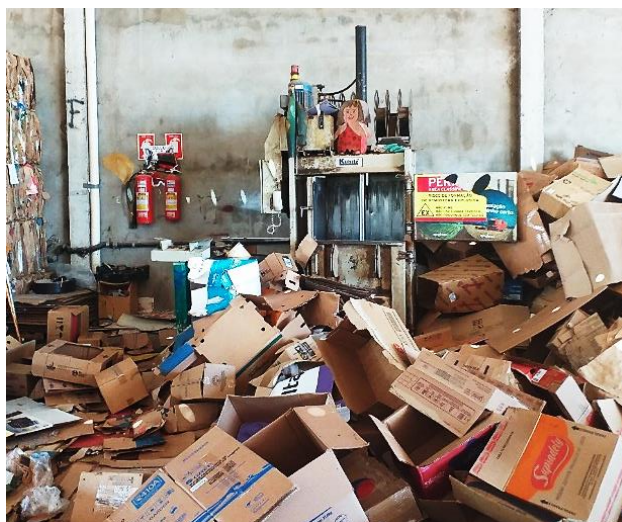
Pode-se observar também que, o método utilizado para o estoque temporário de resíduos misturados para a triagem e os de papelão para a prensagem, não é eficiente. Isto porque os materiais não seguem uma ordem padronizada de retirada do entulho, já que o caminhão chega e despeja na parte da frente, próximo ao funil da esteira. Desta forma, as associadas tendem a pegar os resíduos que estão na parte da frente e recém chegados, adotando um modelo UEPS (último que entra, primeiro que sai), acarretando no acúmulo de materiais na parte do fundo, que ficam lá por um longo período. Problema este que poderia ser resolvido com a utilização do modelo PEPS (primeiro que chega, primeiro que sai).

Figura 15– Material misturado e papelão à espera de triagem e prensagem.



Fonte: Autor (2019).

Figura 16 – Papelão em espera para prensagem.



Fonte: Autor (2019).

Figura 17 mostra como os *bags* de plástico e embalagens de cuscuz são alocados sem uma delimitação de espaço, sejam eles derivados da triagem ou que chegam direto da coleta, sendo descarregados pela entrada do portão 1. Estes *bags* estão à espera de uma triagem e/ou prensagem. No caso das embalagens de cuscuz é necessária uma triagem, visto que às vezes vem misturadas às de papel, que são posteriormente prensadas, e as plásticas que são descartadas por não servirem para revenda.

Figura 17– *Bags* de plástico e embalagem de cusuz para triar e prensar.



Fonte: Autor (2019).

Há também os plásticos transparentes que chegam em grande quantidade e geralmente são oriundos de empresas, os quais possuem uma fita que não é reciclada, sendo necessária a triagem para a retirada da mesma, para só então poder ser prensados ou expedidos. Como a incidência de plásticos é menor que a de papelão, é aguardado acumular uma quantidade que seja suficiente para formar um fardo. Desta forma, faz-se necessário um estoque temporário para este material.

### 5.2.2 Triagem

Após o despejo dos resíduos misturados, há uma pré-seleção, onde são retirados os materiais maiores, como ferro, baldes, vidros e bacias. O restante é elevado até o funil da esteira (Figura 19), que é acionada numa velocidade baixa. Quando o material chega ao final próximo ao elevador para o descarte, a última operadora segura os resíduos para que vá se formando um volume maior. O mesmo acontece com a anterior e assim sucessivamente, até que se formem picos de materiais, o máximo que elas conseguem segurar. Só então o equipamento é desligado.

Feito isto, as seis associadas posicionadas ao longo da esteira, como mostra a Figura 12, começam a triagem e fazem a separação por categorias (plástico, papelão, papel, vidro, etc.) em *bags* (que ficam alocados de forma excessiva e desordenada ao redor delas (Figura 18), causando dificuldade na locomoção). Este fator faz com que os itens de menor incidência na linha permaneçam um tempo elevado no processo, já que elas só retiram o *bag* quando este está cheio, o que resulta nesse acúmulo em excesso. Além disso, como o volume distribuído não é

padronizado, algumas delas terminam a triagem antes das outras e ficam ociosas aguardando as demais finalizarem.

Figura 18 – Alocação de *bags* em excesso na esteira.



Fonte: Autor (2019).

Figura 19– Elevador de materiais misturados.



Fonte: Autor (2019).

Ao final, a esteira é ligada novamente para que os resíduos que não se encaixam nos padrões estabelecidos possam ser descartados através de um elevador e um outro funil em um *bag* maior (Figuras 20 e 21), que fica posicionado abaixo. Este fica aguardando até que possa ser retirado por um associado que geralmente está na função da prensa, parando essa atividade por consequência. Além desses *bags* com rejeitos, eles pegam os que as mulheres já preencheram com os materiais triados e não conseguem transportar pelo fato de serem mais pesados, sendo eles de 20 a 50 kg.

Figura 20 - *Bag* de rejeito vindo da esteira



Fonte: Autor (2019).

Figura 21 – Descarte de rejeitos oriundos da esteira em *bag*.



Fonte: Autor (2019).

Esta forma de realizar o processo de triagem pode resultar na baixa eficiência produtiva, uma vez que a esteira possui a função não somente de elevar os materiais misturados até a posição de triagem, como também de permanecer em funcionamento com fluxo contínuo e quantidade equilibrada para ambas as operadoras. Porém, este formato não é eficiente ao ponto de evitar que haja acúmulos de materiais misturados em excesso.

### 5.2.3 Prensagem

Realizada a triagem, cada material segue seu destino. No caso do papelão, ele segue para a área de espera até surgir a vaga para a prensagem, como mostra a Figura 16, onde é feita a preparação para que o mesmo seja prensado. Nesta área ficam geralmente 2 a 3 associados, um fica na função de controlar a subida e descida da prensa no painel de controle, o outro joga o papelão no local indicado e joga a água para amolecer quando o material é muito rígido.

Essa água fica num tonel, localizada ao lado da prensa, como mostra a Figura 22. Porém, a torneira que é usada para abastecer, fica do lado oposto do galpão, e quando a mangueira está conectada, ela atravessa o local, representando riscos de acidentes. Além disso, quando não encontram a mangueira e a água do tonel acaba, eles têm que interromper as atividades de prensagem para procurá-la e só então começar a abastecer, sendo necessário aguardar até que a atinja um nível suficiente para continuar as atividades, o que conseqüentemente toma muito tempo.

Figura 22– Painel de controle da prensa, Tonel de água usado na prensagem e Prensa horizontal.



Fonte: Autor (2019).

O outro funcionário fica responsável por aproximar os papelões da prensa, e auxiliar no que for preciso, inclusive para arrastar os *bags* que as mulheres da triagem não conseguem por conta do peso.

Como a incidência de papelão é alta, a proporção de fardos gerados, no período dos 5 dias de observação, foi de 26 fardos de papelão para 6 fardos de plástico. Além disso, o fardo de papelão é formado por 5 a 6 *bags*, já o de plástico é constituído por cerca de 7 a 8 *bags*. Por este motivo, o plástico fica num local (Figura 17) aguardando acumular a quantidade necessária para fazer 1 fardo. Quando é atingida essa quantidade aproximada, os *bags* de plástico são arrastados para mais próximo da prensa e são prensados até formarem um fardo.

#### 5.2.4 Armazenagem e Expedição

Após a prensagem do papelão e plástico, os fardos são levados num carrinho de movimentação de fardos até o local de estoque. Lá aguardam um tempo até serem de fato estocados adequadamente por meio de um elevador de fardos, como pode ser visto na Figura 23. O armazenamento dos fardos de papelão e do plástico para a expedição é feito dentro do galpão próximo a prensa, a fim de evitar a umidade, visto que é uma das exigências dos clientes e está em conformidade com ABRELPE (2015), que diz ser necessário os fardos serem armazenados em espaço coberto, a fim de evitar decomposição.

Figura 23 - Local de estoque dos fardos de papelão e plástico.

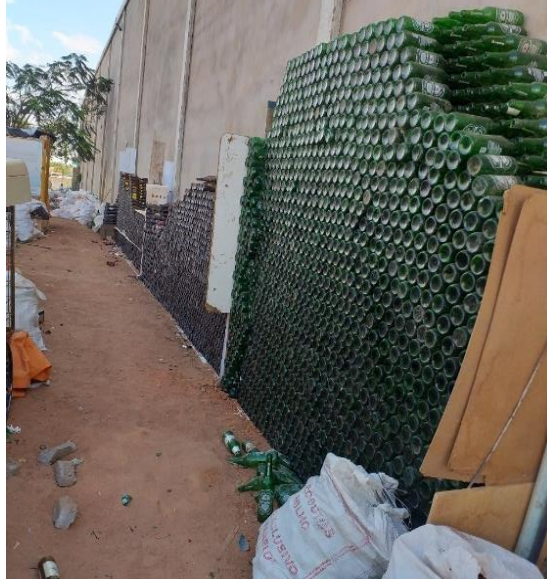


Fonte: Autor (2019).

Já os outros materiais, após ser realizada a seleção, os que não se encaixam nos padrões são descartados, e os demais seguem separados para o local de armazenagem, conforme mostra a Figura 12, até atingir o nível necessário para venda. Isto porquê a quantidade arrecadada desses materiais é muito baixa, conforme visto no Gráfico 4, e a administração prefere que haja uma quantidade suficiente para encher um caminhão e evitar uma alta rotatividade, para só então vender para os atravessadores, que em sua maioria se encontram na própria cidade.

Porém, como pode ser observado, a forma utilizada para estocagem não é organizada e nem segue um padrão. As Figuras 24 e 25 mostram o estoque de vidro. A primeira imagem mostra um armazenamento mais organizado, separado por cores e empilhados. No entanto, na segunda imagem pode-se observar que o material está armazenado em *bags*, os quais em sua maioria passaram pela triagem e foram transportados para este local, a fim de serem organizados.

Figura 24 - Estoque de vidro empilhados.



Fonte: Autor (2019)

Figura 25 – Estoque de vidros em sacos



Fonte: Autor (2019)

Entretanto, o recomendado é que estejam empilhadas semelhante as da parede, ou em caixas apropriadas, separadas por cor, formato do fundo e tamanhos, a fim de facilitar a armazenagem, assim como a venda. Além disso, o armazenamento incorreto desgasta o material e o faz perder a qualidade. Contudo, o fato de ser um trabalho demorado faz com que seja deixado de lado, e por consequência são armazenados de forma errada por muito tempo, acumulando um grande volume e causando inúmeros desperdícios.

Quanto aos PET's, PEAD's, baldes e bacias, são estocados na parte frontal do galpão, empilhados dentro de *bags* nas árvores (Figura 26). Porém, além de deixar a visão da entrada poluída, o acúmulo é tanto que chega a obstruir as passagens laterais, tornando possível transitar

apenas pelos acessos laterais. Uma pequena parte dos baldes e bacias também ficam alocados dentro do galpão, ocupando um lugar que poderia ser utilizado para organizar outros materiais de forma mais eficiente, sendo que há espaço suficiente na parte externa.

Figura 26 – Vista frontal do galpão



Fonte: Autor (2019).

Em relação ao estoque do ferro, alguns são oriundos da triagem, enquanto os outros em sua maioria chegam em transportes com carga separada, já que alguns itens são maiores. Após a triagem, o material é encaminhado para a parte externa, localizado próximo ao acesso 2, onde é alocado sem uma organização, como pode ser observado na Figura 27. Quando vêm as cargas em caminhões, entram pelo mesmo acesso e são despejadas.

Figura 27 – Área de disposição dos ferros e acesso 2.



Fonte: Autor (2019)

Porém, este material fica acumulando em excesso, por tempo indeterminado, ocupando espaço desnecessariamente, visto que o local onde é feita a venda do ferro fica ao

lado. Desta forma, ao invés de descarregar diretamente no comprador e evitar o acúmulo, desperdício de tempo, transporte e mão de obra, eles optam pela opção menos vantajosa.

Ainda na parte externa, nota-se através da Figura 28 que há muito entulho espalhado no espaço do terreno que está abaixo no nível. Este entulho tende a acumular cada vez mais, já que todo material que a administração supõe que possa gerar algum retorno financeiro com sua venda, é alocado neste ambiente. Porém, a realidade é que não conseguem uma destinação lucrativa para estes, que acabam permanecendo no local.

Figura 28 - Vista frontal da área externa ao galpão.



Fonte: Autor (2019)

A Figura 29 expõe alguns tipos de materiais que são estocados dentro do galpão. Os papéis brancos e coloridos, como revistas, livros e jornais, são armazenados em *bags* após ser feita a triagem para aproveitar os que se adequam às condições estabelecidas pelos clientes. Na mesma imagem podemos ver que há duas mesas de triagem sendo utilizadas de forma incorreta, já que estão sendo armazenados eletrônicos que não acrescentam muito valor de venda para a associação, ocupando um espaço de forma inútil.

Nota-se também que há um item sem utilização sendo guardado. Trata-se do triturador de vidros, que até o momento observado, não havia sido usado para a função designada. Isto se deve ao fato de que os atuais clientes de garrafas de vidros, são os centros de distribuição de bebidas. Eles compram uma pequena parcela deste material que chega na associação, os quais devem estar dentro dos requisitos preestabelecidos.

Além disso, a associação ainda não encontrou parcerias para a venda de todos os vidros inteiros ou que exijam que estejam triturados. Desta forma, o equipamento está apenas ocupando espaço e perdendo valor com o passar do tempo, já que tende a degradar, ainda que

esteja parado. Além do mais, trata-se de um equipamento de um alto valor de aquisição que não está fazendo jus ao investimento realizado.

Figura 29 – Mesas de triagem comportando eletrônicos e outros.



Fonte: Autor (2019)

Outro equipamento de alto valor de investimento que se encontra sem utilização, é a prensa vertical (Figura 30). Ela deveria ser usada para prensar latinhas de alumínio. No entanto, a mesma não está sendo utilizada para esta finalidade, em razão de que os clientes preferem não as receber em fardos, já que neste formato torna-se difícil realizar a conferência de possíveis fraudes. Sendo este mais um item que está depreciando com o decorrer do tempo, sem gerar algum lucro através do seu uso. Ainda nesta mesma imagem, nota-se que há muito entulho dentro do galpão, causando acúmulos e designação de espaço de forma equivocada.

Figura 30 – Área onde estão a prensa horizontal e triturador de vidro.



Fonte: Autor (2019)

Na Figura 31, é possível observar que o espaço de reuniões e lanches também é mal

aproveitado e mal organizado, visto que há entulhos espalhados no ambiente, e um quadro que não é usado adequadamente, pois a organização não possui metas de produção, não há uma organização apropriada de funções e não há acompanhamento da produção. Ou seja, vende o que for produzido sem uma preocupação com produzir com mais eficiência e obter mais lucros, sendo caracterizada como produção empurrada.

Figura 31 – Área de lanches e reuniões



Fonte: Autor (2019)

Em relação a expedição, há uma frequência mensal. O papelão por exemplo, é expedido uma vez por mês, sendo a responsabilidade do transporte por conta do cliente. Porém, há momentos em que é necessário transportar duas vezes no mês, visto que os caminhoneiros limitam o volume da carga. Já o plástico pode chegar até três vezes mensal, sendo a responsabilidade da entrega por conta da associação.

Com pôde ser visto na descrição do *layout* da Associação X, a falta de organização dos processos, das disposições de equipamentos, produtos em espera e acabados. Esta situação gera inúmeros desperdícios, os quais afetam drasticamente a eficiência da produtividade e consequentemente a lucratividade da associação em questão. A seção a seguir tem como finalidade identificar os desperdícios gerados através das situações que foram observadas, a fim de propor soluções posteriormente.

### 5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS NA ASSOCIAÇÃO X

Com base no cenário descrito e na literatura explanada é possível identificar os desperdícios recorrentes na Associação X. Os Quadros 5, 6, 7, 8 e 9 descrevem as fontes de desperdícios encontradas, fundamentadas nos sete desperdícios do *Lean Manufacturing*.

Quadro 5 – As fontes de desperdícios de transporte da Associação X.

Desperdício	Situações	Efeitos	Causas
Transporte	1- Bag de material sendo arrastado da esteira para o local externo unitariamente, conforme é preenchido;	Aumento de percurso desnecessário, além de tempo gasto na movimentação de material triado.	Mal planejamento dos processos.
	2- Fardos de materiais acabados com transporte desnecessário da prensa para o local de armazenagem, os quais não são diretamente depositados no local correto;	Aumento de tempo de estocagem correta;	Mal planejamento dos processos.
		Obstrução de locais de movimentação.	
	3- Movimentação de bag da esteira para um estoque temporário e depois para um estoque de espera para a prensagem.	Aumento desnecessário de percurso;	Mal planejamento dos processos;
		Desperdício de tempo e movimento.	Layout mal planejado.

Fonte: Autor (2021).

Quadro 6 – As fontes de desperdícios de processamento da Associação X.

Desperdício	Situações	Efeitos	Causas
Processamento	1- Triagem de materiais desordenada, sem um padrão definido. Visto que as colaboradoras ao longo da esteira têm vários bags em volta de si e têm a função de separar todos os tipos de materiais.	Demora no processo, já que uma pessoa precisa manter a atenção em vários itens e pode se confundir no momento de escolher em qual <i>bag</i> colocar o material triado	Falta de padronização no processo;
			Mal planejamento do <i>layout</i> processual.
	2- Processo manual de prensagem.	Demanda muito tempo de ciclo e esforço físico que pode ser reduzido.	Máquinas com baixas tecnologias.

Fonte: Autor (2021).

Quadro 7 - As fontes de desperdícios de estoque da Associação X.

Desperdício	Situações	Efeitos	Causas
Estoque	1- Chegada da matéria prima em volume maior que o volume processado, chegando a ser também superior ao suportado pelo local de espera.	Volume ultrapassa o local e invade locais inadequados.	Velocidade de processamento baixa;
			Espaço de espera mal planejado.

	2- Acúmulo de materiais triados em bags, os quais aparecem com baixa frequência na esteira.	Vários <i>bags</i> com pouco material aguardando longos períodos até serem preenchidos.	Mal planejamento do processo de triagem;
			Falta de padronização dos processos e <i>layout</i> .
	3- Estoque excessivo de materiais acabados, sem posição definida, limitada e padronizada.	Invasão de espaço inadequado, obstruindo o local de movimentação;	Expedição de materiais acabados mal planejada;
		Paradas não programadas para organizar o excesso de materiais;	Falta de organização dos espaços de estoque.
		Expedição não programada para liberar a área com excesso de materiais.	

Fonte: O autor (2021).

Quadro 8 – As fontes de desperdícios de movimento da Associação X.

Desperdício	Situações	Efeitos	Causas
<b>Movimento</b>	1- Há vários bags para diferentes materiais ao redor das colaboradoras na esteira, de forma que induz a realização de movimentos maiores e mais lentos, em vista da grande extensão de bags, levando mais tempo pra elas identificarem onde deverão alocar o material selecionado.	Desperdício de tempo ao procurar em qual <i>bag</i> colocar o material triado.	Falta de organização do <i>layout</i> e do processo.
	2- Material distante da prensa, necessitando fazer paradas para o operador aproximar os resíduos. Às vezes ficam dois operadores para colocar o material na prensa e jogar água e um para aproximá-los dos outros dois.	Muito tempo gasto em movimentação desnecessária.	Desorganização do <i>layout</i> .

Fonte: O autor (2021).

Quadro 9 - As fontes de desperdícios de espera da Associação X.

Desperdício	Situações	Efeitos	Causas
<b>Espera</b>	1- Algumas das operadoras da	Ociosidade de algumas	Falta de

	<p>triagem finalizam a seleção dos materiais que estão ao seu alcance na esteira e precisam aguardar que as demais também terminem, e só então alimentam a linha de produção.</p>	<p>operadoras.</p>	<p>padronização e mal planejamento do processo.</p>
	<p>2- Ao preencher um bag, a operadora o amarra e deixa na espera até que um outro operador possa retirá-lo para um local adequado (nem sempre é o caso). Na maioria das vezes quem faz essa função é o colaborador da prensa, interrompendo sua atividade.</p>	<p>Aumento do <i>lead time</i> do processo de prensagem;</p>	<p>Divisão de tarefas mal elaborada.</p>
		<p>Elevação do tempo de <i>setup</i> da esteira;</p>	
		<p>Ausência de sincronismo na produção;</p> <p>Nos casos em que a colaboradora decide não esperar e retira o <i>bag</i> sozinha, há o mal posicionamento ergonômico.</p>	
	<p>3- Bags de papelão e plástico que ao sair da esteira, serão prensados e ficam acumulados aguardando sua utilização.</p>	<p>Tempo de espera prolongado, aguardando o momento da prensagem ou armazenagem correta.</p>	<p>Má elaboração do planejamento do processo produtivo.</p>
	<p>4- Elevado tempo de processamento dos bags que são utilizados para colocar os materiais que aparecem com pouca frequência na esteira.</p>	<p>Aguardam um longo período até serem totalmente preenchidos e destinados para a armazenagem.</p>	<p>Má disposição do <i>layout</i> e falta de organização do processo de triagem.</p>
<p>5- A torneira se localiza do lado oposto ao da prensa, necessitando o deslocamento de um colaborador para ligá-la nos momentos em que deixam o tonel de água secar, sendo obrigados a parar a prensagem para esperar que seja abastecido o recipiente com um nível suficiente para dar continuidade ao processo.</p>	<p>Paradas não programadas que afetam diretamente na produção, visto que não há como prensar o papelão sem o uso da água, sendo necessário parar o maquinário.</p>	<p><i>Layout</i> mal planejado.</p>	
<p>6- Desvio de função quando há a necessidade de parar a</p>	<p>Paradas não programadas, que resultam na</p>	<p>Falta de organização</p>	

	prensagem ou triagem para que possam organizar o ambiente, ou para retirar bags do local de triagem para seus devidos fins.	interrupção do processo produtivo.	do <i>layout</i> ;
			Divisão de tarefas mal elaborada.
	7- Materiais de prensagem mal posicionados, na maioria das vezes em locais distantes da prensa.	Processo de prensagem interrompido por conta da espera para aproximar os materiais.	Mal planejamento do <i>layout</i> .

Fonte: O autor (2021).

Goldratt (2002) comenta que no tipo de *layout* por processos, é essencial que haja estoque de produtos entre processos, uma vez que este fato maximiza as eficiências das atividades produtivas. Nesse tipo de layout existe uma maior utilização das máquinas, os estoques entre processos contribuem para que o trabalho seja contínuo, mas existe a quantidade e local adequado a se considerar, de maneira que o estoque em processo não se caracterize ainda mais como desperdício.

Com base nos desperdícios identificados na associação, nota-se que há inúmeras falhas, as quais causam grandes impactos, sejam eles estruturais, pessoais, administrativos e financeiros, levando-os a produzir e ter lucros menores do que tem capacidade.

Além dos processos possuírem muitas oportunidades de melhorias de eficiência, o recebimento de resíduos na associação é relativamente baixo quanto ao potencial de geração desses resíduos na cidade atuante. Isso pode ocorrer devido à inúmeros motivos, como a existência de catadores individuais, pelo fato de não haver metas de coletas preestabelecidas ou uma boa cobertura de coleta quanto aos resíduos produzidos nas empresas do município. Há também a questão da estrutura e equipamentos da associação não serem suficientes para atender a quantidade produzida, ou o baixo desempenho nos processos inerentes à Associação X.

De acordo com a ABRELPE (2020), em média, foram gerados 1,039 kg/habitante/dia de resíduos sólidos no ano de 2019. A pesquisa da IPEA (2017) estima que, da quantidade de RSU gerada, 30 a 40 % são passíveis de reaproveitamento e reciclagem. No entanto, apenas 13% do total gerado são encaminhados para a reciclagem.

A partir destes dados, é possível estimar a quantidade gerada de RSU recicláveis na cidade de Luís Eduardo Magalhães – BA. Em 2019, o IBGE registrou 87.519 habitantes na cidade, logo, neste ano, foram gerados em média 90.932 kg/dia de RSU, e, considerando a porcentagem de 30% desse montante, considera-se que são gerados em média 27.279 kg/dia de resíduos sólidos recicláveis. Com base nos dados estabelecidos pelo IPEA (2017), pode-se afirmar ainda que, do montante gerado seriam repassados para a associação 11.821 kg/dia de RSU.

De acordo com as informações da quantidade dos materiais vendidos pela Associação X no ano de 2019 entre os meses de janeiro a outubro, foram processados em média 47.236 quilogramas de materiais recicláveis por mês. Esse número equivale à apenas 5,77% do que é gerado, e 13,32% do cumprimento da estimativa de resíduos que são de fato encaminhados para a reciclagem. Além disso, a entrevistada afirmou que trabalham em média 25 catadores. Desta forma, pode-se concluir que são produzidos cerca de 1.889 kg/cat./mês de resíduos recicláveis.

Damásio (2010) estabeleceu as produtividades relativas das associações de catadores com base no rendimento dado em quilogramas por operador, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Produtividade relativas das associações de catadores de materiais recicláveis.

<b>Eficiências Relativas</b>	<b>Faixas</b>	<b>Médias (kg)</b>	<b>Produtividade Relativas</b>
<b>Alta Eficiência</b>	> 1800 kg/cat./mês	2.293	8,9
<b>Média Eficiência</b>	≥ 1100 e < 1800 kg/cat./mês	1.481	5,8
<b>Baixa Eficiência</b>	≥ 550 e < 1100 kg/cat./mês	913	3,6
<b>Baixíssima Eficiência</b>	< 550 kg/cat./mês	257	1,0

Fonte: Damásio (2010).

Baseado nesta tabela pode-se concluir que a Associação X se encaixa na categoria de alta eficiência, o que segundo Damásio (2010) a torna apta para ser fornecedora de indústrias recicladoras. Ele afirma ainda que nesse nível de eficiência se encontram grupos formais, os quais são organizados em associações ou cooperativas, sendo estas detentoras de conjuntos de conhecimentos e possuindo alguns equipamentos e galpões com capacidade de ampliação, que por sua vez atuam como fornecedoras de recicladoras, e não mais de atravessadores.

Desta forma, é possível afirmar que a associação em questão possui uma capacidade de produção alta, visto que a quantidade de materiais coletados por catadores é relativamente alta, possuindo também uma estrutura passível de ampliação. Porém, ela não opera com boa produtividade de processos, obtendo resultados abaixo de sua capacidade efetiva, o que de certa forma impede que ela possa ter uma performance ainda melhor e mais lucrativa.

#### 5.4 OEE

A fim de comprovar a ineficiência dos processos atuais, os dados coletados

apresentados na Tabela 5 serão utilizados para calcular o OEE, cujos resultados também estão exibidos na mesma tabela. Foram utilizadas as Equações (1), (2), (3) e (4), explanadas na revisão teórica, para calcular, respectivamente, a disponibilidade, desempenho, qualidade e o OEE da prensa.

Tabela 5 - Dados coletados e OEE da prensa.

<b>EM 5 DIAS</b>	
Produção real de fardos	35
Quantidade fardos de papelão	29
Quantidade fardos de plástico	6
TC papelão (min/un.)	47,35
TC plástico (min/un.)	45,00
TC total (min/un.)	47,26
Tempo operacional (min)	2400
Tempo programado para não produzir (min)	75
Tempo do equipamento parado (min)	671
Quantidade de itens produzidos bons	35
Quantidade de itens produzidos ruins	0
Tempo disponível para produção (min)	2325
Tempo produzindo (min)	1654
TC papelão "ideal" (min)	34
TC plástico "ideal" (min)	36
Tempo produzindo papelão (min)	1380
Tempo produzindo plástico (min)	270
Produção teórica de fardos	48,1
<b>Disponibilidade</b>	<b>71%</b>
<b>Desempenho</b>	<b>73%</b>
<b>Qualidade</b>	<b>100%</b>
<b>OEE</b>	<b>52%</b>

Fonte: Autor (2021).

Os dados coletados, que estão na Tabela 5, são melhor expostos no Apêndice A. Analisando a tabela, pode-se notar que o tempo de ciclo (TC) do papelão e do plástico são significativamente maiores do que seria o ideal dentro das condições atuais da produção. O tempo de ciclo ideal fora deduzido considerando o menor tempo de ciclo de produção de um fardo de papelão e de um fardo de plástico. Desta forma, é possível calcular a produção teórica, por meio da soma das divisões entre tempo de ciclo real e ideal, conforme Vince (2021).

Visto que o resultado da produção teórica foi de 48 fardos, discrepante da produção verdadeiramente realizada no período observado de 35 fardos, pode-se concluir que, ainda que houvessem desperdícios relacionados à disponibilidade no período analisado, seria possível

produzir muito mais. Ou seja, as paradas não planejadas apesar de serem um problema, não interferem na produtividade sozinhas, existindo outros afetando nas demais faces do OEE.

A disponibilidade atual representa um percentual de 71%, que se comparado à meta de 90%, a qual, assim como as demais, foi estabelecida por Gupta e Garg (2012), está relativamente baixo, significando que há um número expressivo de paradas, afetando diretamente a capacidade de produção. Quanto ao desempenho, nota-se que é um pouco maior, representando 73%, o que ainda é muito baixo se comparado à meta de 95% para obter o OEE ideal de 85%.

Já a qualidade foi de 100%, visto que nesta atividade não foi registrado retrabalhos, itens defeituosos, refugos, etc. Desta forma este aspecto alcançou a meta pré-definida de 99,9%. Porém, quando analisamos a Tabela 5, conclui-se que o resultado de 52% do OEE, em função destes três aspectos, foi extremamente baixo, visto que a Tabela 1 apresenta que um resultado abaixo de 65% é tido como não aceitável.

Em relação ao OEE da esteira, não foi possível calcular, em vista dos dados coletados serem insuficientes para o cálculo, já que faltaram informações primordiais. Isto se deve ao fato de que, as associadas que exercem a função da triagem não possuem uma padronização para realizar a atividade, de forma que cada uma seleciona todos os tipos de produtos, tornando inviável à apenas um observador cronometrar simultaneamente os movimentos das 6 mulheres, a fim de identificar o tempo de ciclo de cada produto.

Mas com os dados coletados da esteira já se pode ter uma ideia dos resultados, uma vez que a quantidade de *bags* de papelão e de plástico gerados foi bem menor que o que as entrevistadas afirmaram ser o ideal, 2 *bags* de cada material por dia produzidos por cada operadora, como pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6 - Quantidade de *bags* produzidos versus o ideal.

Quantidade produzida nos 5 dias		
Produto ( <i>bag</i> )	Qtd.	Qtd. ideal
Papelão	27	60
Plástico	19	60
PET	6	-
Ferro	5	-
Latinha	1	-
Vidro	6	-
PET Colorido	1	-

Papel Branco	2	-
Total	67	120

Fonte: Autor (2021).

Observando a Tabela 6, pode-se notar que a produção considerada ideal pelas próprias associadas, não foi alcançada no período de observação, sendo esta quantidade mais que o dobro para os *bags* triados de papelão e mais que o triplo para os de plástico. Quanto aos demais materiais, não foi dada uma estimativa pelos entrevistados. Porém, diante destes dados expostos, já é possível supor que a eficiência no processo de triagem está muito baixa.

Com base nos dados fornecidos e calculados da prensa e da esteira, pode-se afirmar que há inúmeras falhas a serem corrigidas no processo produtivo e no *layout* da associação, a fim de melhorar este indicador e consequentemente a eficiência da produtividade.

## 5.5 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NOS PROCESSOS E *LAYOUT* DA ASSOCIAÇÃO X

Durante a visita realizada na Associação X, foi possível notar a necessidade urgente de uma redefinição do *layout*, visto que o atual estava dificultando o acesso aos vários ambientes, além de atrapalhar a locomoção de pessoas e equipamentos e o andamento dos processos, o que por consequência impede que haja melhor eficiência

Além de notar essa necessidade visualmente, também foi possível confirmar através dos cálculos do indicador OEE, como visto na seção anterior, o qual justificou a quantidade de desperdícios ocorridos e falta de eficiência, decorrentes de uma má gestão do *layout* e dos processos. Desta forma, esta seção terá por objetivo propor possíveis soluções com base nas falhas observadas.

### 5.5.1 Propostas de melhorias relacionadas aos desperdícios

O Quadro 10 pontua as propostas de melhorias relacionadas aos desperdícios de transporte, além dos prováveis efeitos que podem ser gerados a partir da implementação das sugestões. Para o primeiro problema temos três sugestões de melhorias, das quais uma delas é a utilização de carrinhos de movimentação de *bags* (Figura 32) para transportar os materiais que antes eram arrastados, podendo causar inúmeros problemas físicos relacionados à ergonomia. A associação possui alguns desses carrinhos, porém em sua maioria estão quebrados e incompletos, e os que ainda funcionam não são utilizados para esta finalidade. Desta forma, é necessário que haja a aquisição de mais desses itens, numa quantidade suficiente para acomodar os *bags* que ficarão na área de triagem e alguns a mais para eventuais necessidades.

Figura 32 - Carrinho de movimentação de *bags*



Fonte: Kubitz (p. 4)

A proposta é que haja um posicionamento de alguns poucos *bags* na área destinada ao estoque temporário de plástico, se houver a necessidade, numa quantidade que não fique muito pesado, para que os carrinhos possam ser conectados através de um gancho adaptador e movimentados simultaneamente para o local destinado, a fim de reduzir o fluxo e tempo empregado.

Quadro 10 - Propostas de melhorias para os desperdícios de transporte da Associação X.

Desperdício	Situações	Proposta	Efeitos
<b>Transporte</b>	1- Bag de material sendo arrastado da esteira para o local externo unitariamente, conforme é preenchido;	Retirar os <i>bags</i> de papelão direto da triagem para a área de prensagem.	Redução de percurso;
			Redução do acúmulo de <i>bags</i> em áreas inadequadas;
			Economia no tempo que seria utilizado para movimentação desnecessária.
		Utilização de carrinhos de movimentação de <i>bags</i> adaptados um ao outro, para levar mais de um <i>bag</i> com os demais materiais, da triagem direto para o local de estoque.	Redução de problemas ergonômicos;
			Redução no tempo gasto com movimentação.

	2- Fardos de materiais acabados com transporte desnecessário da prensa para o local de armazenagem, os quais não são diretamente depositados no local correto;	Alocar dois colaboradores para a função de organizar estoques, espaços, entre outros, e assim que os fardos estiverem prontos, mover diretamente para o local de armazenagem.	Redução do tempo de estocagem;
			Liberação das vias de movimentação, mantendo as estações organizadas
	3- Movimentação de bag da esteira para um estoque temporário e depois para um estoque de espera para a prensagem.	Criar um estoque temporário apenas para o plástico, numa quantidade suficiente para formar 1 fardo;	Redução de percurso;
			Redução de tempo e movimentos empregados.

Fonte: Autor (2021).

Para o terceiro desperdício de transporte, a solução proposta é a de criar um estoque temporário para o plástico. A ideia é que haja uma delimitação no espaço, conforme a Figura 34, a qual identifique visualmente o volume estimado de plástico necessário para formar um fardo prensado. Desta forma o acúmulo de material será mínimo, comparado ao atual.

Quadro 11 - Propostas de melhorias para os desperdícios de processamento da Associação X.

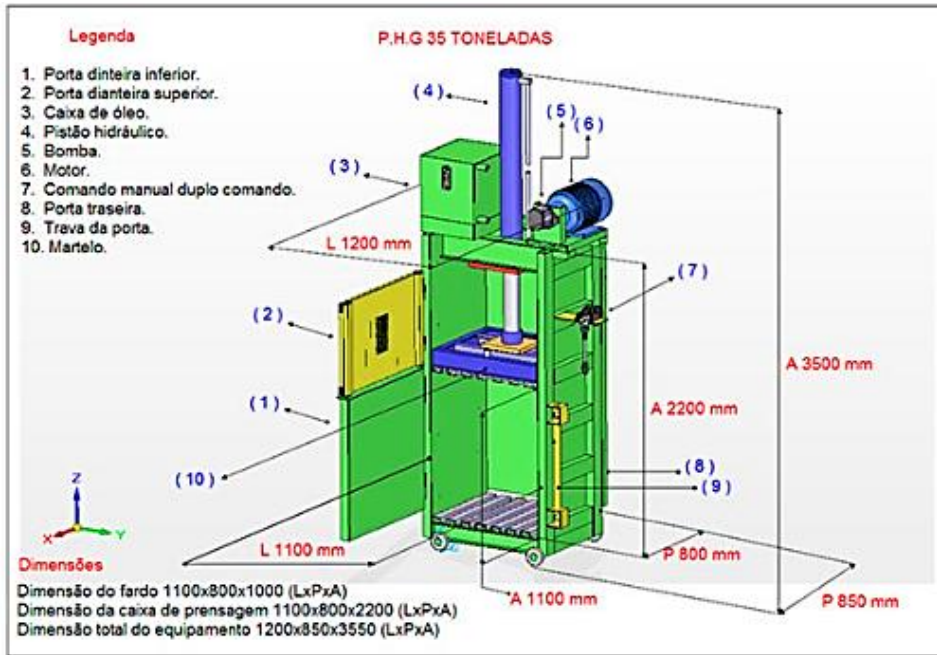
Desperdício	Situações	Propostas	Efeitos
<b>Processamento</b>	1- Triagem de materiais desordenada, sem um padrão definido. Visto que as colaboradoras ao longo da esteira têm vários bags em volta de si e têm a função de separar todos os tipos de materiais.	Distribuir os <i>bags</i> de forma padronizada na linha de triagem, de maneira que os materiais de maior incidência fiquem na responsabilidade das primeiras operadoras e assim sucessivamente até as últimas, que deverão se responsabilizar pelos resquícios de materiais que podem passar	Agilização do processo, visto que cada operadora manterá o foco em poucos tipos de produtos;
			Permite que haja um fluxo contínuo do processo de triagem;
			Redução do <i>lead time</i> dos

		despercebidos pelas demais. A Figura 36 demonstra melhor esta proposta.	materiais com pouca incidência, visto que haverá apenas um ou dois <i>bags</i> deste em toda a linha de triagem, e não mais um por operadora;
			Melhor equilíbrio na distribuição dos materiais.
			Redução da ociosidade das operadoras que anteriormente terminavam a triagem antes das demais.
	2- Processo manual de prensagem.	Implementar mais uma prensa com melhor tecnologia, conforme a Figura 33 demonstra.	Redução do tempo de ciclo e esforço físico.

Fonte: Autor (2021).

O Quadro 11 oferece uma proposta de melhoria para o segundo problema do desperdício de processamento, que seria a implementação de uma segunda prensa com maior tecnologia, visando reduzir o esforço físico e o tempo de ciclo da prensagem. Isto é devido à sugestão de que uma das prensas trabalhe apenas com papelão e a outra com plástico e embalagem de papel de cuscuz, e quando está não estiver prensando estes materiais, também prenda o papelão.

Figura 33 - Ilustração da prensa vertical sugerida



Fonte: Usitom (2020).

A Figura 33 sugere uma prensa vertical, que apesar de ser com acionamento manual, possui duplo comando e é acoplado ao próprio equipamento, o que reduz significativamente a quantidade de movimentos. Além disso, esta função pode ser feita por apenas um operador, não necessitando mais que haja outro designado para esta atividade, como há na outra prensa, visto que o painel de controle da prensa atual fica demasiadamente afastado.

Quadro 12 - Propostas de melhorias dos desperdícios de estoque da Associação X.

Desperdício	Situações	Propostas	Efeitos
Estoque	1- Chegada da matéria-prima em volume maior que o volume processado, chegando a ser também superior ao suportado pelo local de espera.	Criar uma delimitação de espaço para colocar as matérias-primas. As Figuras 34 e 35 expõem melhor esta proposta;	Melhor disposição dos materiais no ambiente, liberando o fluxo de pessoas, processos e equipamentos.
		Reorganizar o processo de triagem, de forma que reduza o <i>lead time</i> da esteira;	Aumento de produtividade, de forma que, consequentemente

		<p>Alocar um colaborador para fazer uma pré-triagem dos materiais, empurrando-os para o elevador na esteira.</p>	<p>reduzirá o estoque de matéria-prima.</p>
		<p>Designar que os colaboradores que fazem a descarga dos materiais misturados, abram as sacolas e deixem apenas os materiais soltos, a fim de agilizar o processo de triagem.</p>	
	2- Acúmulo de materiais triados em bags, os quais aparecem com baixa frequência na esteira.	<p>Reorganizar o processo de triagem, redistribuindo as funções entre as operadoras, conforme mostra a Figura 36.</p>	<p>Redução do tempo de ciclo dos materiais com pouca incidência na linha de triagem;</p>
			<p>Redução do acúmulo de <i>bags</i> envolta das colaboradoras.</p>
	3- Estoque excessivo de materiais acabados, sem posição definida, limitada e padronizada.	<p>Criar espaços planejados para o estoque de cada tipo de material (Figura 34).</p>	<p>Liberação de espaços para melhorar o fluxo de processos, pessoas, equipamentos e transportes;</p>
			<p>Redução de paradas não</p>

			programadas, utilizadas na organização dos espaços;
			Facilidade de carregamento no momento da expedição.
		Criar planejamento sistemático de expedição dos materiais.	Liberação da área com excesso de materiais estocados.

Fonte: Autor (2021).

Uma das propostas de solução para a terceira falha encontrada no desperdício de estoque, é a criação de um planejamento sistemático para expedir os materiais. Isso pode ser feito através de uma delimitação que indique visualmente, como faixas, o limite a ser atingido para identificar que é o momento de realizar a expedição, evitando assim acúmulo excessivo de produtos, os quais podem causar obstrução dos locais de fluxos.

No caso do estoque de papelão, como o ideal é que seja adquirida mais uma prensa, a quantidade de fardos produzidos pode dobrar, o que exigiria que o tamanho do estoque também aumentasse. Porém, a sugestão é que haja um plano de expedição mais assíduo, visto que o tamanho do estoque atual é a quantidade exata para preencher um caminhão, o qual é enviado para o cliente. Sendo assim, não ocuparia mais espaço que o necessário atualmente para a estocagem desses materiais.

Quadro 13 - Propostas de melhorias para os desperdícios de movimento para a Associação X.

Desperdício	Situações	Propostas	Efeitos
<b>Movimento</b>	1- Há vários bags para diferentes materiais ao redor das colaboradoras na esteira, de forma que induz a realização de movimentos maiores e mais lentos, em vista da grande extensão de bags, levando mais tempo pra elas identificarem onde	Reorganizar o processo de triagem, de modo que haja pouca variedade de material a ser selecionado por cada operadora, conforme	Redução da quantidade de <i>bags</i> ao redor de cada operadora, reduzindo consequentemente o tempo dos

	deverão alocar o material selecionado.	pode ser visto na Figura 36.	movimentos.
			Padronização no posicionamento dos <i>bags</i> .
	2- Material distante da prensa, necessitando fazer paradas para o operador aproximar os resíduos. Às vezes ficam dois operadores para colocar o material na prensa e jogar água e um para aproximá-los dos outros dois.	Colocar o estoque temporário de papelão o mais próximo da prensa possível.	Redução de movimentação para aproximar os materiais da prensa.
			Redução do tempo gasto organizando o espaço.

Fonte: Autor (2021).

Quadro 14 - Proposta de melhorias dos desperdícios de Espera da Associação X.

<b>Desperdício</b>	<b>Situações</b>	<b>Propostas</b>	<b>Efeitos</b>
<b>Espera</b>	1- Algumas das operadoras da triagem finalizam a seleção dos materiais que estão ao seu alcance na esteira e precisam aguardar que as demais também terminem, e só então alimentam a linha de produção.	Utilizar o modelo de fluxo contínuo na esteira.	Redução da ociosidade de algumas operadoras;
			Redução do <i>lead time</i> do processo de prensagem;
	2- Ao preencher um bag, a operadora o amarra e o deixa na espera, até que um outro operador possa retirá-lo para um local adequado (nem sempre é o caso). Na maioria das vezes quem faz essa função é o colaborador da prensa, interrompendo sua atividade.	Designar dois colaboradores para ficarem apenas na função de organização, seja de estoques, de espaços, entre outros.	Redução do <i>lead time</i> da prensagem, visto que não haverá mais paradas para mover <i>bags</i> ;
			Redução do tempo de <i>setup</i> da esteira;
		Melhoria do sincronismo na produção.	

		Destinar os <i>bags</i> triados para os devidos fins, seja ele para o estoque temporário (no caso dos plásticos), para o local de prensagem (no caso do papelão) ou diretamente para o estoque definitivo (no caso dos demais materiais).	Redução no tempo que os <i>bags</i> esperam antes movimentá-lo para seu destino de acordo com sua finalidade.
	3- Bags de papelão e plástico que ao sair da esteira, serão prensados e ficam acumulados aguardando sua utilização.	Aquisição de mais uma prensa conforme mostra a Figura 33.	Redução significativa no tempo de espera, visto que duas prensas trabalhando simultaneamente reduzirá em grande parte a quantidade de material que deveria esperar pela prensagem.
	4- Elevado tempo de processamento dos bags que são utilizados para colocar os materiais que aparecem com pouca frequência na esteira.	Reorganização do processo de triagem, com redistribuição de funções, conforme mostra a Figura 36.	Tempo de ciclo dos materiais com baixa incidência na linha de triagem, reduzido.
	5- A torneira se localiza do lado oposto ao da prensa, necessitando o deslocamento de um colaborador para ligá-la nos momentos em que deixam o tonel de água secar, sendo obrigados a parar a prensagem para esperar que seja abastecido o recipiente com um nível suficiente para dar continuidade ao processo.	Instalação de uma torneira próxima a prensa, numa posição capaz de abastecer o tonel sem utilizar uma mangueira muito extensa.	Redução das paradas não programadas, visto que será possível evitar que a água do tonel seque.
Redução no tempo destinado a trajetória para ligar a torneira.			
Diminuição dos riscos de acidentes, decorrentes da disposição da mangueira, que percorria o galpão de um lado para o outro.			
	6- Desvio de função quando	Delimitação do espaço	Redução das

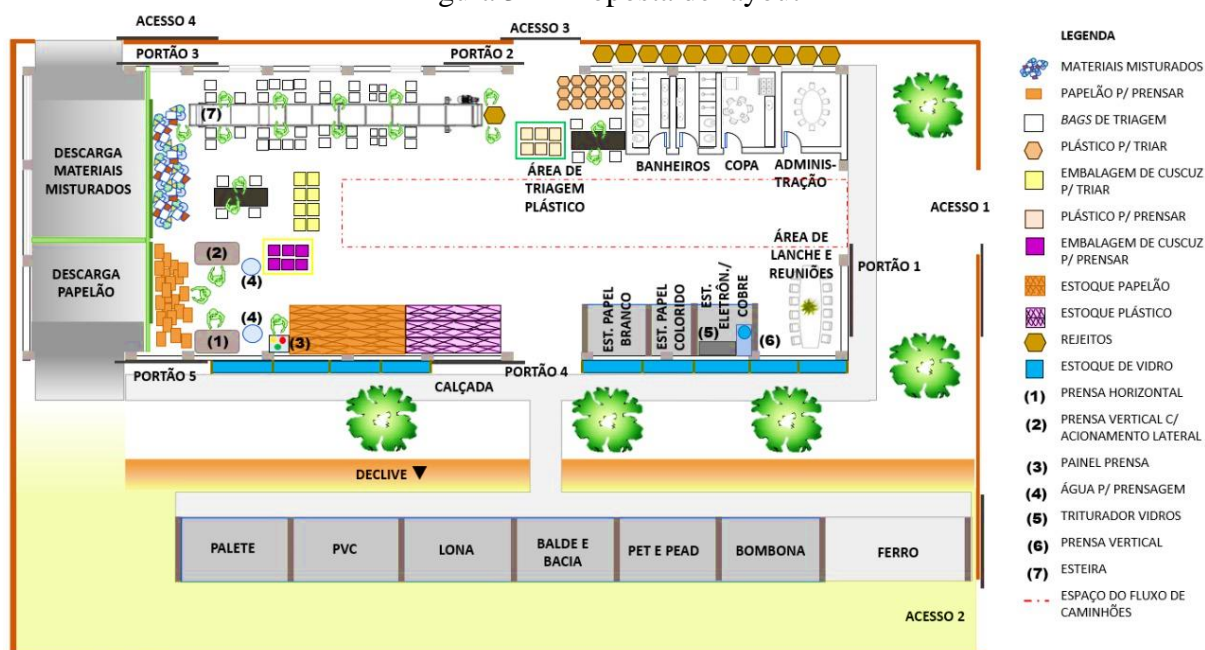
	há a necessidade de parar a prensagem ou triagem para que possam organizar o ambiente, ou para retirar bags do local de triagem para seus devidos fins.	destinados aos materiais, conforme suas finalidades (Figura 34);	paradas não programadas;
		Designação de um colaborador para a função de organização.	Melhora nos fluxos de processos, pessoas, equipamentos e transportes.
	7- Materiais de prensagem mal posicionados, na maioria das vezes em locais distantes da prensa.	Delimitação do espaço destinados aos materiais, conforme suas finalidades (Figura 34);	Redução das paradas não programadas;
		Designação de um colaborador para a função de organização.	Melhora nos fluxos de processos, pessoas, equipamentos e transportes.

Fonte: Autor (2021).

### 5.5.2 Propostas de *Layout*

Como foi possível observar na Figura 12, a qual ilustra a situação atual em que a Associação X se encontra, há uma desorganização visual extrema, que além de deixar o ambiente desagradável, causa inúmeros desperdícios, os quais foram identificados e propostas soluções nas seções anteriores. Desta forma, a Figura 34 tem a finalidade de mostrar visualmente as sugestões de melhorias. Vale ressaltar que se trata de uma representação não fidedigna das dimensões e formatos reais, sendo utilizados os recursos gráficos apenas na intenção de facilitar a compreensão.

Figura 34 - Proposta de layout



Fonte: Autor (2021).

Na Figura 34 é possível observar que o ambiente ficou visualmente mais organizado. Isto por que, o estoque de *bags* de rejeitos foi alocado na área externa próximo ao acesso 3, facilitando a carga para descarte e liberando a via de acesso pelo portão 2. De igual forma, os plásticos oriundos de empresas, que antes eram descarregados de qualquer forma nas imediações do portão 2, agora é sugerido que sejam alocados num local delimitado na área interna, próximo aos banheiros e ao mesmo portão, deixando essa via de acesso mais livre para a movimentação.

Ao lado destes plásticos, está uma das mesas de triagem existentes na associação, que anteriormente eram utilizadas para armazenar eletrônicos. Sugere-se que ela seja utilizada com a finalidade de triar os plásticos que vêm das empresas, contendo uma fita adesiva que deve ser removida. Este material, após ser triado, é estocado num espaço ao lado (delimitado com uma faixa verde) até que alcance a quantidade necessária para ser prensado e formar um fardo.

A outra mesa de triagem está posicionada entre a prensa e a esteira, sendo utilizada para triar as embalagens de cuscuz que vêm misturadas entre as de papel e as de plástico, em que a primeira é utilizada para prensar e a segunda é descartada. Após a triagem, as embalagens de papel seguem para o estoque temporário (delimitado pela faixa amarela) até que tenha uma quantidade suficiente para ser prensada e formar um fardo, e a de plástico é levada para a área externa e alocada no estoque de rejeitos.

Quando não houver embalagem de cuscuz para ser triada, a sugestão é que essa mesa seja utilizada para triar o material misturado, a fim de auxiliar o processo feito na esteira, além

de evitar a ociosidade dos colaboradores. Quanto às prensas, é proposto que ambas sejam alocadas frente a frente, com o intuito de economizar espaço. Além disso, há uma redução considerável de movimentos, visto que os materiais a serem prensados estarão mais próximos das mesmas, melhorando o tempo de ciclo.

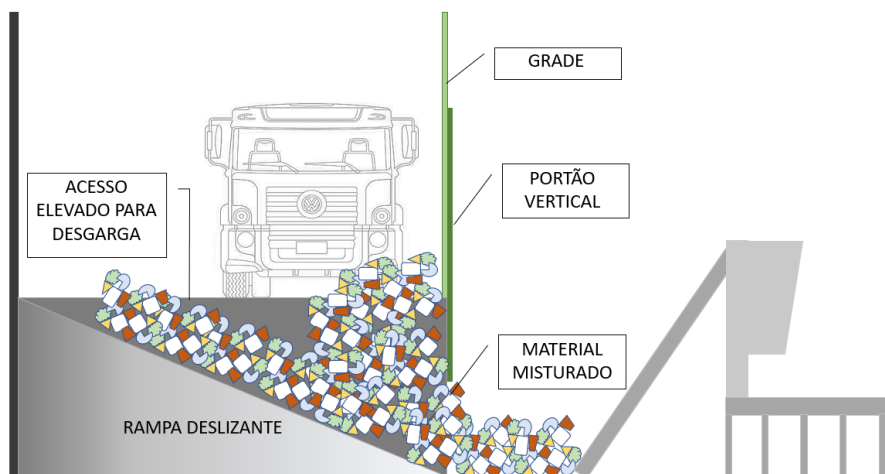
É sugerido que seja adicionado mais um tonel de água para atender as prensas, e que ambos fiquem ao lado destas, a fim de evitar obstrução no fluxo. Além disso, para que não haja problemas no abastecimento, propõe-se a adição de mais uma torneira e mangueira. Quanto à distribuição de atividades, os colaboradores alocados nesta área de prensagem, exercem as seguintes funções: dois fazem a prensagem; um organiza os materiais a serem prensados e os aproxima da prensa; e mais um para controlar o painel da prensa mais antiga.

Em relação à descarga da matéria-prima, a sugestão é que sejam criadas duas docas elevadas e inclinadas para atender o sistema PEPS, tendo em vista que o material ao ser colocado, tende a deslizar até a parte mais baixa, sob um determinado ângulo de inclinação (o qual deverá ser estudado mais a fundo para executar o projeto). Desta forma, o material que chegar primeiro também será o primeiro a ser pego para ser triado, evitando assim acúmulo de materiais mais antigos.

O sistema de docas inclinadas é melhor ilustrado na Figura 35. A imagem mostra uma rampa inclinada, com a parte mais alta no sentido do fundo do galpão e a mais baixa no sentido da esteira. Propõe-se que seja estudado um material para revestir a rampa, tal qual possa diminuir o atrito entre o solo e os materiais, facilitando o deslize até a parte frontal, onde encontra-se um portão com abertura deslizante vertical, a fim de poder controlar o nível de vazão.

A Figura 35 representa apenas a doca de materiais misturados, porém a de papelão possui o mesmo sistema, sendo elas divididas por uma grade, como mostra a Figura 34. Ela expõe também que há duas rampas laterais para que haja acesso dos caminhões, além de uma base elevada com largura o suficiente para acomodá-los e facilitar a descarga. Com base nisto, faz-se necessário a abertura de um portão na parte em que é alocado o papelão.

Figura 35 - Representação das docas



Fonte: Autor (2021).

Em relação aos estoques, os de fardos de papelão e plástico estão lado a lado, próximos às prensas, a fim de reduzir os desperdícios de transporte. Já os demais que necessitam estar dentro do galpão, ficam logo após o portão 4, o qual foi sugerido a abertura pra diminuir o trajeto para o estoque externo. Primeiro tem o estoque de papel branco com dimensão maior que a de papel colorido, que fica ao lado, visto que a incidência deste é maior.

Seguido destes, fica o estoque de eletrônicos e cobres, o qual este último possui um volume menor, sendo possível armazenar juntamente com este outro material. Além deles, ficam armazenados neste espaço a máquina de triturar vidro e a prensa vertical para prensar latinhas. Sugere-se que estes espaços possuam uma estrutura como prateleiras, para aproveitar o espaço vertical e armazenar mais materiais de forma mais organizada e eficiente.

Em seguida, próximo ao portão 1, fica o espaço para lanches e reuniões dos funcionários. Sugere-se que o quadro que se encontra nessa área seja melhor aproveitado, podendo ser utilizado como um instrumento de gestão visual, com exposição dos rendimentos alcançados, e até mesmo para comparar as metas possivelmente estabelecidas, além de escalas de revezamento de atividades, entre outros. Desta forma, ao sentarem-se não somente as para reuniões, os catadores poderão visualizar de maneira fácil a situação quanto à produtividade e às programações de suas atividades, instigando-os a ter mais responsabilidade com o alcance dos objetivos propostos.

No espaço externo, a sugestão é que tenha o estoque de vidros, o qual percorreria a lateral do galpão. Ele deve ser pavimentado e conter estruturas metálicas verticais, capazes de armazenar com segurança as garrafas empilhadas na horizontal. Além disso há uma calçada que percorre toda a lateral e vai até estoque externo de materiais.

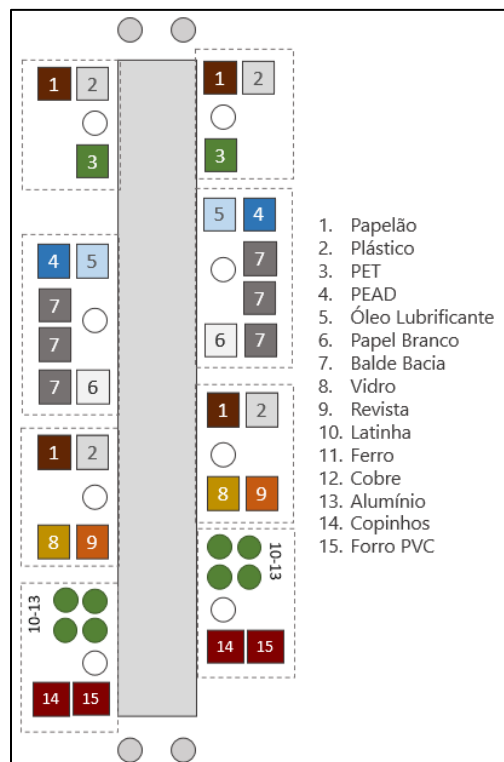
No tocante ao estoque externo, é proposto que se localize no comprimento desde o acesso 2 até perto da rampa de acesso à doca de descarga de papelão, ficando na parte mais baixa do terreno, próximo ao declive. Ele deve ser pavimentado e conter uma estrutura para dividir as docas. A estes também se sugere que contenham prateleiras para aproveitar o espaço vertical, além de ser aberto dos dois lados, a fim de dar acesso com facilidade para a armazenagem, como também para a carga de expedição. Somente o espaço de estoque de ferro que não é proposto o uso de prateleiras, uma vez que este material possui itens com dimensões maiores.

Por fim, a área de triagem da esteira também teve propostas de mudanças significativas, uma vez que o formato atual dos processos e posições estavam causando desperdícios de grandes proporções. A Figura 36 mostra a sugestão de *layout* em relação às posições de cada *bag*.

Lee (1998) afirma que o planejamento de *layout* pode ser dividido em cinco níveis, sendo eles: global, supra, macro espaço, micro e sub-micro. Este último tem por objetivo projetar as estações de trabalho de forma mais detalhada, a fim de otimizar a produtividade, melhorando as condições de produção e segurança, assim como a experiência dos trabalhadores. Desta forma, projetar esta seção de forma mais eficaz e eficiente é de suma importância, visto que pode alterar a produtividade como um todo.

O formato escolhido leva em consideração um fluxo contínuo, no qual a esteira é ligada e há poucas interrupções, as quais ocorrem apenas em momentos mais necessários, como a retirada do *bag* de rejeitos. Para que isso ocorra é preciso alocar uma pessoa no funil, pré-selecionando os materiais, retirando possíveis itens que podem danificar o equipamento, e empurrando os resíduos para o elevador da esteira, de maneira que tenha um fluxo controlado, evitando excesso ou falta de materiais percorrendo a esteira.

Figura 36 - Proposta de layout da esteira



Fonte: Autor (2019).

Ao longo da esteira, propõe-se que sejam alocadas 8 colaboradoras, conforme ilustra a Figura 36, onde, para distribuir entre elas o que cada uma terá a responsabilidade de separar, foi levado em conta o alto índice de faltas, de forma que não haja desfalque na linha de produção caso uma delas falte. No entanto, caso haja um número excessivo de faltas num dia, é necessário alocar outros colaboradores para esta função, para que o processo de triagem não fique comprometido.

Na ponta da esteira, próximo ao funil, serão colocados os *bags* de materiais com maior incidência, como papelão, plástico e PET. Em seguida tem o espaço em que haverá os *bags* de materiais que possuem uma frequência média no processo. Como os baldes e bacias são mais volumosos, são alocados três *bags* para as duas estações de trabalho.

A próxima estação é constituída novamente pelos *bags* de papelão e plástico, já que podem ficar resquícios das primeiras catadoras. Nesta também há os *bags* de vidro e revistas (papéis coloridos). Por fim, nas últimas estações há a composição dos materiais que possuem menor incidência, sendo estes alocados em sacos de linhagem, a fim de ocupar pouco espaço. Os copos descartáveis e o Policloreto de Vinila (PVC) são acomodados em *bags*, uma vez que possuem um volume mais considerável.

Ao final da esteira, estão dispostos dois colaboradores, responsáveis pela organização em geral, retirando *bags* preenchidos da esteira, substituindo por outro vazio, estocar os *bags* nos locais adequados, retirar o *bag* de rejeito que fica no final da esteira, organizar os estoques internos e externos, dentre outras atividades, de forma que não fique ocioso.

Trabalhando desta forma, o equipamento tende a ser utilizado próximo a uma faixa a qual foi programado para atuar, alcançando valores mais elevados de produtividade, tornando também mais fácil de mensurar a eficiência das operações, visto que há uma distribuição mais organizada de funções.

As modificações propõem um balanceamento no processo de triagem. De acordo com Affonso Neto et al. (2018), estratégias como essas otimizam os recursos operacionais, melhora a eficiência produtiva e a qualidade, já que nivela o tempo, métodos e volumes conforme a necessidade de produção.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reestruturação de *layouts* já existentes pode ser muito desafiadora, visto que é necessário adequar-se à estrutura física em muitos dos casos, ou nos casos mais radicais, mudar a estrutura por completo, exigindo muito esforço, planejamento e disposição financeira. Sendo assim, é necessário estudar as opções que mais oferecerem vantagens a curto e a longo prazo.

Esta pesquisa teve como objeto de estudo de caso uma associação de catadores de materiais recicláveis localizada na cidade de Luís Eduardo Magalhães, região oeste da Bahia, denominada Associação X, em que, após visitas e observações detectou-se que a maior necessidade até então seria a modificação do *layout* físico e processual da mesma, visto que nesta quase não há padronização e organização, causando inúmeros desperdícios e falta de eficiência. Além disso, impede que ela alcance maior produtividade e consequentemente maior lucratividade, fazendo com que se acomode na posição de fornecedor no mercado e não de atravessador, como tem capacidade de ser.

Com base nisso, o presente trabalho teve como objetivo principal a proposição da reestruturação do *layout* e fluxo processual da organização, o qual foi alcançado através dos objetivos específicos traçados, concluídos no decorrer do trabalho. Primeiramente houve a explanação da temática através da revisão aprofundada da literatura, a fim de dar base ao assunto a ser tratado, abordando os principais conceitos relacionados ao sistema produtivo, *Lean Manufacturing* englobando os sete desperdícios e o OEE, bem como a sua contextualização ao objeto de estudo.

Logo após, foi descrita a metodologia utilizada para a coleta de dados, sendo a pesquisa caracterizada como estudo de caso com caráter descritivo e exploratório e abordagem quali-quantitativa. Foram utilizadas as entrevistas semiestruturadas aplicadas ao administrativo e aos colaboradores como método para coletar os dados, além da observação empírica.

A partir dos dados coletados, foi realizado o mapeamento dos processos produtivos da organização, a fim de identificar as possíveis falhas nestes e no *layout*. Após identificar as falhas relacionadas às áreas de desperdícios e as possíveis causas, foi utilizado o cálculo do OEE, com o intuito de mensurar o quanto está sendo afetada a eficiência da produção, chegando à resultados muito baixos comparados ao ideal, confirmando a essencialidade de melhorias.

Tendo isso em vista, foram estudadas as soluções mais cabíveis, mediante às situações expostas, apresentando propostas de melhorias para os desperdícios identificados e os possíveis efeitos que podem ser gerados através da implementação destas. Além disso, como propostas de melhorias, foram sugeridas mudanças relacionadas aos fluxos processuais, organização, limpeza, estrutura, distribuição de funções, entre outras, as quais, se aplicadas, poderão trazer inúmeros benefícios à associação em questão.

Por fim, para trabalhos futuros, recomenda-se que haja um período maior de observação, assim como mais observadores, a fim de coletar melhor os dados necessários para análise quantitativa da esteira, que não foi possível explorar neste trabalho. Propõe-se também que sejam implementadas as proposições e observados por um período considerável os resultados que serão gerados, fiscalizando a execução destes.

Além disso, sugere-se como meio alternativo para alcançar os objetivos do presente trabalho, a aplicação da ferramenta do *Lean Manufacturing*, VSM (Mapa do Fluxo de Valor), uma vez que poderá facilitar a visualização da produção desde a chegada da matéria-prima até a entrega do produto ao cliente final, podendo auxiliar no processo de obtenção de melhores resultados.

## REFERÊNCIAS

ABDULMALEK, F.; RAJGOPAL, J. *Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study*. **International Journal of Production Economics**, 2017. v. 107, n. 1, p. 223-236.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020*. 2020. 52 p.

AFFONSO NETO, A.; LIMA, R. M.; AFONSO, P. S. L. P.; SILVA, N. T. Análise da adoção de práticas *lean* em empresas brasileiras: um estudo exploratório. **Sistemas & Gestão**, [S.l.], v. 13, n. 2, p. 196-208, 3 jun. 2018. Laikos Servicos Ltda. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.20985/1980-5160.2018.v13n2.1353>>. Acesso em:

AGUIAR, G. **Gerenciamento dos resíduos sólidos recicláveis: um estudo de caso na Associação dos Recicladores de Formiga-MG**. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção). Centro Universitário de Formiga. Formiga, 2010.

AL-REFAIE, A.; ABBASI, G.; AL-SHALALDEH, H. *Lean and agile practices to improve the performance of filling process via simulation and data envelopment analysis*. **SN Applied Sciences**, 2019. v. 1, n. 9, p. 1–13. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s42452-019-1199-4>>. Acesso em: 06 de nov. 2020.

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras – Proposta Baseada em Estudos de Caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

AMBROSE, G; HARRIS, P. *Layout*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

ANDERE, G. **Implantação de técnicas de redução do tempo de *setup* e de sustentabilidade das melhorias obtidas: um caso de aplicação**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2012.

ANTUNES, J.; ALVAREZ, R.; PELLEGRIN, I.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTI, P. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Bookman. Porto Alegre, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, p. 1, 2014.

BAPTISTA, V. F. As políticas públicas de coleta seletiva no município do Rio de Janeiro: onde e como estão as cooperativas de catadores de materiais recicláveis? **Rev. Adm. Pública (on-line)**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, jan./fev. 2015. vol. 49, p. 141-164.

BEM, A. R.; SCARAVONATTI, R. M.; REIS, C. C. C.; NAUMANN, P. S. **Estudo do Arranjo Físico de uma Metalúrgica: Linha de Produção de Cercas - Estudo de Caso**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, out. 2013.

BLACK, J. T. **O projeto de fábrica com futuro**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1998.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese**. 2005. v. 2, n. 1, p. 68–80. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027/16976>>. Acesso em: 16 de fev. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 09 dez. 2019

BRYMAN, A. *Of methods and methodology qualitative research in organizations and management*. **An international Journal**. 2008. v. 3, n. 2, p. 159-168.

BUSSO, C. M. **Aplicação do indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e suas derivações como indicadores de desempenho global da utilização da capacidade de produção**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 135 p., 2012.

CAMINHOS & ATITUDES. Desenvolvimento de Projetos. **Estudo gravimétrico do município de Luís Eduardo Magalhães – Bahia**. Luís Eduardo Magalhães, 2014.

CASSEL, R. A. **Estudo do *Layout***. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/393\\_seq\\_3\\_tipos\\_layout.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/393_seq_3_tipos_layout.pdf)>. Acesso em: 31/01/2021.

CAVALCANTE, L. P. S.; SILVA, M. M. P. Influência da Organização de Catadores de Materiais Recicláveis em Associação para a melhoria da saúde e minimização de impactos socioambientais. **Revista Monografias Ambientais**. 2015. v. 14, n. 1, p. 1–13.

CEMPRE. **Ciclosoft 2018**. 2018. Disponível em: <<https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Pesquisa-Ciclosoft-2018.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

CHAND, G.; SHIRVANI, B. *Implementation of TPM in cellular manufacture*. **Journal of Material Processing Technology**, v. 103, p. 149-154, 2000.

CHEMIN, B. F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3 ed., 315 p. Lajeado: Editora da Univates, 2015.

COELHO, K. S. **Melhor coletar é a vida melhorar: Um relato de experiência**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Serviço Social). Universidade Estadual da Paraíba. Campo Grande, 2016.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed., 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DAMÁSIO, J. coord. **Impactos socioeconômicos e ambientais do trabalho dos catadores na cadeia da reciclagem**. Centro de Referência de Catadores de Materiais Recicláveis - PANGEA – UNESCO, 2010. Disponível em <[http://www.cressmg.org.br/arquivos/reciclagem/relatorio\\_IPEA.pdf](http://www.cressmg.org.br/arquivos/reciclagem/relatorio_IPEA.pdf)>. Acesso em: 08 Jan. 2020.

- DIONYSIO, L. G. M.; DIONYSIO, R. B. **Lixo Urbano: descarte e reciclagem de materiais**. Sala de Leitura: Lixo Urbano. 2010. Disponível em: <[https://www.academia.edu/9524437/Lixo\\_urbano\\_descarte\\_e\\_reciclagem\\_de\\_materiais](https://www.academia.edu/9524437/Lixo_urbano_descarte_e_reciclagem_de_materiais)>. Acesso em: 07 de jan.2021.
- EISENHARDT, K. M. *Building Theories from Case Study Research*. **The Academy of Management Review**. 1989. v. 14, n. 4, p. 532-550.
- FARIA, A. M. **Economia Circular: reinvenção das formas de negócio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.
- FIGUEIRÊDO, N. C. S. **Projeto e desenvolvimento de um produto: ferramentas para simulação e estudo de layout**. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Campina Grande. Sumé, 2018.
- FONSECA, G. P.; GUTIERREZ, V. C. P.; SILVA, D. N. Evolução dos sistemas de produção em uma empresa do ramo de metalúrgica no interior de SP. **XV Congresso Brasileiro de Custos**. Curitiba, nov. 2008. p. 1-13.
- FORD, H. **Os princípios da prosperidade**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1964.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GUPTA, A. K; GARG, R. K. *OEE Improvement by TPM implementation: A Case Study*. **International Journal of IT Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)**. 2012. v.1, n.1, p. 115-124.
- HANSEN, R. C. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Bookman, Porto Alegre, 2006.
- HINES, P.; TAYLOR, D. *Going lean: A guide to implementation*. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2000**. Rio de Janeiro, 2001.
- IPEA. A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária. **2268 Texto para discussão**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29271](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29271)>. Acesso em 08 de fev.2020.
- KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: InterSaber, 2014.
- KOSTROW, P. *The facilitates Planning Process*. Facilitates Planning, Executive, p. 10-14, mai/jun 1996.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHORTA, M. K. **Administração de produções e operações**. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

- KUBITZ, Soluções Sociais e Ambientais. **Usinas de Triagem e Reciclagem Kubitz**. Amazonya – Equipamentos para Reciclagem Ltda. Cascavel, [s. a.].
- LEE, Q. **Projeto de Instalação e do Local de Trabalho**. São Paulo: Ed. IMAN, 1998.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota. 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. 1ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LIMA, P. A. M.; LOOS, M. J. Aplicação de fluxo contínuo como contribuição no aumento da produtividade e diminuição do *lead time* de uma Indústria Metalúrgica. **Revista Gestão Industrial**. Ponta Grossa, 2017. v.1, n.1, p. 115-124.
- LIMA, R. C. **Projeto de novo layout**: Estudo de caso em uma indústria de confecção. Universidade de Brasília. Brasília, 2016.
- LIMA, T. O. L. **Value Stream Mapping como ferramenta de otimização e aplicação do Lean Manufacturing**: um estudo de caso realizado em uma empresa petrolífera. 2008.
- LOCK, A. P. **Relações De Trabalho E Produção Na Indústria Da Reciclagem: Uma Análise a Partir Da Associação De Catadores**. Dissertação de Mestrado (Mestra em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2013.
- LUÍS EDUARDO MAGALHÃES (Município). Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Luís Eduardo Magalhães - Produto 06: Relatório Final do PMSB**. Luís Eduardo Magalhães/BA, 2018.
- MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MEZZARROBA, O.; MONTEIRO, C. S. **Manual de metodologia da pesquisa no Direito**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**. 2007. v.1, n.1, p. 115-124.
- MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- MONTEIRO, J. H. P.; et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: < <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. Pioneira Thomson Learning. São Paulo, 2002.
- MOREIRA, D. A. **Administração e operações**. 2.ed. Pioneira Thomson Learning. São Paulo, 1996.
- MOTTIN, N. **Análise do processamento e estoque dos resíduos pela mecanização de atividades da associação de reciclagem “Lutar e Vencer” (ARLEV)**. Universidade Federal do Paraná. Monografia. Curitiba, 2018.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. K. **Projeto de Fábrica e Layout**. 1 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. Disponível em: <[https://www.academia.edu/39572868/Projeto\\_de\\_F%C3%A1brica\\_e\\_Layout](https://www.academia.edu/39572868/Projeto_de_F%C3%A1brica_e_Layout)>. Acesso em 31/01/2021.

NOMURA, D. **Planejamento do Arranjo Físico e das Normas de Segurança e Utilização da Nova Sala de Projetos do PRO**. São Paulo, 2013.

OEE. **Como calcular o OEE?** OEE.com.br: Efetividade Global do Equipamento. [s/l], c. 2021. Disponível em: <<http://www.oee.com.br/como-calculiar-o-oe/>>. Acesso em: 18/02/2021.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, B. A. **Proposta de melhorias através da aplicação de conceitos do Lean Manufacturing e simulação em uma indústria de celulose e papel**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

PARANHOS, M. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibepx, 2007.

PARREIRA, G. F.; OLIVEIRA, F. G.; LIMA, F. P. A. **O gargalo da reciclagem: determinantes sistêmicos da triagem de materiais recicláveis**. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – XXIX ENEGEP, Salvador – BA, 2009.

PASA, G. S. **Programação da Produção I ENG 09010 Arranjo Físico e Fluxo**. Cap. 7, p. 19, 2012. Disponível em: <<https://fdocumentos.tips/document/1-programacao-da-producao-i-eng-09010-25-de-setembro-arranjo-fisico-e-fluxo-cap-7-profa-giovana-savitri-pasa-giovanapasaproducaoufrgsbr-2012-2.html>>. Acesso em: 03/02/2021.

PEIXOTO, K.; CAMPOS, V.B.G.; D'AGOSTO, M.A. **A Coleta Seletiva e a Redução dos Resíduos Sólidos**. Instituto Militar de Engenharia, 2005.

PEREIRA, C. A. S. **Lean Manufacturing: aplicação do conceito a células de trabalho**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior. Covilhão, 2010.

PINHEL, J. R. **O catador de materiais recicláveis. Do Lixo à Cidadania: guia para a formação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis**. [s. l.], 2013. p. 16-34.

PINTO, J. P. **Lean Thinking: introdução ao pensamento magro**. Comunidade *Lean Thinking*. 2008.

POLETTO, M.; MORI, P. R.; SCHNEIDER, V. E.; ZATTERA, A. J. *Urban solid waste management in Caxias do Sul/Brazil: practices and challenges*. **Journal of Urban and Environmental Engineering**. 2016. v. 10, n. 1, pp. 50–56. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2832/283246864006.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

QUEIROZ, G. A. **Recomendações para a implantação da Manufatura Enxuta considerando os propósitos da Produção Mais Limpa**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2015.

RIANI, A. M. **Estudo de caso: O Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juíz de Fora. Juíz de Fora, 52 p., 2006.

RIBEIRO, H.; 5S: A base para a Qualidade Total. Bahia: Casa da Qualidade, 1994.

RIBEIRO, H.; BESEN, G.R. Panorama da Coleta Seletiva no Brasil: Desafios e Perspectivas a Partir de Três Estudos de Caso. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**. v.2, n.4, p. 1-18, ago. 2007.

RIBEIRO, W. T.; GARCIA, G. F. R. **Otimização do Layout de Produção em uma Indústria Metalúrgica de Pequeno Porte**. Artigo Acadêmico. Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas. Minas Gerais, 2017.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistema de produção Lean Manufacturing**. Elsevier, 2. ed. Rio de Janeiro, 2016.

RODRÍGUEZ, G. G.; FLORES, J. G.; JIMÉNEZ, E. G. **Metodología de la investigación cualitativa**. Málaga: Ediciones Aljibe, 1999.

ROSSI, A. **Melhoria de Layout em uma Indústria de Embalagens por meio do Método SLP**. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. Lean Institute Brasil, 2012.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício**. Lean Institute Brasil, 1999.

SALEEM, F.; NISAR, S.; KHAN, M. A.; KHAN, S. Z.; SHEIKH, M. A. *Overall equipment effectiveness of tyre curing press: a case study*. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 23, n. 1, p. 39-56, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/jqme-06-2015-0021>>. Acesso em: 06/08/2020.

SANTOS, J. G. A Logística Reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos. Universidade Federal de Pernambuco. Belo Horizonte: **REUNA**, v. 17, n. 2, p. 81-96, abr./jun. 2012. Disponível em: <<https://revistas.una.br/reuna/article/view/422/486>>. Acesso em: 06/08/2020.

SANTOS, M. K. A.; SILVA, J. E. R.; LIMA, G. P.; PIRES, A. H. P. Desafios e resultados com a implementação do *Lean Six Sigma* em empresas de diferentes ramos: uma revisão integrativa de estudos de relevantes que ressaltam a aplicação. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Fortaleza, 2015.

SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. A. Aplicação de ferramentas *Lean* no setor de logística: um estudo de caso. **Revista Gestão em Análise**, v. 7, n. 2, p. 168-183, 2018.

SHAH, R.; WARD, P. T. *Lean Manufacturing: context, practice bundles, and performance*. **Journal of Operations Management**. Vol. 21, Issue 2, pp. 129-149, 2003. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272696302001080>>. Acesso em: 06/08/2020.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Trad. Eduardo Schaan – 2 ed. Artes Médicas. Porto Alegre: Bookman, 2005.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Trad. Eduardo Schaan - 2ª Ed. - Porto Alegre: Artes Médicas. Editora Bookman, 1996.

SILVA, A. L. **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a Produção Enxuta**. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

SILVA, L. O. **Exame das fontes de desperdícios existentes na gestão de estoques em uma unidade hospitalar pública do setor de saúde de João Pessoa – PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2008.

SILVA, L. D. M. **Redução de custos de produção na indústria automotiva por meio de Kaizen identificado no mapeamento do fluxo de valor**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção), Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2016.

SILVA, M. L. V. **A importância do layout dentro das indústrias para o aumento da produtividade**. Techoje: uma revista de opinião. [s. l.], 2013. Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1661](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1661)>. Acesso em: 30 abril 2021.

SILVA, R. R. L. **Construção Predial Lean** – Mapeamento da Cadeia de Valor das Estruturas Metálicas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade do Estado do Rio de Janeiro -UERJ, Rio de Janeiro, 189 p., 2005.

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

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

STAKE, R. E. *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata, 1999.

SUSILAWATI, A.; TAN, J.; BELL, D.; SARWAR, M. **Fuzzy logic based method to measure degree of lean activity in manufacturing industry**. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 34, p. 1-11, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.09.007>>. Acesso em: 08 junho 2020.

TAKAYANAGUI, A. M. M. **Trabalhadores de saúde e meio ambiente: ação educativa do enfermeiro na conscientização para o gerenciamento de resíduos sólidos**. Tese de doutorado apresentada na Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1993.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A.; FRAZELLE, E. H.; TANCHOCO, J. M. A.; TREVINO, J. *Facilities planning*. New York: John Wiley, 1996.

TUMOLO, S. K. **O Papel das Cooperativas de Catadores de Lixo na Cidade de São Paulo: O Exemplo da Cooperativa de Catadores de Lixo da Baixada do Glicério**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

USITOM, **Prensas enfiadeiras e pistão hidráulico**. São Paulo, 2020. Disponível em:<<https://usitom.com.br/produto/modelo-phg35/#anchor>>. Acesso em 06/05/2021.

VINHA, E. P.; MOTA, R. O. **A importância da correta aplicação do OEE: um estudo de caso em uma empresa produtora de rações da cidade de Rio Pomba MG**. Administração de Empresas em Revista, 2014.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. *Case research in operations management*. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WERKEMA, M. C. C. **Perguntas e respostas sobre o Lean Seis Sigma**. Elsevier Brasil, 2008.

WOMACK, J. P. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Enxergando o Todo: mapeando o fluxo de valor estendido**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation**. New York: Simon e Schuster, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine that changed the world**. New York: Harper Collins, 1990.

YIN, R. K. **Applications of case study research**. CA: Sage Publishing. Beverly Hills, 1993.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 3 ed. Bookman. Porto Alegre, 212. 2005.

APÊNDICES

Apêndice A – Dados coletados da prensa

Dados da Prensa em 5 dias											
Execução				Produção		Paradas				TC /un	
Data	Código do Produto	Hora Inicial	Hora Final	Realizado	Jornada por unidade realizada	Motivo	Tempo	Paradas não programadas	Paradas programadas		
16/09/2019	A	7:30:00	8:30:00	1	1:00:00	11	0:18:00	0:18:00		0:42:00	
						13	0:02:00				
	A	8:30:00	9:29:00	1	0:59:00	13	0:01:00			0:59:00	
	A	9:29:00	10:20:00	1	0:51:00	13	0:02:00			0:51:00	
			10:20:00	11:30:00			12	0:55:00	0:55:00		0:15:00
	A	13:00:00	14:10:00	1	2:20:00	11	0:35:00	0:35:00			0:35:00
							13	0:02:00			
	A	14:10:00	14:58:00	1	0:48:00	13	0:02:00				0:48:00
							14	0:15:00		0:15:00	
	A	14:58:00	16:20:00	1	1:07:00	11	0:13:00	0:13:00			0:51:00
							12	0:03:00	0:03:00		
							13	0:07:00			
		16:20:00	17:00:00		0:40:00	11	0:15:00	0:15:00		0:25:00	
17/09/2019	A	7:30:00	8:16:00	1	0:46:00	13	0:02:00			0:46:00	
	A	8:16:00	9:26:00	1	1:10:00	11	0:19:00	0:19:00		0:51:00	
						13	0:04:00				
	A	9:26:00	10:22:00	1	0:56:00	13	0:03:00			0:56:00	
	A	10:22:00	11:12:00	1	0:50:00	11	0:04:00	0:04:00		0:46:00	
						13	0:02:00				
			11:12:00	11:30:00			11	0:06:00	0:06:00		
	A	13:00:00	14:03:00	1	1:21:00	11	0:22:00	0:22:00			0:53:00
							13	0:03:00			
	A	14:03:00	15:28:00	1	1:10:00	14	0:15:00			0:15:00	0:57:00
							11	0:13:00	0:13:00		
							13	0:02:00			
	A	15:28:00	16:14:00	1	0:46:00	13	0:03:00				0:46:00
	A	16:14:00	17:00:00	1	0:46:00	12	0:04:00	0:04:00			0:37:00
						11	0:05:00	0:05:00			
						13	0:02:00				
18/09/2019	B	7:30:00	8:43:00	1	1:13:00	12	0:27:00	0:27:00		0:46:00	
						13	0:01:00				
	B	8:43:00	9:28:00	1	0:45:00	12	0:01:00	0:01:00		0:38:00	
						11	0:06:00	0:06:00			

						13	0:05:00			
	B	9:28:00	10:20:00	1	0:52:00	13	0:05:00			0:52:00
	B	10:20:00	11:30:00	1	1:10:00	11	0:10:00	0:10:00		0:53:00
						12	0:07:00	0:07:00		
						13	0:05:00			
	A	13:00:00	14:18:00	1	1:18:00	11	0:19:00	0:19:00		0:54:00
						12	0:05:00	0:05:00		
						13	0:03:00			
	A	14:18:00	15:36:00	1	1:03:00	14	0:15:00		0:15:00	0:49:00
						11	0:14:00	0:14:00		
						13	0:02:00			
	A	15:36:00	16:35:00	1	0:59:00	12	0:11:00	0:11:00		0:39:00
						11	0:09:00	0:09:00		
						13	0:03:00			
		16:35:00	17:00:00		0:25:00	12	0:02:00	0:02:00		0:23:00
19/09/ 2019	A	7:30:00	8:32:00	1	1:02:00	12	0:20:00	0:20:00		0:42:00
						13	0:02:00			
	A	8:32:00	9:19:00	1	0:47:00	13	0:06:00			0:47:00
	A	9:19:00	10:12:00	1	0:53:00	13	0:01:00			0:53:00
	A	10:12:00	10:54:00	1	0:42:00	13	0:04:00			0:42:00
		10:54:00	11:30:00							
	A	13:00:00	13:53:00	1	1:29:00	11	0:10:00	0:10:00		0:58:00
						12	0:21:00	0:21:00		
						13	0:02:00			
	A	13:53:00	14:43:00	1	0:50:00	13	0:02:00			0:50:00
	A	14:43:00	15:43:00	1	0:45:00	14	0:15:00		0:15:00	0:37:00
						11	0:08:00	0:08:00		
						13	0:02:00			
	A	15:43:00	16:31:00	1	0:48:00	11	0:14:00	0:14:00		0:34:00
					13	0:02:00				
		16:31:00	17:00:00		0:29:00	11	0:11:00	0:11:00		0:18:00
20/09/ 2019	A	7:30:00	8:40:00	1	1:10:00	13	0:03:00			0:47:00
						11	0:23:00	0:23:00		
	A	8:40:00	9:28:00	1	0:48:00	13	0:01:00			0:48:00
	A	9:28:00	10:10:00	1	0:42:00	12	0:03:00	0:03:00		0:39:00
						13	0:04:00			
		10:10:00	11:30:00		1:20:00	12	0:56:00	0:56:00		0:24:00
	B	13:00:00	14:14:00	1	1:14:00	11	0:29:00	0:29:00		0:45:00
						13	0:03:00			
	B	14:14:00	15:36:00	1	1:07:00	10	0:02:00	0:02:00		0:36:00
						14	0:15:00		0:15:00	
					11	0:06:00	0:06:00			
					12	0:23:00	0:23:00			
					13	0:06:00				

	A	15:36:00	17:00:00	1	1:24:00	11	0:10:00	0:10:00		1:03:00
						12	0:11:00	0:11:00		
						13	0:02:00			

Legenda das Paradas		
Código	Descrição	Tempo no geral
10	Espera de material	0:02:00
11	Parada dos operadores	5:19:00
12	Limpeza e organização	4:09:00
13	Transporte	1:41:00
14	Lanche da tarde	1:15:00

Fardos produzidos em 5 dias			
Papelo		Plástico	
Qtd. de fardos	29	Qtd. de fardos	6
TC	0:47:35	TC	0:45:00

Apêndice B – Dados coletados da esteira

Execução			Produção		Paradas			
Data	Hora Inicial	Hora Final	Produto Realizado	Quantidade	Motivo	Tempo	Paradas não programadas	Paradas programadas
16/09/2019	7:30:00				12	1:00:00	1:00:00	
		11:30:00			11	0:05:00	0:05:00	
	13:30:00				10	0:10:00	0:10:00	
					11	0:16:00	0:16:00	
			A	1	14	0:15:00		0:15:00
	17:00:00				12	0:09:00	0:09:00	
17/09/2019	7:30:00		A	4				
		11:30:00	B	1				
	13:00:00				11	0:20:00	0:20:00	
			B	5	12	0:44:00	0:44:00	
			A	3	13	0:08:00	0:08:00	
			D	4	11	0:03:00	0:03:00	
			F	5	14	0:15:00		0:15:00
	17:00:00							
18/09/2019	7:30:00		D	1	11	0:10:00	0:10:00	
			B	1	12	0:10:00		
			A	1				
			C	1				
		11:30:00						
	13:00:00				11	0:36:00	0:36:00	
			A	6	12	0:04:00	0:04:00	
			B	5	14	0:15:00		0:15:00
					10	0:08:00	0:08:00	
		17:00:00						
19/09/2019	7:30:00		A	1				
			B	2	12	0:20:00	0:20:00	
			E	1				
			C	1				
		11:30:00						
	13:00:00				11	0:23:00	0:23:00	
			A	6	12	0:12:00	0:12:00	
			B	2	14	0:15:00		0:15:00
			C	4				
			F	1				
			G	1				
			H	1				
	17:00:00							

20/09/2019	7:30:00		A	3	12	0:10:00	0:10:00	
			B	1				
			H	1				
		11:30:00						
	13:00:00		A	2	11	0:25:00	0:25:00	
			B	2	14	0:15:00		0:15:00
		17:00:00						

Quantidade relativa de <i>bags</i> de materiais triados em 5 dias				
Cód.	Produto ( <i>bag</i> )	Qtd.		TC
A	Papelão	27	40,30%	73,77778
B	Plástico	19	28,36%	104,8421
C	Pet	6	8,96%	332
D	Ferro	5	7,46%	398,4
E	Latinha	1	1,49%	1992
F	Vidro	6	8,96%	332
G	Pet Colorido	1	1,49%	1992
H	Papel Branco	2	2,99%	996
	Total	67		

Legenda das Paradas		
Código	Descrição	Tempo
10	Espera de material	0:18:00
11	Parada dos operadores	2:18:00
12	Limpeza e organização	2:49:00
13	Transporte	0:08:00
14	Lanche da tarde	0:45:00

Apêndice C – Dados do volume de vendas da Associação X.

<b>Vendas de materiais no ano de 2019</b>	
<b>Mês</b>	<b>Qtd. (kg)</b>
Janeiro	72.867,50
Fevereiro	37.745,45
Março	49.439,50
Abril	34.082,20
Maio	71.073,00
Junho	43.044,50
Julho	40.546,10
Agosto	35.756,30
Setembro	42.154,80
Outubro	45.646,00
Média	47.235,54

## Apêndice D – Diretriz para entrevista (Gestor/Administrativo)

### Sobre a associação:

1. Que serviço a associação realiza?
2. Quais os materiais que são processados por ela?
3. Há quanto tempo está ativa na cidade?
4. Qual a média de clientes que atende?
5. Onde estão localizados estes clientes?
6. Quais as exigências dos clientes?
7. Qual a quantidade de materiais vendidos por mês, aproximadamente?
8. Possui em média quantos associados ativos?
9. Como é a jornada de trabalho dos associados (horas de trabalho por dia, intervalos)?
10. Em quantos setores a associação se divide?
11. Como é realizada a descrição das funções de cada associado?
12. Qual a infraestrutura disponível da central de triagem?
13. Quais os equipamentos, máquinas, veículos, e demais suportes estão disponíveis para a associação?
14. Com que frequência ocorre falhas nas máquinas utilizadas no setor de produção?
15. Quais medidas são adotadas quanto às falhas dos equipamentos (apenas corretiva, possui medidas preventivas ou plano de manutenção)?
16. A manutenção autônoma (inspeção diária, lubrificação e limpeza realizadas por operadores) é praticada na associação?
17. Os associados participam de algum treinamento a fim de identificarem anormalidades nos equipamentos?
18. Como está subdividida a área administrativa?
19. Quais as ferramentas de gestão e controle de produção são adotadas?
20. A associação utiliza indicadores e sinais visuais como de identificação de locais/setores, quadros de ritmo de produção e acompanhamento de metas, placas de segurança?
21. Como é o *layout* da área de produção?
22. Existe alguma política aplicada quanto à limpeza e organização do ambiente do centro de triagem?
23. Quais os materiais que chegam em maiores quantidades no centro de triagem? E quais desses apresentam maior participação na receita da associação?
24. Quais as principais dificuldades encontradas pela associação quanto à sua produtividade?

### Sobre a triagem

25. De que maneira é realizado o descarregamento dos resíduos sólidos coletados pelos caminhões e quantas pessoas estão envolvidas?
26. É realizado uma pré-triagem no local de armazenamento?
27. Como é realizada a triagem?
28. Quantos associados se posicionam na esteira?

29. Cada pessoa segrega quantos tipos de resíduos?
30. Depois de segregados, como é feita a retirada do recipiente/big-bag de material triado para armazenar?
31. Qual o peso médio dos big-bags de papelão e plástico?
32. Como e onde os materiais são armazenados na associação?
33. Ocorrem muitas faltas em dias de trabalho por parte dos associados que trabalham na esteira?
34. Ocorrem muitas paradas no processo de triagem durante o período de jornada de trabalho? Quais as principais causas dessas paradas?

#### Sobre a prensagem

35. Quais equipamentos estão disponíveis para a prensagem?
36. Quais os materiais são prensados?
37. Quantos associados são destinados para a prensagem de materiais?
38. Qual o procedimento realizado para a prensagem do material armazenado em big-bag proveniente da triagem?
39. Em média, quantos fardos são produzidos por dia?
40. Existe alguma medida adotada para aumentar a eficiência dessa etapa?
41. São realizadas paradas/interrupções durante o processo de prensagem? Quais as principais causas das paradas?

#### Sobre a Expedição

42. Como são armazenados os materiais para expedição (por tipo, empilhados, aleatoriamente)?
43. Com que frequência cada material é expedido no mês?
44. Como é realizada a expedição (cliente busca, ou a associação entrega)?

(MOTTIN, 2018)

Apêndice E – Diretriz para entrevista (Associados)

1. Qual sua idade?
2. Há quanto tempo trabalha na reciclagem?
3. Qual função mais desempenhou no período de trabalho?
4. Recebeu algum treinamento quanto à atividade realizada? Se sim, com que frequência?
5. (Para quem trabalha na prensa) Em média, em quanto tempo se produz um fardo de material reciclado?
6. (Para quem trabalha na esteira) Em média, em quanto tempo se enche um big-bag dos materiais papelão e plástico?

(MOTTIN, 2018)