



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**FACULDADE DE ENGENHARIA – FAEN**

**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LUCAS COSTA VEIGA**

**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT EM UMA  
RECICLADORA DE DOURADOS-MS**

**DOURADOS - MS**

**2018**

**LUCAS COSTA VEIGA**

**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT EM UMA  
RECICLADORA DE DOURADOS-MS**

Trabalho final de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia de  
Produção da Universidade Federal da  
Grande Dourados.

Orientador: Prof. Carlos Eduardo Soares  
Camparotti

**DOURADOS - MS**

**2018**

**LUCAS COSTA VEIGA**

**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT EM UMA  
RECICLADORA DE DOURADOS-MS**

**RESUMO**

As constantes mudanças no mercado têm aumentado a competitividade entre as empresas e há cada vez mais a necessidade de se buscar processos mais otimizados, com a menor quantidade de desperdícios e no menor custo possível. Nesse contexto o layout industrial é um fator importante, tendo em vista que a disposições dos equipamentos, pessoas e materiais influencia diretamente na eficiência da produção. Dessa forma, o presente trabalho tem como principal objetivo desenvolver uma proposta de melhoria de layout para aprimorar o sistema produtivo e reduzir as perdas através dos princípios da produção enxuta. Para esse fim, por meio de um estudo de caso, foi aplicado o método SPL (Método de Planejamento Sistemático de Arranjo Físico) para análise do layout de uma recicladora na cidade de Dourados, e consequente elaboração de uma proposta de arranjo físico mais adequado e que apresentou melhorias no processo. Os resultados comprovaram que as mudanças propostas são capazes de reduzir as distâncias percorridas pelo produto final e organizar o fluxo de materiais em ordem de dar sequenciamento no processo de fabricação.

**Palavras-chave:** Layout, Produção Enxuta, SLP, Otimização de Processos.

# **ANALYSIS AND PROPOSAL OF LAYOUT IMPROVEMENT IN A DOURADOS-MS RECYCLER**

## **ABSTRACT**

The constant changes in the market have increased the competitiveness between companies and there is an increasing need to seek more optimized processes with the least amount of waste and at the lowest possible cost. In this context, the industrial layout is an important factor, considering that the provisions of equipment, people and materials directly influence the production efficiency. In this way, the main objective of this work is to develop a layout improvement proposal to improve the production system and reduce losses through the principles of lean production. For this purpose, a SPL method (Method of Systematic Planning of Physical Arrangement) was applied to analyze the layout of a recycler in the city of Dourados, and consequent elaboration of a more adequate physical arrangement proposal, which presented improvements in the process. The results showed that the proposed changes are able to reduce the distances covered by the final product and to organize the flow of materials in order to give sequencing in the manufacturing process.

**Keywords:** Layout, Lean Production, SLP, Process Optimization.

# Sumário

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introdução .....                                                  | 6  |
| 2. Problema da pesquisa .....                                        | 8  |
| 3. Objetivos Gerais.....                                             | 8  |
| 3.1. Objetivos Específicos.....                                      | 8  |
| 4. Justificativa .....                                               | 9  |
| 5. Referencial Teórico .....                                         | 10 |
| 5.1. A Evolução dos Sistemas de Produção .....                       | 10 |
| 5.2. Sistema Toyota de Produção .....                                | 11 |
| 5.3. Layout .....                                                    | 13 |
| 5.3.1. Tipos de Layout.....                                          | 15 |
| 5.3.1.1. Layout Posicional ou Estacionário: .....                    | 16 |
| 5.3.1.2. Layout por processo ou funcional .....                      | 17 |
| 5.3.1.3. Layout Celular.....                                         | 19 |
| 5.3.1.4. Layout por Produto ou em Linha .....                        | 20 |
| 5.4. Método de Planejamento Sistemático de Arranjo Físico (SLP)..... | 21 |
| 5.4.1. Carta de-para .....                                           | 24 |
| 5.4.2. Diagramas de Relacionamento .....                             | 24 |
| 5.4.3. Carta de Multiprocesso.....                                   | 27 |
| 6. Metodologia .....                                                 | 29 |
| 7. Estudo de caso.....                                               | 31 |
| 7.1. Caracterização da empresa .....                                 | 31 |
| 7.2. Processo Produtivo .....                                        | 31 |
| 7.3. Aplicação da metodologia SLP .....                              | 34 |
| 7.3.1. Fluxo de materiais .....                                      | 36 |
| 7.3.2. Diagrama de Relacionamento .....                              | 38 |
| 7.4. Análise dos Resultados.....                                     | 43 |
| 7.5. Layout Sugerido .....                                           | 43 |
| 8. Conclusão .....                                                   | 48 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                     | 50 |

## 1. Introdução

O mundo vem presenciando uma mudança na forma como se comportam os negócios, atualmente as distâncias entre duas partes de uma negociação não são mais barreiras para realização de transações. Desta forma, esse dinamismo faz com que empresas procurem se destacar e atender seus clientes de forma mais precisa afim de ganhar competitividade no mercado.

Por esse motivo, cada vez mais técnicas estão sendo desenvolvidas com o objetivo de otimizar a produção, garantindo qualidade e reduzindo custos e desperdícios. Essas ferramentas proporcionam aumento da produtividade e flexibilidade de produção, diminuindo tempo de ciclos e assim agilizando as respostas na produção (PACHE, SILVA, SANTOS et al., 2015).

As constantes mudanças no âmbito industrial ao longo dos anos fizeram com que as indústrias tivessem a necessidade de ter um processo produtivo mais flexível de forma a facilitar reorganizações futuras realizadas no processo, nos produtos, na gestão de todos os setores com o objetivo de se tornarem mais competitivas no mercado (BEM, 2013).

Esse novo posicionamento do mercado globalizado fez com que empresas comesçassem a dar maior atenção aos desperdícios decorrentes dos seus processos produtivos.

Entre eles, o desperdício de matéria-prima, retrabalho, desperdício de conhecimento, processos inadequados e perdas provenientes de movimentação e transportes desnecessários em decorrência de um layout desorganizado.

A análise do layout é um procedimento que vem sendo amplamente utilizado para otimizar os processos produtivos, apresentando diversas melhorias dentro das empresas.

Segundo Dias (1993), a definição de layout ou arranjo físico de um setor de uma empresa é a alocação física e distribuição dos recursos produtivos dessa empresa e que diretamente impacta nos resultados da empresa. Um layout adequado proporciona um aproveitamento da estruturação da mão de obra e dos equipamentos, trazendo uma redução nos custos de estocagem e de manutenção.

De acordo com Singh e Yilma (2013) estima-se que mais de 250 bilhões de dólares são gastos anualmente nos Estados Unidos para replanejamento de instalações dentro das empresas. Além disso, nesse contexto internacional, entre 20% a 50% dos custos totais de fabricação estão relacionados com o manuseio de materiais e planejamento de instalações eficazes sendo que poderia haver uma redução destes custos para 10 a 30%.

Há diversas questões a serem tratadas ao que se relaciona o layout: organizar o espaço disponível, analisar a segurança do trabalho e considerar as questões ergonômicas do sistema produtivo, aperfeiçoar as distancias entre departamentos e reduzir o custo de manipulação de materiais (Machline, 1990).

O layout se bem-elaborado, e base para a integração eficiente entre os insumos, homens, processos e atividades de uma indústria. Na formulação de um novo layout ou no processo de melhorar um já existente, pode ocorrer barreiras, como limitações de espaço geográfico e a qualificação de profissionais para que a mudança seja efetiva (ANTON; EIDELWEIN; DIEDRICH, 2012).

Deste modo, o layout adequado é imprescindível para garantir o fluxo de materiais e informações dentro nos processos produtivos, de forma que a falta de um projeto organizado pode acarretar perdas por excesso nas operações e deslocamentos desnecessários.

Ainda, na sociedade atual tem-se a preocupação com a destinação dos resíduos gerados pela atividade de consumo da população e das indústrias. Com um aumento das atenções sobre questões a respeito da degradação do meio ambiente e sobre formas de se obter um desenvolvimento sustentável, surge a atividade de reciclagem como alternativa de resposta a essas demandas (FILHO, FONSECA, MORAIS, 2009).

A reciclagem é extremamente importante para reduzir a extração de recursos naturais de forma a atender à crescente demanda por matéria prima das indústrias, ainda ajuda a reduzir uma das maiores problemáticas atualmente, o lixo. É previsto que o Brasil produza 240 mil toneladas de lixo por dia. Entre esses, apenas 160 mil são coletados e o destino de 76% do restante são considerados como “inúteis” e “indesejáveis” e destinados aos lixões a céu aberto (FONSECA, 2013).

De acordo com Filho (2008), a indústria da reciclagem precisa gerar retornos que remunerem os investimentos realizados na valorização dos resíduos sólidos processados, além de proporcionar uma redução do volume de materiais lançados em aterros ou lixões. Para reduzir os custos de reciclagem a fim de torna-los menores que o custo de produzir o material equivalente não reciclado, a filosofia Lean Manufacturing vem com o intuito de identificar e eliminar perdas no processo de reciclagem, tornado a atividade mais eficiente e permitindo uma evolução continua de sua capacidade.

Portanto, o objetivo do estudo é analisar e propor melhorias no arranjo físico em uma empresa de pequeno porte no setor de reciclagem de resíduos, localizada na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul.

## 2. Problema da pesquisa

A problemática para a realização do estudo de caso se encontra nos problemas que a falta de um projeto de reestruturação do arranjo físico acarreta na recicladora tais como: armazenagem e expedição gerando problemas de demora da produção, a falta de uma administração de espaço para acomodar máquinas e equipamentos, condições insalubres de trabalho, ociosidade nos processos produtivos, desperdícios de matéria prima e mão de obra, perda de competitividade, credibilidade e confiança de mercado.

A tomada de decisões na empresa referente ao arranjo físico é muito importante, por que é demonstrada diretamente no desempenho dos processos produtivos e na satisfação do cliente. De acordo com Johnson (2009), algumas razões se destacam que tornam a tomada de decisões referentes aos layouts importantes:

a) Organizar o arranjo físico é uma atividade complicada e demorada devido às dimensões físicas dos equipamentos e materiais de transformação movidos dentro do ambiente fabril;

b) O rearranjo físico de uma atividade já existente dentro da instalação pode atrapalhar a fluidez com que ela ocorre, levando à insatisfação do cliente ou perdas na produção;

Se o arranjo físico está inadequado, pode acontecer grandes estoques de materiais, padrões de fluxo longos, filas de clientes formando-se ao longo da operação, tempos de processamento demorados, operações inflexíveis, gerando assim altos custos.

## 3. Objetivos Gerais

O objetivo deste estudo de caso é analisar o layout atual de uma recicladora de resíduos sólidos para propor um novo com melhorias diminuindo as distâncias entre os processos produtivos para reduzir os desperdícios provenientes do atual arranjo físico da instalação.

Desta forma, obter um projeto de layout que tenha melhor desempenho de espaço, flexibilidade, segurança e condições de trabalho e controle do processo produtivo.

### 3.1. Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão da literatura sobre o tema de análise e técnicas de melhoria em arranjos físicos.
- Realizar um estudo de caso em uma empresa do setor de reciclagem de resíduos sólidos para adquirir dados sobre o processo produtivo.
- Levantar o layout produtivo atualmente utilizado pela empresa.
- Implementar a representação gráfica do layout em software (Microsoft Office Visio).
- Avaliar as características do atual layout produtivo e propor melhorias.
- Apresentar uma proposta de melhoria de arranjo físico para o ambiente estudado.

#### 4. Justificativa

De acordo com Borda (1998), um bom arranjo físico pode alcançar algumas melhorias como a melhor utilização do espaço disponível, reduzindo a quantidade de recursos em processo, minimizando as distancias de movimentação de materiais e pessoas, além de reduzir os custos indiretos provenientes dos congestionamentos, manuseio e danos de recursos de produção.

O método aplicado para elaboração do layout será o SLP (Systematic Layout Planning - Planejamento Sistemático do Layout) uma sistematização de projetos de arranjo físico composto por uma estrutura de quatro fases, que de acordo com Campos, Falani, Pacheco et al. (2011), os benefícios com o modelo proposto seriam: liberação da área produtiva facilitando a movimentação, diminuição dos tempos gastos com movimentação, melhores padrões de higiene e segurança, diminuição do cruzamento de fluxos, entre outras que poderão ser melhor avaliadas com a aplicação real do modelo.

Analisando a aplicabilidade no campo de estudo, o método apresenta os benefícios requeridos ao otimizar os processos produtivos de uma indústria de reciclagem.

A atividade de reciclagem depende muito da coleta seletiva para seu sucesso, assim sucatas limpas e pré-selecionadas vão contribuir para produtos de maior qualidade e custo reduzido. Além da coleta seletiva, que propiciará estabilidade nos volumes ofertados e na qualidade, é primordial que a indústria de reciclagem utilize de técnicas de gestão que reduzam perdas e custos aumentando a competitividade do negócio (FILHO, 2008).

Com a análise de layout para uma recicladora na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, o trabalho terá condições de levantar problemas relacionados ao arranjo físico e propor melhorias para atender as necessidades de produção de forma a minimizar as distancias percorridas e os gargalos destes processos.

## 5. Referencial Teórico

### 5.1. A Evolução dos Sistemas de Produção

Martins e Laugeni (2003), definem que a produção se dá por um conjunto de operações que objetivam a transformação de um bem em outro com utilidade diferente, acompanhando o homem desde que trabalhava com a pedra e a madeira para transformá-la em utensílio mais eficaz.

Segundo Monks (1987) a administração da produção é a atividade pela qual os recursos, fluindo dentro de um sistema definido, são reunidos e transformados de uma forma controlada, a fim de agregar valor. Assim, a partir de uma determinada demanda, o trabalho deve ser programado e controlado para produzir os bens e serviços finais que foram programados.

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), os primeiros tipos de processos produtivos existentes a requerer técnicas gerenciais para controle de suas operações foram as grandes construções da humanidade como as grandes Catedrais, a Grande Muralha da China e as Pirâmides do Egito.

A Revolução Industrial foi um marco para a produção industrial moderna, com o advento intensivo de máquinas, os movimentos de trabalhadores contra as condições desumanas de trabalho, a criação de fábricas, as transformações urbanas e rurais, marcando o início de uma nova etapa na civilização (MOREIRA, 2009).

No início do século 20 a produção manufatureira entrava em uma era em que as empresas já não eram pequenas e com técnicas produtivas artesanais e sim grandes empresas com uma única estrutura organizacional das diferentes fases da produção, indo desde a aquisição de matérias-primas até a venda do produto final trazendo novas formas de competição e mudanças econômicas (SANTOS, 2003).

Neste cenário, Frederick W. Taylor surge com o desenvolvimento de técnicas para sistematizar o estudo e a análise do trabalho nas indústrias. Taylor sintetiza o conceito de

produtividade como a procura por melhores métodos de trabalho e processos de produção, com o propósito de se obter melhoria da produtividade com o menor custo possível (MARTINS E LAUGENI, 2003).

Gomes (2005) disserta que Taylor priorizava a prática da divisão do trabalho, ressaltando tempos e métodos com objetivo de atingir a máxima produção a mínimo custo, seguindo os princípios da seleção científica do trabalhador, do tempo padrão, do trabalho em conjunto, da supervisão e da ênfase na eficiência.

Segundo Moreira (2009), eis que surge Henry Ford criando o conceito de produção em massa já em 1913, com o desenvolvimento da linha de montagem dos automóveis da Ford.

Corrêa e Corrêa (2009), dizem que:

“Henry Ford trouxe para o ambiente industrial, os princípios da administração científica, insistindo na divisão do trabalho, escolha do trabalhador certo para o trabalho e baseando-se no princípio da intercambialidade das peças produzidas automatizada em enormes quantidades; também acrescentando a ideia de padronização dos produtos e de fazer os produtos moverem-se enquanto os montadores permaneciam parados nas estações de trabalho” (CORRÊA e CORRÊA, 2009).

“A passagem da produção em massa para a produção flexível deu-se a partir do desaparecimento de um crescimento estável da demanda, a qual se tornou instável, diversificada e dotada de muita incerteza” (MULLER, 1996).

## 5.2. Sistema Toyota de Produção

Bekesas (2012), disserta que:

“A produção enxuta surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial. Após ser devastado pela guerra o Japão não possuía recursos para fazer os investimentos necessários ao reerguimento das indústrias seguindo os preceitos da produção em massa que caracterizava o sistema de produção seguido na época” (BEKESAS, 2012).

Hitora e Formoso (2000), dizem que diante da necessidade de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos, Taiichi Ohno e Shingeo Shingo trabalharam para desenvolver na indústria japonesa Toyota Motor Company uma nova

concepção de sistema de produção. Ohno priorizou os estudos dos sistemas de produção norte-americanos, adaptando seus conceitos para a realidade japonesa da escassez de recursos materiais, financeiros, humanos e de espaço físico. Aplicou novas abordagens para a produção industrial, o que acabou consolidando na prática o chamado Sistema Toyota de Produção.

Ohno (1997), traz o conceito de produção enxuta como sendo “A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida”.

“O desafio da indústria japonesa era como cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros” (WOMACK, JONES e ROOS, 2004).

De acordo com Womack, Jones e Roos (2004), a melhor maneira de caracterizar a produção enxuta é compará-la com a produção artesanal e a produção em massa:

- a) O produtor artesanal usa trabalhadores altamente qualificados e ferramentas simples, mas flexíveis para produzir exatamente o que o consumidor deseja: um item de cada vez de forma personalizada;
- b) O produtor em massa usa profissionais especializados para projetar produtos manufaturados por trabalhadores semi ou não qualificados, utilizando máquina de alto valor e especializadas em uma única tarefa;
- c) O produtor enxuto combina as vantagens das produções artesanais e em massa, evitando os altos custos dessa primeira e a rigidez desta última. Assim, emprega equipes de trabalhadores multiqualificados, além de máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas, produzindo imensos volumes de produtos de ampla variedade.

De forma a se entender o pensamento enxuto, é necessário se formalizar com o termo Just-in-time (JIT). Para Corrêa e Corrêa (2012), o Just in Time baseia-se em qualidade e flexibilidade, sendo que, para se atingir esses parâmetros na produção de um produto deve ocorrer somente quando há uma demanda sobre ele, possibilitando uma produção sem estoques. O Just-in-time apresenta como uma de suas principais características o sistema de produção puxada que significa que quando é necessário produzir um produto/serviço, um sinal deve ser emitido para disparar as operações de sua produção.

Para Shingo (2008), o objetivo principal da produção enxuta consiste na eliminação das perdas e na redução dos custos, sendo que os estoques são eliminados

através do tratamento e da superação das adversidades no processo que causam essas perdas. Tudo que não agrega valor à produção é denominado de perda.

### 5.3. Layout

Segundo Machline (1990):

“Layout é a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho, nas máquinas, dos pontos de armazenamento, e do trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção; dos meios de suprimentos e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo de trabalho” (MACHLINE, 1990).

Contudo, para Reis (1978), o arranjo físico da fábrica corresponde a forma como os equipamentos, pessoas, materiais, área de trabalho e de estocagem estão dispostos fisicamente em uma fábrica.

Para Corrêa e Corrêa (2009), um layout adequado deve apoiar a estratégia competitiva da operação. Assim, não existe um arranjo físico que otimize todo o processo produtivo simultaneamente, mas pode afetar os níveis de eficiência em cada operação.

Já para Machline (1990), as maiores vantagens de um bom arranjo físico podem ser resumidas como:

- a) Integrar totalmente as pessoas, máquinas e materiais de modo a possibilitar uma produção eficiente e econômica;
- b) Menos riscos para a saúde e segurança do operário;
- c) Maior satisfação e ânimo por parte do empregado;
- d) Minimizar o custo com manuseio de material;
- e) Reduzir os transportes e movimentos de materiais;
- f) Facilitar o fluxo de materiais e pessoas;
- g) Dar flexibilidade em caso de modificações, sem necessitar de longas paradas do produto e sem recorrer a custosos sistemas de desvio e de transporte;
- h) Permitir a expansão, por meio de áreas reservas, com ajuste mais fácil para mudanças;
- i) Manter a flexibilidade do arranjo e das operações;

j) Eliminar investimentos de capital desnecessários, diminuindo os investimentos em equipamentos e instalações: as linhas de água, vapor, esgoto, força e etc., devem ser traçadas da maneira mais econômica possível, e as máquinas não devem ser duplicadas por mera obediência a um princípio de layout;

- k) Promover uma efetiva utilização do espaço;
- l) Promover uma máxima visibilidade;
- m) Estimular a efetiva utilização da mão de obra;
- n) Estabelecer um fluxo unidirecional;
- o) Definir rotinas visíveis.

Machline (1990), define quatro princípios a serem considerados em um layout:

- a) Princípio da economia do movimento – o layout ótimo tende a diminuir a distância a ser percorrida pelos operários e ferramentas entre as operações de fabricação;
- b) Princípios do fluxo progressivo – o movimento ininterrupto de uma operação para a próxima, sem transportes de volta ou cruzamentos de materiais, homens e equipamentos, é o preferível;
- c) Princípio da flexibilidade – a possibilidade de rearranjos econômicos para adaptar a produção às mudanças do produto do volume de produção e dos equipamentos e processo, deve ser sempre preferida;
- d) Princípio da integração – a integração entre fatores que é necessária para que o layout seja ótimo, deve sempre preferida.

Segundo Camarotto (2005), a identificação dos espaços de trabalhos objetiva a melhoria nos aspectos de custo, flexibilidade, segurança, condições de trabalho, fatores de avaliação e qualidade para a produção.

Ele dita que um layout deve seguir determinados princípios: integração, mínima distância, obediência ao fluxo das operações, uso das três dimensões, satisfação, segurança e flexibilidade.

O primeiro princípio, da integração, implica que todos os fatores relacionados na produção devem estar devidamente alinhados, uma vez que o detrimento de um pode ocasionar uma falha no processo produtivo como um todo.

O princípio da mínima distância diz que os custos provenientes de excesso de movimentação não agregam valor ao produto final, portanto devem ser reduzidos ao máximo ao minimizar as distancias entre as operações.

No princípio da obediência, os materiais, equipamentos, pessoas devem manter um fluxo durante as operações, para fluidez no decorrer do procedimento de produção e evitar interrupções nas atividades.

O princípio do uso das três dimensões diz que se deve considerar o volume dos materiais alocados bem como seus pesos, para que ocorra melhor utilização do espaço.

Já no princípio da satisfação e segurança, é atribuído que o ambiente de trabalho deve ter condições de trabalho aceitáveis e com menor risco de acidentes possível, sendo um ambiente satisfatório para trabalhar.

Por fim, no princípio da flexibilidade, diz que se deve levar em consideração a atual necessidade de um layout na sua elaboração e a perspectiva de uma necessidade futura” (CAMAROTTO, 2005).

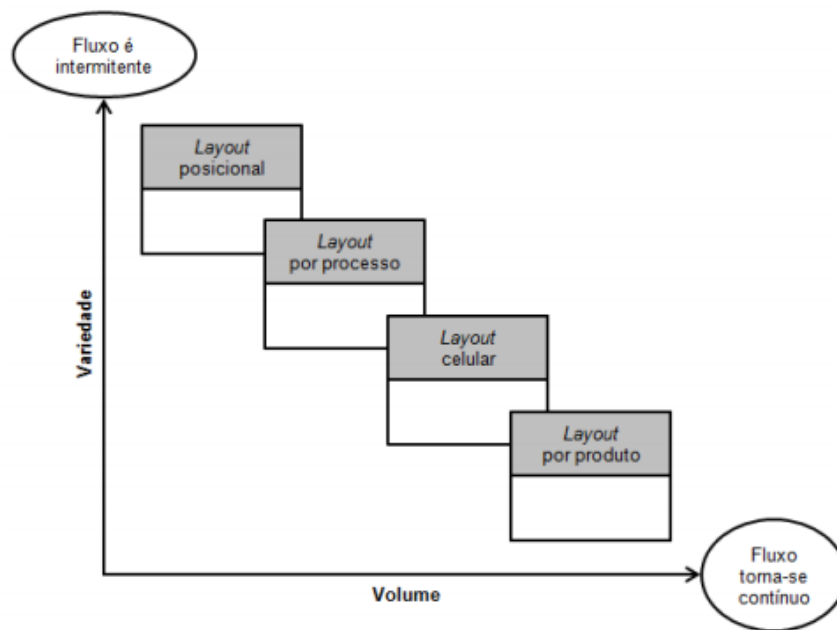
#### 5.3.1. Tipos de Layout

Para Corrêa e Corrêa (2009), há três tipos básicos de layout, que possuem características e potenciais bastante específicos que contribuem para alavancar o desempenho, são os chamados arranjos clássicos: funcional, por produto e posicional.

Há também outros tipos de arranjo físico, chamados de híbridos, que aliam características de dois ou mais arranjos clássicos. O mais usual deles é o arranjo celular (CORRÊA e CORRÊA, 2009).

É possível identificar o efeito de volume e variedade neste tipo de classificação. À medida que o volume aumenta, cresce a importância de gerenciar bem os fluxos. Já quando a variedade é reduzida, aumenta-se a viabilidade de um layout baseado num fluxo evidente e regular. Slack, Chambers e Johson (2009) definem essa explicação através da Figura 1.

**Figura 1 - Tipos de Layout**

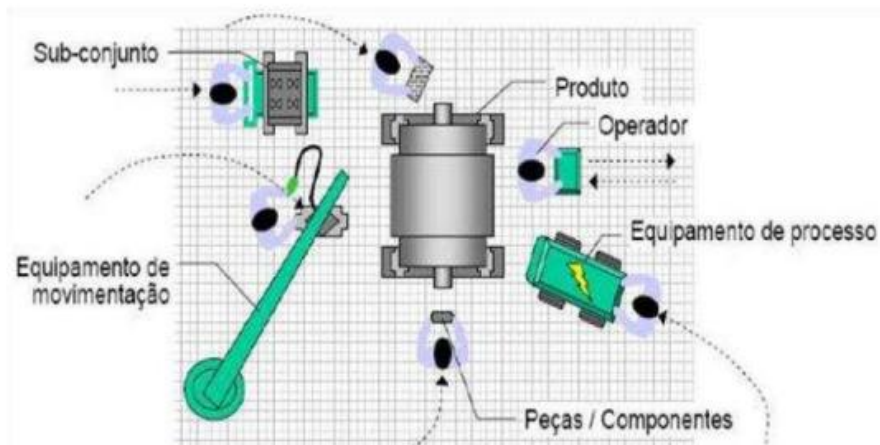


**Fonte 1: Adaptado de Slack, Chambers e Johnson (2009)**

#### 5.3.1.1. Layout Posicional ou Estacionário:

Segundo Camarotto (2005), a organização dos fatores de produção como materiais, máquinas e pessoas, em torno do produto fabricado é o que caracteriza um layout estacionário. Geralmente é um arranjo mais utilizado na produção de maquinário pesado como aviões, embarcações, plataformas petrolíferas e, grandes edificações como prédios, barragens, etc. Na Figura 2 é possível ver um exemplo esquematizado de um layout posicional.

**Figura 2 - Layout Posicional ou Estacionário**



**Fonte 2: Adaptado de Rocha (2011)**

Peinado e Graeml (2007), definem as principais vantagens do arranjo físico estacionário como sendo:

- a) Não existe a movimentação do produto durante o processo produtivo;
- b) É possível utilizar técnicas de programação e controle disponíveis em softwares quando for um projeto de montagem ou construção.
- c) Esse tipo de layout permite a terceirização de todo o projeto ou apenas uma parte dele.

Segundo o autor, esse arranjo também apresenta desvantagens como:

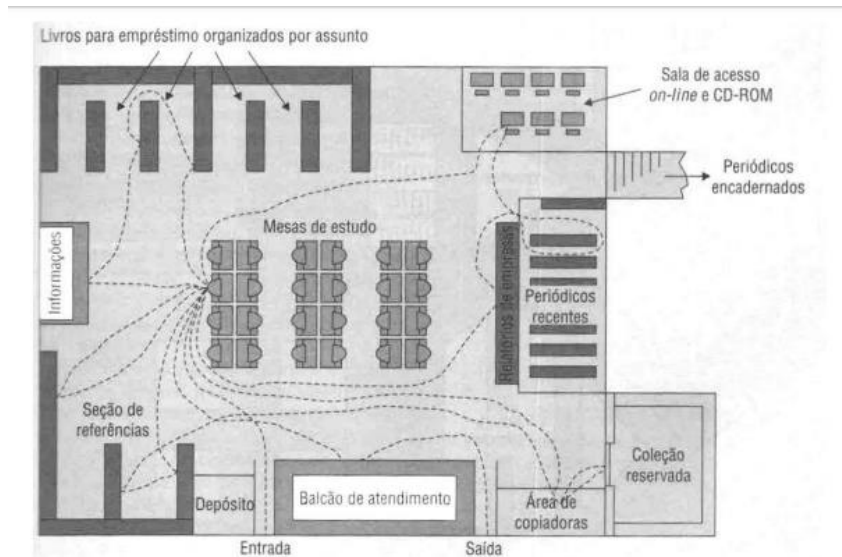
- a) Dificuldades na supervisão e controle de mão de obra, ferramentas, matérias-primas, informações, etc;
- b) Existe a necessidade de se ter espaços externos localizados perto da produção para guardar materiais e ferramentas, submontagens, etc;
- c) A produção é em pequena escala e apresenta um baixo grau de padronização das operações.

#### 5.3.1.2. Layout por processo ou funcional

Para Slack, Chambers e Johnson (2009), o layout por processo ou funcional recebe esse nome pois as necessidades dos recursos transformadores que constituem o processo dominam a decisão do arranjo físico, ou seja, esse arranjo físico corresponde ao agrupamento de processos em algumas áreas, delimitando um fluxo entre as áreas.

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), esse tipo de arranjo possibilita lidar com diferentes programações para os fluxos, fazendo com que esse arranjo seja flexível, porém, quando os fluxos de operações começam a se intensificar e os fluxos se cruzam, acarreta uma piora na eficiência e aumento no tempo de atravessamento dos fluxos. Na Figura 3 é possível ver um exemplo de um layout por processo em uma biblioteca.

**Figura 3 - Layout por Processo ou Funcional**



**Fonte 3: SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2009)**

Ao analisar as principais vantagens deste tipo de arranjo físico, Gaither e Frazier (2001), as definem como:

- a) Em um mix de produtos muito variado, é o arranjo com melhor flexibilidade;
- b) Cada componente do produto atravessa os locais necessários de trabalho gerando assim vários fluxos para as diferentes entregas do produto;
- c) Apresenta os menores custos de produção com relação aos outros tipos de arranjos físicos;

Ainda de acordo com os autores, as principais desvantagens deste tipo de arranjo físico são:

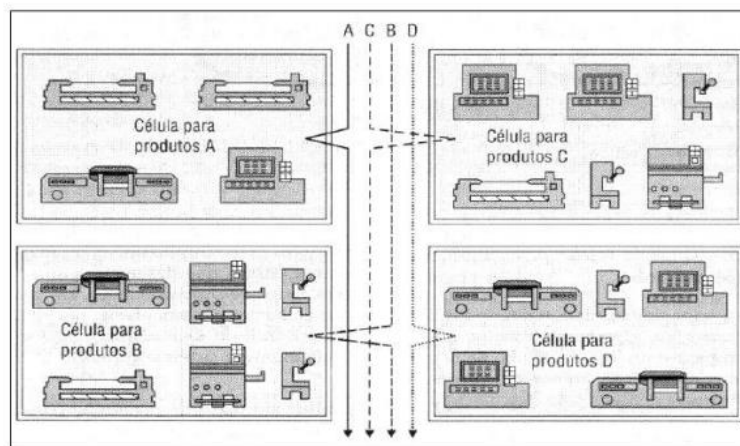
- a) Os estoques intermediários tendem a ser elevados e atrapalhar a produtividade do sistema;
- b) O planejamento e controle da produção tende a ser complexo, pois deve-se levar em consideração um grande mix de produtos;

c) A produção tende a apresentar maiores volumes e assim os custos unitários são maiores que no layout por produto.

#### 5.3.1.3. Layout Celular

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) o arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados são pré-selecionados para movimentar-se para uma determinada parte da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários se encontram.

**Figura 4 - Layout Celular**



**Fonte 4: PEINADO e GRAEML (2007)**

Peinado e Graeml (2007), definem as vantagens de um layout celular como:

- a) A produção é mais flexível, pois o tempo de setup é reduzido em decorrência da menor quantidade de tipos de família nas células.
- b) A menor movimentação de material, pois as distancias são reduzidas pela proximidade das máquinas na célula.
- c) Como os lotes de fabricação são reduzidos, os estoques intermediários de entregas do produto e os estoques finais do produto finalizado são diminuídos.
- d) Como o processo de fabricação do produto é completo na célula, os funcionários se interessam mais pelo trabalho e se sentem mais valorizados, pois não estão sujeitos a tarefas fracionadas e repetitivas.

As desvantagens do layout celular para Peinado e Graeml (2007) são:

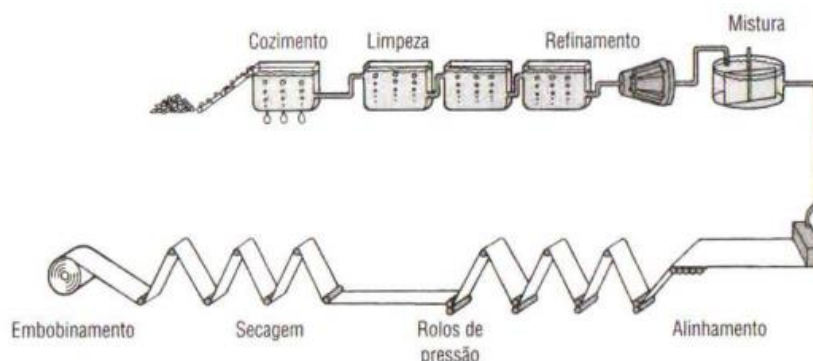
- a) Devido a uma programação especial para determinada família de produtos, a falta de programação da produção deixa a célula ociosa, mesmo com recursos para operar.
- b) Tem maior dificuldade na elaboração do arranjo físico.

#### 5.3.1.4. Layout por Produto ou em Linha

Segundo Slack, Chambers e Johnson (2009), o layout por produto ou em linha localiza os recursos transformadores para melhor se adaptar a matéria-prima que está sendo transformada. Cada recurso segue uma sequencias de atividades que coincide com o arranjo dos processos no ambiente físico.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2009) este tipo de layout só é viável quando o processo produz um volume alto em uma sequência similar. A Figura 5 mostra um exemplo deste tipo de arranjo físico.

**Figura 5 - Layout por Produto ou em Linha**



**Fonte 5: SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2009)**

O arranjo físico em linha proporciona, segundo Peinado e Graeml (2007):

- a) As tarefas são repetitivas na linha de produção e o nível de automação é alto, possibilitando uma produção em massa com grande produtividade.
- b) Devido ao fato que se pode ajustar a velocidade com que as operações ocorrem, acaba-se tendo um maior controle na produtividade.
- c) É possível balancear melhor a produção, pois é produzido o mesmo tipo de produto na linha.

As limitações deste tipo de layout, ainda de acordo com os autores são:

a) Em decorrência do alto grau de automação da linha, os investimentos costumam ser mais altos neste arranjo físico.

b) Devido a repetição das tarefas, os trabalhadores geralmente são insatisfeitos com as condições de trabalho, podendo gerar problemas nas articulações e lesões devido ao esforço repetitivo.

c) Os tempos de setup costumam serem longos devido à dificuldade para causar mudanças na linha de produção, ocasionando uma falta de flexibilidade na produção.

d) A operação está sujeita ao gargalo produtivo, tendo que seguir o ritmo da operação mais lenta e apresenta uma fragilidade, uma vez que se uma operação parar, a linha tende a parar também.

#### 5.4. Método de Planejamento Sistemático de Arranjo Físico (SLP)

O SLP é uma sistematização de layout que tem como objetivo a identificação, a avaliação e a visualização dos elementos e das áreas de uma instalação envolvidas no planejamento do layout (MUTHER, WHEELER, 2008). Segundo Yang et al (2000) o SLP é eficiente pois adequa as necessidades da empresa e fornece diretrizes para avaliar alternativas para o arranjo físico.

Antes da utilização da metodologia, é sugerido preliminarmente que seja feito um checklist das variáveis PQRST (Produto, Quantidade, Roteiro, Serviços de Suporte e Tempo) do estudo para que se tenha o levantamento dos dados de entrada do processo (MUTHER, WHEELER, 2000).

Ainda segundo Muther e Wheeler (2008), a partir do levantamento dos dados de entrada, o SLP é aplicado no arranjo da produção, seguindo quatro etapas:

i) localização: delimita ações para a definição do local a ser utilizado no estudo;

ii) layout físico geral: se estabelece o fluxo de materiais da produção, o posicionamento entre as atividades do processo, o estudo do espaço necessário e do disponível bem como a elaboração do diagrama de relações entre as áreas.

iii) layout físico detalhado: são determinadas propostas de melhorias para o arranjo físico atual, como a localização de máquinas e equipamentos e sobre a estrutura física.

iv) implantação: Avalia-se as propostas geradas e escolhe a melhor alternativa a ser implantada.

Toda a sistematização do SLP segue 3 três princípios fundamentais embasados por Muther e Wheeler (2008):

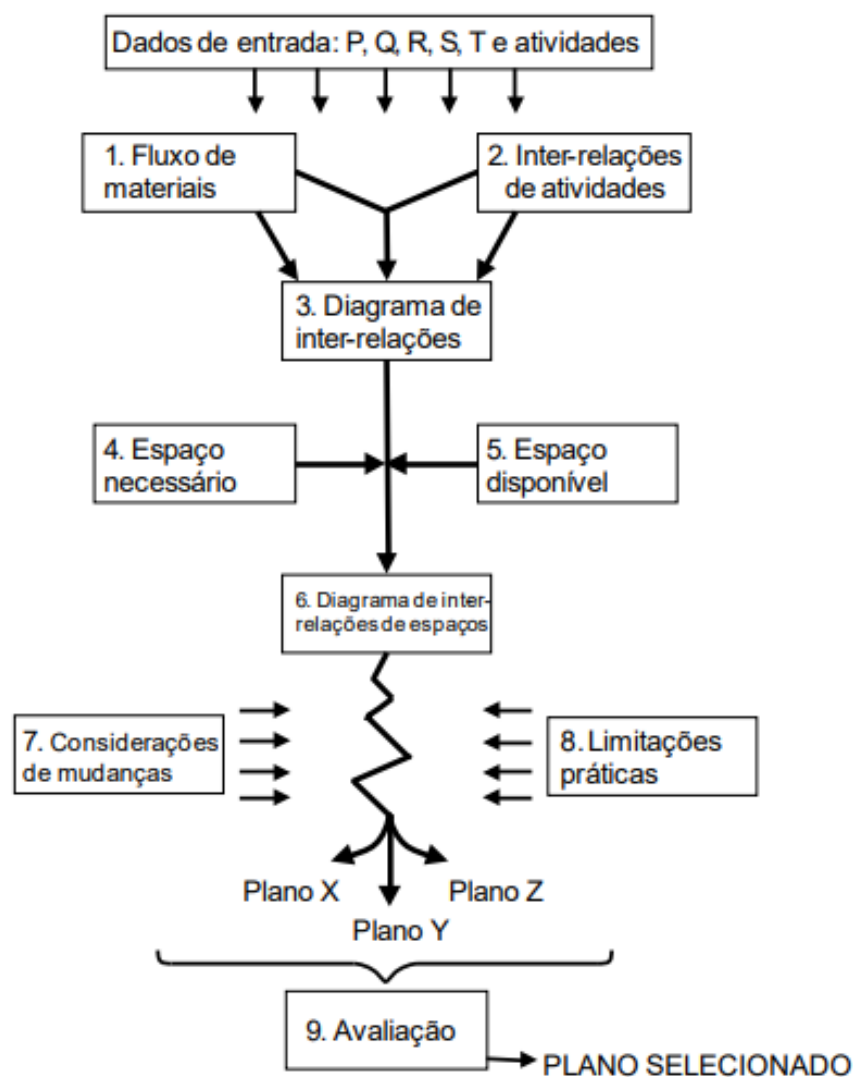
I) inter-relações: indica o grau relativo de proximidade ou de dependência entre as atividades do processo produtivo;

II) espaço: indica as condições de quantidade, tipo e forma de configuração dos itens a serem posicionados;

III) ajuste: adequação do arranjo físico em função das áreas e equipamentos visando a otimização do processo produtivo.

E assim baseando-se nestes 3 conceitos, o SPL é constituído de 9 etapas distintas, como exemplificado na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Modelo de Procedimentos do SPL



Fonte 6: Muther (1973)

Para Muther e Wheeler (2008), os procedimentos para a elaboração do novo arranjo físico são:

**1. Fluxo de materiais:** O fluxo de materiais é um fator predominante na decisão de um projeto de arranjo físico. Os fluxos são identificados de acordo com as áreas envolvidas, na sequência em que ocorrem e na intensidade de deslocamento do material. As ferramentas mais utilizadas nesta etapa são: fluxograma, carta de processos múltiplos, carta “de-para”, mapofluxograma, etc;

**2. Inter-relações de atividades:** Esta análise busca identificar a importância de proximidade entre as áreas do layout, sendo uma análise mais qualitativa do que quantitativa. Nesta tarefa é indicado o uso da ferramenta conhecida como carta de interligações preferenciais;

**3. Diagrama de inter-relações:** O diagrama de inter-relações procura integrar o mapeamento do fluxo dos materiais com a análise qualitativa das interligações preferenciais;

**4. Espaço necessário:** É o dimensionamento do espaço requisitado para alocar as máquinas e equipamentos necessários;

**5. Espaço disponível:** Analisa o espaço disponível para a instalação de máquinas e equipamentos;

**6. Diagrama de inter-relações de espaços:** Nesta etapa, o diagrama de inter-relações é aplicado com o objetivo de gerar um arranjo físico prévio, em que seja considerado o espaço necessário para alocação de máquinas e equipamentos já tenha sido balanceado com o espaço disponível;

**7. Considerações de mudanças:** Os ajustes necessários são feitos analisando-se os fatores referentes a tipos de processos, métodos de movimentação de materiais, necessidade de mão de obra, etc;

**8. Limitações práticas:** De forma a analisar a viabilidade do projeto de layout, cada mudança que houver deve ser comparada com as limitações práticas referentes a custos, restrições técnicas, etc.

**9. Avaliação das alternativas:** Após todo o procedimento concluído, há a formação de planos alternativos que são gerados para serem avaliados e ponderados em seus benefícios e em suas limitações.

#### 5.4.1. Carta de-para

A carta “De-para” é um gráfico que demonstra as relações entre um conjunto de pontos. Pode ser utilizado para quantificar a quantidade de material transportado de uma operação a outra, bem como a distância percorrida e o custo do transporte realizado entre os departamentos (TOMPKIS, 1996). Um exemplo da aplicação da carta “De-para” pode-se verificar na Figura 7 a seguir, na qual ocorre o cruzamento dos processos no diagrama, e neste espaço é colocado a quantidade que representa o fluxo de materiais entre esses processos e assim por diante até todos os processos tenham os fluxos descritos.

**Figura 7 – Exemplo de carta de-para em volumes de materiais movimentados**

| a. Diagrama de – para            |      |            |                              |              |        |
|----------------------------------|------|------------|------------------------------|--------------|--------|
| De                               | Para | Embalagem  | Recebimento/<br>despacho     | Armazém      | Totais |
| Embalagem                        |      | 0          | 400                          | 0            | 400    |
| Recebimento/despacho             |      | 0          | 0                            | 2.000        | 2.000  |
| Armazém                          |      | 400        | 1.600                        | 0            | 2.000  |
| <b>Totais</b>                    |      | <b>400</b> | <b>2.000</b>                 | <b>2.000</b> |        |
| b. Total de fluxo entre          |      |            |                              |              |        |
| Pares de setores                 |      | Fluxo      | Prioridade de<br>proximidade |              |        |
| Embalagem e recebimento/despacho |      | 400        | E                            |              |        |
| Embalagem e armazém              |      | 400        | E                            |              |        |
| Armazém e recebimento/despacho   |      | 3.600      | A                            |              |        |

Fonte 7: Corrêa e Corrêa (2009).

#### 5.4.2. Diagramas de Relacionamento

O diagrama de relacionamento é uma matriz triangular que indica o grau de interligação e o tipo de interligação entre uma certa atividade e cada uma das outras envolvidas no processo de análise.

O SLP permite que julgamentos subjetivos formem a base para o arranjo físico. Baseado em mais de um critério, o analista de arranjo físico estabelece, para cada par de departamentos, o grau de

conveniência em ficarem próximos ou distante. São usadas as seguintes letras como os seguintes significados, em relação à proximidade dos departamentos (MOREIRA, 2011 p.269).

A = Proximidade absolutamente necessária, valor 4;

E = Proximidade especialmente importante, valor 3;

I = Proximidade importante, valor 2;

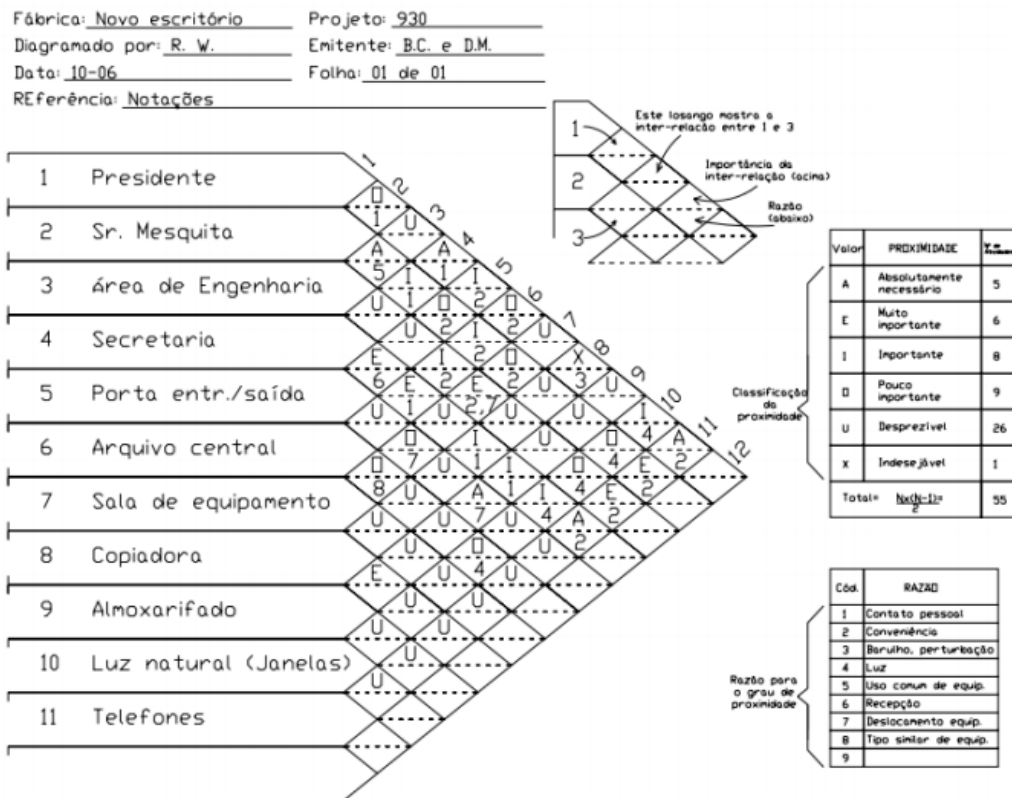
O = Proximidade normal, valor 1;

U = Indiferente; valor 0;

X = Proximidade indesejável, valor -1;

A figura 8 a seguir exemplifica a ferramenta de interligação, indicando os setores que se interligam e os respectivos valores para o grau de relação entre as operações. Os quadros interligam os respectivos processos e assim é colocada a classificação de acordo com a proximidade necessária para as operações, simbolizada por letras diferentes ou até por cores. Para cada classificação é colocado assim um peso diferente dependendo da letra simbólica alocada.

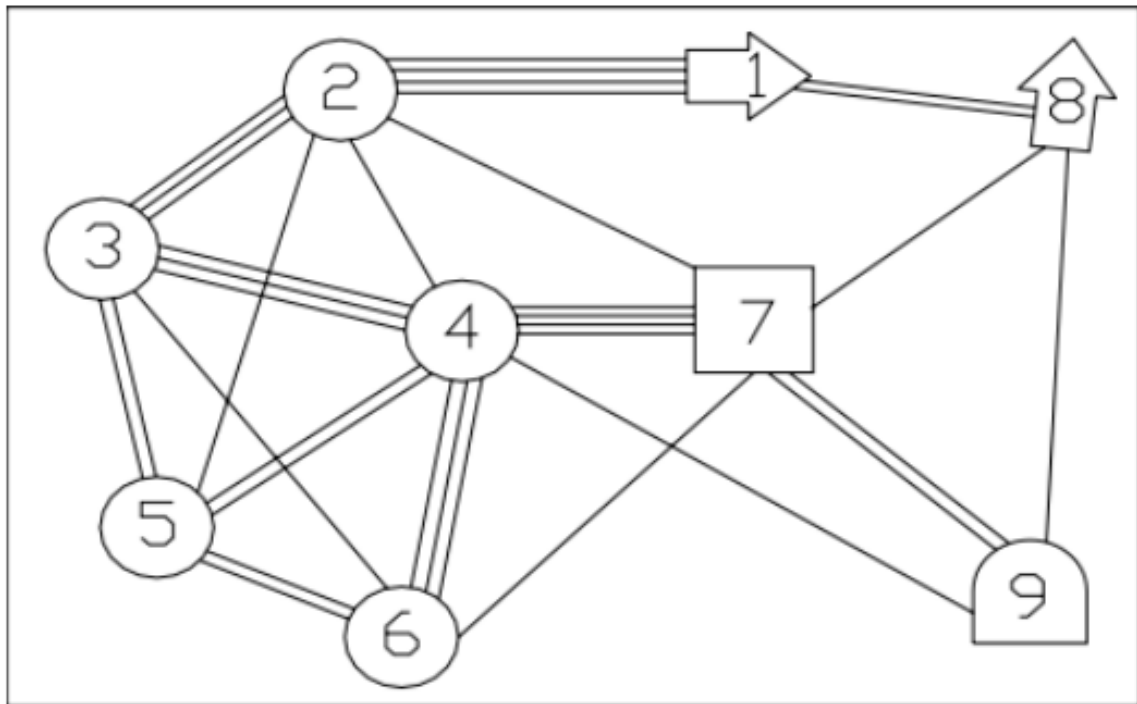
Figura 8 - Exemplo de carta de interligações



Fonte 8: MUTHER e WHEELER (2008).

A figura 9 mostra um modelo do diagrama de relacionamento que ilustra a relação entre os departamentos e o espaço necessário do departamento/máquina. Neste diagrama é possível estabelecer os pesos entre os departamentos, como classificado anteriormente no diagrama de interligações através de linhas ou cores e assim pode-se detalhar o tipo de processo através de símbolos e também é possível ainda adicionar medidas de área ou volume.

**Figura 9 - Exemplo de diagrama de inter-relações por processos.**



**Fonte 9: MUTHER e WHEELER (2008).**

#### 5.4.3. Carta de Multiprocesso

A carta de multiprocesso é uma ferramenta que indica a sequência das operações pela qual o produto a ser transformado deve percorrer para ser finalizado, obtendo assim uma visão geral das operações necessárias para a transformação (PEINADO, GRAENL, 2007).

Um exemplo de uma carte de multiprocesso se encontra a seguir, representado pela figura 10. Nela estarão descritos todos os processos que ocorrem na produção em em seguida estarão estabelecidos todos os produtos que a empresa oferece e em quais processos cada produto passa até chegar no produto final, em uma sequência numérica de processamento.

Figura 10 - Exemplo de carta de multiprocesso

| Processo             | Peça a ser produzida – Sequência de operações |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------|-----------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                      | A                                             | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 1 - Soldar           |                                               | 1 |   |   | 2 | 2 | 1 |   |   |
| 2 - Cortar           | 1                                             |   |   | 1 |   | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 3 - Prensar          | 2                                             |   |   | 2 |   |   |   | 2 |   |
| 4 - Furar            |                                               | 2 | 1 |   | 1 | 1 |   |   |   |
| 5 - Rebarbar         |                                               |   |   |   |   |   |   |   | 2 |
| 6 - Pintar           |                                               |   |   |   |   |   |   | 3 | 3 |
| 7 - Embrulhar        | 3                                             | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 8 - Colocar na caixa | 4                                             | 4 |   | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 9 - Expedir          | 5                                             | 5 | 3 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 |

Fonte 10: PEINADO E GRAENL (2007).

## 6. Metodologia

A pesquisa foi realizada, através de uma pesquisa descritiva, envolvendo levantamento bibliográfico a respeito dos métodos de proposição de layout. O caráter descritivo se dá pela descrição das características encontradas no estudo, envolvendo coletas de dados padronizadas.

De acordo com Yin (2005), o uso do estudo de caso é adequado para uma situação onde se pretende investigar o como e o porquê de um conjunto de eventos contemporâneos. O estudo de caso é uma investigação empírica que permite o estudo de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

Dessa maneira foi utilizada a metodologia de estudo de caso para fins aplicativos do objetivo da pesquisa, o estudo e proposição do layout. O local estudado abrange uma associação de pequeno porte do setor de tratamento de resíduos sólidos, localizada na cidade de Dourados-MS para o mapeamento de seus processos e estudo do arranjo físico adotado.

A metodologia aplicada no rearranjo do layout do estudo de caso é a do Planejamento Sistemático do Layout (SLP), o qual segue um modelo de procedimentos e de convenções para identificação, visualização, classificação das várias atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo o arranjo físico. Na pesquisa será utilizada as três primeiras, das quatro fases da metodologia.

Segundo Muther e Wheeler (2008), as quatro fases do SLP são:

Fase I - Localização: Nesta fase é determinada a localização da área que será realizado o planejamento das instalações. Assim, é preciso avaliar se a nova proposta será implantada no mesmo prédio, numa área utilizada para armazenagem, mas que pode ser liberada, ou até mesmo se irá adquirir um prédio novo;

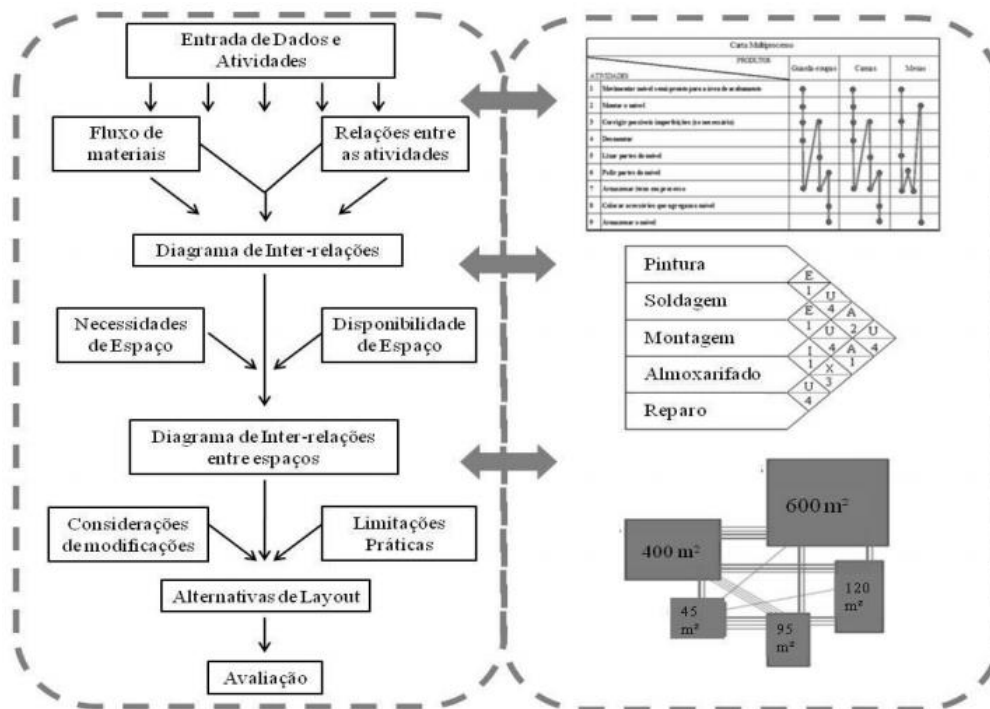
Fase II - Arranjo físico geral: É estabelecida a posição relativa entre diversas áreas da instalação. Os modelos de fluxos e áreas são trabalhados em conjunto de forma que as inter-relações e a configuração geral da área sejam estabelecidas;

Fase III - Arranjo físico detalhado: Nesta etapa ocorre a localização de cada máquina e equipamento do processo de produção e depois é estabelecida a localização de cada uma das características físicas da área estudada, incluindo suprimentos e serviços;

Fase IV - Implantação: É feito passo a passo do planejamento da implantação, trata-se da apropriação de capital e é feita a movimentação de máquinas, equipamentos e recursos para que todos sejam instalados como planejados.

A Figura 6 a seguir resume os procedimentos do SLP utilizados na realização do estudo.

Figura 11 - Esquema do SPL e exemplo dos diagramas utilizados.



Fonte 11: CAMPOS, FALANI e PACHECO (2011).

Dentre as etapas do SLP foram aplicadas no estudo, a análise dos fluxos através do fluxograma de processos e da carta de multiprocessos, e a estruturação do layout por meio dos diagramas de inter-relações, de arranjo de atividades e o de inter-relações entre espaços, para gerar as proposições de layout a serem analisadas, para que então seja proposto um modelo final de arranjo físico. O software utilizado para trabalhar os dados coletados e realizar os cálculos necessários além de estruturar as tabelas foi o Microsoft Excel 2016 e o software utilizado para desenvolver os diagramas e planejar o layout atual e futuro foi o AutoCAD.

## 7. Estudo de caso

### 7.1. Caracterização da empresa

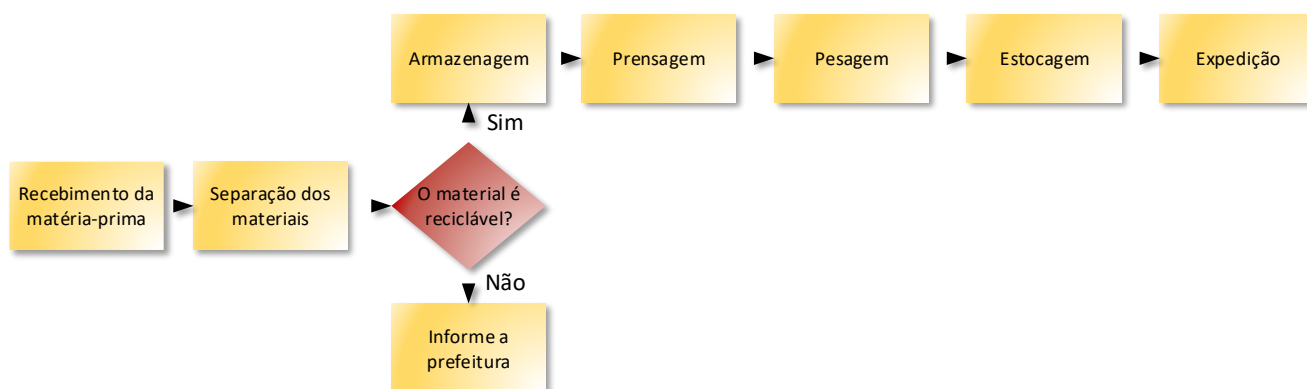
A empresa analisada no estudo de caso é a Associação dos Agentes Ecológicos de Dourados (AGECOLD) que presta serviço de coleta seletiva, reciclagem e conscientização sobre a preservação do meio ambiente desde 2003. Está localizada na cidade de Dourados, no Estado de Mato Grosso do Sul.

A coleta realizada pelo veículo da empresa atende aos bairros da cidade, recolhendo resíduos sólidos para serem recicláveis de casas, lojas, supermercados e edifícios, atendendo cerca de 10% dos materiais gerados na cidade, de acordo com as informações coletadas pelos responsáveis pelo local, porém são necessários estudos de gravimetria para ter dados mais precisos.

### 7.2. Processo Produtivo

A seguir, figura 12 está representado o processo produtivo atual na empresa.

**Figura 12 - Processo produtivo Agecold**



**Fonte 12: Elaborado pelo autor.**

Inicialmente o processo produtivo começa no recebimento da matéria-prima em caminhões que chegam em duas extremidades do arranjo físico, na frente chega um caminhão específico com carregamento de papelão e ao fundo chega um caminhão com carregamentos dos demais materiais que serão separados.

Ao depositar a matéria-prima na superfície, 3 trabalhadores colocam os materiais nas esteiras rolantes, que encaminham os materiais a serem separados por 8 funcionários, que ficam responsáveis por tipos específicos de materiais. Durante a separação pode

ocorrer o acúmulo e materiais e assim é frequentemente necessária a parada do processo para que todos os materiais sejam separados em sacos grandes. O restante que não é separada, geralmente resíduo sólido orgânico, é enviado a um saco externo a fábrica pela esteira, onde são acumulados para serem encaminhados ao aterro sanitário.

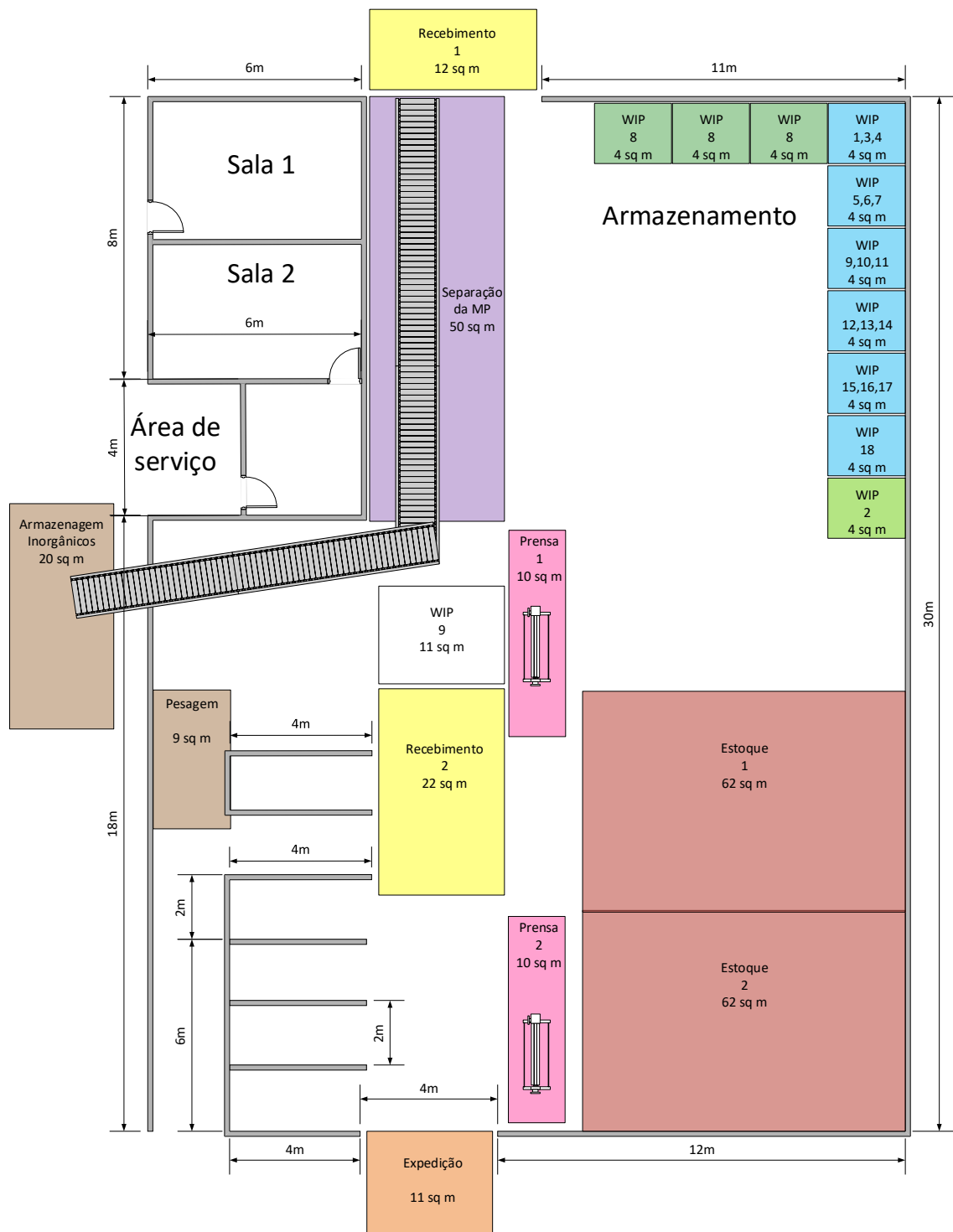
Em seguida há uma verificação dos produtos separados e os que não são recicláveis são informados a prefeitura para destinação correta e os outros, como ferro/metal/chaparia, são vendidos. Os materiais recicláveis são separados em sacos e acumulados em seus respectivos locais de armazenagem que localizados nas extremidades da recicladora.

Os materiais separados são encaminhados a duas prensas, uma delas destinada a prensagem de apenas papelão devido à alta demanda e a outra aos demais materiais separados pela recicladora, com um funcionário em cada.

Todos os materiais são prensados e acumulados em fardos na área de estoque, onde em seguida são pesados e marcados com o respectivo peso. Em seguida os fardos são enviados em lote de 54 unidades para um depósito e consequentemente destinados a uma unidade recicladora.

A seguir na Figura 13 é apresentado o atual layout da empresa, dividido em áreas de acordo com o processo produtivo a que corresponde.

**Figura 13 - Layout atual AGECCOLD**



Fonte 13: Elaborado pelo autor (2018).

O layout atual foi dividido em áreas onde os processos ocorrem, no qual o Recebimento 2 é onde ocorre a entrega de papelão e no Recebimento 1 é onde ocorre a entrega dos demais materiais utilizados na separação.

As áreas de armazenamento são denominadas WIP (Work in Process) para indicar as matérias já separados e que estão prontos para serem processados na prensa, ou seja, estão no estoque em processo.

O papelão recebido na área de Recebimento 2 é prensado na Prensa 1 e em seguida estocado no Estoque 1, enquanto os demais materiais são prensados na Prensa 2 e encaminhados ao Estoque 2.

### 7.3. Aplicação da metodologia SLP

Com base na literatura revisada, é possível concluir que o layout atual da AGEOLD é definido como layout por processo uma vez que esse arranjo físico corresponde ao agrupamento de processos em áreas delimitadas, formando um fluxo entre elas (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 1996).

Desta forma, com base nos dados encontrados e informações coletadas, é justificável o uso da metodologia SLP de Muther e Wheeler (2008) para propor melhorias no arranjo físico de forma a melhorar o fluxo de materiais e informações e pessoas na empresa.

A metodologia foi dividida em 9 passos diferentes a serem seguidos para realização do estudo, porém, antes de começar a realizar os procedimentos se faz necessário coletar os dados de entrada (PQRST) para dar sequenciamento nas atividades seguintes, os quais podem ser observados a seguir.

P – Produto: A empresa tem como produto final os fardos prensados dos materiais como descritos a seguir na Tabela 1. A seguinte codificação foi utilizada para enumerar os WIP (Work in process) dos materiais alocados no layout fabril. Os materiais “Óleo de Cozinha” e “Óleo de Posto” são apenas a embalagem plástica de armazenamento dos condimentos e não o processamento do resíduo líquido.

**Tabela 1 - Materiais atualmente processados pela AGECOLD**

| Código | Produto           |
|--------|-------------------|
| 1      | Balde e bacia     |
| 2      | Cartonagem        |
| 3      | Garrada colorida  |
| 4      | Garrafa branca    |
| 5      | Galão de água     |
| 6      | Óleo de cozinha   |
| 7      | Óleo de posto     |
| 8      | Papel             |
| 9      | Papelão           |
| 10     | PET Branco        |
| 11     | PET verde         |
| 12     | Plástico branco   |
| 13     | Plástico colorido |
| 14     | Plástico duro     |
| 15     | PVC               |
| 16     | Ráfia             |
| 17     | Treta Pak         |
| 18     | Lona Preta        |

**Fonte 14: Elaborado pelo autor (2018).**

Q – Quantidade: Para quantificar a quantidade de material utilizado foram coletados dados históricos de 4 meses do ano de 2018 em todos os materiais processados e assim feito uma média por quilo ao mês e ao dia, como descritos na Tabela 2. Como pode-se observar pela tabela são processados cerca de 29500,00 quilos de materiais recicláveis por mês ou 29 toneladas, sendo por dia 1,3 toneladas, considerando 22 dias trabalhados no mês.

**Tabela 2 - Quantidade (Kg) de produto processado por mês/dia.**

| Código | Produto           | Média (Kg) /Mês | Média (Kg) /Dia |
|--------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 1      | Balde e bacia     | 38              | 1,73            |
| 2      | Cartonagem        | 3045            | 138,41          |
| 3      | Garrada colorida  | 340,5           | 15,48           |
| 4      | Garrafa branca    | 467             | 21,23           |
| 5      | Galão de água     | 21,5            | 0,98            |
| 6      | Óleo de cozinha   | 104,75          | 4,76            |
| 7      | Óleo de posto     | 254             | 11,55           |
| 8      | Papel             | 4935,25         | 224,33          |
| 9      | Papelão           | 15458,75        | 702,67          |
| 10     | PET Branco        | 721,75          | 32,81           |
| 11     | PET verde         | 153,25          | 6,97            |
| 12     | Plástico branco   | 1153,25         | 52,42           |
| 13     | Plástico colorido | 656,75          | 29,85           |
| 14     | Plástico duro     | 416,25          | 18,92           |
| 15     | PVC               | 93,25           | 4,24            |
| 16     | Ráfia             | 1172,75         | 53,31           |
| 17     | Treta Pak         | 332,5           | 15,11           |
| 18     | Lona Preta        | 93              | 4,23            |
|        | TOTAL             | 29457,5         | 1338,98         |

Fonte 15: Elaborado pelo autor (2018).

R – Roteiro: O roteiro de produção é basicamente o que está descrito na Figura 12 para a maioria dos materiais processados.

S – Serviços de Suporte: Os serviços de suporte presentes no processo da AGEOLD são a coleta pelo caminhão que traz o material a ser separado e a prefeitura, que dá a destinação correta para os materiais que não são recicláveis ou não podem ser processados pela empresa, como o vidro e ferro/chaparia/metall.

T – Tempo: O tempo necessário para que um fardo seja prensado, considerando um turno de oito horas diárias, é em torno de 40,5 minutos.

### 7.3.1. Fluxo de materiais

Em seguida, para descrever a primeira etapa do SLP, que representa o fluxo de materiais foi elaborado uma carta de processos múltiplos para descrever a sequência de

movimentações de materiais através das etapas exigidas pelo processo. A carta utiliza de números crescentes para indicar o sequenciamento das atividades em cada produto do mix da empresa. A carta de processo está apresentada na Tabela 3, onde é possível ver o mesmo padrão para a maioria dos produtos, com exceção do papelão que apresenta o processo mais distinto entre os materiais processados. E por esse motivo, os demais materiais processados na empresa foram agrupados na categoria “Demais Materiais” por apresentarem o mesmo processo de produção, enquanto que o “Papelão” está separado pois é o único que apresenta uma sequência de operações distintas.

**Tabela 3 - Carta de processos múltiplos**

| Operação      | Demais Materiais | Papelão |
|---------------|------------------|---------|
| Recebimento 1 | 1                |         |
| Recebimento 2 |                  | 1       |
| Separação MP  | 2                |         |
| WIP           | 3                | 2       |
| Prensa 1      |                  | 3       |
| Prensa 2      | 4                |         |
| Estoque 1     |                  | 4 6     |
| Estoque 2     | 5 7              |         |
| Pesagem       | 6                | 5       |

**Fonte 16: Elaborado pelo autor (2018).**

Para quantificar o fluxo de materiais que circulam na AGECOLD, foi utilizado a carta De/Para, no qual estão considerados os fluxos mensais de cada material na linha e que passam de operação a operação até a entrega do produto final. Os WIP (Work in process) dos materiais foram representados pelos respectivos códigos de 1 a 18. Para elaborar o diagrama foram considerados 3 fatores que multiplicados indicam o grau de intensidade do fluxo de materiais, e eles foram:

Quantidade produzida no mês x Volume x Área ocupada pelo material

Dessa maneira foi elaborado o diagrama representado na Tabela 4 a seguir. Através dele é possível observar as operações com fluxos mais intensos de materiais e que devem ser alocados de maneira mais próxima umas com as outras no arranjo do layout futuro da empresa.

#### 7.3.2. Diagrama de Relacionamento

O diagrama de relacionamento é uma matriz triangular que representa o grau e o tipo de inter-relacionamento entre certas atividades. O objetivo é apontar quais setores devem permanecer próximos no layout. O diagrama foi elaborado dividindo em áreas onde ocorrem as atividades, e os WIP (Work in Process) foram divididos em WIP Papelão e WIP Demais Materiais, uma vez que em relação a localização do armazenamento todos os demais materiais processados mantêm um mesmo grau de relacionamento com os outros processos.

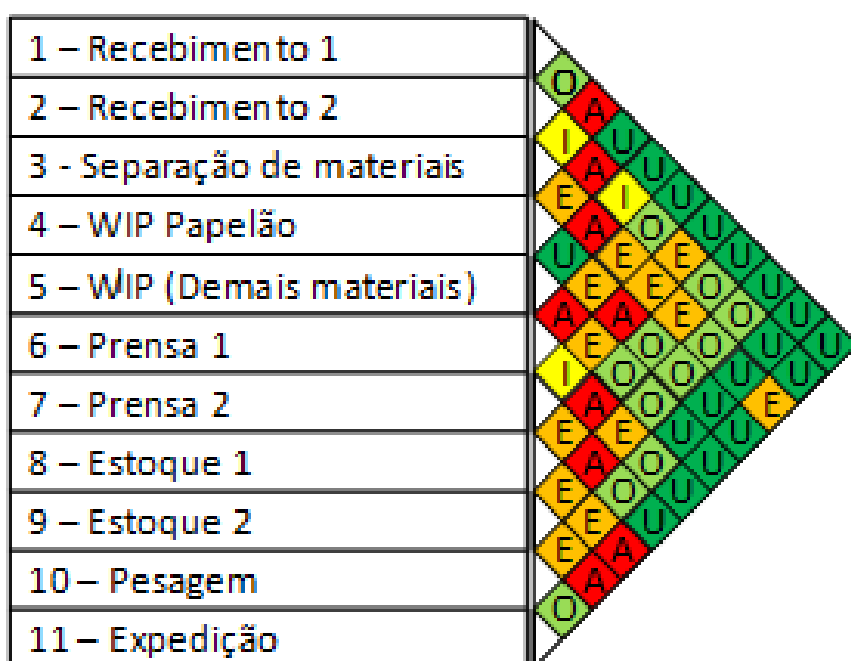
**Tabela 4 - Carta de processos múltiplos**

| De\Para   | Receb. 1 | Receb. 2 | Separ. MP | WIP 1 | WIP 2 | WIP 3  | WIP 4 | WIP 5 | WIP 6  | WIP 7 | WIP 8    | WIP 9    | WIP 10 | WIP 11 | WIP 12  | WIP 13 | WIP 14 | WIP 15 | WIP 16 | WIP 17 | WIP 18 | Prensa 1 | Prensa 2 | Estoque 1 | Estoque 2 | Pesagem | Expedição |  |
|-----------|----------|----------|-----------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|----------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|-----------|-----------|---------|-----------|--|
| Receb. 1  |          |          | 29457,5   |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          |          |           |           |         |           |  |
| Receb. 2  |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          | 154587,5 |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          |          |           |           |         |           |  |
| Separ. MP |          |          |           | 608   | 18270 | 3064,5 | 4203  | 172   | 314,25 | 2032  | 24676,25 |          | 4330,5 | 919,5  | 1153,25 | 656,75 | 9990   | 1865   | 2345,5 | 1330   | 372    |          |          |           |           |         |           |  |
| WIP 1     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 2052     |           |           |         |           |  |
| WIP 2     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 164430   |           |           |         |           |  |
| WIP 3     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 18387    |           |           |         |           |  |
| WIP 4     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 25218    |           |           |         |           |  |
| WIP 5     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 1161     |           |           |         |           |  |
| WIP 6     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 5656,5   |           |           |         |           |  |
| WIP 7     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 13716    |           |           |         |           |  |
| WIP 8     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 266503,5 |           |           |         |           |  |
| WIP 9     |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        | 834772,5 |          |           |           |         |           |  |
| WIP 10    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 38974,5  |           |           |         |           |  |
| WIP 11    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 8275,5   |           |           |         |           |  |
| WIP 12    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 62275,5  |           |           |         |           |  |
| WIP 13    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 35464,5  |           |           |         |           |  |
| WIP 14    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 22477,5  |           |           |         |           |  |
| WIP 15    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 5035,5   |           |           |         |           |  |
| WIP 16    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 63328,5  |           |           |         |           |  |
| WIP 17    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 17955    |           |           |         |           |  |
| WIP 18    |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          | 5022     |           |           |         |           |  |
| Prensa 1  |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          |          |           |           |         |           |  |
| Prensa 2  |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          |          |           |           |         |           |  |
| Estoque 1 |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          |          |           |           |         |           |  |
| Estoque 2 |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          |          |           |           |         |           |  |
| Pesagem   |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          |          |           |           |         |           |  |
| Expedição |          |          |           |       |       |        |       |       |        |       |          |          |        |        |         |        |        |        |        |        |        |          |          |           |           |         |           |  |

Fonte 17: Elaborado pelo autor (2018).

Na Figura 15 está representado o diagrama de interligações preferenciais, mostrando a relação de proximidade por meio da legenda na Tabela 5. Os dados obtidos foram coletados por meio de reunião com os envolvidos no gerenciamento da empresa de forma a classificar os graus de proximidade entre as áreas de processamento da empresa. No diagrama estão listados os processos divididos em áreas como listados no layout da empresa e assim quando um processo se cruza com o outro no digrama, é colocado um peso de acordo com a Tabela 4, uma letra simbólica para cada grau de proximidade entre os departamentos.

Figura 14 - Diagrama de interligações



Fonte 18: Elaborado pelo autor (2018).

Tabela 5 - Legenda para o diagrama de interligações

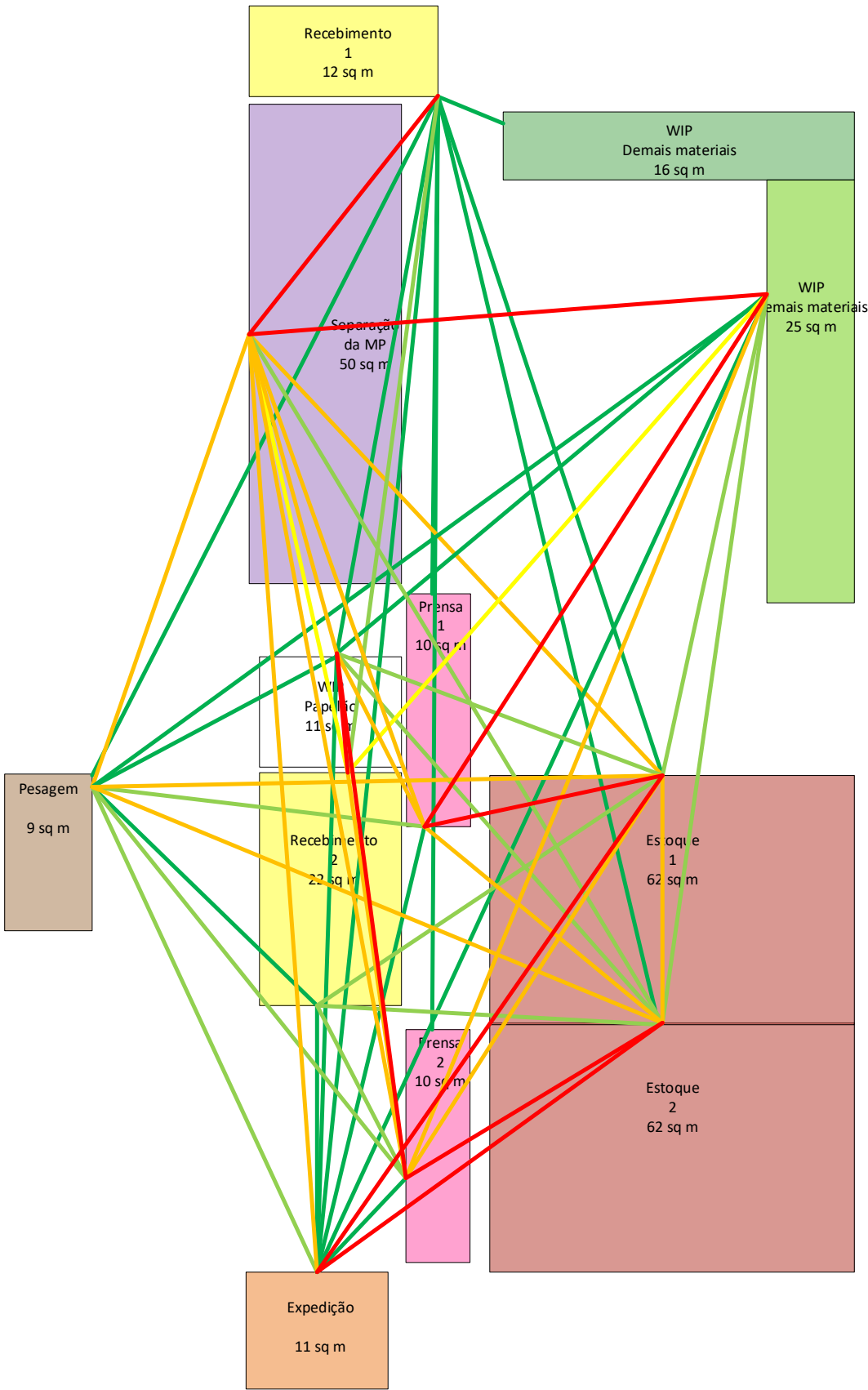
|   |                          |
|---|--------------------------|
| A | Absolutamente necessário |
| E | Especialmente importante |
| I | Importante               |
| O | Pouco importante         |
| U | Não importante           |
| X | Indesejável              |

Fonte 19: Elaborado pelo autor (2018).

Através do diagrama é possível observar os processos que devem ser alocados de forma mais próxima na elaboração do layout futuro pois tem maior necessidade como demonstrados pelos símbolos A, E e I.

Dessa forma, com os resultados do diagrama de interligações, foi possível desenvolver o diagrama de inter-relações da empresa, identificando no espaço do layout fabril quais departamentos devem estar localizados próximos uns aos outros. O diagrama de inter-relações com espaço está demonstrado na Figura 16 a seguir.

Figura 15 - Diagrama de inter-relações



Fonte 20: Elaborado pelo autor (2018).

Também é possível mensurar por meio deste diagrama, o espaço necessário para que se possa desenvolver todas as operações principais na empresa. Assim, somando todas as áreas essenciais no layout fabril obtém-se o espaço necessário de aproximadamente 298 m<sup>2</sup>.

O espaço disponível total para operação no layout da fábrica é cerca de aproximadamente 679 m<sup>2</sup>, o que garante muito espaço para reestruturação. Porém, o layout apresenta alguns requisitos que não podem ser remanejados em decorrência da fixação física a superfície do chão-de-fábrica, como a esteira de rolamento e a balança para pesagem.

#### 7.4. Análise dos Resultados

Com base nos resultados obtidos com o uso das ferramentas da metodologia SLP, é possível discutir mudanças no atual layout fabril e dessa maneira, estruturar uma proposta de melhoria.

O fluxo de materiais, demonstrados pela Carta de/para e pela Carta de processos múltiplos, é um dos fatores mais predominantes na decisão de arranjo físico e por meio deste estudo, foi possível perceber que alguns materiais necessitam ficarem mais próximos da separação de materiais e outros mais perto das Prensas 1 e 2. Os WIP 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17 e 18 mesmo com fluxos diferentes, são acondicionados de forma desorganizada no fundo da fábrica e sem critério de proximidade com os processos seguintes, o que acaba por gerar alta desorganização na Armazenagem e fluxo de materiais inconstantes, pois materiais que demoram a sair podem ser passados na frente de outros com maiores prioridades. Também é possível observar que o WIP 9, que representa o papelão, é o produto com maior demanda individual e desta maneira apresenta uma prensa e um estoque só para ele.

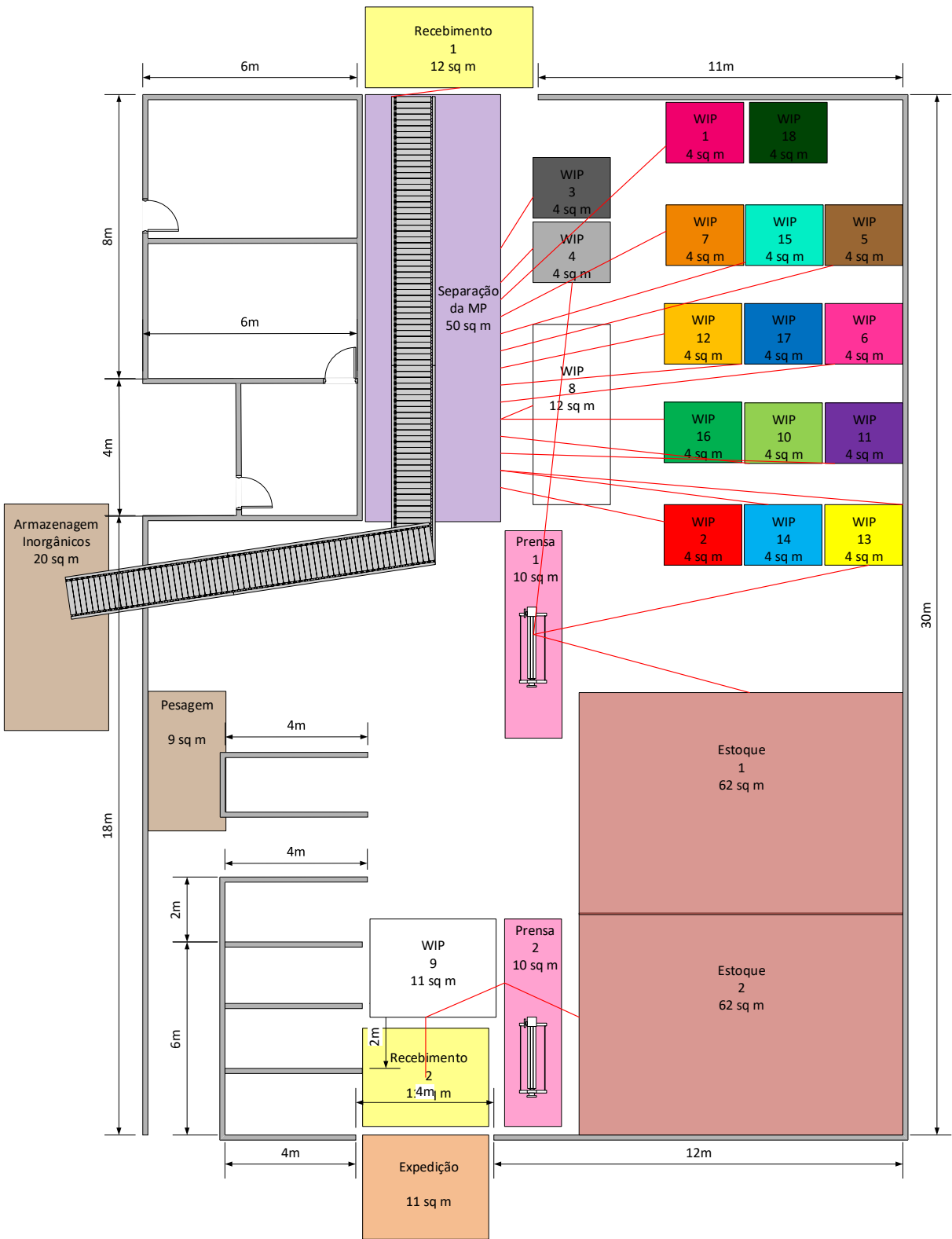
Pelos diagramas de relacionamento propostos, foi possível identificar as áreas que devem ter maior proximidade dentro do arranjo fabril e assim propor um layout alternativo, cumprindo as restrições do atual layout da empresa.

#### 7.5. Layout Sugerido

O layout proposto como melhoria para a AGEKOLD leva em consideração a alteração do fluxo de produção, colocando o Papelão na Prensa 2 e sendo estocado diretamente no estoque 2, como forma de reduzir movimentação desnecessária no recebimento da matéria-prima e na sua saída para expedição. Assim, os demais materiais em processamento seriam encaminhados a Prensa 1 e em seguida ao Estoque 1, reduzindo a distância percorrida e colocando o armazenamento próximo a prensagem.

Em seguida, é proposto a retirada das grades metálicas que limitam o fundo da fábrica para armazenamento de produtos em processo e ao invés disso, seria criado um sistema de armazenagem no chão de fábrica para os demais materiais (WIP 1, WIP 2, WIP 3, WIP 4, WIP 5, WIP 6, WIP 7, WIP 8, WIP 10, WIP 11, WIP 12, WIP 13, WIP 14, WIP 15, WIP 16, WIP 17 e WIP 18) de acordo com a Figura 17 a seguir.

Figura 16 - Nova proposta de layout



Fonte 21: Elaborado pelo autor (2018).

O WIP 8 (Papel) ficaria mais perto da separação de materiais e mais perto da prensa, de forma a processar primeiramente este tipo de material em decorrência do maior

fluxo apresentado. Em seguida os WIP 3 (Garrafa Colorida) e WIP 4 (Garrafa Branca) apresentavam alto fluxo de material na separação e desta maneira foram colocados ao lado, porém não tinha tanta necessidade de estarem mais perto da prensa.

Seguindo o mesmo princípio, os WIP 2 (Cartonagem), WIP 14 (Plástico Duro) e WIP 13 (Plástico Colorido) foram posicionados perto da separação de materiais, na ordem de proximidade definida pela Carta De/Para, e foram colocados perto da Prensa pois tinham os maiores fluxos entre os processos e fluxos parecidos uns com os outros.

Os WIP 16 (Ráfia), WIP 10 (PET Branco) e WIP 11 (PET Verde), embora tivessem a mesma necessidade de proximidade do grupo anterior com a separação de materiais, apresentam um menor fluxo entre a prensagem do que comparado ao grupo anterior e dessa forma, ficam mais longe do processo de prensa.

Os WIP 7 (Óleo de Posto), WIP 15 (PVC) e o WIP 5 (Galão de Água) apresentam menor fluxo de materiais entre ambos os processos de separação e de prensagem, e dessa maneira acabam se localizando mais longe do que os outros.

Por fim, os WIP 1 e o WIP 18, ambos respectivamente Balde/Bacia e Lona Preta, apresentam as menores demandas dentre os materiais processados pela AGECCOLD e dessa maneira foram localizados ao fundo do layout fabril.

Os materiais em processo foram alocados de acordo com a prioridade dos maiores fluxos como indicados pela Carta De/Para, os quais com maior fluxo entre a separação e o armazenamento tiveram prioridade de proximidade com a separação de materiais e os com maiores fluxos entre a prensagem, tiveram maior proximidade com as Prensas 1 e 2.

Devido à falta de recursos financeiros que a empresa detém, a ideia seria indicar o local de armazenagem desses materiais por meio de uma coloração específica para cada material distinto, como indicado na Tabela 6. Dessa maneira os trabalhadores poderiam movimentar os materiais para os respectivos locais e automaticamente já é determinada a ordem de saída do WIP para a prensa, dos materiais mais próximos para os que tem um menor fluxo.

**Tabela 6 - Sugestão de coloração para WIP de materiais**

| Código | Produto           |
|--------|-------------------|
| 1      | Balde e bacia     |
| 2      | Cartonagem        |
| 3      | Garrada colorida  |
| 4      | Garrafa branca    |
| 5      | Galão de água     |
| 6      | Óleo de cozinha   |
| 7      | Óleo de posto     |
| 8      | Papel             |
| 10     | PET Branco        |
| 11     | PET verde         |
| 12     | Plástico branco   |
| 13     | Plástico colorido |
| 14     | Plástico duro     |
| 15     | PVC               |
| 16     | Ráfia             |
| 17     | Treta Pak         |
| 18     | Lona Preta        |

Fonte 22: Elaborado pelo autor (2018).

Desta maneira, como forma de quantificar um dos benefícios do layout proposto como melhoria, foi realizado o cálculo da distância necessária a ser percorrida para que se pudesse produzir um fardo do material escolhido. Como os produtos de maior demanda são o Papel e o Papelão, escolheu-se ambos para que se pudesse observar a distância percorrida atualmente e a distância percorrida caso o layout proposto como melhoria fosse implementado. Os dados para o papel podem ser observados na Tabela 7 a seguir e os dados para o papelão podem ser observados na Tabela 8.

**Tabela 7 - Distância percorrida antes e depois da aplicação do SLP para o Papel**

| WIP 8 - Papel |              |               |               |              |               |
|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Antes         |              |               | Depois        |              |               |
| De            | Para         | Distância (m) | De            | Para         | Distância (m) |
| Recebimento 1 | Separação MP | 7,72          | Recebimento 1 | Separação MP | 7,72          |
| Separação MP  | WIP          | 9,57          | Separação MP  | WIP          | 5,12          |
| WIP           | Prensa 2     | 27,4          | WIP           | Prensa 1     | 6,53          |
| Prensa 2      | Estoque 2    | 6,15          | Prensa 1      | Estoque 1    | 7,84          |
| Estoque 2     | Pesagem      | 17,98         | Estoque 1     | Pesagem      | 16,29         |
| Pesagem       | Estoque 2    | 17,98         | Pesagem       | Estoque 1    | 16,29         |
| Estoque 2     | Expedição    | 10,41         | Estoque 1     | Expedição    | 14,54         |
| TOTAL         |              | 97,21         | TOTAL         |              | 74,33         |

Fonte 23: Elaborado pelo autor (2018).

**Tabela 8 - Distância percorrida antes e depois da aplicação do SLP para o Papelão**

| WIP 9 - Papelão |           |               |               |           |               |
|-----------------|-----------|---------------|---------------|-----------|---------------|
| Antes           |           |               | Depois        |           |               |
| De              | Para      | Distância (m) | De            | Para      | Distância (m) |
| Recebimento 2   | WIP       | 14,6          | Recebimento 2 | WIP       | 6,41          |
| WIP             | Prensa 1  | 2,81          | WIP           | Prensa 2  | 3,8           |
| Prensa 1        | Estoque 1 | 7,84          | Prensa 2      | Estoque 2 | 6,3           |
| Estoque 1       | Pesagem   | 16,29         | Estoque 2     | Pesagem   | 17,98         |
| Pesagem         | Estoque 1 | 16,29         | Pesagem       | Estoque 2 | 17,98         |
| Estoque 1       | Expedição | 14,54         | Estoque 2     | Expedição | 10,41         |
| TOTAL           |           | 72,37         | TOTAL         |           | 62,88         |

Fonte 24: Elaborado pelo autor (2018).

Como foi possível observar, houve uma redução de 24% na distância percorrida pelo fardo de papel e 13% de redução no fardo do papelão, comparando-se o layout atual fabril e o layout proposto como melhoria. Essa mudança impacta principalmente na movimentação desnecessária no chão de fábrica, bem como trabalho excessivo pelo trabalho braçal dos trabalhadores ao movimentar os materiais que estão esperando para serem processados (WIPs).

## 8. Conclusão

O presente trabalho demonstrou o processo de aplicação e análise da metodologia SLP (Planejamento Sistemático do Arranjo Físico) em um layout de uma empresa recicladora de resíduos sólidos. Os resultados obtidos com o estudo foram satisfatórios a medida que não foram testados na empresa em que o estudo ocorreu. Por meio dos dados obtidos, foi possível dimensionar os materiais de acordo com o fluxo em que ocorrem dentro do processo produtivo. Essa informação foi predominante para a decisão do novo arranjo físico proposto.

Com o arranjo nos processos dentro da produção, espera-se que tenha reduzido o tempo em que os produtos permaneçam armazenados uma vez que as distâncias para se ter um fardo finalizado diminuam. Um menor tempo de processamento garante menores custo por movimentação e transporte desnecessário e menor desgaste da mão de obra, principalmente os trabalhadores que fazem o trabalho manual de carregar os produtos separados para o processamento.

Em adição a isto, o novo esquema de armazenamento pode garantir melhor organização dos materiais e principalmente, manter um fluxo constante de materiais para todos os diferentes produtos oferecidos, pois os materiais com maiores demandas ficam melhores posicionados para processamento e os materiais com menores demandas se encontram ao final do processo. Isso garante que não haja o acúmulo de materiais por grande período de tempo e um sequenciamento na produção.

Pode-se ainda ser sugerido para complemento do estudo a aplicação de um software de simulação para melhor eficiência no layout sugerido, bem como a verificação dos investimentos necessários para a mudança e cálculos que indiquem o retorno financeiro com a aplicação do novo layout.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTON, C. I.; EIDELWEIN, H.; DIEDRICH, H. **Proposta de melhoria no layout da produção de uma empresa do Vale do Taquari**. Revista Destaques Acadêmicos, v. 4, n. 1, 2012.
- BEKESAS, L. C. **Simulação como ferramenta para aplicação do MFV**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2012. Disponível em: Acesso em: 23 jan. 2018.
- BEM, A. R. **Análise do processo produtivo e proposta de melhorias no arranjo físico e no processo produtivo de uma indústria de mosaicos: um estudo de caso**. Coordenação de Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1710/1/MD\\_COENP\\_%202013\\_1\\_03.PDF](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1710/1/MD_COENP_%202013_1_03.PDF)>. Acesso em: 23 de jan. 2018.
- BORBA, M. **Arranjo físico – material de suporte**. UFSC, Florianópolis, 1998.
- CAMAROTTO, J. A. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos - Ufscar. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005c.
- CAMPOS, M. C; FALANI, S. Y; PACHECO, N. O. et al. **Estudo do layout através do slp: uma proposta com validação pelo método score para uma fábrica de polpas de frutas**. Enegep., 2011. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_135\\_855\\_18983.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_855_18983.pdf)>. Acesso em: 23 de jan. 2018.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e Operações**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- DIAS, MAP. **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas; 1993.
- FILHO, A. C.; FONSECA, A. F.; MORAIS, D. C. **Aplicação do sistema de produção enxuta na atividade de reciclagem**. Enegep. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STP\\_091\\_615\\_13911.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_091_615_13911.pdf)>. Acesso em: 23 de jan. 2018.
- FILHO, A. C. **Roteiro para aplicação do sistema de produção enxuta no processo fabril de empresas recicladoras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2008. Disponível em: <[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5174/arquivo3675\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5174/arquivo3675_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 23 de jan. 2018.
- FONSECA, L. H. **Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Bacharel em Administração, Centro Universitário Barra Mansa, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/reciclagem.pdf>>. Acesso em: 23 de jan. 2018.
- GAITHER, N., FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8ª ed. São Paulo. Editora Pioneira. 2001.

- GOMES, L.P. **História da Administração**. Informativo Mensal do CRA/CE, CRA em Ação, Ano 1, no 7, Agosto/Setembro de 2005. Disponível em: Acesso em: 23 jan. 2018.
- HIROTA, E.H.; FORMOSO, C.T. **O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção**. 2000. Disponível em: Acesso em: 23 jan. 2018.
- JOHNSTON, N.S.S.C.R. **Administração da Produção**. 3rd ed. São Paulo: Atlas; 2009.
- MACHLINE, C. et al. **Manual de Administração da Produção**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990.
- MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2003.
- MONKS, J. G. **Administração da produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- MULLER, C.J. **A evolução dos sistemas de manufatura e a necessidade de mudanças nos sistemas de controle e custeio**. 1996. 222 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- MUTHER, R. **Planejamento do layout: O sistema SLP**. Editora Edgard Blücher, 1978
- MUTHER, R.; WHEELER, J. **Planejamento simplificado de layout – Sistema SLP**. São Paulo: IMAM, 2008.
- OHNO, T.; trad. SCHUMACHER, C. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PACHE, R.; SILVA, V. B.; SANTOS, L. A. et al. **Princípios da manufatura enxuta como proposta para arranjo físico da indústria de transformação de termoplásticos**. *Engevista*, V. 17, n. 4, p. 507-524, 2015.
- PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- ROCHA, H. M. **Apostila da disciplina de Arranjo físico industrial versão 2011**. Departamento de Engenharia de Produção – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <[http://www.fat.uerj.br/intranet/disciplinas/Arranjo%20Fisico%20Industrial/Apostila\\_AFI\\_UE\\_RJ\\_Henrique.pdf](http://www.fat.uerj.br/intranet/disciplinas/Arranjo%20Fisico%20Industrial/Apostila_AFI_UE_RJ_Henrique.pdf)>. Acesso em: 23 de jan. 2018.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SANTOS, C. A. dos. **Produção enxuta: uma proposta de método para Introdução em uma empresa multinacional Instalada no Brasil**. 2003. 238 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <[http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao\\_008.pdf](http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_008.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2018.

SINGH, A. P.; YILMA, M. **Production floor layout using systematic layout planning in Can manufacturing company**. In: IEEE International Conference on Control, Decision and Information Technologies. CoDIT, Hammamet, Tunisia: p. 822 – 828, 2013.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookman, 2008.

WOMACK, J. P. JONES, D. T. ROOS, Daniel; trad. KORYTOWSKI, I. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachussets Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.