

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA - EEL/USP

ALEXANDRE ANTONOFF RIBEIRO

**Melhoria no arranjo físico de uma fábrica de tintas a partir da aplicação do
método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP)**

Lorena – SP

2020

ALEXANDRE ANTONOFF RIBEIRO

**Melhoria no arranjo físico de uma fábrica de tintas a partir da aplicação do
método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo como requisito parcial para conclusão da Graduação do curso de Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Iacono.

Versão Original

Lorena - SP

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ribeiro, Alexandre Antonoff
Melhoria no arranjo físico de uma fábrica de tintas a partir da aplicação do método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP) / Alexandre Antonoff Ribeiro; orientador Antonio Iacono. - Lorena, 2020.
64 p.

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia de Produção - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2020

1. Melhoria. 2. Planejamento sistemático de layout. 3. Layout. I. Título. II. Iacono, Antonio, orient.

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer aos meus pais Helena e Carlos, pelo apoio, carinho e dedicação em todos os momentos da minha vida.

Agradeço também a minha namorada Vitória que sempre esteve ao meu lado me apoiando, incentivando e me dando muito amor e carinho.

Aos meus irmãos e familiares pelo companheirismo e apoio em toda a minha caminhada na vida.

Agradeço ao meu professor e orientador Antônio, que me orientou neste trabalho da melhor maneira possível e foi sempre muito amigo, compreensivo e profissional.

Aos professores e funcionários da Universidade de São Paulo.

Agradeço aos meus amigos, que foram sempre muito companheiros desde o início da graduação.

RESUMO

RIBEIRO, Alexandre Antonoff. **Melhoria no arranjo físico de uma fábrica de tintas a partir da aplicação do método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP).** 2020. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Diante do cenário atual de grande competitividade, as fábricas têm tentado cada vez mais se manter competitivas no mercado, buscando maior eficiência produtiva. A utilização correta do espaço físico fabril é um fator crucial tanto para o aumento do desempenho produtivo, quanto para uma melhor organização, economia e segurança. Por isso, a fim de melhorar o arranjo físico de uma fábrica de tintas, foi desenvolvido e proposto um novo projeto de layout com maior eficiência produtiva e com redução de custos. Existem diversos métodos para um bom planejamento do macro espaço, como o SLP (Systematic Layout Planning – Planejamento Sistemático de Layout), que podem ajudar no desenvolvimento de boas alternativas de layout. Portanto, visando essa otimização do setor produtivo e utilizando da metodologia SLP, este estudo de caso coletou dados in loco e com a diretoria da fábrica e determinou uma proposta de layout coerente com os anseios da empresa. Como resultado, após o levantamento e análise dos dados e da aplicação das ferramentas do SLP, foi obtido uma proposta de layout que teve como foco as reduções de deslocamentos, aumento da eficiência produtiva e uma maior flexibilidade produtiva.

Palavras-chave: Melhoria. Planejamento Sistemático de *Layout*. *Layout*.

ABSTRACT

RIBEIRO, Alexandre Antonoff. **Improvement in the physical arrangement of a paint factory from the application of the Systematic Layout Planning (SLP) method.** 2020. 64 p. Monography – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Faced with the current highly competitive scenario, factories have increasingly tried to remain competitive in the market, seeking greater productive efficiency. The correct use of the physical factory space is a crucial factor both for the increase of the productive performance, as well as for a better organization, economy and security. For this reason, to improve the physical arrangement of a paint factory, a new layout project was developed and proposed with greater production efficiency, with cost reduction. There are several methods for good macro space planning, such as SLP (Systematic Layout Planning), which can help in the development of good layout alternatives. Therefore, aiming at this optimization of the productive sector, this case study collected data in loco and with the company's board of directors, so that, using the SLP methodology, determine a layout proposal consistent with the company's desires. As a result, after surveying and analyzing data and applying the SLP tools, a layout proposal was obtained that focused on reducing travel, increasing production efficiency and greater productive flexibility.

Keywords: Improvement. Systematic Layout Planning. Layout.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre o diagrama P - Q e o arranjo físico.....	16
Figura 2 - Relação entre os processos e o tipo de arranjo físico.....	18
Figura 3 - Processo em linha para produção de papel.....	19
Figura 4 - Arranjo físico funcional em uma empresa de estruturas metálicas.....	21
Figura 5 - Arranjo físico celular exemplificado no piso de uma loja.....	23
Figura 6 - Complexo de restaurantes com os 4 tipos de arranjo físico.....	24
Figura 7 - Modelo simplificado para projeto de layout celular.....	25
Figura 8 - Janela principal do sistema de Vilarinho.....	27
Figura 9 - Lista de softwares desenvolvidos para projeto de <i>layout</i>	27
Figura 10 - Sistema de procedimentos SLP.....	28
Figura 11 - Diagrama DE – PARA.....	30
Figura 12 - Diagrama de afinidades.....	30
Figura 13 - Exemplo de diagrama de relacionamento de atividades.....	31
Figura 14 - Diagrama de relações de espaço.....	31
Figura 15 – Etapas do estudo de caso.....	33
Figura 16 - Diagrama P-Q.....	37
Figura 17 – Carta de processos múltiplos.....	39
Figura 18 - Carta DE-PARA do processo.....	40
Figura 19 – Carta de interligações preferenciais.....	42
Figura 20 - Diagrama de inter-relações.....	45
Figura 21 - Diagrama de inter-relações de espaço.....	50
Figura 22 - Planta atual.....	51
Figura 23 - Legenda para planta.....	52
Figura 24 - Planta simplificada.....	52
Figura 25 - Alternativa A de layout.....	54
Figura 26 – Alternativa B de layout.....	55
Figura 27 - Alternativa C de layout.....	56
Figura 28 - Layout final escolhido.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do arranjo posicional	19
Quadro 2 - Comparaçao entre arranjo físcio por processo e por produto.....	21
Quadro 3 - Métodos de intervenção de layout e suas características.....	26
Quadro 4 - Passos do método SLP	29
Quadro 5 - Contagem da Carta de interligações preferenciais	43
Quadro 6 - Legenda para Carta de interligações preferenciais	43
Quadro 7 – Identificação das áreas analisadas	44
Quadro 8 - Espaço requerido do Almoxarifado	46
Quadro 9 - Espaço requerido para a Agitação	46
Quadro 10 - Espaço requerido para a Moagem	47
Quadro 11 - Espaço requerido para a Pesagem	47
Quadro 12 - Espaço requerido para a Homogeneização	47
Quadro 13 - Espaço requerido para o Envase	48
Quadro 14 - Espaço requerido para a expedição	48
Quadro 15 - Espaço requerido X Espaço necessário	48
Quadro 16 – Avaliação de análise de fatores	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
1.3 OBJETIVOS.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 O LAYOUT E SUA IMPORTÂNCIA	14
2.2 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO	17
2.2.1 Arranjo físico posicional (ou posição fixa)	18
2.2.2 Arranjo físico linear (ou por produto)	19
2.2.3 Arranjo físico funcional (ou por processo)	20
2.2.4 Arranjo físico celular	22
2.2.5 Arranjo físico misto	23
2.3 FORMAS DE INTERVENÇÃO DE LAYOUT	24
2.4 MÉTODO SLP	28
3 METODOLOGIA.....	33
3.1. ESTRUTURA CONCEITUAL – TEÓRICA.....	34
3.2. PLANEJAMENTO DO CASO.....	34
3.3. CONDUÇÃO DO TESTE PILOTO	34
3.4. COLETA DE DADOS	35
3.5. ANÁLISE DE DADOS	35
3.6. GERAÇÃO DO RELATÓRIO	36
4 RESULTADOS	37
4.1 ANÁLISE VOLUME-VARIEDADE	37
4.2 ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS.....	38
4.3 ANÁLISE DAS INTER-RELAÇÕES NÃO BASEADAS NO FLUXO DE MATERIAIS	41
4.4 DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES.....	44
4.5 DETERMINAÇÃO DOS ESPAÇOS	45
4.6 DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES ENTRE ESPAÇOS.....	49
4.7 LIMITAÇÕES PRÁTICAS	50
4.8 APRESENTAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	51
4.9 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E SELEÇÃO DO MELHOR LAYOUT	56

5 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A preocupação com a melhoria e otimização do setor produtivo, no cenário atual de alta competitividade enfrentado pelas empresas, são fundamentais por motivos de economia, segurança e sobrevivência de um negócio. Quando ocorre um crescimento desordenado, é recorrente encontrarmos empresas com alocação de recursos de maneira aleatória, fato que tem chamado a atenção dos empresários ao arranjo físico do processo produtivo (COELHO; ROTTA, 2014).

O arranjo físico ou *layout* de uma organização, não é apenas a posição de seus equipamento e ferramentas, mas também, uma das características mais importantes no ambiente organizacional que influencia no modo como os recursos são transformados, no tempo de execução de cada operação, na segurança e na melhoria das condições de trabalho das pessoas envolvidas.

Por isso que um arranjo físico, se bem planejado, gera uma economia muito grande à longo prazo, sendo assim, uma questão crucial para a sobrevivência do negócio.

Segundo Muther (1978), o projeto de *layout* é uma das mais importantes etapas do planejamento do sistema produtivo e o seu planejamento correto permite a aplicação de métodos que simplifiquem o trabalho. O tempo investido planejando o arranjo físico antes de sua implantação pode evitar que perdas assumam grandes proporções além de facilitar futuras possíveis modificações. A reestruturação do *layout* deve ser feita de forma a otimizar o processo de trabalho garantindo sempre a segurança do fluxo de materiais, pessoas e informações (MONKS, 1987).

Existem algumas técnicas utilizadas na elaboração de projetos de *layout*, entre elas está o Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP – *Systematic Layout Planning*). O SLP é uma metodologia muito utilizada por conta da sua acessibilidade (GILBERT, 2004), a qual tem como objetivo regulamentar uma série de procedimentos para a escolha do melhor arranjo das instalações e equipamentos de uma fábrica e colaborar, portanto, na tomada de decisão por parte da empresa (SILVA et al., 2009). É uma metodologia estruturada em fases que consistem em procedimentos e convenções para identificar, visualizar e classificar as atividades, inter-relações e alternativas das

áreas envolvidas no planejamento do arranjo físico, para assim, aumentar a produtividade e eficiência dos processos, através de uma melhor utilização do espaço e da redução na movimentação de materiais, pessoas e informações (MUTHER, 1978).

Com o intuito de propor um novo arranjo físico (aplicado na mesma área do *layout* atual), o presente estudo utilizará o método SLP em um ambiente operacional de uma empresa localizada no município de Lorena, no interior do estado de São Paulo. A empresa se especializou, há mais de 20 anos, no desenvolvimento e fabricação de tintas, lacas, vernizes e soluções de nitrocelulose, personalizadas para o mercado de embalagens plásticas flexíveis.

1.2 JUSTIFICATIVA

Conforme relatado por Migliorini e Filho (2012), existe uma grande parcela das indústrias de pequeno e médio porte que estão defasadas tecnologicamente. Essa defasagem torna seus processos produtivos “arcaicos”, prejudicando sua competitividade diante do mercado atual. Por conta da falta de investimento no desenvolvimento de novas tecnologias, o emprego de mão de obra é significativo nesse setor. Uma das maneiras encontradas pelas indústrias para combater isso, é tentar de alguma forma aperfeiçoar seus processos produtivos, arranjo físico e maquinários, tornando-os mais eficientes.

Esse cenário pode ser observado em empresas por todo o mundo. O aumento da eficiência produtiva sem causar prejuízo à qualidade dos produtos, à segurança dos operadores e ao fluxo de material e pessoas é um desafio que precisa ser enfrentado diariamente. Diante disso surge a seguinte questão: Uma mudança no arranjo físico, pode ajudar uma fábrica a produzir com mais eficiência e gerar movimentações mais harmoniosas?

Neste trabalho busca-se responder esta questão avaliando a capacidade produtiva, a posição relativa entre as diversas áreas, o planejamento das instalações, as inter-relações, movimentação das máquinas e equipamentos para, por fim, avaliarmos as considerações e limitações práticas, selecionando assim as melhores opções de mudanças.

Na empresa objeto de estudo, os problemas relacionados ao *layout* ficaram evidenciados após um período de análise dos materiais, equipamentos e serviços de suporte. Foi identificada uma grande necessidade de mudança especificamente nas balanças e do fluxo de materiais. Após alguns meses de análise, conforme relatado pela própria empresa e pelo autor, existem diversas balanças distribuídas pela fábrica, porém de um modo desordenado além de existirem balanças com capacidade muito inferiores às necessidades requeridas pelas áreas próximas a elas, gerando a necessidade de grande movimentação de materiais para balanças com capacidades maiores. As empilhadeiras e os materiais de grande porte também foram observados e concluiu-se que eles andam distâncias gigantescas durante o dia e mantém certa regularidade no seu trajeto diário.

A empresa almeja a revitalização de seu setor produtivo e, para isso, a escolha de um modelo de *layout* que melhor se adapte ao processo produtivo da empresa tende a diminuir a movimentação de pessoas e materiais entre postos de trabalho, propiciando um aumento no fluxo da produção, além de possibilitar uma maior proximidade entre áreas com fortes inter-relações. Este é o foco da empresa para aumentar a sua eficiência, tendo claro que durante essa revitalização pode identificar a necessidade de aquisição de possíveis equipamentos de suporte à produção (balanças ou bombas) ou até uma modificação drástica na sequência atual de produção. Tudo isso mirando a eficiência, a rapidez, a segurança e a qualidade que os tempos atuais requerem.

Por isso, em conjunto com a metodologia SLP, foram analisados os roteiros de produção, as relações entre cada área, maquinário e as limitações práticas e de espaço. No final, foram geradas algumas alternativas boas de layout e em conjunto com a diretoria da empresa e analisando os fatores mais importantes para a escolha do novo layout, foi decidido pelo arranjo físico que demonstrou estar mais de acordo com os anseios atuais e futuros da empresa, proporcionando também, um aumento da eficiência produtiva.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho é de grande importância para a empresa, uma vez que as deficiências no arranjo físico atual a impede de aumentar sua capacidade produtiva,

tornar seu fluxo de materiais mais harmonioso e garantir uma maior flexibilidade no processo produtivo.

Estes problemas comprometem a qualidade, a segurança e agilidade do processo de produção. Diante disso, o objetivo deste trabalho é a elaboração de uma proposta de *layout* produtivo mais eficiente para esta indústria de tintas, com base nos conceitos do método SLP, utilizando-se de suas ferramentas e procedimentos para identificação, visualização e classificação de várias atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo o projeto de arranjo físico. Além disso, comparou-se diversas alternativas finais de layout e através de uma avaliação qualitativa optou-se por um determinado layout, levando em conta os fatores mais importantes para a organização em questão.

Para atingir esses objetivos, os seguintes objetivos específicos foram realizados:

- a) identificar os principais processos e dificuldades atuais da fábrica;
- b) desenvolver e propor um novo projeto de *layout* com uma maior eficiência produtiva;
- c) analisar o novo *layout* proposto e verificar quais os impactos para a produtividade da empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, serão apresentados os principais conceitos que servem de embasamento teórico para melhor compreensão do desenvolvimento deste trabalho. Mais especificamente, serão tratados os temas: *Layout*, tipos de arranjos físicos e Método SLP (*Systematic Layout Planning*).

2.1 O LAYOUT E SUA IMPORTÂNCIA

Nas operações modernas, os primeiros indícios claros do planejamento de instalações surgiram em Michigan, local onde Henry Ford e Charles Sorensen colocaram em prática pela primeira vez a produção em linha de fluxo de larga escala (LEE, 1998).

Martins e Laugeni (2005), definem o *layout* como sendo a representação física das áreas de armazenamento, escritórios e demais elementos de suporte a produção, além dos seus equipamentos. Complementam também que a sua elaboração é uma atividade multidisciplinar, necessitando assim, de diferentes conhecimentos.

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2008, p. 200) “o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação”. Para Corrêa e Corrêa (2012) arranjo físico é a maneira na qual encontram-se alocados todos os recursos que compõem o ambiente físico dentro da instalação de uma atividade.

De acordo com Werner, Forcellini e Ferencio (2018), o layout e seu rearranjo necessita levar em consideração a circulação de materiais e pessoas, utilização de maquinário e a eliminação de desperdícios.

Para Cury (2000) o arranjo físico corresponde ao arranjo dos diversos locais de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo a preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, de acordo com a natureza da atividade que desempenha, além da alocação das máquinas, equipamentos, matérias-primas e móveis.

O primeiro grande objetivo que pode se ver nas mudanças de *layout*, segundo Meinchein (2018), são as facilidades físicas ocasionadas na fábrica, capazes de

alterar os meios de produção em nível material, tecnológico, humano, capital e patrimonial.

Um *layout* (arranjo físico) adequado é aquele que propicia uma melhor utilização do seu espaço, resultando em um processo mais efetivo e seguro, através da menor distância e no menor tempo possível (VIEIRA, 1983).

Lee (1998) coloca que “O *layout* de uma fábrica é produto de milhares de decisões, passadas e presentes. É a manifestação física da estratégia de produção da empresa”.

Um bom *layout* pode alavancar o desempenho (CORRÊA; CORRÊA, 2012), além de trazer benefícios como a minimização dos custos de manuseio e movimentação, facilitar a comunicação entre os funcionários, reduzir tempos de ciclo de operações, utilizar eficientemente o espaço além de facilitar a manutenção dos recursos (Silva e Rentes, 2012; Shengchong et al., 2015).

De acordo com Slack et al. (2008) os objetivos de qualquer arranjo físico dependerão dos objetivos estratégicos de uma operação e da sua natureza, mas existem alguns objetivos gerais relevantes a todas as operações. Dentre os exemplos citados pelo autor, destacam-se:

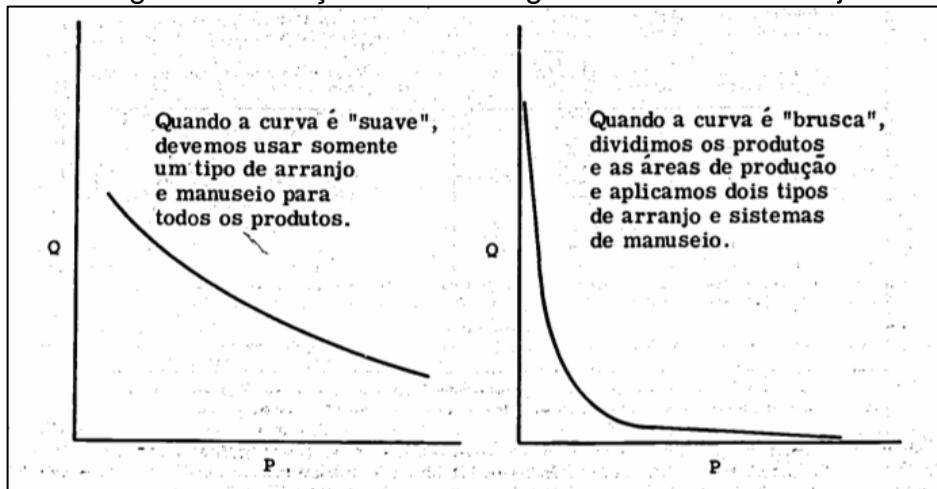
- Clareza de fluxo: Todo o fluxo de materiais e clientes deve estar bem sinalizado e visível tanto para funcionários quanto clientes. No presente trabalho, por exemplo, seriam corredores e rotas da fábrica representadas por linhas coloridas indicando rotas de empilhadeiras, espaço para estoque e caminho seguro para pedestres;
- Extensão do fluxo: Remete à canalização do fluxo produtivo no arranjo físico de modo a satisfazer os objetivos da operação, significando em muitos casos, na minimização das distâncias percorridas pelos recursos transformados;
- Uso do espaço: Os arranjos físicos precisam permitir o uso adequado de espaço disponível da operação. Pode significar a minimização do espaço utilizado para uso específico, ou até a adequação da altura, piso adequado e área de chão;
- Flexibilidade de longo prazo: Um bom arranjo físico terá sido planejado prevendo possíveis necessidade futuras, como por exemplo, acomodar uma possível expansão no caso de um aumento brusco de demanda por um determinado grupo de produtos nos últimos anos.

Portanto, ao planejar um novo arranjo físico, é primordial utilizar como base os dados de produção atual e as projeções futuras, para que mudanças futuras não alterem drasticamente o novo *layout*. Por isso, é de extrema importância estudar as inter-relações entre o produto (P) e a quantidade (Q).

A folha produto-quantidade nos permite colher os dados P e Q de uma maneira simples. Para o projetista de *layout*, esse estudo que leva em conta as quantidade ou volume e os produtos, é de fundamental importância, pois é a base para a decisão sobre o tipo de *layout* a ser adotado. Geralmente essa análise leva em conta a classificação dos produtos de acordo com a sua quantidade, em quilos por exemplo, e em seguida são colocados em ordem decrescente de quantidade. Para uma melhor visualização, plotamos os resultados num diagrama denominado diagrama produto-quantidade, em que o eixo vertical corresponde à quantidade e o eixo horizontal é reservado para os produtos ou itens analisados (MUTHER, 1973).

Em alguns casos, dependendo da curva resultante do diagrama produto-quantidade (diagrama P-Q), é conveniente dividir os produtos em mais de um tipo de arranjo. Devemos analisar os produtos e estudar os tipos de arranjo que melhores se adaptam a cada caso, podendo ser necessário uma combinação de dois ou mais tipos de arranjos. A Figura 1 ilustra a importância da utilização do diagrama P-Q.

Figura 1 - Relação entre o diagrama P - Q e o arranjo físico



Fonte: Muther (1973).

O diagrama, por oferecer os dados de quantidade por produto, também nos oferece dados muito relevantes para a projeção futura, pois pode nos indicar, mês a

mês por exemplo, quais são os produtos produzidos em maiores quantidades, qual a evolução deles ao longo do tempo e a sua representatividade em relação ao total.

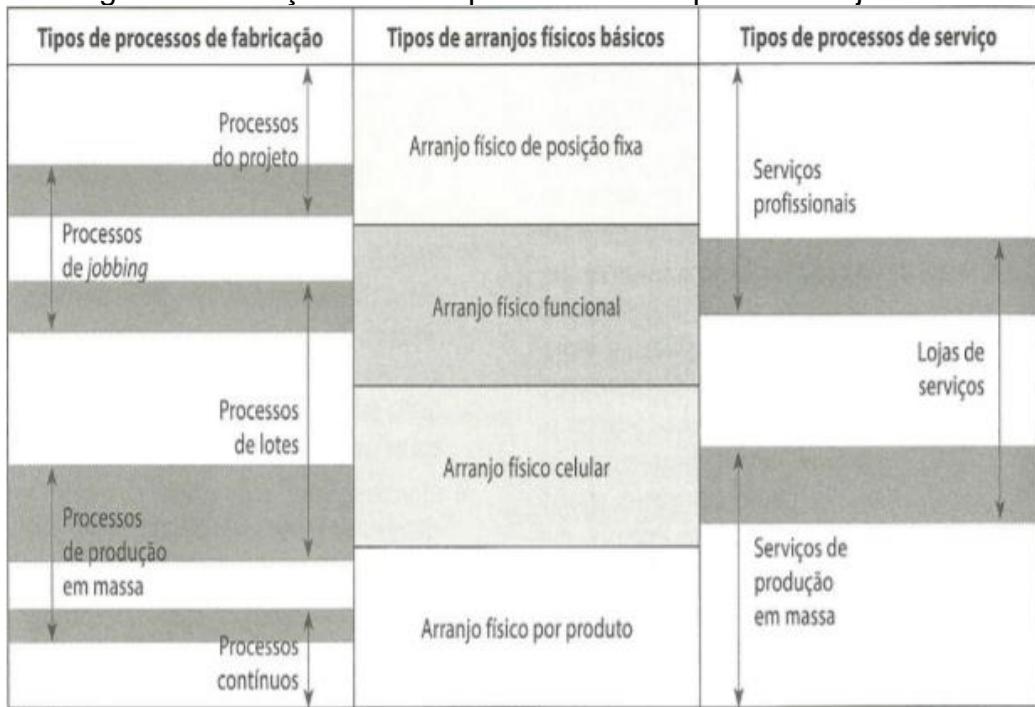
Já para Peinado e Graeml (2007), é importante ter conhecimento que o arranjo físico define como a empresa vai atuar e operar. O *layout* é a parte mais visível de qualquer organização, devendo assim, promover também o bem estar a quem nela trabalha. Até por isso, hoje em dia é comum vermos arquitetos e decoradores participarem da elaboração de arranjos físicos industriais, reforçando ainda mais a importância entre conforto e ambiente de trabalho.

2.2 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO

Os tipos mais comuns de arranjos físicos são citados por diversos autores como Slack et al (2008), Martins e Laugeni (2005), Chiavenato (2004) e Muther (1973), e podem ser categorizados em cinco grupos principais, que diferem nos aspectos que envolvem pessoas, máquinas, produtos e processos. Os cinco arranjos são: posicional (posição fixa), linear (por produto), funcional (por processo), celular e misto.

De acordo com Slack et al. (2008) o arranjo físico difere dependendo dos tipos de processos que nele ocorrem, a Figura 2 mostra como se relacionam os tipos de arranjo com o tipo de processo.

Figura 2 - Relação entre os processos e o tipo de arranjo físico.



Fonte: Slack et al. (2008).

Neste trabalho apresentaremos os tipos de arranjos físicos básicos. Os tipos de processos de fabricação e os tipos de processos de serviço não serão apresentados, pois não abrangem o objetivo geral deste estudo.

2.2.1 Arranjo físico posicional (ou posição fixa)

De acordo com Krajewski e Ritzman (2005), neste arranjo físico, quem se move são os recursos transformadores, o produto permanece estacionário. É o tipo de arranjo mais básico e é utilizado quando outro tipo de arranjo não é possível ser implantado. É indicado para produção de produtos únicos e de grande porte como aviões, navios e construções.

Neumann e Scalice (2015) apontam algumas vantagens e desvantagens do arranjo físico posicional de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do arranjo posicional.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Melhor planejamento e controle do trabalho, dado que tudo está orientado para um único objetivo; Alta flexibilidade de mix de produtos e processos; • Alta variedade de tarefas para a mão de obra; • Permite enriquecimento de tarefas; • Favorece trabalho em equipes; • Pequena movimentação de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programação do espaço ou atividade pode ser complexa; • Grande necessidade de supervisão; • Grande movimentação de equipamentos e mão de obra especializada, gerando custos elevados; • Falta de estruturas de apoio, tais como energia elétrica e água; • Baixa utilização de equipamento, gerando alto custo.

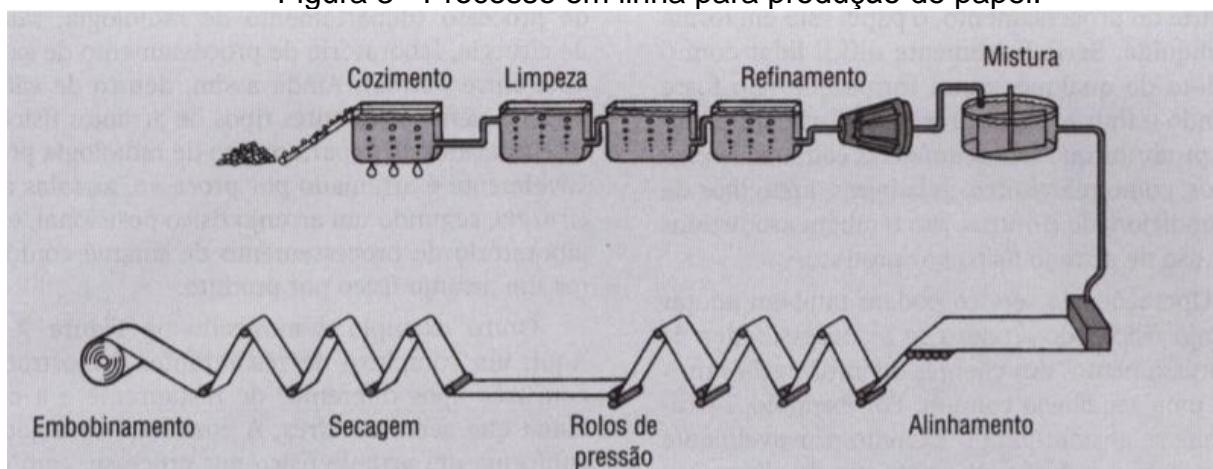
Fonte: Neumann e Scalice (2015).

Trata-se, portanto, de um tipo de arranjo com baixa eficiência, porém com um alto grau de customização.

2.2.2 Arranjo físico linear (ou por produto)

O arranjo físico por produto busca por uma melhor fluência do produto pela linha de produção. Nele, o fluxo de cada produto segue uma sequência linear de operações predefinidas com a sequência de atividades necessárias coincidindo com a sequência de processos arranjados fisicamente (SLACK et al., 2008). Ou seja, o arranjo físico por produto é mais apropriado para operações que processam volumes gigantescos de produtos e que passam por uma sequência comum de etapas, tais como: linhas de montagem de automóveis, indústrias químicas, de aço, de papel (Ver Figura 3), entre outras.

Figura 3 - Processo em linha para produção de papel.



Fonte: Slack et al. (2008).

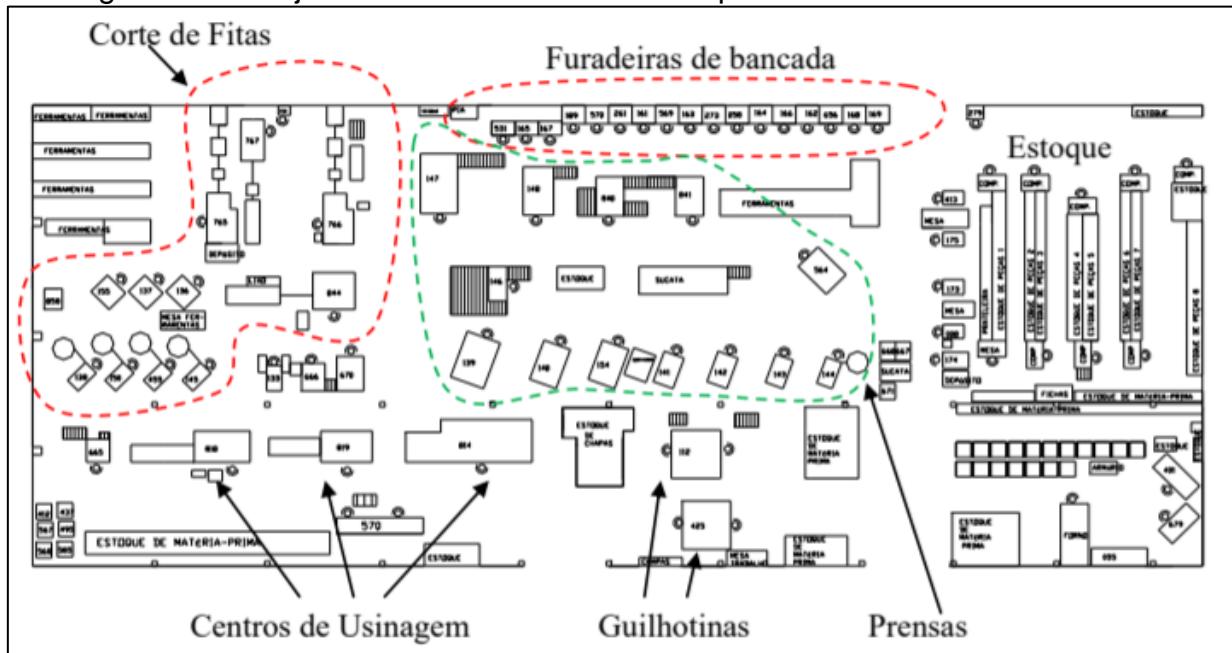
De acordo com Peinado e Graeml (2007), o arranjo em linha não precisa ser realmente em uma linha reta, pode ser disposto também em “U” ou “S”, de forma a se adaptar ao espaço físico disponível na empresa. Segundo Tompkins et al. (1996) este arranjo físico é usado para processos com grandes quantidades de peças, que o produto tende a ser padronizado e que a demanda é estável e pode se manter um fluxo de material contínuo.

2.2.3 Arranjo físico funcional (ou por processo)

Neste tipo de arranjo, os produtos, pessoas ou informações se deslocam de acordo com suas necessidades, gerando fluxos de processos diferenciados para cada projeto. Também é normalmente utilizado para volumes baixos, alta flexibilidade entre os produtos e equipamentos de difícil movimentação (KRAJEWSKI; RITZMAN, 2005).

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), o arranjo físico funcional privilegia a flexibilidade dos fluxos, permitindo acomodar qualquer necessidade do cliente, pois o produto pode percorrer diferentes trajetos. Tudo isso à custa da eficiência produtiva, porque as distâncias percorridas tendem a ser maiores do que a ideal, prejudicando o tempo total do processo (lead time). Podemos observar na Figura 4 que existem áreas na empresa que são “especializadas” em determinadas etapas do processo, como por exemplo, uma área exclusiva para as furadeiras, na parte superior da Figura.

Figura 4 - Arranjo físico funcional em uma empresa de estruturas metálicas.



Fonte: Silva e Ganga (2006).

Podemos ver no Quadro 2 um comparativo entre o arranjo físico por produto e o arranjo físico por processo, ambos ainda muito utilizados atualmente na maioria das empresas.

Quadro 2 - Comparação entre arranjo físico por processo e por produto.

	Arranjo físico por processo	Arranjo físico por produto
Lógica	Recursos agrupados por função	Recursos arranjados seqüencialmente
Tipo de processo	Por tarefa	Linha (manual ou automática)
Fluxo processado	Por lote ou batelada	Fluxo contínuo
Volumes por produto	Intermitente, variável	Contínuo
Variedade de produtos	Baixos	Altos
Decisão de arranjo físico	Alta	Baixa
Estoque em processo	Localização dos recursos	Balanceamento de linhas
Sincronização entre etapas	Alto	Baixo
Identificação de gargalos	Difícil	Fácil
Distâncias percorridas	Mais difícil	Mais fácil
% de tempo agregando valor	Longas	Curtas
Espaço requerido	Baixa	Alta
Natureza geral dos recursos	Grande	Pequeno
Custos com manuseio de materiais	Mais polivalentes	Dedicados
Critério competitivo priorizado	Mais altos	Mais baixos
	Flexibilidade	Custo, velocidade

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

Nota-se que ambos os arranjos têm pontos fortes e fracos que eles são opostos em muitos aspectos. Em uma tentativa de conciliar esses tipos de arranjos, surgiu o arranjo físico celular, considerados por muitos como um tipo intermediário.

2.2.4 Arranjo físico celular

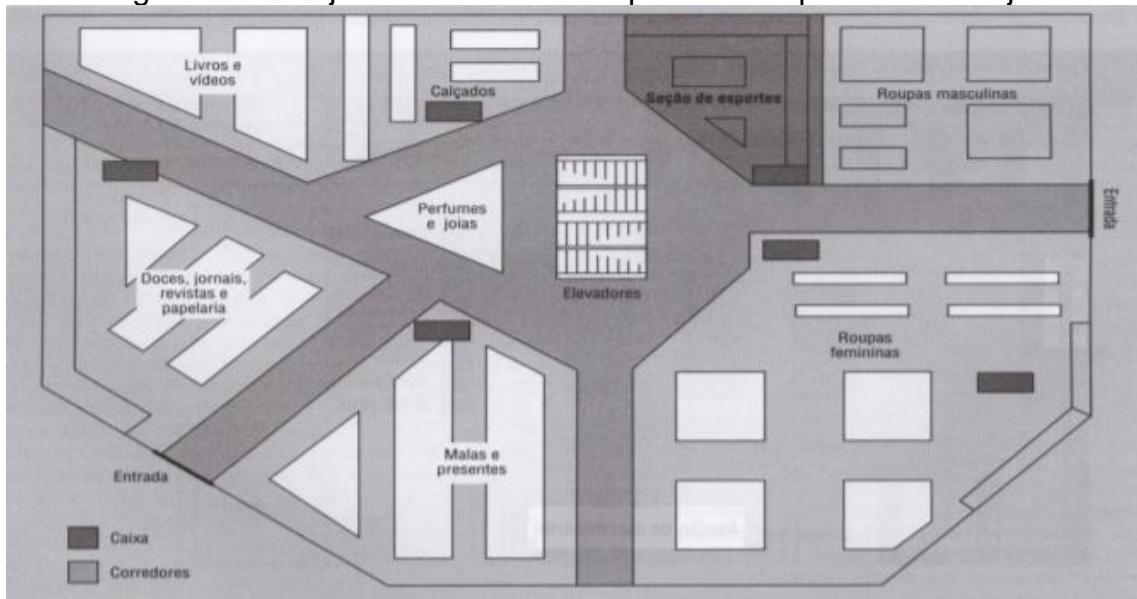
Segundo Martins e Laugeni (2005), no arranjo físico celular, também chamado de célula de manufatura, o produto é feito por completo em um só local, local esse que compreende todas as máquinas e equipamentos necessários para a fabricação do produto. Assim, os produtos semelhantes e com necessidades específicas de fabricação, são agrupados e transformados em células de produção, permitindo uma maior utilização das máquinas e equipamentos.

Gaither e Frazier (2001) destacam que as células podem trazer diversas vantagens, como redução dos custos de manuseio de materiais, redução do tempo de produção das peças, menor necessidade de estoque de produtos em processos e facilidade de automatizar a produção. Porém, diante desse cenário, a inserção de novos produtos na fábrica pode ser um problema, pois as células já possuem um padrão estabelecido. Além disso, as células para atingirem uma grande eficiência necessitam de equipes multifuncionais, sendo necessário processos de treinamento, implicando em tempo e custo.

Para Peinado e Graeml (2007) esse tipo de arranjo físico proporciona maior satisfação no trabalho, pois a proximidade física e a facilidade de treinamento fazem com que se tenha maior rotatividade dos funcionários entre as tarefas, fazendo com que se sintam envolvidos naquela etapa de transformação.

Apesar da ideia de arranjo físico celular ser muito associada à operação de manufatura, esses princípios também são usados em serviços, como é ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Arranjo físico celular exemplificado no piso de uma loja.



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2008).

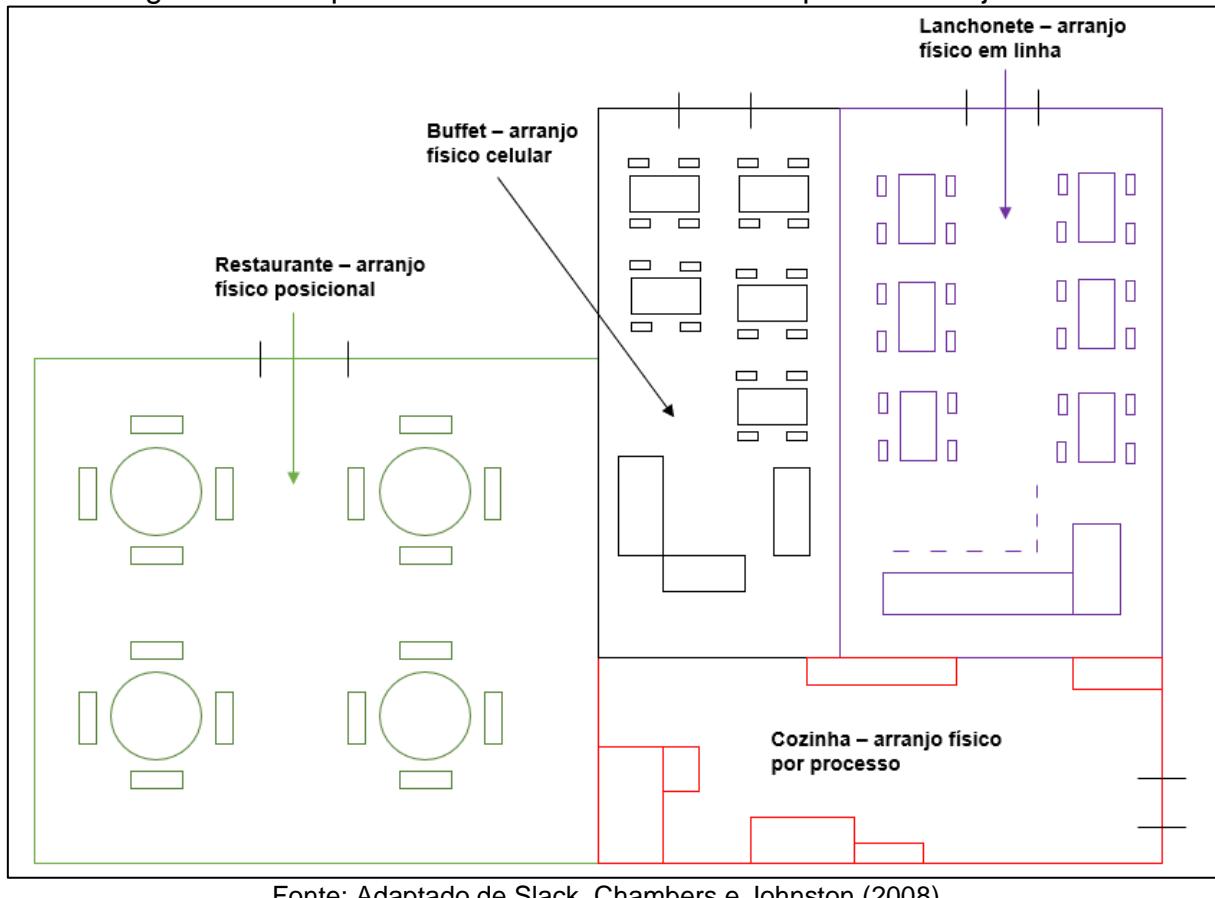
2.2.5 Arranjo físico misto

Muitas operações utilizam dois ou mais tipos básicos de arranjo física de forma “pura” em diversas partes da operação. Este tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico misto.

Martins e Laugeni (2005) definem esse tipo de arranjo combinado, como uma combinação de arranjos que tem por objetivo obter as vantagens de todos os demais tipos de arranjos básicos. Conforme ocorre o aumento da produção e consequentemente das vendas, a empresa pode optar mais de um tipo de arranjo, utilizando um tipo de layout onde existem certas necessidades que o favoreçam, otimizando assim, a utilização de máquinas e recursos.

Um exemplo de arranjo misto é mostrado na Figura 6. Nela há um complexo de restaurantes com três diferentes tipos de atendimento e uma cozinha que serve aos três.

Figura 6 - Complexo de restaurantes com os 4 tipos de arranjo físico.



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2008).

2.3 FORMAS DE INTERVENÇÃO DE LAYOUT

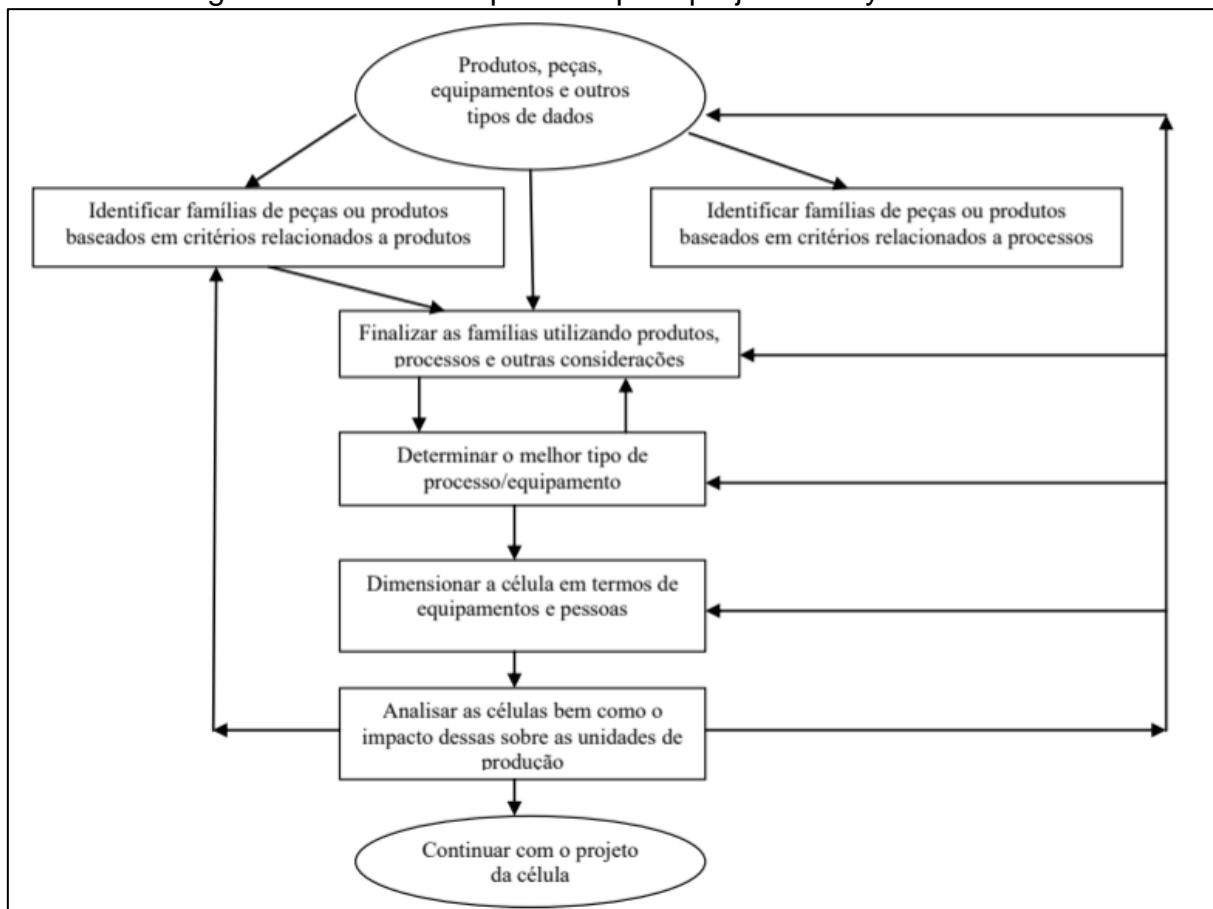
Existem diversos modelos para o projeto de *layouts* descritos na literatura. A seguir serão apresentados brevemente alguns deles. Por fim, será apresentado mais a fundo o método SLP, um método muito efetivo e utilizado para a concepção de *layouts* funcionais e, portanto, escolhido neste trabalho.

Existem modelos mais antigos e mais recentes para o projeto de *layout*, desde métodos simples, métodos complexos e até métodos computacionais. Vamos apresentá-los rapidamente.

O primeiro modelo a ser apresentado é o Modelo de Hyer e Wemmerlöv. Hyer e Wemmerlöv (2002) apresentam um modelo para projeto de *layout* celular, que basicamente consiste na identificação das famílias de produtos baseados em critérios relacionados aos processos e produtos. Para assim, determinar os materiais adequados para os processamentos das famílias e dimensionar a quantidade necessária de equipamentos. Por fim projeta-se a célula de produção.

A Figura 7 apresenta esse modelo simplificado:

Figura 7 - Modelo simplificado para projeto de layout celular.



Fonte: Hayer e Wemmerlöv (2002).

Segundo Tortorella (2006), quase todos os métodos de intervenção de *layout* não são de fácil aplicação. Para propostas de pequeno porte, a utilização da experiência e da criatividade pode acelerar o processo de propostas. Mas para propostas de médio e grande impacto, a utilização de sistemáticas de criação de propostas de *layout* é necessária para aumentar os possíveis cenários em um tempo de análise adequado.

O Quadro 3 mostra alguns métodos identificados por Tortorella (2006) e as suas principais características.

Quadro 3 - Métodos de intervenção de layout e suas características.

Método	Características principais
CRAFT	Planilha DE - PARA como dado de entrada
	Departamentos restritos à formas retangulares
	Distâncias entre os pares de centróides dos departamentos
MULTIPLE	Utilizado para <i>layouts</i> de multi - nível
	Trocas de posição dos departamentos nos níveis ou entre níveis
SLP	Altamente utilizada
	Direciona o projeto de <i>layout</i> através de uma sequência de análises
QAP	Busca a minimização dos custos de movimento
	Complexa utilização
Algoritmos genéricos	Propícios para <i>layouts</i> com departamentos de áreas desiguais
	Gera a solução final a partir de melhorias feitas na primeira alternativa
SPM	Nem sempre satisfaz as limitações de forma dos departamentos
	Área da planta dividida em blocos
BLOCKPLAN	Departamentos restritos à formas retangulares
	Pode ser usado para construção ou melhoria de <i>layouts</i>
DISCON	Dividido em duas fases: Dispersão e concentração
	Utiliza o fator custo de movimentação como critério de análise

Fonte: Adaptado de Tortorella (2006).

Métodos inovadores de planejamento de *layout* têm gerado grandes mudanças na análise de projetos fabris (SLY, 1997). Atualmente tem se utilizado cada vez mais a utilização de softwares para o problema de *layout*, um exemplo é o caso do Modelo de Vilarinho.

Vilarinho (1997) apresenta um software direcionado para o projeto de *layouts* que leva em conta diversas restrições que limitam o volume e os custos de planejamento. Para isso, são necessários dados como valor da procura para cada produto, custos de mão-de-obra, capacidade de máquinas e muitos outros.

A Figura 8 apresenta a janela principal desse software.

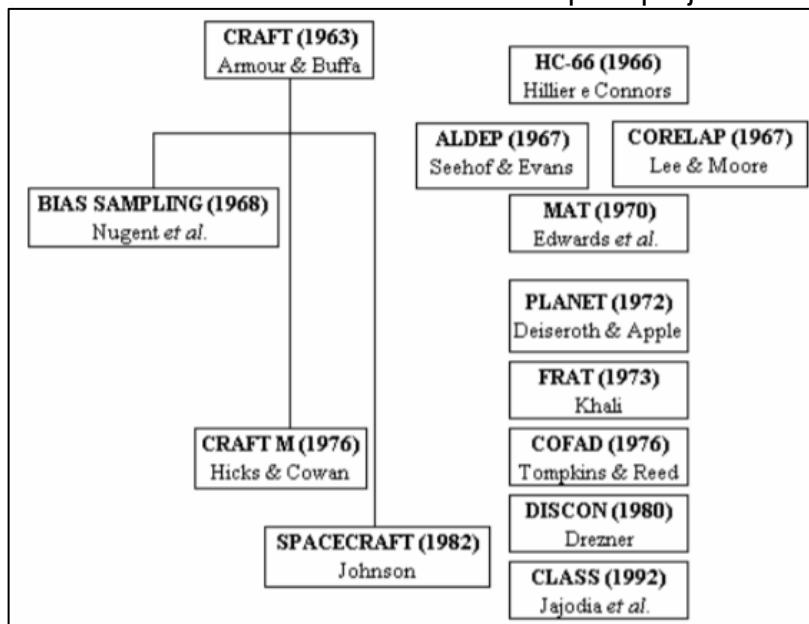
Figura 8 - Janela principal do sistema de Vilarinho.



Fonte: Vilarinho (1997).

Existem programas computacionais disponíveis comercialmente, enquanto alguns outros são encontrados somente na Academia. A Figura 9 traz, em ordem cronológica, os softwares mais representativos para o projeto de *layout* entre 1963 e 1992. Vale destacar que o software CRAFT, desenvolvido por Armour e Buffa, foi o primeiro programa desenvolvido para fins comerciais (CANEN; WILLIAMSON, 1998).

Figura 9 - Lista de softwares desenvolvidos para projeto de *layout*.



Fonte: Adaptado de Canen e Williamson (1998).

Porém mesmo com todos esses tipos de métodos, utilizaremos o método SLP, como foi dito no início desta seção. A seguir serão explicados seus procedimentos.

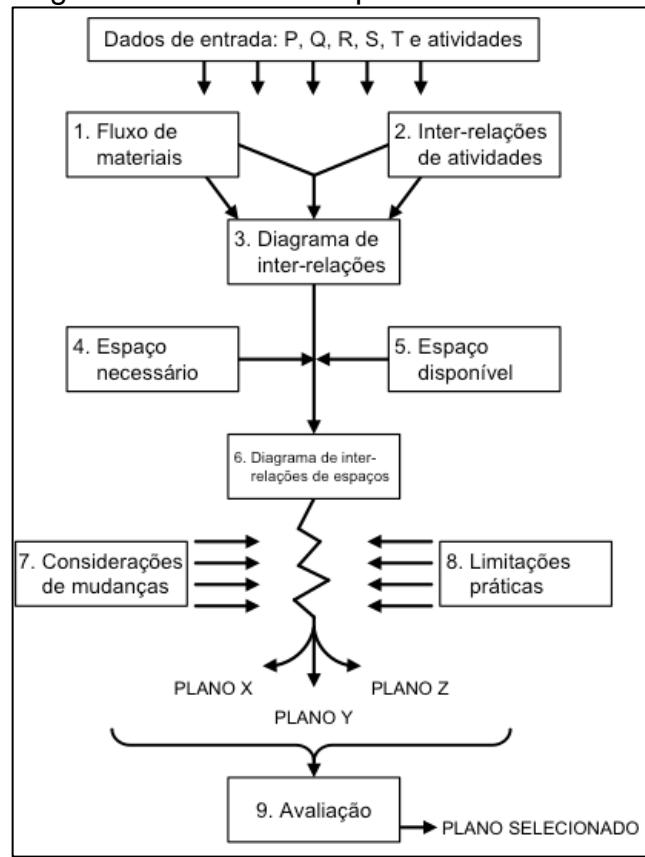
2.4 MÉTODO SLP

O SLP (*Systematic Layout Planning*), desenvolvido por Muther em 1961, é um procedimento estruturado em etapas que tem o intuito de identificar, planejar e classificar as várias atividades, relações e alternativas envolvidas em qualquer projeto de *layout*. Todo o arranjo se baseia em três conceitos fundamentais que são as inter-relações, o espaço e o ajuste (MUTHER,1998).

Esses conceitos também levam em conta o que Muther chama de “chave PQRST”. Em que P é o produto, Q a quantidade, R o roteiro de fabricação, S os serviços de suporte à produção e T o tempo. Esse seria o alfabeto do engenheiro de arranjo físico e os elementos básicos para um projeto de planejamento de instalações.

A Figura 10 representa um resumo do sistema de procedimentos SLP:

Figura 20 - Sistema de procedimentos SLP.



Fonte: Muther (1973).

Muther (1973) também define fases do sistema SLP, tais fases não são consecutivas, podendo haver uma sobreposição entre elas, para um melhor desenvolvimento de cada fase. A primeira fase seria a localização da área a ser feito o planejamento, a segunda fase seria planejar o arranjo físico de uma forma geral. Na terceira fase o planejamento físico seria mais detalhado, levando em conta cada máquina e equipamento. Por fim, na quarta fase planeja-se cada passo da implantação do projeto.

O sistema mostrado na Figura 10, é seguido no arranjo físico geral e repetido para o arranjo físico detalhado. Esse sistema e os dados de entrada mostram que não se leva em conta apenas as áreas de produção, as áreas de serviços de suporte “S” também são muito relevantes, inclusive no levantamento do Diagrama de inter-relações entre as atividades. Outro ponto importantíssimo que devemos nos importar na hora de realizar os diagramas e os projetos alternativos, são as limitações práticas tais como segurança, pilares, energia disponível, entre outros.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012), o sistema SLP é utilizado para o desenvolvimento de um bom *layout* e ele relaciona os passos do planejamento do SLP em 5 etapas.

Todas as etapas são relacionadas com suas respectivas possíveis ferramentas e são mostradas no Quadro 4:

Quadro 4 - Passos do método SLP.

Passos	Possíveis ferramentas
1. Análise de fluxos de produtos ou recursos	Diagrama de fluxo ou diagrama de – para
2. Identificação e inclusão de fatores qualitativos	Diagrama de relacionamento de atividades
3. Avaliação dos dados e arranjo de áreas de trabalho	Diagrama de arranjo de atividades
4. Determinação de um plano de arranjo dos espaços	Diagrama de relações de espaço
5. Ajuste do arranjo no espaço disponível	Planta do local e modelos (templates)

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

O passo 1 é a análise dos fluxos, em que os departamentos são analisados conforme o exemplo da Figura 11, colocando os fluxos de materiais de sua origem, até outro departamento, por meio do diagrama DE - PARA.

Figura 11 - Diagrama DE – PARA.

a. Diagrama de - para		Para	Embalagem	Recebimento/ despacho	Armazém	Totais
	De					
1	Embalagem		0	400	0	400
2	Recebimento/despacho		0	0	2000	2000
3	Armazém		400	1600	0	2000
Totais			400	2000	2000	

Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2012).

A partir disso, vamos estabelecer as prioridades entre os setores. O Diagrama de afinidades ou relacionamentos, exemplificado pela Figura 12, relaciona os elementos por meio de um entrelaçamento diagonal em que as relações são classificadas conforme os códigos já definidos de proximidade “A”, “E”, “I”, “O”, “U” e “X”. Segundo Lima (2016), esse diagrama auxilia na tomada de decisão que leva em conta a alocação mais próxima entre os departamentos.

Figura 12 - Diagrama de afinidades.

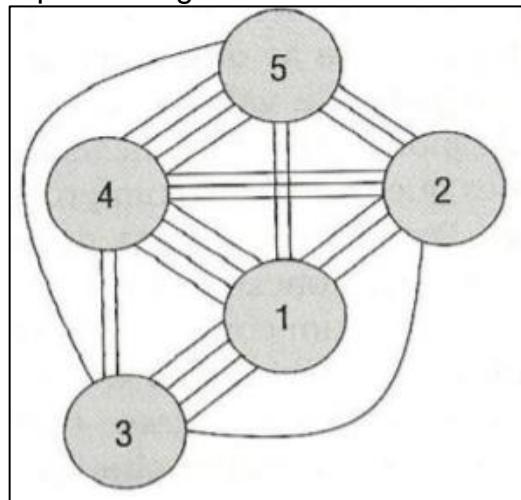


Fonte: Tortorella (2006).

Já no passo 3, temos a avaliação dos dados e arranjo das áreas de trabalho, para isso é elaborado o diagrama de inter-relações ou arranjo de atividades. Ele busca a integração das informações obtidas nas etapas anteriores e por meio de uma

representação gráfica dos setores, busca representar por linhas a ligação presente entre eles, em que quanto mais linhas maior a relação. É sugerido por Muther (1973) que os setores que tenham em suas relações o maior valor somado sejam desenhados primeiro. A Figura 13 demonstra esse diagrama:

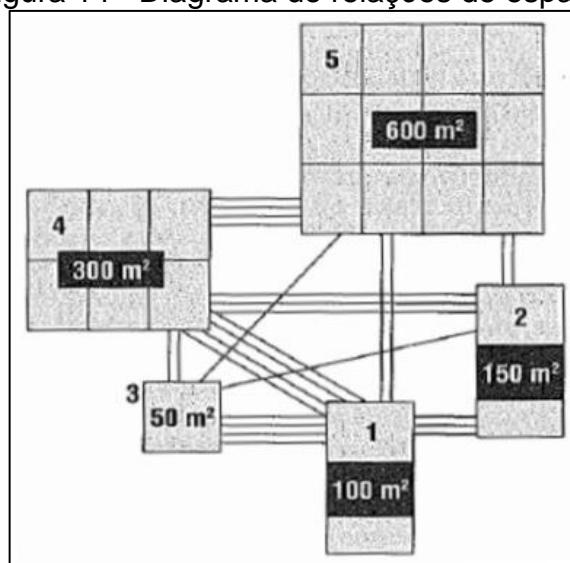
Figura 13 - Exemplo de diagrama de relacionamento de atividades.



Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

O quarto passo, é a determinação de um plano de arranjo dos espaços. O diagrama feito é o de relações de espaço e é bem semelhante ao diagrama de inter-relações, porém agora se considera a área dos componentes (CORRÊA; CORRÊA, 2012). A Figura 14 apresenta um exemplo:

Figura 14 - Diagrama de relações de espaço.



Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

Por fim, o passo 5 do SLP é o ajuste do arranjo no espaço disponível, em que se tenta a partir dos resultados das outras etapas, acomodar os setores da melhor maneira possível, levando em conta as prioridades encontradas e a limitação do espaço físico.

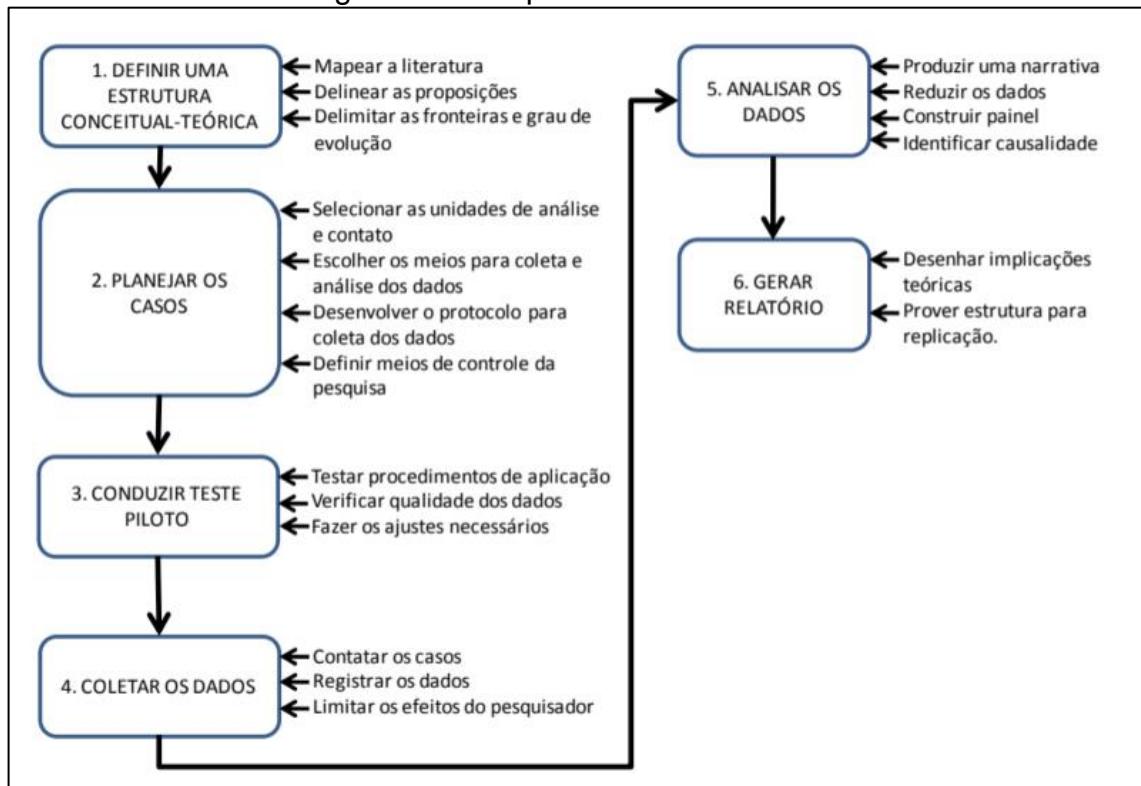
3 METODOLOGIA

De acordo com Miguel (2005) esta pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso. O estudo de caso é um estudo de natureza empírica, que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas. Trata-se da análise de um ou mais objetivos (casos), para que seja possível o seu amplo conhecimento (GIL, 1996).

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa de caráter exploratória – explicativa, em forma de estudo de caso e foi utilizada uma abordagem qualitativa – quantitativa realizada em toda a área produtiva da fábrica, para o desenvolvimento de um novo *layout*.

Esse trabalho baseou-se na metodologia explicada por Miguel (2005) para um estudo de caso, conforme Figura 15:

Figura 15 – Etapas do estudo de caso



Fonte: Miguel (2005)

A seguir são detalhadas as etapas indicadas na Figura 18 e apresentado o cronograma do trabalho.

3.1. ESTRUTURA CONCEITUAL – TEÓRICA

Nesta primeira etapa, será realizada uma revisão bibliográfica identificando trabalhos teóricos e práticos relacionados com o tema. Formando assim, uma boa base teórica para fundamentar e justificar a importância do presente trabalho.

O universo de trabalho analisado, será toda a extensão produtiva e os seus serviços de suporte. Sendo que a nova proposta de *layout* será para a área de “chão de fábrica”.

3.2. PLANEJAMENTO DO CASO

A fábrica analisada será uma unidade que se encontra em Lorena, interior de São Paulo, e é uma fábrica especializada em tintas, vernizes e cosméticos há mais de 20 anos.

Quanto ao método de coleta de dados, foi realizada uma pesquisa *in loco*, ou seja, o pesquisador visitou o próprio local analisado (chão de fábrica). Isso foi feito principalmente para procurar e observar as limitações práticas para a implantação do novo *layout*.

Depois disso, foram extraídos relatórios e dados sobre os produtos e maquinários, em conjunto com o PCP (planejamento e controle de produção) da empresa. Para assim, definir uma base de dados para tratá-los da melhor maneira.

Por fim, foi obtido a planta da fábrica com todas as suas dimensões específicas, por meio de uma requisição aos vice presidente da empresa e no momento de decisão sobre qual alternativa de layout seria a escolhida, todos os membros da diretoria da empresa estavam presentes e explicitaram a visão da empresa.

3.3. CONDUÇÃO DO TESTE PILOTO

A extração dos dados feitos foi verificada quanto à sua qualidade e precisão de informação e, quando necessário, foi ajustado ou desconsiderado algum dado.

Nesta pesquisa não foi realizado um teste piloto, conforme definido por Miguel (2005), porque os modelos possíveis de *layout* já serão analisados no final do método SLP, depois da análise de dados.

3.4. COLETA DE DADOS

Para a coleta dos dados foram obtidos documentos e informações em conjunto com os gerentes de três áreas da empresa além da observação dos processos na fábrica.

A primeira área requisitada foi a área própria de aplicação do trabalho (fábrica). Foram feitas análises visuais em torno das operações, operadores e maquinários além de perguntas ao gerente sobre capacidades produtivas e o espaço disponível.

Da segunda área, o PCP, foram obtidos relatórios e informações específicas sobre as características e demanda dos produtos.

A terceira área é a de planejamento estratégico, que forneceu dados sobre o macro da empresa, ou seja, a planta da fábrica e as interações entre as áreas.

Tudo isso restringindo os dados para o nosso universo de estudo, para assim ter uma visão voltada para o objetivo do trabalho.

3.5. ANÁLISE DE DADOS

Com os dados principais à disposição, o método SLP iniciou-se e, portanto, as análises de inter-relações entre as áreas, produtos e arranjo físico também. Foram criados gráficos de Pareto para analisarmos qual o tipo de arranjo atual da fábrica. Depois o diagrama de relacionamento e de fluxo indicaram quais as áreas que têm um grande fluxo de matérias e que precisam estar próximas. Posteriormente o diagrama de espaço foi feito para identificar os espaços requeridos e necessários para cada área. E por fim, foram elaboradas algumas alternativas de layout. Tudo para dar base ao método SLP e dar continuidade também ao planejamento da nova proposta de *layout*, identificando assim, possíveis causas para o problema atual de arranjo físico da empresa.

3.6. GERAÇÃO DO RELATÓRIO

A última etapa foi a elaboração de alguns *layouts* ótimos, porém nunca perfeitos, pois isso varia muito de acordo com a ocasião e os objetivos de cada empresa. Com isso, foram explicitados os dados para os donos da empresa e estabelecidos parâmetros e preferências da empresa. Assim, levando em conta essas preferências e parâmetros, decidiu-se pela melhor opção de *layout* dentre as selecionadas como boas opções. Também foram deixados os passos necessários para outra futura análise e replicação dos estudos.

Finalmente, foi finalizado a elaboração do trabalho de conclusão de curso. Neste trabalho, de forma geral, consta o levantamento bibliográfico realizado, o estudo de caso, a metodologia utilizada, os resultados alcançados, uma análise crítica dos *layouts* descartados e propostos e uma proposta de futuras pesquisas nesta área.

4 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentadas informações sobre as características dos produtos da empresa, bem como o detalhamento de seu sistema produtivo. Além disso, serão aplicadas as etapas do método SLP no sistema produtivo da empresa gerando, por fim, a proposta de melhor readequação de *layout*, de acordo com as preferências da empresa.

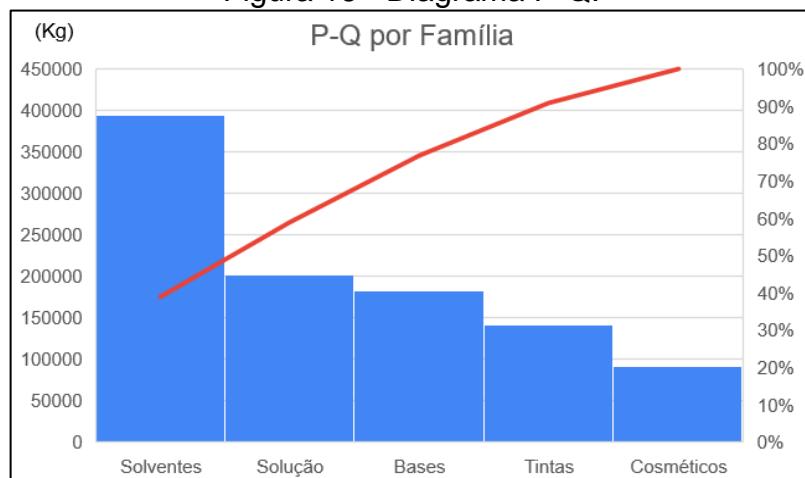
4.1 ANÁLISE VOLUME-VARIEDADE

Primeiramente, para o estudo de layout, é fundamental olharmos o que chamamos de Diagrama P-Q. É uma análise que consiste na classificação dos diversos produtos ou grupo de produtos segundo determinados critérios. Geralmente essa análise leva em conta a classificação dos produtos de acordo com a sua quantidade e, em seguida, são colocados em ordem decrescente.

Neste diagrama, o eixo vertical diz respeito às quantidades e o eixo horizontal diz respeito aos grupos de produtos. Esse diagrama é parte fundamental, pois com ele saberemos se existem poucos produtos que são fabricados em grandes quantidades ou muito tipos de produtos que são fabricados em pequenas quantidades, podendo assim, nos ajudar a decidir o tipo de arranjo que será adotado.

Na Figura 16 abaixo vemos o diagrama P-Q do caso estudado, em que a quantidade é definida como a média mensal de quilos produzidos no ano de 2019.

Figura 16 - Diagrama P-Q.



Fonte: Próprio autor.

Reunimos os produtos em 5 grandes grupos, devido à grande quantidade de produtos. Cada grupo possui uma grande semelhança em seu processo de produção e por isso foram agrupados.

Percebemos que os Solventes representam 40% da quantidade total produzida na fábrica e é o grupo que possui menos variedade de produtos dentre os 5 grupos. Por esses motivos, para esse grupo é recomendada a utilização de técnicas de produção em massa que requerem um arranjo físico do tipo linear.

Já em relação aos demais grupos, como vemos que não há uma diferença brusca entre eles e que eles possuem uma boa variedade de produtos, podemos classificar essas áreas com um segundo arranjo físico, o arranjo por processo.

Desta forma, vemos que a área de Solventes é uma área que demanda um arranjo que possibilite operações cíclicas e repetitivas, para favorecer a produção em massa. Somado a isso, a área de Solventes, por ser uma área de alto risco de explosão e acidentes, ela já se encontra longe das outras áreas da fábrica. Por esses motivos, não faz sentido incluir essa área no nosso estudo de layout.

Já em relação às áreas de suporte (escritórios, banheiros, refeitório e PCP), só serão levados em conta na carta de interligações preferenciais, para poder servir de ajuda, caso a empresa busque alterar o layout dessas áreas futuramente.

Portanto, verificamos que o layout ocorrerá na parte da fábrica e levará em conta os grupos de Solução, Bases, Tintas e Cosméticos.

4.2 ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS

O próximo passo importante para a resolução dos problemas de planejamento é a análise do fluxo de materiais, porém, antes de começarmos a análise, teremos que entender o papel de cada área na produção.

O almoxarifado é a área responsável pelo armazenamento de matérias primas e se trata de uma área com muitos metros quadrados. Essa área utiliza-se de pallets de madeira para auxiliar na armazenagem.

A moagem se trata de um processo que auxilia na quebra de moléculas de pigmento e na absorção do mesmo em alguma solução de interesse. É geralmente usada na produção de bases para tintas.

A agitação é um processo de mistura em alta rotação, que é amplamente utilizada para misturar diversas soluções e produzir uma grande gama de produtos viscosos.

A pesagem é um processo de medição de peso de materiais e de equipamentos.

Homogeneização é o processo de produção de cosméticos a partir de matérias primas específicas.

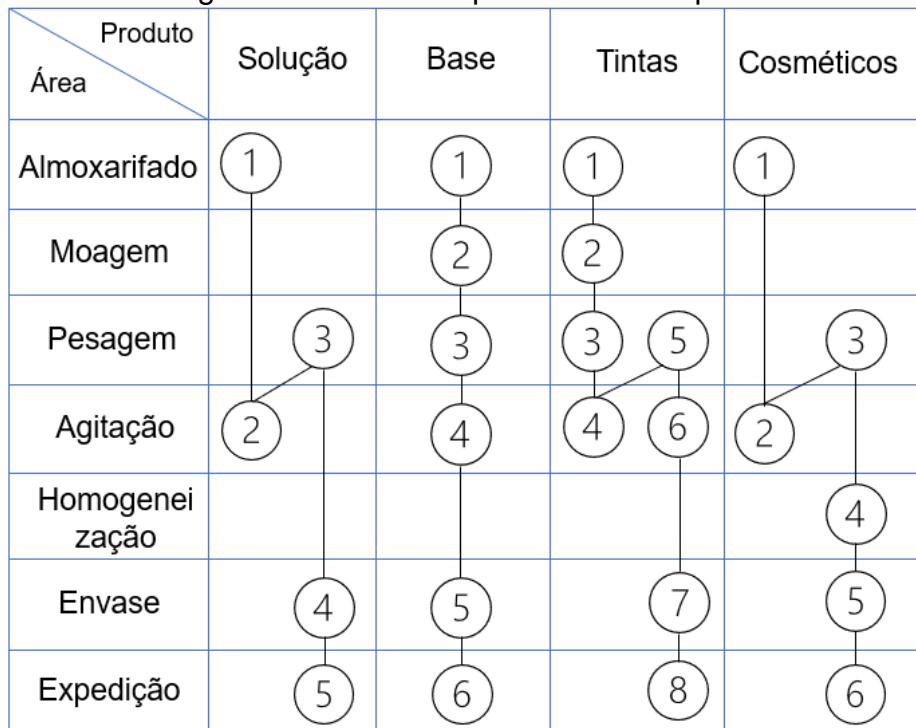
Envase é a área responsável por envasar as soluções, bases, tintas e cosméticos em baldes, tanques e tambores.

Por último, a expedição é a área responsável por armazenar os produtos acabados e que serão vendidos.

Agora sim, para analisar o fluxo de materiais de vários produtos, utilizaremos a Carta de processos múltiplos. Com essa carta podemos ver o roteiro de cada produto é traçado por meio de operações pré-identificadas. Com esses roteiros lado a lado, nosso objetivo é identificar a ordem dos processos e obter um arranjo que consiga aproximar ao máximo as operações entre as quais haja uma alta intensidade de fluxo.

Na Figura 17 podemos ver a carta de processos múltiplos construída:

Figura 17 – Carta de processos múltiplos.



Fonte: Próprio autor.

Percebemos que o Almoxarifado, Pesagem, Agitação, Envase e Expedição estão presentes em todos os processos. Porém não necessariamente são as áreas mais importantes, devemos analisar também o fluxo de materiais entre as áreas e posteriormente a relação entre cada área.

Por isso, o próximo passo é a construção da carta DE-PARA.

A seguir, na Figura 18 podemos ver a carte DE-PARA aplicada ao caso estudado:

Figura 18 - Carta DE-PARA do processo.

DE/PARA	ALMOXARIFADO	MOAGEM	PESAGEM	AGITAÇÃO	HOMOGENEIZAÇÃO	ENVASE	EXPEDIÇÃO
ALMOXARIFADO	-	400		500	50		
MOAGEM		-	200	200			
PESAGEM		200	-	200	50		
AGITAÇÃO		100	200	-		450	
HOMOGENEIZAÇÃO					-	200	
ENVASE						-	950
EXPEDIÇÃO							-

Fonte: Próprio autor.

Com a carta construída, conseguimos ver com mais facilidade que temos áreas com um grande fluxo de materiais entre elas. As relações que estão em branco, significam que não apresenta fluxo significativo ou não apresenta nenhum fluxo entre as áreas. Já as áreas que tiveram 50 ou 100 unidades de fluxo, foram consideradas como fluxo importante. Por fim, as áreas com fluxo maior do que 100, foram classificadas como fluxo importantíssimo.

Vale lembrar que as relações do Almoxarifado com algumas áreas são bem grandes devido à necessidade de matéria prima no início dos processos. Já a relação

do Envase com a Expedição, que é o maior fluxo da carta, se deve ao fato de que o final do processo tem que abranger tudo o que entrou no processo de fabricação.

4.3 ANÁLISE DAS INTER-RELAÇÕES NÃO BASEADAS NO FLUXO DE MATERIAIS

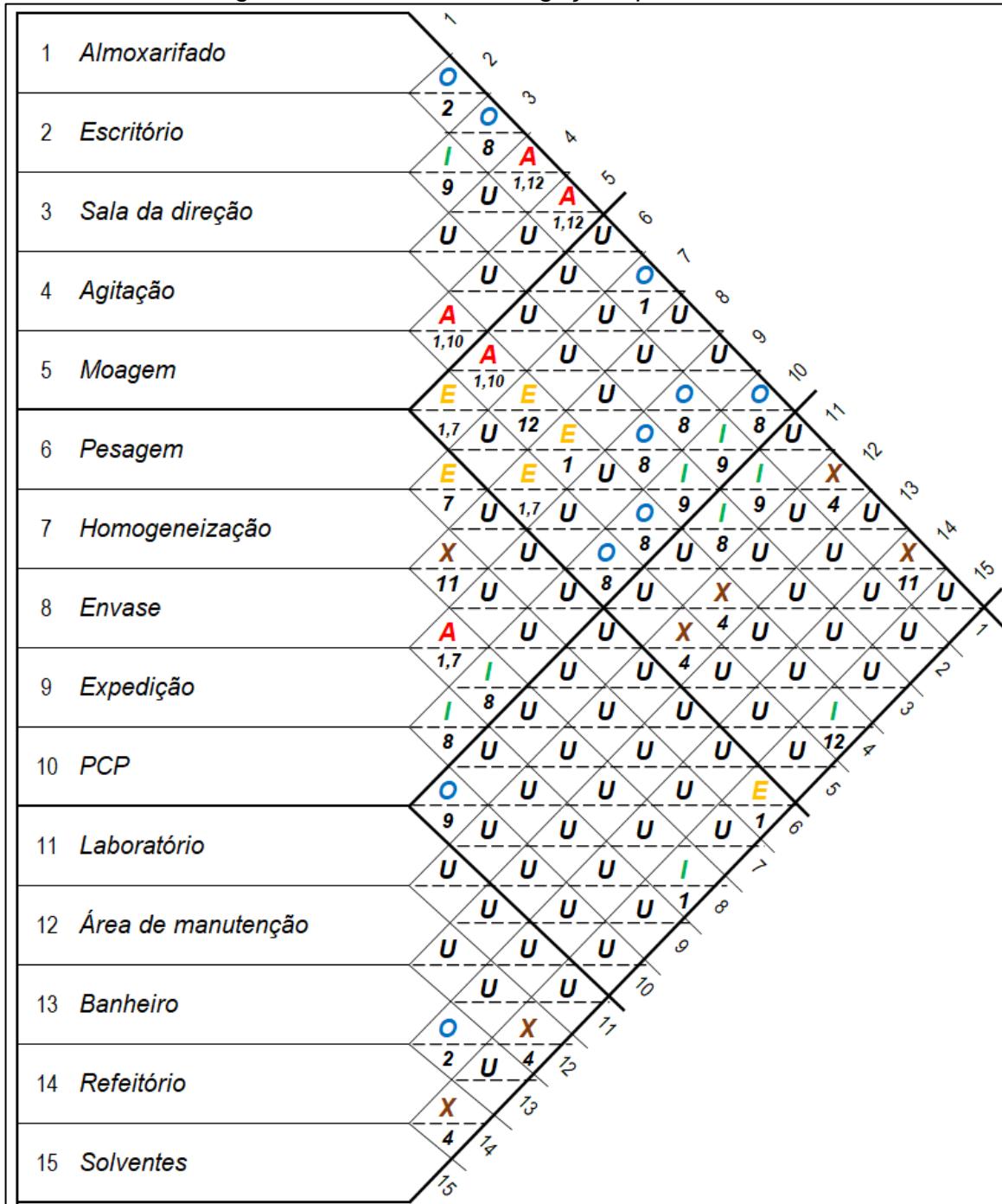
A consideração do fluxo isoladamente não é o ideal para o planejamento das instalações. Podem existir regras de higiene, segurança ou características do ambiente ou processo, que o processo precisa levar em conta.

Por isso, precisamos de uma sistemática para relacionar as atividades e suas relações. Para atingir esse objetivo, a principal ferramenta é a carta de inter-relações, também chama de carta de interligações preferenciais ou até carta de afinidades.

Como citado anteriormente, a carta de interligações preferenciais irá trazer não só as áreas que são foco do rearranjo físico, mas também as áreas de suporte, para dar uma noção melhor do processo e auxiliar em projetos futuros.

A Figura 19 mostra a carta de inter-relações entre as áreas e os Quadros 5 e 6 complementam a carta trazendo a contagem e legenda.

Figura 19 – Carta de interligações preferenciais.



Fonte: Próprio autor.

Quadro 5 - Contagem da Carta de interligações preferenciais.

Valor	Proximidade	No. De atividades
A	Absolutamente necessário	5
E	Muito importante	6
I	Importante	9
O	Pouco importante	10
U	Desprezível	68
X	Indesejável	7
$\text{Total} = \frac{N \times (N-1)}{2} =$		105

Fonte: Próprio autor.

Quadro 6 - Legenda para Carta de interligações preferenciais



Código	Razão
1	<i>Fluxo de material</i>
2	<i>Conveniência</i>
3	<i>Barulho, Perturbação</i>
4	<i>Risco de acidente/explosão</i>
5	<i>Uso em comum de Equipamento</i>
6	<i>Pessoal em comum</i>
7	<i>Deslocamento de Equipamento</i>
8	<i>Supervisão e controle</i>
9	<i>Necessidade de contato pessoal</i>
10	<i>Dificuldade de transporte</i>
11	<i>Contaminação</i>
12	<i>Utilização dos mesmos suprimentos</i>

Fonte: Próprio autor.

A carta de interligações preferenciais nos dá razões objetivas que justificam a proximidade relativa entre as áreas de uma forma muito eficaz.

Analizando a carta, percebemos que 5 relações são de proximidade absolutamente necessária, 6 relações são muito importantes e 7 são indesejáveis.

Assim como tínhamos dito no início do trabalho, aqui conseguimos comprovar realmente que as 7 áreas que estão sendo analisadas foram as muito bem escolhidas, pois as proximidades “A” e “E” foram identificadas apenas entre as áreas de Almoxarifado, Agitação, Moagem, Pesagem, Homogeneização, Envase e Expedição.

As outras áreas tiveram em sua grande maioria, relações desprezíveis. Vale apenas ressaltar que as áreas que tiveram relação indesejáveis com as 7 áreas principais analisadas, não terão impacto pois a fábrica já se encontra separada fisicamente em relação as áreas de suporte.

4.4 DIAGRAMA DE INTER-RELACIONES

Agora que temos o fluxo de materiais e a carta de interligações preferenciais, conseguimos elaborar o diagrama de inter-relações. É uma etapa que permite uma visualização simples das análises feitas até este ponto.

Desta etapa em diante, iremos identificar as áreas por um número fixo, que está descrito pelo Quadro 7:

Quadro 7 – Identificação das áreas analisadas.

1-Almoxarifado
2-Agitação
3-Moagem
4-Pesagem
5-Homogeneização
6-Envase
7- Expedição

Fonte: Próprio autor.

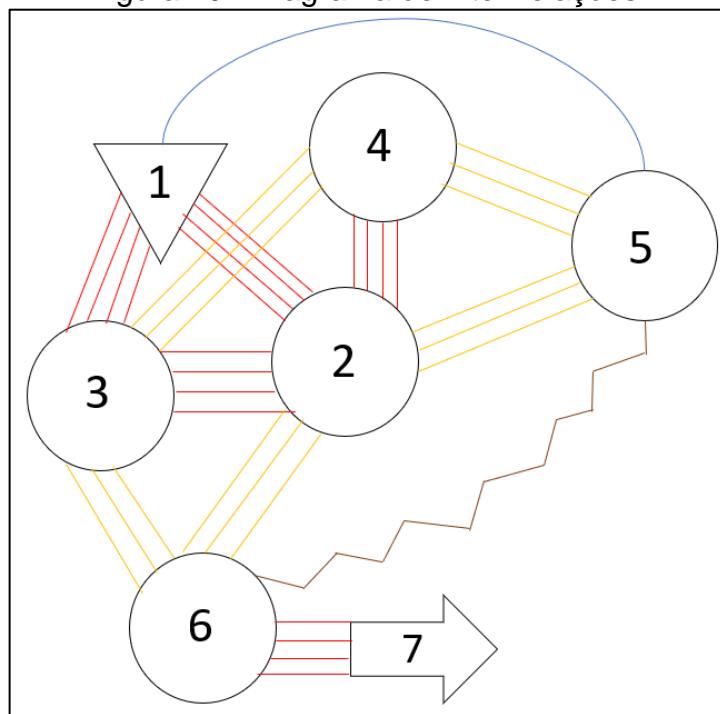
Para chegar no modelo final do diagrama de inter-relações, tivemos que realizar diversas tentativas, para que chegássemos à um resultado satisfatório.

Para o início do diagrama, é necessário começar pelas atividades entre as quais exista a maior relevância, ou seja, que foram classificadas como proximidade

“A” e “E”. Na segunda parte, foi necessário levar em conta o que era indesejável, ou seja, “X”. E por fim alocar as demais proximidades de acordo com a sua importância. Importante lembrar que tudo que é Desprezível, ou “U”, não foi considerado para a elaboração do diagrama.

Abaixo, a Figura 20 exibe o diagrama de inter-relações:

Figura 20 - Diagrama de inter-relações.



Fonte: Próprio autor.

O diagrama acabado representa a interligação teórica ideal para as atividades, sem levar em conta o sistema de movimentação de materiais e a área necessária para cada atividade.

4.5 DETERMINAÇÃO DOS ESPAÇOS

A partir de agora, as considerações acerca do espaço serão levadas em conta na análise. O diagrama de inter-relações ainda não indica uma solução definitiva, pois precisamos levar em conta o espaço requerido de cada área e o espaço disponível.

Para realizar a determinação de espaço requerido de cada área, foi realizado uma análise de cada área separadamente.

Os Quadros 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 mostram o espaço requerido de cada área em ordem numérica conforme estipulada na criação do diagrama de inter-relações.

Quadro 8 - Espaço requerido do Almoxarifado.

Área analisada:	<i>Almoxarifado</i>					
Material estocado/Local	Descrição	Comprimento(m)	Largura(m)	Área do material/ Local(m ²)	Quantidade	Área total(m ²)
Suporte para Pallet	Prateleiras com 3 andares	1,2	0,8	1	40	40
Tanque	Tanques de 1000L	1,5	1,5	2,25	6	13,5

Fonte: Próprio autor.

Quadro 9 - Espaço requerido para a Agitação.

Área analisada:	<i>Agitação</i>						
Número de identificação da máquina ou equipamento	Descrição	Comprimento(m)	Largura(m)	Altura(m)	Área do equipamento ou máquina(m ²)	Área de trabalho e manutenção(m ²)	Área total para cada máquina ou equipamento(m ²)
A-1	Agitador	0,75	0,75	1,5	0,6	2	2,6
A-2	Agitador	0,75	0,75	1,5	0,6	2	2,6
A-3	Agitador	1	1	1,5	1	2	3
A-4	Agitador	1	1	1,5	1	2	3
A-5	Agitador	1	1	1,5	1	2	3
A-6	Agitador	1	1	1,5	1	2	3
A-7	Agitador	1	1,5	1,5	1,5	2	3,5
A-8	Agitador	1	2	1,5	2	2	4

Fonte: Próprio autor.

Quadro 10 - Espaço requerido para a Moagem.

Área analisada:	<i>Moagem</i>						
Número de identificação da máquina ou equipamento	Descrição	Comprimento(m)	Largura(m)	Altura(m)	Área do equipamento ou máquina(m ²)	Área de trabalho e manutenção(m ²)	Área total para cada máquina ou equipamento(m ²)
M-1	Moinho	0,75	0,75	1,5	0,6	2	2,6
M-2	Moinho	0,75	0,75	1,5	0,6	2	2,6
M-3	Moinho	1	1	1,5	1	2	3
M-4	Moinho	1	1	1,5	1	2	3
M-5	Moinho	1,5	1,5	1,5	2,3	2	4,3
M-6	Moinho	2	1,5	1,5	3	2	5
M-7	Moinho	2	1,5	1,5	3	2	5

Fonte: Próprio autor.

Quadro 11 - Espaço requerido para a Pesagem.

Área analisada:	<i>Pesagem</i>						
Número de identificação da máquina ou equipamento	Descrição	Comprimento(m)	Largura(m)	Altura(m)	Área do equipamento ou máquina(m ²)	Área de trabalho e manutenção(m ²)	Área total para cada máquina ou equipamento(m ²)
B-1	Balança	2,5	2,5	-	6,25	-	6,25
B-2	Balança	2,5	2,5	-	6,25	-	6,25

Fonte: Próprio autor.

Quadro 12 - Espaço requerido para a Homogeneização.

Área analisada:	<i>Homogeneização</i>						
Número de identificação da máquina ou equipamento	Descrição	Comprimento(m)	Largura(m)	Altura(m)	Área do equipamento ou máquina(m ²)	Área de trabalho e manutenção(m ²)	Área total para cada máquina ou equipamento(m ²)
H-1	Homogeneizador	2	1	1	2	1,5	3,5

Fonte: Próprio autor.

Quadro 13 - Espaço requerido para o Envase.

Área analisada:	<i>Envase</i>						
Número de identificação da máquina ou equipamento	Descrição	Comprimento(m)	Largura(m)	Altura(m)	Área do equipamento ou máquina(m ²)	Área de trabalho e manutenção(m ²)	Área total para cada máquina ou equipamento(m ²)
E-1	Envasadora	2	1,5	1,5	3	2	5
E-2	Envasadora	2	1,5	1,5	3	2	5
E-3	Balança	2,5	2,5	-	6,25	-	6,25
E-4	Plataforma/Etiquetas	2	2	0,2	4	2	6

Fonte: Próprio autor.

Quadro 14 - Espaço requerido para a expedição.

Área analisada:	<i>Expedição</i>					
Local	Descrição	Comprimento(m)	Largura(m)	Área do material/ Local(m ²)	Quantidade	Área total(m ²)
Área de expedição	Área para manter produtos que estarão no carregamento	5	5	25	1	25

Fonte: Próprio autor.

Com isso, conseguimos montar a comparação entre o espaço requerido atualmente e o espaço ideal necessário, levando em conta as necessidades atuais do processo e as ampliações futuras.

O Quadro 15 demonstra essa comparação:

Quadro 15 - Espaço requerido X Espaço necessário.

Áreas	Espaço requerido(m ²)	Espaço necessário(m ²)
Almoxarifado	53,5	53,5
Agitação	24,7	24,7
Moagem	25,5	25,5
Pesagem	12,5	25
Homogeneização	3,5	3,5
Envase	22,25	22,25
Expedição	25	25

Fonte: Próprio autor.

Podemos ver que todas as áreas já possuem o espaço necessário atualmente, para as capacidades e pretensões da empresa, com exceção da Pesagem, que é a única área que precisará de um aumento.

Esse aumento se deve, porque após diversos meses de observação, a área da Pesagem foi a área que mais demonstrou necessidade de expansão, pois é uma área que está muito relacionada com o processo de fabricação de todos os produtos, além de que é a única área que demonstrou ter uma grande quantidade de tempo de espera e filas, caracterizando assim, um gargalo na produção.

Assim o espaço atualmente utilizado é de 166,95 m² e passaria a ser 179,45 m².

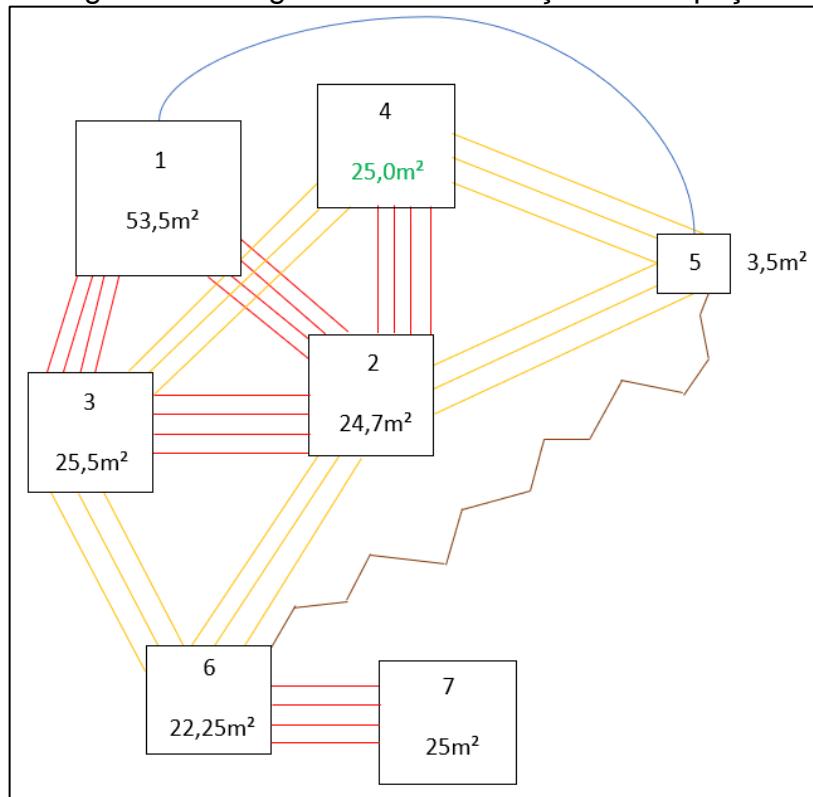
4.6 DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES ENTRE ESPAÇOS

Sabendo que o espaço total disponível da fábrica para essas 7 áreas equivale a 1308 m², sabemos que o aumento da área de Pesagem é possível.

Portanto agora, faremos o diagrama de inter-relações entre espaços, que é semelhante ao diagrama de inter-relações, com o diferencial de levar em conta as áreas dos componentes.

Abaixo, na Figura 21 podemos ver o diagrama que leva em conta os espaços e inter-relações.

Figura 21 - Diagrama de inter-relações de espaço.



Fonte: Próprio autor.

Este diagrama nos permite uma avaliação sobre as áreas, espaços, interações e nos mostra a ideia de um bom layout sem considerar as limitações práticas e do ambiente, que é o que veremos a seguir.

4.7 LIMITAÇÕES PRÁTICAS

Após toda a análise já feita até o momento, agora esta etapa tratará das limitações práticas que demarcarão os limites das ideias que temos sobre as mudanças.

A primeira limitação é a limitação de recursos financeiros. As limitações de capital impactaram diretamente nas mudanças, pois, com exceção da possível compra de duas novas balanças, não foi considerado mais nenhuma compra de máquinas, móveis ou equipamentos, devido ao pouco capital disponível. Foi permitido, porém, pequenas mudanças estruturais que contribuam significativamente para o fluxo de produção.

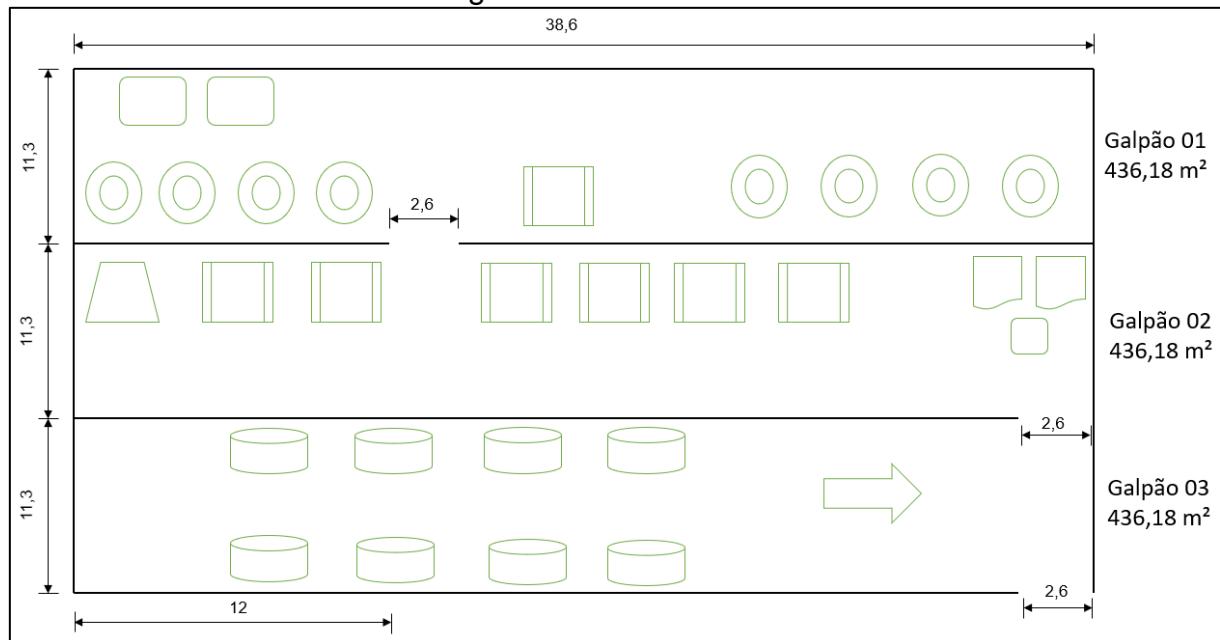
A segunda limitação imposta foi a limitação de transporte de materiais, que no caso foi uma determinação para segurança dos operadores e para facilitar o fluxo de materiais e empilhadeiras. Ficou determinado uma largura mínima de 2 metros nas passagens entre os galpões e uma largura mínima de 2,5 metros para movimentação nos galpões.

Por fim, a outra limitação foi a física, mais especificamente ligada a parte de cabos e energia. Devido à dificuldade e custo de modificação, ficou determinado que as máquinas (agitadores, moinhos e homogeneizadores) poderiam ser modificadas de local, porém mantendo-se sempre perto da parede que separa o Galpão 01 e Galpão 02 ou da parede que separa o Galpão 02 e Galpão 03.

4.8 APRESENTAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

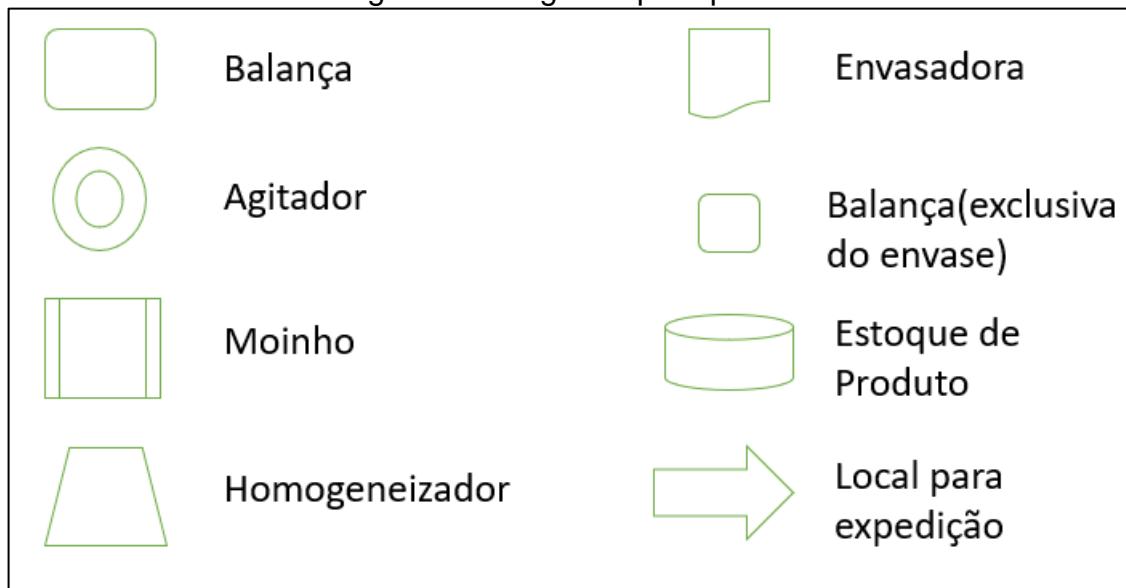
Antes de iniciarmos a fase final, que leva em conta a avaliação e seleção das alternativas, iremos apresentar o layout atual da fábrica e as legendas, conforme mostram as Figuras 22 e 23 respectivamente:

Figura 22 - Planta atual.



Fonte: Próprio autor.

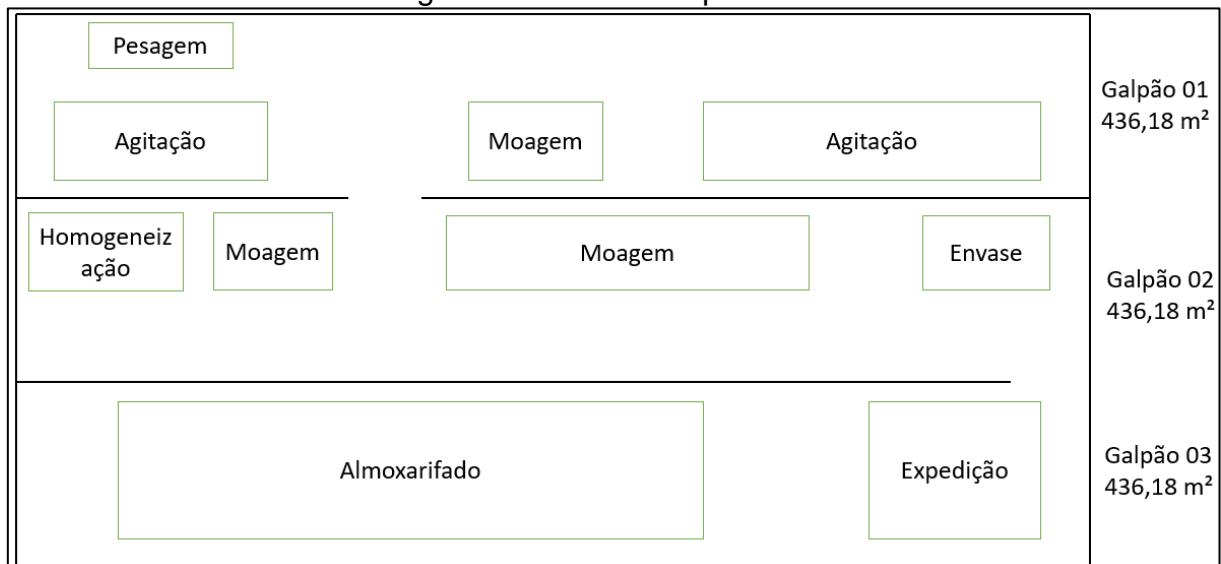
Figura 23 - Legenda para planta.



Fonte: Próprio autor.

Para melhor compreender a planta, a Figura 24 mostra a planta simplificada:

Figura 24 - Planta simplificada.



Fonte: Próprio autor.

Agora que a planta atual foi apresentada, iremos para a parte criativa do método SLP.

Considerando todas as análises feitas até aqui, os produtos, os processos, as interações entre as áreas, espaços disponíveis e limitações práticas, chegamos até o

momento de criação e avaliação de boas alternativas de layout, para finalmente selecionarmos a melhor opção de acordo com a empresa.

Portanto após criar e discutir diversas opções de arranjos, em conjunto com a direção da empresa, chegou-se a três layouts considerados bons.

Vale destacar que, conforme vimos na análise de espaço disponível e requerido, a área disponível da fábrica é muito superior à área mínima necessária. Porém, na situação atual, até para proporcionar uma segurança maior para seus operadores, a empresa decidiu por continuar usando a área dos três galpões.

Além disso, nos três layouts escolhidos, a área de expedição se manteve no mesmo local, por sua posição ser considerada ótima para a saída dos materiais e também para o estacionamento dos caminhões neste lado de fora da fábrica.

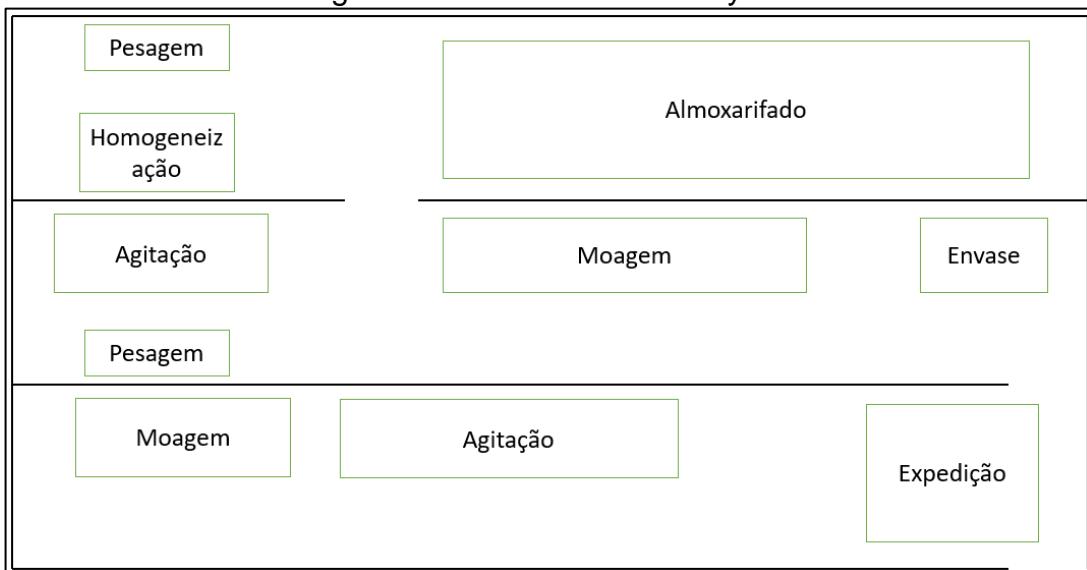
Outro aspecto que ocorreu, foi a colocação de mais duas balanças, ou seja, a área de pesagem dobrou de tamanho e isso já foi considerado nas alternativas.

Já o Almoxarifado, foi colocado no Galpão 01 em todos os layouts, devido à uma melhor facilidade para movimentação das matérias-primas, sem a necessidade de passar perto da expedição, que são áreas bem distantes se pensarmos na ordem dos processos de produção dos diversos produtos da empresa.

As alternativas serão mostradas e explicadas a seguir, mas é importante dizer que elas estão na forma simplificada, para facilitar o entendimento. Ademais, utilizamos esse modelo simplificado pois sabemos que a área disponível é muito superior a área necessária, não sendo necessário uma precisão tão grande na hora da alocação das áreas. Mesmo assim, o tamanho dos retângulos traz uma boa proporção das áreas.

Abaixo, na Figura 25, podemos ver a alternativa A de layout:

Figura 35 - Alternativa A de layout.



Fonte: Próprio autor.

Na alternativa A, mantivemos toda a estrutura da fábrica, porém a área de Homogeneização foi colocada mais longe da área de envase, respeitando a limitação prática de contaminação.

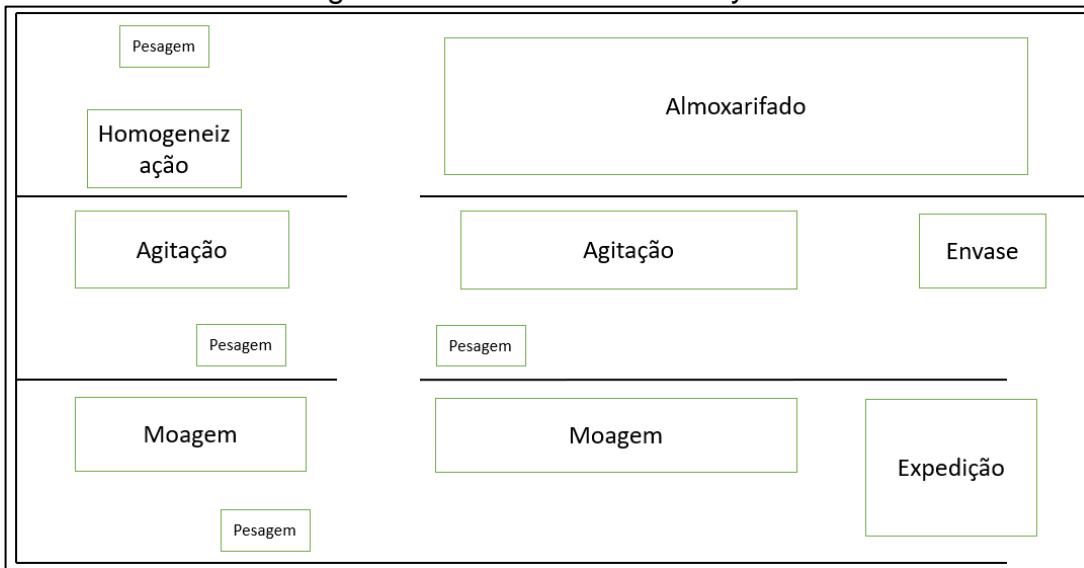
No Galpão 02 foi colocada mais uma área de pesagem e a agitação que anteriormente se situava inteiramente no Galpão 01, passou a ficar uma parte no Galpão 02 e outra parte no Galpão 03.

Desta forma, o fluxo fica melhor definido, pois o caminho mais natural dos produtos fica mais evidente sendo geralmente do Galpão 01, passando pelo Galpão 02 e finalizando no Galpão 03, com a expedição.

Apesar disso, o Almoxarifado continua com uma grande distância para a área de Agitação, que são áreas extremamente ligadas e com grande fluxo de materiais.

Passando para a alternativa B de layout, podemos observar melhor a sua disposição na Figura 26:

Figura 26 – Alternativa B de layout.



Fonte: Próprio autor.

Nesta alternativa, percebemos uma distribuição mais equilibrada da área de pesagem, com uma maior concentração de balanças no Galpão 02.

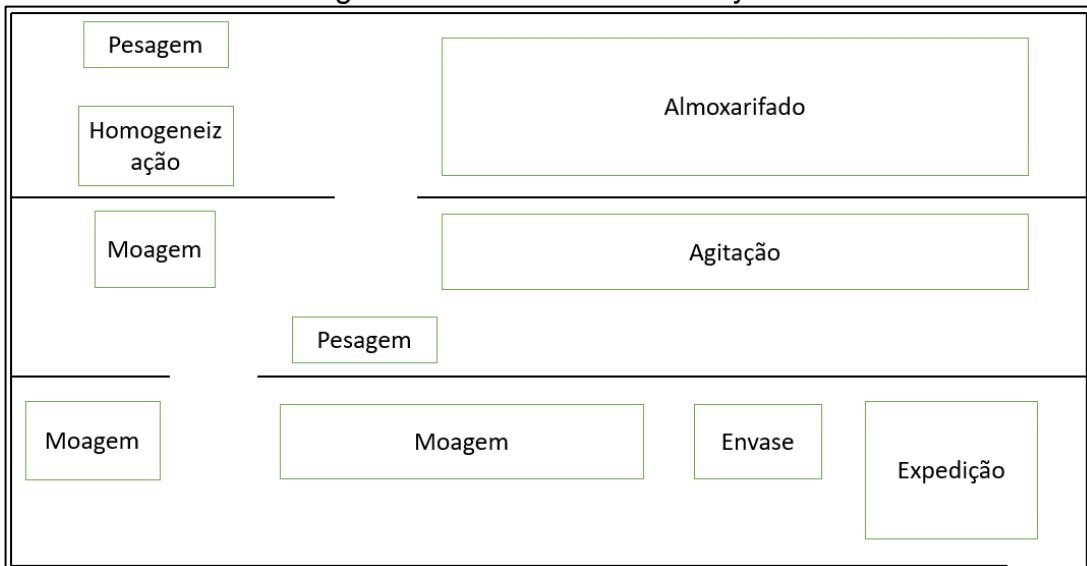
Também podemos ver que foi modificada ligeiramente a estrutura da fábrica. Mais uma passagem foi feita do Galpão 02 para o Galpão 03, facilitando o fluxo de materiais entre Almoxarifado e Moagem.

A Homogeneização está mais longe do envase e apesar disso, continua bem próxima da Agitação, o que é um ponto positivo.

Essa estrutura permite também uma movimentação mais flexível entre as áreas e faz com que os fluxos de materiais da produção não precisem passar pelo mesmo ambiente da expedição de material.

Por fim, a alternativa C de layout. Na Figura 27 está representada a última proposta selecionada:

Figura 47 - Alternativa C de layout



Fonte: Próprio autor.

Nesta alternativa, a estrutura é semelhante a alternativa B, porém uma passagem que existia entre o Galpão 02 e o Galpão 03 não existe mais.

O envase e a expedição continuam juntos, porém agora no mesmo galpão.

Agora, porém, a distância entre a Agitação e o envase cresce se comparado com as outras duas alternativas.

O Almoxarifado fica próximo da Agitação e não tão longe da Moagem.

4.9 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E SELEÇÃO DO MELHOR LAYOUT

Para a escolha do layout a ser implantado, será utilizado o método de avaliação da análise de fatores (Muther, 1978). Que em suma, lista fatores significativos na tomada de decisão, pondera os fatores listados, avalia cada fator em relação a cada alternativa e totaliza a pontuação de cada alternativa para escolher o melhor layout pela maior pontuação.

A razão desta escolha se deve ao fato de a empresa não possuir e nem ser capaz de levantar as vantagens e desvantagens do novo layout em termos monetários em um curto espaço de tempo. Portanto, para termos uma análise mais adequada, iremos analisar fatores que não podem ser quantificados.

Os fatores relevantes foram escolhidos em conjunto com a diretoria da empresa. Os fatores serão a eficiência do fluxo de materiais, facilidade de supervisão

e controle da produção, flexibilidade do layout, flexibilidade do fluxo de materiais e menores custos de implantação.

O método de Avaliação de análises de fatores classificou as alternativas conforme indicado no Quadro 16:

Quadro 16 – Avaliação de análise de fatores.

Fator	Peso	Alternativas		
		A	B	C
1 - Eficiência do fluxo de materiais	10	5	9	6
2 - Flexibilidade do fluxo de materiais	7	5	10	6
3 - Flexibilidade do layout	6	6	7	6
4 - Menores custos de implantação	3	8	6	5
5 - Facilidade de supervisão e controle	3	6	7	6
TOTAL		163	241	171

Fonte: Próprio autor.

De acordo com o resultado da avaliação, podemos afirmar que a melhor alternativa de layout é a alternativa B.

Além disso, foi acrescida a opinião da empresa de que a melhor alternativa também seria a alternativa B, opinião a qual o autor concorda.

A alternativa B, apesar de não ser a opção com o menor custo de implantação, é a opção que apresenta um melhor desempenho em todos os outros aspectos definidos como primordiais.

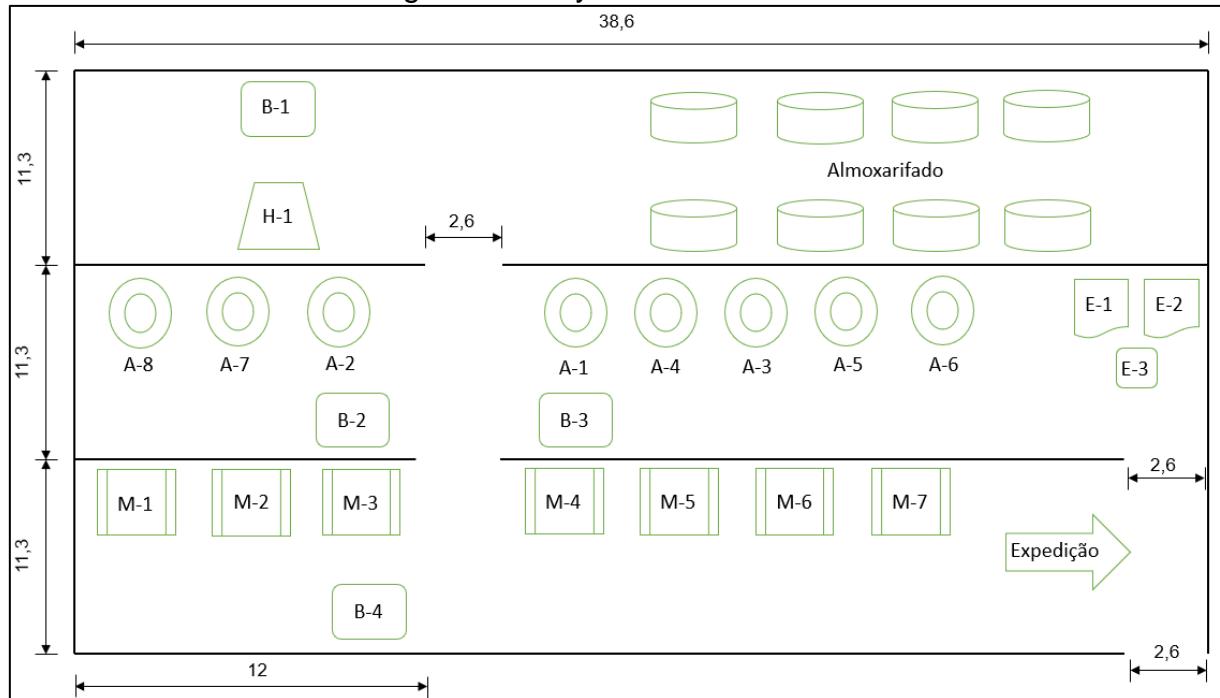
Foi a alternativa que apresentou uma boa proximidade física entre as áreas definidas como proximidade absolutamente necessária, na Carta de interligações preferenciais. Também foi a que apresentou um fluxo de materiais que se adequa melhor as sequências produtivas da maioria dos produtos.

A alternativa escolhida também traz a área de pesagem mais bem distribuída pela fábrica e em pontos mais diversificados.

Por fim, a alternativa B traz a área de agitação mais próxima da área de homogeneização. Essa proximidade é benéfica porque as duas áreas são muito relacionadas, principalmente na produção de cosméticos. A empresa está muito satisfeita com o aumento das vendas de cosméticos nos últimos meses e provavelmente ao médio prazo deve depositar maiores atenções para esses produtos, por isso a importância dessas áreas se manterem próximas.

Na Figura 28, vemos o layout final escolhido, com um maior detalhamento, lembrando que todas as medidas são dadas em metros:

Figura 28 - Layout final escolhido



Fonte: Próprio autor.

5 Conclusão

O presente trabalho se voltou ao estudo da problemática de melhoria do arranjo físico de uma fábrica de tintas no município de Lorena, buscando propor um novo layout que aumentasse a eficiência produtiva da empresa.

Seguindo a metodologia SLP, foi possível elaborar três boas alternativas de arranjo físico.

As três alternativas foram analisadas pela diretoria da empresa e as mudanças propostas respeitaram as limitações impostas e ao mesmo tempo, buscaram um melhor fluxo de materiais, considerando sempre a estratégia atual e futura da empresa.

A alternativa escolhida foi a alternativa B, que mostrou ter uma boa distribuição das balanças por todo o arranjo físico e que manteve as áreas de expedição e envase juntas (áreas com proximidades absolutamente necessárias). É a alternativa que contém também a melhor condição para um fluxo de materiais mais harmonioso e flexível, além de facilitar a supervisão e controle da produção. Essa alternativa traz a área de agitação mais próxima da homogeneização, facilitando uma futura expansão na produção de cosméticos.

Com isso, a alternativa escolhida permite uma melhor condição atual e futura da produção e proporciona uma melhor eficiência produtiva.

A alternativa B foi bem aceita pois levou em conta a avaliação de análise de fatores, as análises de inter-relações, análises de volume-variedade e limitações práticas. Além disso, a direção teve participação em quase todo o processo de elaboração das etapas.

Por fim, foi dito aos diretores da empresa que existe também a necessidade de uma melhor sinalização, iluminação e ventilação no ambiente fabril. Tudo isso, buscando sempre uma melhor condição de trabalho do operador e respeitando as normas ergonômicas.

O método SLP demonstrou ser uma ferramenta muito útil no desenvolvimento de novos arranjos físicos, inclusive em médias empresas. Ele é um método que não é de difícil compreensão, mas que necessita de um bom tempo para desenvolver as suas análises, diagramas e conclusões.

É uma ferramenta que pode sim ser aplicada em diversos ambientes e com diversas finalidades, sempre priorizando os aspectos que as empresas julgam ser primordiais.

REFERÊNCIAS

- CANEN, A. G.; WILLIAMSON, G. H. **Facility Layout Overview:** towards competitive advantage. *Facilities*, v. 16, n. 7/8, p. 198-203, 1998.
- CHIAVENATO, A. **Introdução a Teoria Geral da Administração.** Rio de Janeiro: Câmpus, 2004.
- COELHO, W. D. P.; ROTTA, I. S. Mudança de layout em uma fábrica de painéis elétricos. *Revista de Ciência & Tecnologia*, Piracicaba, v. 34, n. 17, p.77-91, 2014.
- CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração de produção e operações:** Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2012.
- CURY, Antônio. **Organização e métodos:** uma visão holística. São Paulo: Atlas, 2000.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Pioneira, 2001.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2009.
- GILBERT, J. P. **Construction Office Design with Systematic Layout Planning.** 15th Annual Conference on POM. Cancun, 2004.
- HYER, N.; WEMMERLÖV, U. **Reorganizing the factory:** competing through cellular manufacturing. Oregon (EUA): Ed. Productivity, 2002.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN L. P. **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- LEE, Q. **Projeto de instalações e do local de trabalho.** São Paulo: IMAM, 1998.
- LIMA, R. C. **Projeto De Novo Layout:** Estudo de caso em uma indústria de confecção. 2016, 60 f. Tese de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/15126/1/2016_RafaelCaldeiraLima.pdf>. Acesso em: 16 Mai 2020.
- MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção.** São Paulo: Saraiva, 2005.
- MEINCHEIM, E. **Otimização de layout através do método SLP:** Um estudo de caso da eficiência produtiva em uma empresa de confecção. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina. Jaraguá do Sul, SC, 2018.

MIGLIORINI, S. M. S.; DINIZ FILHO, L. L. **O Olhar dos Empresários do Ramo de Confecções da Região Sudoeste do Paraná Sobre as Fontes de Vantagens Competitivas Encontradas no Local para o Desenvolvimento do Setor.** Curitiba: RAEGA UFPR, 2012.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2005.

MONKS, J. G. **Administração da Produção.** São Paulo, Mgraw-Hill, 1987.

MUTHER, R. **Planejamento do Layout:** Sistema SLP. São Paulo: Edgard Blücher; 1978.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. **Projeto de Fábrica e Layout.** Rio de Janeiro: Campus, 2015.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviço.** Curitiba: Unicenp, 2007.

Shengchong, L.; Wei, H.; Hongli, Z. Study on the Layout Planning and Optimization for an Electronic Product Workshop Based on Cell Manufacturing. In **2015 International Conference on Automation, Mechanical Control and Computational Engineering (AMCCE 2015)**, 2015.

Silva, A. D.; Rentes, A. F. Um modelo de projeto de layout para ambientes job shop com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta. **Gestão e Produção**, v. 19, n. 3, p. 531-541, 2012.

SILVA, M. G., MOREIRA, B. B. Aplicação da Metodologia SLP na Reformulação do Layout de uma Micro Empresa do Setor Moveleiro. **Anais do XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Salvador, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SLY, D. Updating your factory layout drafting and design system: a step-by-step approach. **IIE Solutions**, v. 29, n. 8, p. 24, 1997.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A.; FRAZELLE, E. H.; TANCHOCO, J. M. A.; TREVINO, J. **Facilities Planning.** John Wiley & Sons, Inc. Copyright, 1996.

TORTORELLA, G. L. **Sistemática para orientação do planejamento de layout com o apoio de análise de decisão multicritério.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFRGS, Porto Alegre, 2006. Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6354/000528757.pdf?sequencia=2>> Acesso em: 15 Mai 2020.

VIEIRA, A. C. G. **Manual de Layout (Arranjo físico)**. Rio de Janeiro: Confederação Nacional da Indústria, 1983.

VILARINHO, P. M. M. R. **Concepção e desenvolvimento de um sistema de apoio ao projeto de implantações fabris**. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia do Porto, Porto, 1997.

WERNER, S. M.; FORCELLINI, F. A.; FERENHOF, H. A. Re-layout em um ambiente de estudo para aumento de sua capacidade, baseado no SLP. **Journal Of Lean Systems**, v. 3, n. 1, p. 87-101, 2018.

ANEXO I – Termo de permissão de uso das informações**TERMO DE PERMISSÃO DE USO DE INFORMAÇÕES**

Através deste termo, nós da ATS COLOR DO BRASIL LTDA, declaramos que estamos de acordo com a utilização das informações desta empresa no Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "Otimização do arranjo físico de uma fábrica de tintas a partir da aplicação do método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP)" desenvolvido pelo aluno Alexandre Antonoff Ribeiro, a ser apresentado à Escola de Engenharia de Lorena no segundo semestre de 2020.

Piquete, 11 de Setembro de 2020

NOME *Rafael Drumond*

CARGO *Analista de Engenharia de Produção*