

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ALEX LANDGRAF JUNIOR**

**MELHORIA DE FLUXO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO SLP: ESTUDO  
DE CASO EM PADARIA DE SUPERMERCADO**

**PONTA GROSSA**

**2021**

**ALEX LANDGRAF JUNIOR**

**MELHORIA DE FLUXO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO SLP: ESTUDO  
DE CASO EM PADARIA DE SUPERMERCADO**

**FLOW IMPROVEMENT THROUGH THE APPLICATION OF THE SLP METHOD:  
CASE STUDY IN A SUPERMARKET BAKERY.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia de Produção da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
(UTFPR)

Orientador(a): Prof. Dr. Shih Yung Chin.

**PONTA GROSSA**



**2021**



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

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

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

## TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

### **MELHORIA DE FLUXO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO SLP: ESTUDO DE CASO EM PADARIA DE SUPERMERCADO**

por

**ALEX LANDGRAF JUNIOR**

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

---

*Prof. Dr. Shih Yung Chin*  
Prof. Orientador

---

*Prof. Dr. Fábio Jose Ceron Branco*  
Membro titular

---

*Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia*  
Membro titular

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

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço à minha esposa por estar presente e me apoiar em todos os momentos dessa jornada.

Aos meus pais, minha avó e demais familiares por não medirem esforços para tornar essa caminhada possível.

Ao meu orientador Prof. Dr. Shih Yung Chin por me guiar durante esse projeto final.

Aos professores Dr. Juan Carlos Claros Garcia e Dr. Fábio Jose Ceron Branco por fazerem parte da minha banca examinadora.

À Profa. Dra. Joseane Pontes por seu imensurável apoio e suporte durante minha transição de curso.

Ao Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski por todas as oportunidades de aprendizado que me proporcionou.

À empresa Solumax Produção Jr. por toda a experiência adquirida.

Aos meus colegas de classe.

Aos professores que tive durante o curso.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação acadêmica.

## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido em um supermercado, no setor da padaria, objetivando reduzir o deslocamento total percorrido no ambiente produtivo. A pesquisa foi motivada, principalmente, pelos relatos de cansaço excessivo, atraso na manufatura e demasiadas colisões entre colaboradores durante o processo produtivo. Para o desenvolvimento do trabalho, utilizou-se do *Systematic Layout Planning* (SLP) o qual é característico em estudos de arranjo físico funcional. Após sua aplicação, obteve-se uma redução de cerca de 15% no deslocamento total ocorrido em uma jornada de trabalho diária.

**Palavras-chave:** Arranjo físico. *Systematic Layout Planning*. Padaria. Supermercado. *Layout*.

## ABSTRACT

The present work was developed in a supermarket, in the bakery sector, aiming to reduce the total displacement ranged in the productive environment. The research was motivated mainly by reports of excessive tiredness, delay in manufacturing and too many collisions between employees during the production process. For the development of the work, the Systematic Layout Planning (SLP) was used, which is characteristic in studies of functional physical arrangement. After its application, a reduction of about 15% was obtained in the total displacement occurred in a daily workday.

**Keywords:** Physical arrangement. Systematic Layout Planning. Bakery. Supermarket. Layout.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Conjunto de decisões para o planejamento de um <i>layout</i> .....	15
Figura 2 – Arranjo físico posicional, recursos montadores ao redor do produto.....	17
Figura 3 – Arranjo físico funcional, seções e processos bem definidos .....	18
Figura 4 – Arranjo físico celular.....	19
Figura 5 – Arranjo físico por produto, demonstração de uma linha de produção .....	20
Figura 6 – Arranjo físico misto dentro de um restaurante.....	21
Figura 7 – O padrão de procedimentos do SLP .....	26
Figura 8 – Matriz de-para .....	27
Figura 9 – Diagrama de relação .....	28
Figura 10 – O uso do diagrama de relação .....	29
Figura 11 – Grau de proximidade entre as atividades, processos ou máquinas .....	29
Figura 12 – Diagrama de fluxo .....	31
Figura 13 – <i>Layout</i> fictício .....	33
Figura 14 – Diagrama de fluxo do <i>layout</i> fictício.....	34
Figura 15 – Rearranjo do <i>layout</i> fictício.....	36
Figura 16 – <i>Layout</i> da padaria estudada.....	43
Figura 17 – Diagrama de fluxo do <i>layout</i> da padaria.....	48
Figura 18 – Esboço do <i>layout</i> proposto.....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Intervalo de interação para cada grau de proximidade.....	30
Tabela 2 – A relação entre o grau de proximidade e sua representação .....	31
Tabela 3 – Intervalo entre cada importância .....	33
Tabela 4 – Matriz de-para ( $N_{ij}$ ) e classificação das movimentações.....	34
Tabela 5 – Distância $D$ entre duas máquinas $i$ e $j$ .....	35
Tabela 6 – Deslocamento total $DT$ entre duas máquinas $i$ e $j$ .....	36
Tabela 7 – Novas distâncias $D_{ij}$ após o rearranjo .....	37
Tabela 8 – Distância total $DT_{ij}$ após o rearranjo.....	37
Tabela 9 – Relação de artigos estudados .....	38
Tabela 10 – Intervalo de proximidade encontrado .....	45
Tabela 11 – Matriz de-para e a classificação dos movimentos .....	46
Tabela 12 – Matriz das distâncias $D_{ij}$ .....	50
Tabela 13 – Deslocamento total $DT$ entre os objetos.....	51
Tabela 14 – Novas distâncias $D_{ij}$ após o rearranjo .....	53
Tabela 15 – Matriz das distâncias totais $D_{ij}$ no <i>layout</i> rearranjado.....	54
Tabela 16 – Resultados individuais após o rearranjo.....	56



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	10
1.2 O SETOR DE PADARIAS.....	10
1.3 A PROBLEMÁTICA.....	11
1.4 OBJETIVO GERAL .....	12
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1 ARRANJO FÍSICO.....	13
2.1.1 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO .....	16
2.1.2 ARRANJO FÍSICO POSICIONAL.....	16
2.1.3 ARRANJO FÍSICO POR PROCESSO.....	17
2.1.4 ARRANJO FÍSICO CELULAR .....	18
2.1.5 ARRANJO FÍSICO POR PRODUTO .....	20
2.1.6 ARRANJO FÍSICO MISTO .....	20
2.1.7 ALGORÍTIMOS USADOS EM ARRANJO FÍSICO FUNCIONAL .....	22
2.1.8 MEDIÇÃO E COMPARAÇÃO DE DISTÂNCIAS EM UM ARRANJO FÍSICO.....	23
2.2 PLANEJAMENTO E ESTUDO DE <i>LAYOUT</i> .....	24
2.2.1 <i>SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING</i> (SLP) .....	25
2.2.2 MATRIZ DE-PARA.....	27
2.2.3 DIAGRAMA DE RELAÇÃO.....	28
2.2.4 DIAGRAMA DE FLUXO .....	31
2.2.5 EXEMPLO DE APLICAÇÃO .....	32
2.3 APLICAÇÕES DO SLP NA LITERATURA.....	38
<b>3 METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>	<b>40</b>
3.1 CLASSIFICAÇÕES.....	40
3.2 O MÉTODO .....	41
<b>4 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>42</b>
4.1 AMBIENTAÇÃO .....	42
4.2 <i>LAYOUT</i> ESTUDADO.....	42
4.3 PROPOSTA DE <i>LAYOUT</i> .....	52
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo a Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo (SBVC), no ano de 2017, as três maiores empresas varejistas presentes no Brasil eram do ramo de supermercados. A Sociedade ainda destaca que, das 300 maiores empresas varejistas no Brasil, 144 são supermercados e totalizaram, no ano de 2016, um faturamento de R\$ 288,78 bilhões. Para o ano de 2019, de acordo com a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), em seu relatório anual apresentado na revista SuperHiper, o faturamento total dos supermercados brasileiros foi de R\$ 378,3 bilhões, representando 5,2% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

### 1.2 O SETOR DE PADARIAS

Dentro dos supermercados é muito comum encontrar o setor de panificação e confeitaria, alvo deste estudo. Esse fato é justificado por vários motivos: Segundo o Centro de Treinamento e Desenvolvimento Empresarial (CTDE), parceiro da ABRAS e responsável pela organização da EXPO Supermercados, a padaria e a confeitaria têm participação média de 12% das vendas totais nos pequenos e médios supermercados e é reflexo direto da qualidade de produtos e atendimento, influenciando fortemente na imagem da empresa. Ainda conforme o CTDE, esse setor tornou-se parte indispensável devido à capacidade de atrair clientes e à redução de custos relacionados ao desperdício de produtos perecíveis pois torna possível a utilização destes como matéria prima para produção própria ao invés da realização de promoções e vendas a preço de custo para evitar perder o produto. Outros pontos positivos que podem ser destacados em ter um setor de panificação e confeitaria organizado e estruturado é a fácil adaptação a novos costumes alimentares da região, fácil acesso a fornecedores e maior capacidade de negociação por preços.

A Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP), relata em seu demonstrativo anual referente ao ano de 2019 um crescimento de 2,65% no faturamento de empresas atuantes nesse ramo. Como fator principal para tal, a ABIP cita que a produção própria de produtos vem crescendo e recebendo apoio dos

clientes em relação à compra de produtos pré-prontos e a revenda. Em números, houve um crescimento de 2,9% na venda de produtos de produção própria e apenas 0,95% para produtos de revenda. Hoje em dia, com um mercado predatório e uma competitividade extrema, a disputa por clientes é parte indispensável na estratégia de todas as empresas.

### 1.3 A PROBLEMÁTICA

Um estudo de mercado organizado pelo SEBRAE em 2017 relacionado ao setor apontou que alguns dos problemas enfrentados pelas padarias são: a falta de padronização, a necessidade de um *mix* de produtos e a variabilidade na produtividade – estes pontos, juntamente com a presença de filas, exaustão excessiva por parte dos colaboradores, reclamações por parte dos clientes referente a demora podem caracterizar a presença de um fluxo caótico no ambiente. O fluxo caótico é causado por movimentações excessivas, mistura entre fluxos de processos, recorrentes colisões entre funcionários ao se deslocarem pelo ambiente, entre outros. Este pode ser amenizado com um estudo das movimentações do local, portanto, pode-se identificar uma possibilidade de estudo de do arranjo físico funcional.

Em linhas gerais, entende-se por arranjo físico funcional a disposição das máquinas num ambiente produtivo de acordo com a similaridade dos seus recursos produtivos transformadores. Portanto, é um arranjo comum utilizado em padarias pois muitos dos seus produtos tem similaridade na produção. Por exemplo, para produzir pães é necessário produzir primeiramente a massa. Esse processo é, de modo geral, o mesmo para a produção do pão francês, do pão de milho, do pão de centeio, entre outros. Ambos seguem um mesmo padrão de utilização de um cilindro, uma batedeira, uma bancada para manuseio da massa e somente após esse processo ocorre a diferenciação entre os produtos através de um processo muitas vezes manual. Com a análise desse ambiente, pretendia-se obter uma melhora na eficiência do arranjo físico produtivo principalmente pela eliminação de fluxos desnecessários.

#### 1.4 OBJETIVO GERAL

Como mencionado anteriormente, este trabalho visa reduzir o deslocamento total necessário dentro do ambiente de produção da empresa, o fluxo caótico de pessoas e materiais.

#### 1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Ao aprofundar no objetivo da pesquisa, identificou-se alguns pontos primordiais para se atingir a meta deste trabalho, são eles:

Reduzir as reclamações registradas por parte dos clientes em relação à atrasos nos horários comuns de produção e filas;

Tornar o ambiente mais harmonioso e eficiente, reduzindo as reclamações por parte dos colaboradores sobre exaustão e colisões dentro do ambiente produtivo;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na presente seção é exposta uma síntese sobre definições e características, percorridas em outros trabalhos já publicados, sobre arranjo físico, SLP, ferramentas, estudos e aplicações. Este capítulo tem como finalidade criar o embasamento teórico necessário para realizar este trabalho, guiando desde o primeiro reconhecimento do ambiente de estudo até as conclusões finais.

### 2.1 ARRANJO FÍSICO

Para Rocha (1981), *layout* – sinônimo, em inglês, muito utilizado para arranjo físico -, significa a disposição dos departamentos, seções, máquinas, pontos de armazenamento, trabalho manual ou intelectual dentro da fábrica, do modo que os recursos são distribuídos e o acesso ao estoque, tudo relacionado dentro do fluxo do trabalho. Slack *et al.* (2002) afirmam que o arranjo físico é a primeira impressão que se tem de um ambiente produtivo e que sua preocupação é com a localização física dos recursos de transformação dentro de um processo, ou seja, definir o *layout* é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.

O planejamento de *layout*, de acordo com Neumann e Fogliatto (2013), é motivado pela existência de diferentes fluxos de produção e visa criar uma harmonia entre todos os elementos presentes nessa movimentação. Portanto, deve-se combinar a melhor disposição de equipamentos, a força de trabalho, as áreas produtivas, os estoques e a movimentação de modo a alcançar a melhor eficiência de cada um desses fatores.

Tompkins (2010) divide o planejamento de *layout* em duas categorias diferentes de acordo com sua finalidade: construção e melhoria. Os métodos relacionados à construção tendem a ajudar os planejadores a montar um *layout* sustentável desde o seu primeiro momento, sua criação. Já os relacionados à melhoria visam gerar alternativas para um *layout* já existente. Segundo ele, até mesmo a menor modificação que gere uma melhoria no arranjo físico é notória.

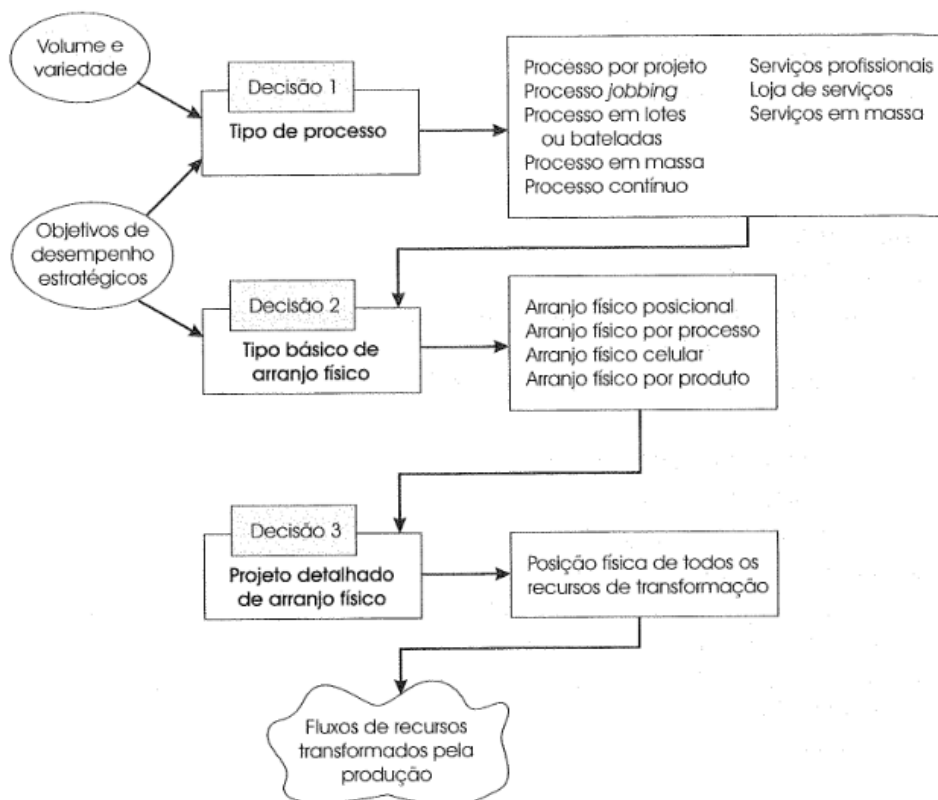
Esse *upgrade* no *layout* pode gerar muitos benefícios como melhoria nos indicadores de produtividade, lucratividade e conforto. Slack *et al.* (2002) reiteram

essa afirmação expondo que mudanças relativamente pequenas na localização de uma máquina em uma fábrica ou dos bens em um supermercado podem afetar o fluxo de materiais e pessoas e, conseqüentemente, interferir nos custos e na eficácia geral da produção. Assim como uma pequena modificação pode trazer resultados positivos à empresa, o autor alerta que um arranjo físico incorreto pode trazer conseqüências desastrosas como padrões de fluxo muito longos e/ou confusos, estoque de materiais, desorganização do ambiente, filas, maior tempo de processamento, fluxos imprevisíveis, alto custos, entre outros.

Em complemento, Santos *et al.* (2012) apresentam que um projeto de melhoria de *layout* pode ter inúmeros motivos para ser realizado. A implantação de uma nova instalação produtiva, a necessidade da instalação de novos equipamentos, a qual pode provocar desde uma simples reorganização do ambiente produtivo até a ampliação ou construção de uma nova área produtiva, a otimização dos fluxos visando reduzir a distância percorrida pelos operadores, aumento da capacidade produtiva com uma melhor utilização dos recursos são alguns exemplos citados.

Slack *et al.* (2002) apresentam um conjunto de três decisões, ilustradas na Figura 1, que devem ser tomadas para se planejar qualquer arranjo físico. São elas, respectivamente, Tipo de processo, Tipo básico de arranjo físico e Projeto detalhado de arranjo físico.

**Figura 1 - Conjunto de decisões para o planejamento de um *layout*.**



Fonte: Slack *et al.* (2002)

A primeira decisão engloba a característica de volume-variedade dos processos, variando de baixo-volume baixa-variedade até alto-volume alta-variedade. A segunda decisão gira em torno dos arranjos físicos básicos expostos na Figura 1 e eles não são definidos obrigatoriamente dependendo da primeira decisão. A terceira decisão depende de recursos auxiliares para avaliação e distribuição dos objetos na montagem do arranjo físico.

Em conformidade com Muther (1973) e Lee (1998), muitas vezes o planejamento de *layout* de maneira sistemática dá lugar à intuição do planejador, excluindo toda a sua complexidade e estruturação. Essa não é uma atitude muito recomendável pois implica na necessidade de uma vasta experiência por parte do planejador. Desse modo, os autores reforçam que para obtenção de uma boa estrutura física é necessário realizar um estudo para encontrar o melhor planejamento possível, levando em consideração que os custos do estudo de um *layout* relativamente adequado são inferiores aos custos para rearranjo de um *layout* defeituoso.

Para diagnosticar problemas de *layout*, Morschel (2015) cita alguns indicadores que podem auxiliar nessa ação: tempo médio do processo, o qual pode demonstrar uma demora excessiva; desorganização de materiais e equipamentos no ambiente, fazendo alusão a um possível fluxo confuso de trabalho; tempo médio de deslocamento referente ao processo dentro e fora do ambiente produtivo, indicando se há perda de tempo e desgaste devido à movimentação em excesso; entre outros.

Entretanto, antes de qualquer planejamento ou diagnóstico, é importante saber diferenciar os tipos de *layout* existente, pelo menos os mais comuns ou também chamados na literatura de *layouts* clássicos. Muitas vezes isso não é possível de se identificar com apenas um olhar para a planta, é necessário entender a movimentação tanto de pessoas quanto de material e máquinas dentro do ambiente.

### 2.1.1 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO

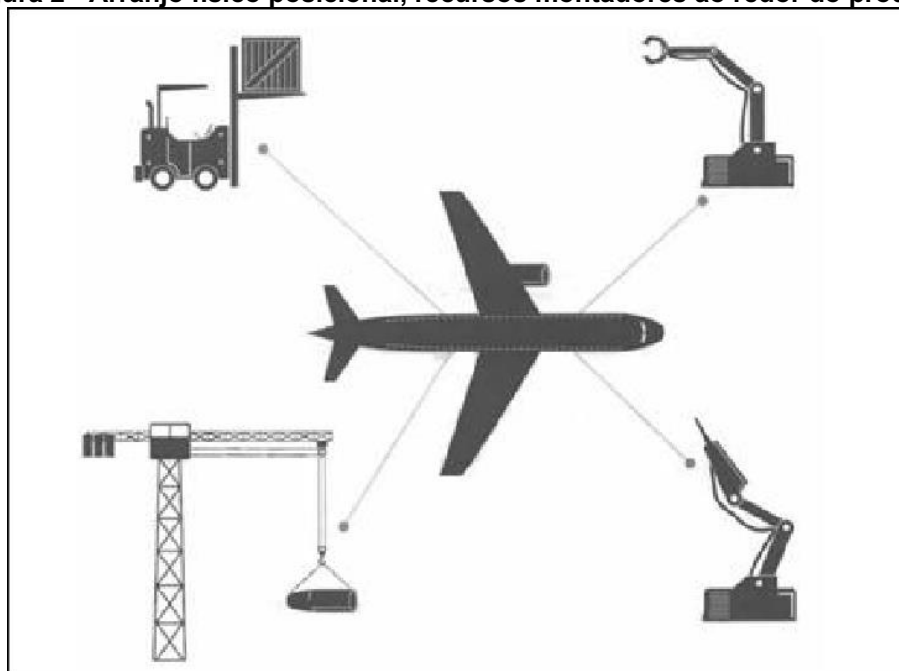
Na literatura, encontram-se quatro tipos básicos de arranjo físico juntamente com uma quinta opção, a qual mescla elementos presentes nos anteriormente citados. Slack *et al.* (2002) discorrem sobre todas essas possibilidades de *layout* em seu livro *Administração da Produção*. A seguir, uma breve explicação sobre cada um é apresentada.

### 2.1.2 ARRANJO FÍSICO POSICIONAL

Também conhecido por arranjo físico de posição, no *layout* posicional, segundo Slack *et al.* (2002), os recursos transformadores se movem entre os recursos transformados, ou seja, quem sofre o processamento fica estacionário enquanto os equipamentos, maquinário e equipe se movem ao redor dele. Isso deve-se ao fato de o produto ser de movimentação difícil, ter um tamanho ou peso acima do normal. Alguns exemplos de processos que requerem esse tipo de arranjo físico são: um processo cirúrgico, a construção de uma rodovia, de um navio ou de um avião, como é o caso da Figura 2 que ilustra a montagem de uma aeronave. Esta é localizada no centro das operações devido à sua magnitude e os recursos transformadores movimentam-se ao seu redor.



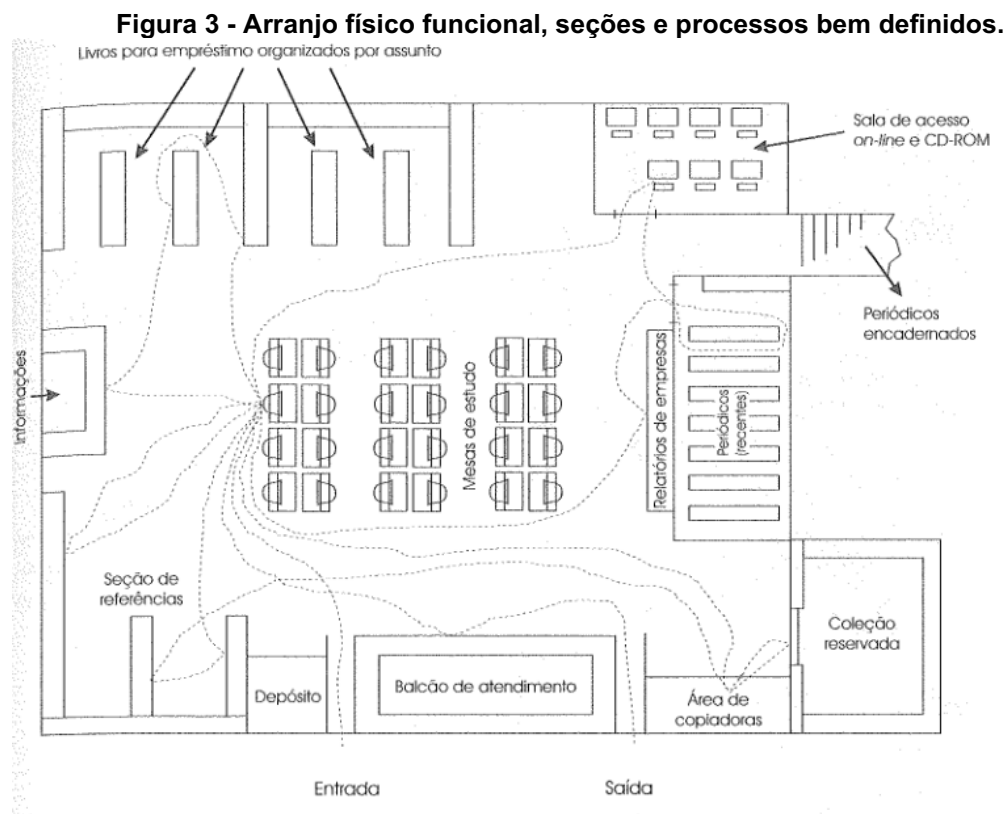
**Figura 2 - Arranjo físico posicional, recursos montadores ao redor do produto.**



Fonte: Martins e Laugeni (2015)

### 2.1.3 ARRANJO FÍSICO POR PROCESSO

Este arranjo também possui um segundo nome: arranjo físico funcional. Esse *layout* se caracteriza, em conformidade com Slack *et al.* (2002), pelo agrupamento de máquinas ou processos devido a suas similaridades. Essa proximidade é justificada pela conveniência de se concentrar os processos transformadores a fim de facilitar o fluxo de pessoas e recursos. Os supermercados são exemplos desse estilo por separarem seus produtos em seções seguindo uma proximidade entre o tipo da mercadoria. Todos os macarrões são expostos na mesma seção, facilitando assim a reposição deles sem haver a necessidade de percorrer o mercado todo colocando um tipo de macarrão em cada lugar. Outro exemplo, ilustrado pela Figura 3, é o caso de uma biblioteca, na qual existem seções específicas para cada tipo de livro, um local específico para empréstimos, uma sala dedicada à leitura, sala com computadores, entre outros.



Fonte: Slack *et al.* (2002)

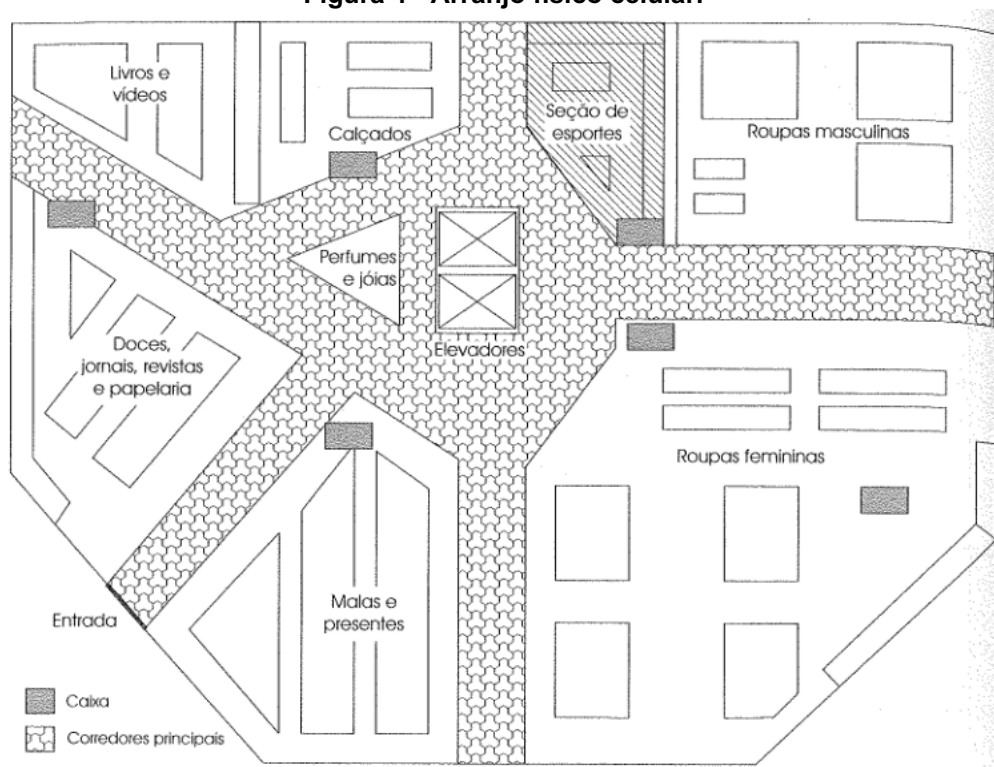
Este é o arranjo encontrado na padaria, alvo da presente pesquisa. Dentro do *layout*, existem processos específicos destinados à produção de salgados, outra porção dedicada aos confeitos e outra às panificações. Esses processos são separados por familiaridade dos produtos produzidos, por exemplo, os salgados possuem muito em comum durante sua produção, apenas se diferenciando no acabamento, processo que na maioria das situações é manual e não depende das máquinas. O mesmo ocorre para pães e confeitos, seus processos base de produção são similares e utilizam as mesmas máquinas, fato que justifica a necessidade de proximidade delas com sua respectiva bancada de trabalho.

#### 2.1.4 ARRANJO FÍSICO CELULAR

As máquinas são dispostas em células dentro do ambiente fabril. Cada célula é composta, muitas vezes, por diferentes máquinas. Todo agrupamento é responsável por um produto ou processo específico dentro da linha de produção e o produto que entra na célula não é o mesmo que sai e segue para a célula seguinte. Nesse caso, de acordo Slack *et al.* (2002), todos os recursos a serem transformados são pré-

selecionados e direcionados a uma parte específica do processo (célula) onde os recursos necessários para determinada transformação estão concentrados. Empresas fabricantes de componentes de computador costumam utilizar esse tipo de arranjo físico para realizar a fabricação e a montagem de cada peça personalizada de cada produto. É possível encontrar esse *layout* também em supermercados nas áreas destinadas a produtos específicos, como por exemplo área de frios. A Figura 4 demonstra um terceiro exemplo, apontando como dentro de uma loja podem existir inúmeras células, cada uma com seu próprio processo.

**Figura 4 - Arranjo físico celular.**



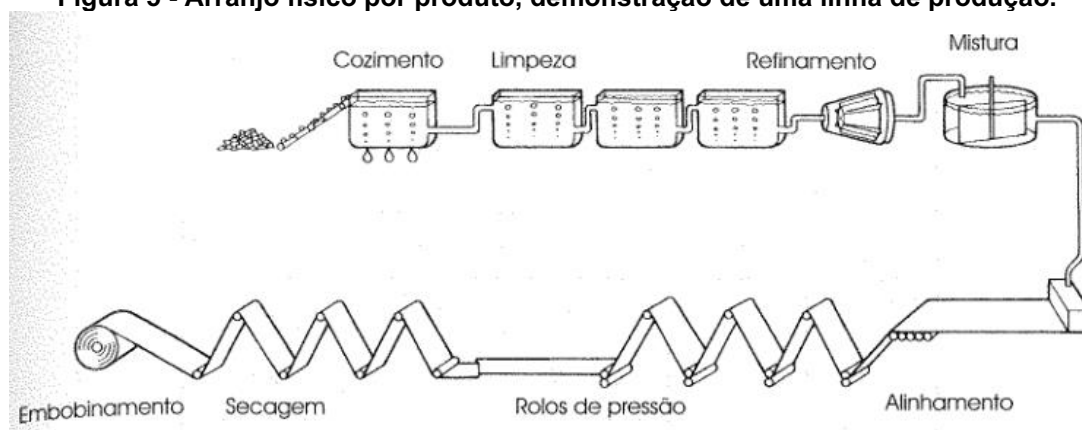
Fonte: Slack *et al.* (2002)

Este exemplo presente na Figura 4 remete muito ao estilo presente nas lojas de departamento norte americanas, nas quais existem inúmeras células dentro do ambiente, cada uma funcionando independente da outra com seus próprios produtos, caixa e provador. Normalmente cada célula é representada por uma marca de produto diferente das demais.

### 2.1.5 ARRANJO FÍSICO POR PRODUTO

O *layout* por produto consiste, segundo Slack *et al.* (2002), na localização dos recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível, o que torna esse tipo de *layout* facilmente controlável. Esse arranjo é comumente encontrado em montadoras de automóveis pois nelas há a presença de uma linha de produção na qual o produto transformado passa por uma série de pontos onde os recursos transformadores estão prontos para agir sobre ele. A Figura 5 apresenta o processo produtivo do papel, ilustrando como o processo é feito em linha, com a entrada da matéria prima e as suas transformações e movimentações ao longo do processo até sua finalização.

**Figura 5 - Arranjo físico por produto, demonstração de uma linha de produção.**

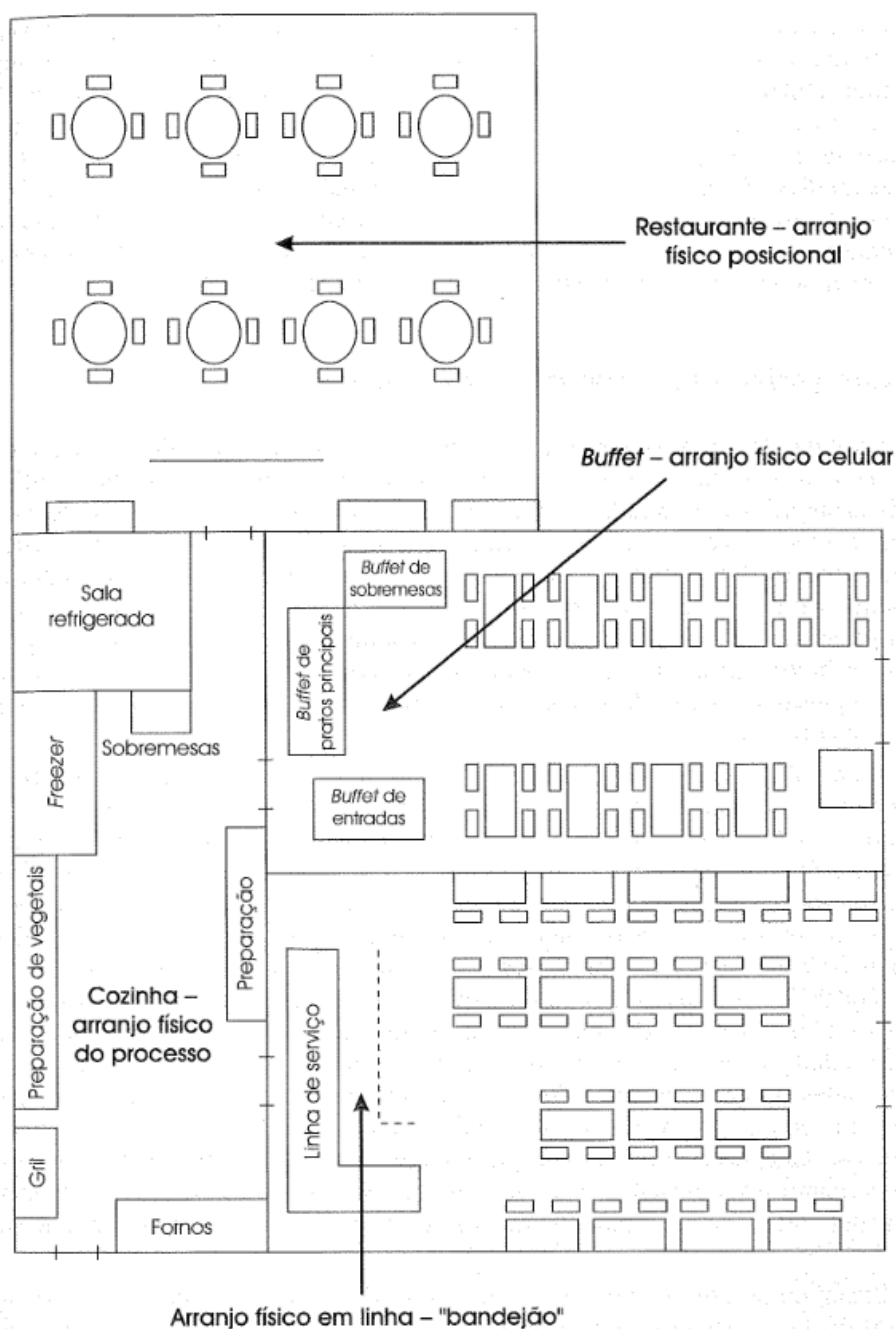


Fonte: Slack *et al.* (2002)

### 2.1.6 ARRANJO FÍSICO MISTO

Conforme Slack *et al.* (2002), muitas vezes ocorre a combinação de elementos presentes nos arranjos citados anteriormente. Por exemplo, um hospital normalmente usaria o arranjo físico por processo, separando-se por departamentos. Porém, dentro de cada departamento, pode-se encontrar arranjos físicos diferentes, numa sala de cirurgia observa-se um arranjo físico posicional, já no laboratório pode-se encontrar um arranjo físico por produto. O mesmo ocorre no arranjo físico celular, cada célula pode conter seu próprio tipo de *layout*. A Figura 6 expõe esse fenômeno dentro do ambiente de um restaurante.

Figura 6 - Arranjo físico misto dentro de um restaurante.



Fonte: Slack *et al.* (2002)

Pode-se observar a presença de quatro tipos de arranjos no ambiente do restaurante da Figura 6. Para o ambiente de refeições, é possível utilizar arranjos diferentes. O estilo “bandejão”, muito comum em restaurantes universitários, concentra todos os produtos em um só lugar e os clientes movimentam-se ao redor servindo-se do que quiserem, caracterizando um arranjo em linha. Se o ambiente for no estilo *à la carte*, pode-se caracterizar um arranjo posicional. Ao separar os produtos expostos por categorias, ou células, como um local para entradas, outro para

sobremesas e um para pratos principais, observa-se a montagem de um arranjo celular.

### 2.1.7 ALGORÍTIMOS USADOS EM ARRANJO FÍSICO FUNCIONAL

Após analisar todos os arranjos físicos clássicos e constatar que, de fato, o ambiente estudado é do tipo funcional devido aos pontos expostos durante o subtópico 2.1.3, pode-se iniciar um aprofundamento em técnicas utilizadas para avaliação desse tipo de ambiente.

Existem inúmeras maneiras de se avaliar um *layout*. Desde os ambientes mais simples até os mais complexos, cada um apresenta uma opção mais favorável para análise. A complexidade do arranjo físico funcional é de ordem  $n!$  onde  $n$  é o número de departamentos presentes, e, para cada nível de complexidade, foram elaborados procedimentos para obter soluções tão boas quanto a solução ótima. Quando se identifica um *layout* mais simples, com dimensões pequenas, poucas salas, departamentos e máquinas, a prática manual da aplicação de um método é mais comum, porém, quando depara-se com um ambiente complexo, com um número de interações entre máquinas, ambientes e setores diferentes muito elevado, faz-se necessário a utilização de modelos matemáticos através da aplicação computacional para facilitar, agilizar e garantir a assertividade do modelo, tendo em vista que o número de processos a serem realizados é alto. Como a atual pesquisa tem enfoque no arranjo físico funcional, alguns modelos utilizados para análise deste arranjo tanto na forma mais simplória quanto na mais complexa serão expostos a seguir.

O SLP (*Systematic Layout Planning*), GBT (*Graph Based Theory*), TCR (*Total Closeness Rating*), PEM (*Pairwise Exchange Method*), DBD (*Dimensionless Block Diagram*), CORELAP, ALDEP e CRAFT são alguns exemplos de metodologias e algoritmos utilizadas para tal. Além delas, muitos pesquisadores utilizam outras ferramentas para auxiliar em relação às opções de *layout* obtidas ou ao objetivo específico que se deseja alcançar. Ojaghi (2015), por exemplo, combina o uso do SLP com o GBT, Suhardi (2019), por outro lado, aplica o método SLP com uma abordagem voltada para a ergonomia através do uso do QEC (*Quick Exposure Check*), pois objetivava-se reduzir a carga carregada de material. Por fim, Tortorella e Fogliatto (2008) apresentaram a utilização da análise multicritério para auxiliar na tomada de

decisão na seleção dentre as diversas opções de *layout* resultantes do estudo. Portanto, é necessário analisar qual ferramenta ou metodologia existente pode auxiliar o estudo de *layout* a alcançar os objetivos traçados.

Algumas dessas opções anteriormente citadas, segundo Deshpande *et al.* (2016), como o CRAFT e o ALDEP, são mais robustas, compostas de um algoritmo para análise de ambientes com diversas repartições, diversos departamentos que precisam ser organizados. Esses métodos, além de suas características particulares, como por exemplo o CRAFT que é voltado para a otimização de um ambiente já existente (também conhecido como método evolutivos), ou o ALDEP que não requer esse arranjo pré-estabelecido (método construtivo), são comumente utilizados em problemas de ordem fatorial ( $n!$ ) na qual  $n$  é o número de ambientes a serem estudados, desse modo os algoritmos tentam encontrar soluções próximas da ideal devido à alta complexidade do problema. Esses métodos não se aplicam à atual pesquisa devido à simplicidade do ambiente do projeto.

Para a presente pesquisa, o SLP foi selecionado devido, além da especialidade com *layout* funcional, ao seu procedimento estruturado e muito completo, sua praticidade, sua facilidade em gerar opções, sua simplicidade e correlação com os objetivos que se pretende alcançar, sem mencionar o quão didático o método é e ter servido como base para metodologias posteriormente desenvolvidas.

Após a aplicação do SLP, faz-se necessário a utilização de um método avaliativo para comparar o arranjo estudado e os propostos.

#### 2.1.8 MEDIÇÃO E COMPARAÇÃO DE DISTÂNCIAS EM UM ARRANJO FÍSICO

De acordo com Moreira (2011), o modelo carga-distância, o qual foi utilizado na avaliação final do *layout* anterior e proposto para a padaria, é um método quantitativo evolutivo, ou seja, ele parte do acompanhamento e aprimoramento de um arranjo já existente através de um critério pré-estabelecido que pode ser, por exemplo, distância percorrida ou tempo de deslocamento. Esse modelo visa minimizar o critério escolhido através da redução da quantidade de movimentos ou da distância percorrida, no primeiro caso, ou do tempo total necessário para cada movimentação, no segundo. Existem inúmeras variações deste modelo. Santos *et al.* (2018), por exemplo, não utilizam o modelo comum com pesos atribuídos às distâncias. Esse

mesmo caminho foi traçado na presente pesquisa, para tal, apresenta-se a equação (1) para totalizar a distância percorrida no arranjo físico:

$$DT = \sum N_{ij} \times D_{ij} \quad (1)$$

Na qual:

$DT$  = Fluxo total;

$N_{ij}$  = Número de deslocamentos entre os objetos  $i$  e  $j$ ;

$D_{ij}$  = Fluxo entre os objetos  $i$  e  $j$ .

Para alimentar essa equação e facilitar a visualização dos dados, foram utilizadas duas matrizes, a primeira contendo os respectivos valores para  $N_{ij}$ , ou seja, o número de movimentações entre as máquinas (matriz de-para, a qual será apresentada juntamente com o SLP) e uma segunda matriz contendo o valor referente à distância entre elas. A multiplicação direta dos respectivos valores contidos em cada matrizes resultou no valor para  $N_{ij} \times D_{ij}$ , este que foi exposto numa terceira matriz. Portanto, para finalizar, ocorreu a somatória de todos os valores contidos nessa última matriz resultante da multiplicação das duas anteriores. Desse modo encontra-se o valor para  $DT$ .

## 2.2 PLANEJAMENTO E ESTUDO DE LAYOUT

Muther (1973) constata que existem quatro etapas ou passos que o planejador de um *layout* precisa tomar em um projeto, são elas:

Etapa 1 – Determinar a localização;

Etapa 2 – Reconhecimento geral do *layout*;

Etapa 3 – *Layout* detalhado;

Etapa 4 – Plano de instalação.

A etapa 1 consiste em determinar o local onde será planejado o novo *layout* ou a reorganização de um existente. A segunda etapa constitui-se da elaboração geral das operações atuais, do fluxo de processo, do número de máquinas, suas dimensões, a relação entre cada uma delas etc. A terceira etapa já parte de uma elaboração mais aprofundada, aplicação de ferramentas e metodologias para auxiliar



na decisão de onde posicionar cada máquina e cada item que compõe o processo de maneira estratégica a fim de obter o máximo proveito destes. A última etapa é pôr o planejamento em prática.

Além do já exposto, Muther também cita a importância que o estudo do fluxo de materiais e pessoas tem para um projeto de arranjo físico e até chama esse processo de “Coração de muitos *layouts*”. Essa prática tem como finalidade determinar as sequências de movimentações mais efetivas através dos passos necessários para cada processo juntamente com a magnitude ou intensidade desses movimentos. Um fluxo efetivo significa que o material se move de maneira progressiva durante o processo e não encontra refluxos, atrasos ou até mesmo paradas.

### 2.2.1 SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)

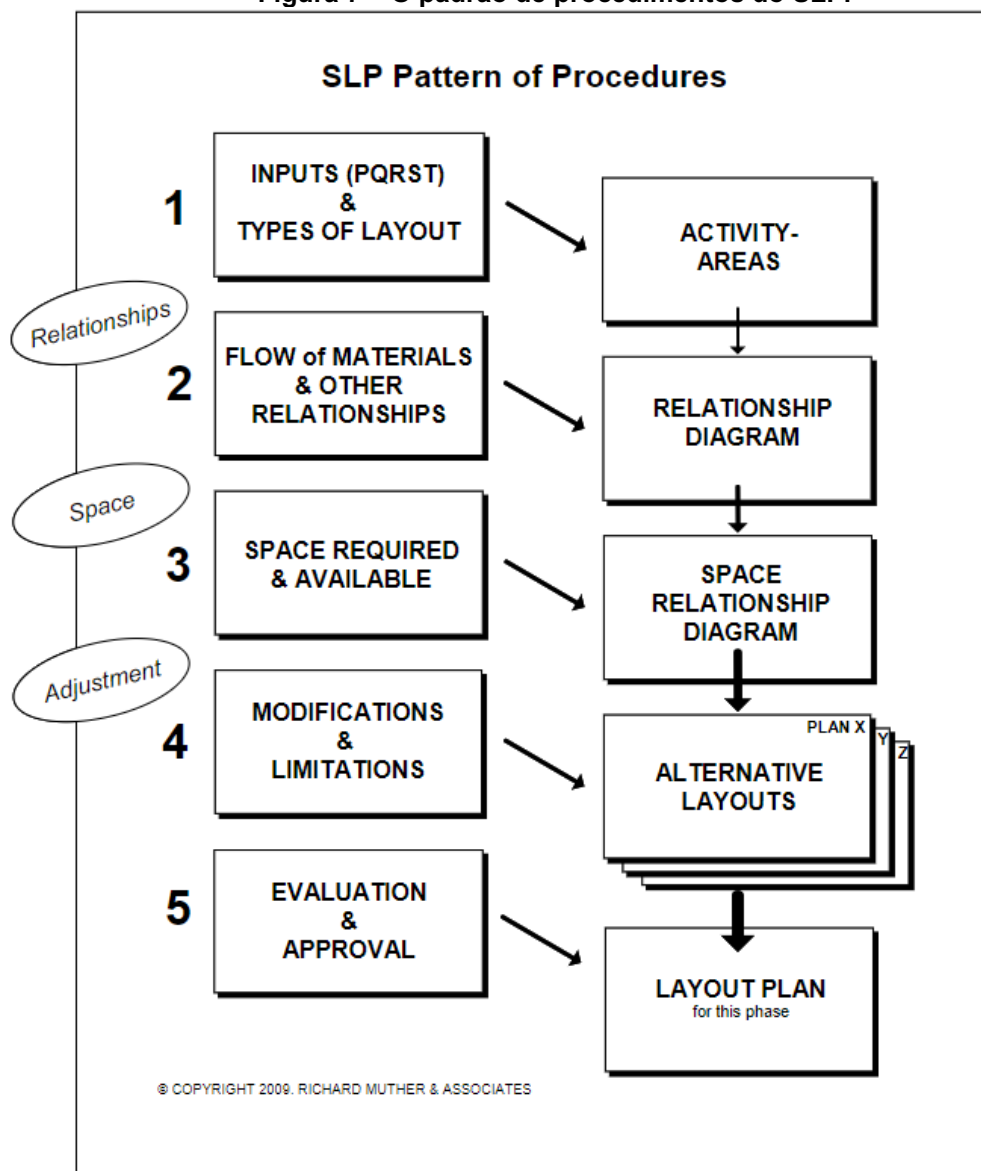
Por que planejar um *layout*? É desse modo que Muther (1973) inicia seu livro que introduz o *Systematic Layout Planning* (SLP). Ele afirma que a razão primária de qualquer arranjo físico fabril é facilitar o processo de manufatura, seguida de redução no manuseio de materiais, tempo de movimentação e distância total percorrida dentro do ambiente produtivo, entre outros. Para a presente pesquisa, a redução no manuseio de materiais, do tempo de movimentação e da distância percorrida foram classificados como de extremo impacto.

Para evitar as abordagens intuitivas citadas anteriormente, Muther (1973) desenvolveu uma metodologia sistemática visando auxiliar o estudo de *layout* e a batizou de *Systematic Layout Planning* (SLP). Essa estrutura serve tanto para planejar um arranjo físico novo como para a reorganização de um já existente e tem como ênfase os *layouts* funcionais. Mesmo sendo um método antigo, o SLP ainda é extremamente aplicável nos dias de hoje. Juntamente com a especialidade em arranjos funcionais, a praticidade, simplicidade, organização e principais objetivos do método fizeram com que ele se destacasse e fosse escolhido para esse projeto.

Para Muther (1973), o SLP é uma maneira organizada de conduzir um planejamento de *layout*. Ele consiste em um conjunto de etapas, um padrão de procedimentos e práticas para identificar, elencar e visualizar os elementos e as áreas envolvidas no planejamento de um arranjo físico. Ainda segundo o autor, o SLP se encaixa, principalmente, nas etapas 2 e 3 citadas no capítulo anterior. Todo arranjo

físico consiste em três fundamentos: relação - envolve o grau de proximidade necessário entre cada elemento do processo, espaço - a quantidade, tipo e formato do que será organizado no local, e ajuste – acomodar as coisas da melhor maneira possível. A Figura 7, retirada de uma edição mais recente do livro de Muther, demonstra o padrão de procedimentos e ferramentas relacionados ao SLP e os encaixa dentro de cada fundamento elaborado pelo autor.

Figura 7 – O padrão de procedimentos do SLP.



Fonte: Muther & Hales (2015).

Por exemplo, procedimentos como o reconhecimento do local, seus fluxos de entrada e saída e a relação entre as atividades fazem parte do fundamento de relacionamentos. Por outro lado, a avaliação do espaço requerido ou disponível e os diagramas presentes na sistemática fazem parte do fundamento espaço. Por fim,

compondo o fundamento ajustes, existem todos os passos relacionados às sugestões de mudanças, novos planejamentos, alternativas de arranjo físico, avaliações do ambiente etc.

Alguns dos procedimentos diretamente ilustrados na Figura 7 como o diagrama de relacionamento e a matriz de-para serão expostos nos subtópicos seguintes, com base no livro de Muther, pois são essenciais para a aplicação do método sistemático.

Chien (2004) sintetizou os passos expostos por Muther em quatro tópicos: entrada de dados ou *input* do processo; procedimentos; resultados de saída ou *outputs* e o processo de avaliação.

Em um curto passo-a-passo, a aplicação do SLP consiste, em sequência, em analisar o *layout* existente e os processos que nele são executados, identificar todo o fluxo de pessoas e materiais no ambiente para visualizar as relações presentes, criar a matriz de-para, o diagrama de relações e o diagrama de fluxo e, a partir deles, utilizar um método avaliativo para que seja possível gerar novas possibilidades de arranjo físico. Por fim, escolher a melhor opção e traçar um plano para pô-la em prática.

### 2.2.2 MATRIZ DE-PARA

Dentro do SLP, a matriz de-para sintetiza todos os fluxos relacionados ao arranjo físico. A Figura 8 representa uma matriz em branco.

Figura 8 - Matriz de-para.

Activity or Operation FROM	Activity or Operation TO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

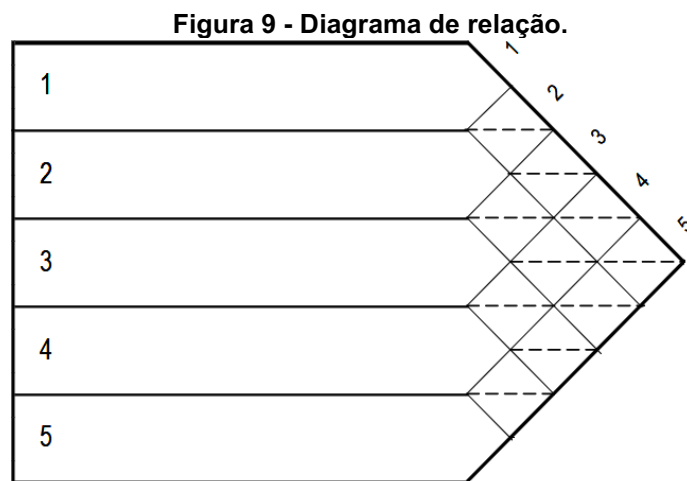
Fonte: Muther & Hales (2015)

Os campos enumerados de 1 a 10, tanto na horizontal quanto na vertical, são preenchidos com o nome de uma atividade, máquina ou operação. Nos lugares da tabela onde há intersecção dos numeradores, por exemplo no primeiro espaço da tabela (destacado em vermelho), o qual refere-se ao item 1 de ambos os lados, é colocado um – (traço) pois não há interação de uma máquina ou atividade consigo mesma. Nos demais, onde há o encontro de numeradores diferentes, é registrado o número de interações relacionadas aos respectivos processos. Após a finalização dessa etapa, os resultados são transportados para um diagrama de relacionamento entre as atividades.

Entende-se por interação entre os objetos  $i$  e  $j$  toda movimentação de um objeto ao outro decorrente de uma atividade de um processo produtivo, seja ela com ou sem carga.

### 2.2.3 DIAGRAMA DE RELAÇÃO

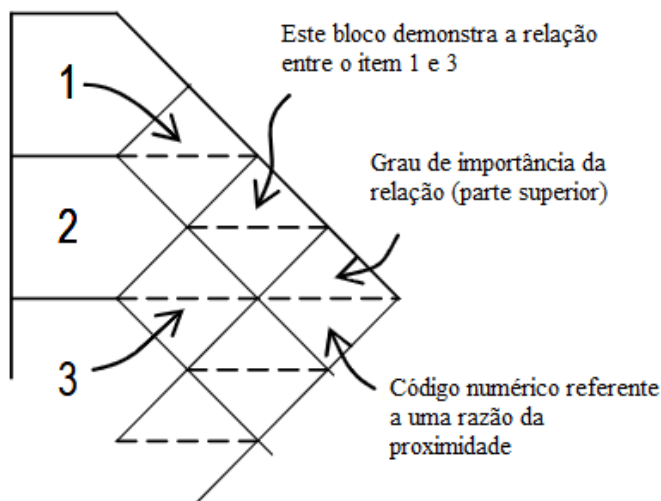
O diagrama de relação demonstra quais atividades tem relação com outras, além de avaliar a importância da proximidade entre elas e uma possível razão para tal. É importante frisar que esse diagrama é uma maneira excelente de tornar os dados resumidos, mais visíveis e apresentáveis. As subseqüentes Figuras exemplificam o funcionamento desse diagrama.



Fonte: Adaptado de Muther & Hales (2015).

A Figura 9 representa o formato geral do diagrama, nos campos à esquerda encontra-se o nome das atividades, processos ou máquinas identificadas. Já a Figura 10 retrata como devem ser usados os quadrantes à direita.

**Figura 10 - O uso do diagrama de relação.**



Fonte: Adaptado de Muther & Hales (2015).

Nos blocos à direita são expostos os dados relacionados à proximidade entre os itens listados. Tais dados se resumem ao grau de importância da relação e uma possível razão para tal. A Figura 11 introduz o grau de proximidade normalmente utilizado na caracterização das relações e como é feita sua representação.

**Figura 11 - Grau de proximidade entre as atividades, processos ou máquinas.**

Valor	Proximidade
A	Absolutamente importante
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Pouco importante
U	Sem importância
X	Não desejável

Fonte: Adaptado de Muther & Hales (2015).

O grau de proximidade é determinado conforme os níveis expostos anteriormente. Para encaixar cada atividade em seu respectivo lugar na tabela, o número máximo de interações encontrado no estudo entre duas atividades, máquinas ou processos é dividido pelo número de graus de proximidade, obtendo-se assim um valor que é usado para criar uma escala que varia de 0 a esse valor para o primeiro nível de proximidade, desse valor até duas vezes esse valor para o segundo nível e assim sucessivamente. Essa faixa de valores é utilizada para alocar cada atividade para sua proximidade desejável. Por exemplo, se o maior número de interações encontrado no estudo foi de 600 interações, então a cada 100 interações entre dois processos, atividades ou máquinas, sobe-se na tabela de grau de proximidade. Esse último valor derivou da divisão no maior valor encontrado (600) pelo número de graus de proximidade (6). Dessa forma, encontra-se a Tabela 1, a qual demonstra os graus de proximidade e seus respectivos valores para caracterização da proximidade necessária dependendo de cada range de interações desse exemplo:

**Tabela 1 - Intervalo de interação para cada grau de proximidade.**

Valor	Proximidade	Range
A	Absolutamente importante	501~600
E	Especialmente importante	401~500
I	Importante	301~400
O	Pouco importante	201~300
U	Sem importância	101~200
X	Não desejável	0~100

Fonte: Autoria própria.

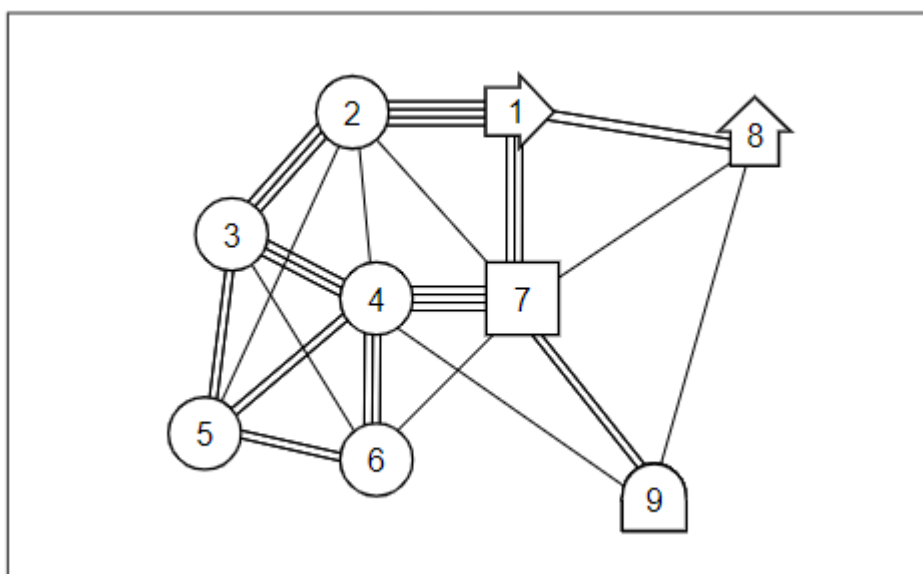
No exemplo, seguindo a Tabela 1, dois objetos que tenham entre 501 e 600 interações entre si, precisam, necessariamente, estar localizados o mais próximo possível para que haja otimização no deslocamento entre eles, reduzindo, dessa forma, a movimentação total necessária. Em contrapartida, objetos com interações menor que 100 acabam não tendo nenhum vínculo de proximidade obrigatório e pouco interferem no deslocamento total percorrido, portanto, podem ser realocados para mais longe, dando espaço para objetos que necessitem de proximidade.

Toda essa classificação detalhada é necessária dentro do SLP pois ele trabalha elencando os objetos e, a partir desse *ranking*, permite elaborar o diagrama de fluxo e conseqüentemente as novas opções de *layout* considerando todas as particularidades de cada interação e a opinião dos responsáveis pelo local.

## 2.2.4 DIAGRAMA DE FLUXO

Após a caracterização de cada atividade de acordo com seu grau de proximidade desejável, é possível elaborar um diagrama de fluxo para ilustrar como as movimentações se comportam dentro do ambiente produtivo. A Figura 12 apresenta um exemplo de diagrama de fluxo completo e a Tabela 2 um explicativo geral do significado de cada item dentro do diagrama.

Figura 12 - Diagrama de fluxo.



Fonte: Muther & Hales (2015).

Tabela 2 - A relação entre o grau de proximidade e sua representação.

Vowel Letter	No. Value	No. of Lines	Closeness Rating	Color Code
A	4	////	Absolutely Necessary	Red**
E	3	///	Epecially Important	Orange Yellow**
I	2	//	Important	Green**
O	1	/	Ordinary	Blue**
U	0		Unimportant	Uncolored**
X	-1	W	Not Desirable	Brown**

Fonte: Muther & Hales (2015).

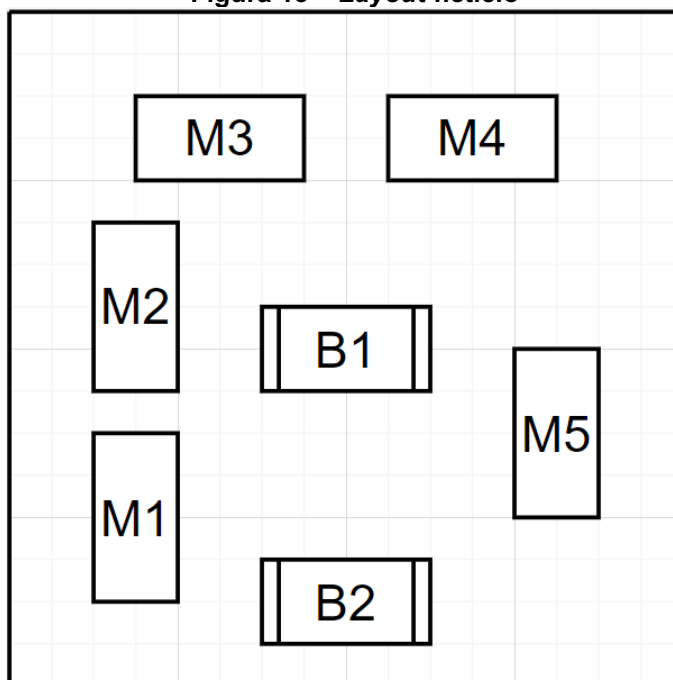
A Figura 12 e a Tabela 2 apresentadas se complementam. A segunda demonstra como cada grau de proximidade é representado no diagrama de fluxo e a primeira é o diagrama propriamente dito com suas respectivas atividades. Esse procedimento ajuda a visualizar o comportamento de possíveis mudanças feitas no arranjo físico, onde os fluxos mais intensos estão concentrados ou até mesmo como distribuí-los. Para construir o diagrama de fluxos, primeiro inicia-se com a inserção das máquinas que contém o maior ranqueamento de proximidade necessário. No caso do exemplo, as primeiras máquinas a serem inseridas foram os conjuntos 1 e 2 e 4 e 7, estes dois foram representados com ligações de quatro linhas por serem de extrema importância. A partir deles, as próximas ligações são feitas adicionando as máquinas com o segundo maior nível de proximidade e representação por três linhas. A criação do diagrama segue essa lógica pois é necessário dar prioridade para as proximidades mais importantes, são elas que necessitam serem visualizadas e entendidas para que, após as análises, possam surgir melhores resultados.

#### 2.2.5 EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Com o propósito de facilitar o entendimento de todos os métodos e ferramentas que foram explicados anteriormente neste trabalho e aplicados nessa pesquisa, considera-se o seguinte *layout* fictício, caracterizado pelo arranjo funcional, de uma empresa que produz os produtos A e B, presente na Figura 13. Nessa representação, pretende-se também organizar o ambiente produtivo com o objetivo de reduzir o deslocamento total percorrido e o fluxo caótico presente no local através da aplicação do SLP e do método carga-distância.



Figura 13 – Layout fictício



Fonte: Autoria própria (2021)

A bancada B1 é responsável pelo produto A e a B2 pelo produto B. As máquinas utilizadas para cada processo são: M1 -> M5 -> M3, para o produto B e M1 -> M2 -> M4 para A.

O primeiro passo nas aplicações é realizar as medições de interações presentes para construir a matriz de-para, a qual sintetiza toda a movimentação que ocorre no ambiente e classificá-la de acordo com a Figura 11. Como o maior valor de interações encontrada entre dois objetos nesse ambiente foi de 230, obteve-se a Tabela 3, representando a distribuição das importâncias de acordo com os métodos já explicados.

Tabela 3 - Intervalo entre cada importância

Valor	Proximidade	Range
A	Absolutamente importante	191 a 230
E	Especialmente importante	153 a 190
I	Importante	115 a 152
O	Pouco importante	77 a 114
U	Sem importância	39 a 76
X	Não desejável	0 a 38

Fonte: Autoria própria (2021)

Os detalhes das interações estão expostos na Tabela 4. Aproveitou-se do formato da matriz para sintetizar os processos e já categorizar as interações de acordo com o seu range.

**Tabela 4 - Matriz de-para ( $N_{ij}$ ) e classificação das movimentações**

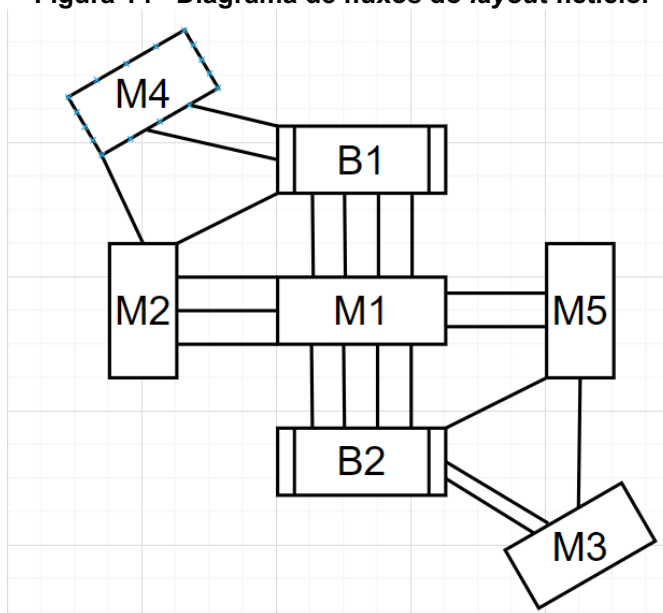
	M1	M2	M3	M4	M5	B1	B2
M1	-	E	X	U	I	A	A
M2	162	-	X	O	X	O	X
M3	37	0	-	X	O	X	I
M4	49	83	4	-	X	I	X
M5	141	0	98	7	-	X	O
B1	212	93	5	128	8	-	X
B2	230	3	139	12	106	11	-

Fonte: Autoria própria (2021)

A maior necessidade de aproximação entre a M1 e as bancadas deve-se possivelmente por ela estar presente fortemente nos dois processos e ser o ponto de partida de ambos.

Com os dados já obtidos pode-se criar, a partir das orientações presentes na Tabela 2, o diagrama de fluxo exposto na Figura 14. Para montá-lo, aproximou-se os objetos que apresentaram maior necessidade de proximidade tentando não fazer com que algumas das linhas de ligação se atravessassem entre si.

**Figura 14 - Diagrama de fluxos do layout fictício.**



Fonte: Autoria própria (2021)

A criação do diagrama de fluxo com a organização correta, sem que haja encontro direto entre as linhas de proximidade, dá uma fácil visualização de como seria um possível rearranjo para as configurações encontradas. As marcas de sem importância ou não desejável não foram apresentadas para evitar poluição visual no diagrama. Foram encontradas apenas uma sem importância mas um número mais elevado para não desejáveis, porém, se são não desejáveis e pouco podem influenciar no resultado final, ficam ocultas no diagrama. Em um arranjo funcional, as interações mais importantes são as que causam maior deslocamento total no ambiente e, por isso, são imprescindíveis e tem prioridade na representação.

O último passo dessa etapa é calcular a distância total percorrida no *layout* da Figura 13. Para tal, utilizou-se as medidas de distâncias, em metros, entre os objetos do local atual, presentes na Tabela 5.

**Tabela 5 - Distância  $D$  entre duas máquinas  $i$  e  $j$ .**

	M1	M2	M3	M4	M5	B1	B2
M1	-						
M2	5	-					
M3	8	4	-				
M4	12	8	5	-			
M5	8	10	12	7	-		
B1	5	4	8	8	4	-	
B2	3	7	10	11	5	4	-

**Fonte: Autoria própria (2021)**

A multiplicação dos valores presentes na matriz de-para (quantidade de interações entre cada objeto,  $N_{ij}$ ) pela respectiva distância entre os mesmos ( $D_{ij}$ ) presentes na Tabela 5 apresentada, resulta na matriz dos valores totais de deslocamento ( $DT_{ij}$ ), em metros, apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Deslocamento total  $DT$  entre duas máquinas  $i$  e  $j$ .

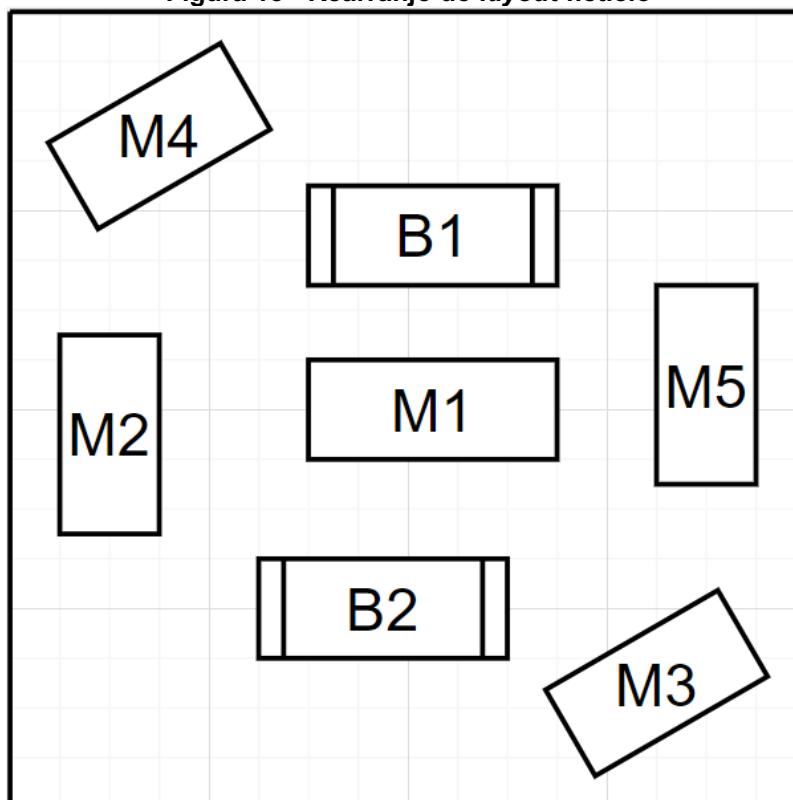
	M1	M2	M3	M4	M5	B1	B2
M1	-						
M2	810	-					
M3	296	0	-				
M4	588	664	20	-			
M5	1128	0	1176	49	-		
B1	1060	372	40	1024	32	-	
B2	690	21	1390	132	530	44	-

Fonte: Autoria própria (2021)

A somatória de todos esses valores de  $DT_{ij}$  resulta no valor total de  $DT$  apresentado pela Equação 1.

Neste caso, para o *layout* atual do exemplo, obteve-se um  $DT = 10066$  metros.

Com o auxílio do diagrama de fluxos, pode-se esboçar uma nova opção de *layout* esquematizada dentro do mesmo ambiente, utilizando as mesmas máquinas e sem que houvesse qualquer alteração estrutural, como mostra a Figura 15.

Figura 15 - Rearranjo do *layout* fictício

Fonte: Autoria própria (2021)

Esse rearranjo foi feito priorizando a aproximação dos objetos que foram classificados com maiores níveis de necessidade de proximidade e realocando para mais longe os com baixas interações. Elabora-se o esboço desse modo pois é através dessa proximidade dos objetos com maior interação que se obtém as maiores reduções de deslocamento. O fato de, em algumas situações, afastar objetos com poucas interações, não afeta significativamente o deslocamento total.

Em seguida, uma nova matriz de distâncias ( $D_{ij}$ ), apresentada na Tabela 7, é montada para que seja possível cruzar os dados com os presentes na matriz de-para original.

**Tabela 7 - Novas distâncias  $D_{ij}$  após o rearranjo.**

	M1	M2	M3	M4	M5	B1	B2
M1	-						
M2	4	-					
M3	7	12	-				
M4	8	5	18	-			
M5	5	11	4	12	-		
B1	2	6	10	6	5	-	
B2	2	6	7	10	7	9	-

Fonte: A autoria própria (2021)

Ao multiplicar essas distâncias pelas suas respectivas interações presentes na matriz de-para, obtém-se a Tabela 8.

**Tabela 8 - Distância total  $DT_{ij}$  após o rearranjo.**

	M1	M2	M3	M4	M5	B1	B2
M1	-						
M2	648	-					
M3	259	0	-				
M4	392	415	72	-			
M5	705	0	392	84	-		
B1	424	558	50	768	40	-	
B2	460	18	973	120	742	99	-

Fonte: A autoria própria (2021)

A somatória de todas as distâncias percorridas para o novo *layout*, presentes na Tabela 8, é de 7219 metros. Portanto, o rearranjo resultou numa redução de 2847 metros percorridos diariamente, cerca de 28%.

## 2.3 APLICAÇÕES DO SLP NA LITERATURA

Ao longo da formação do embasamento teórico, alguns papéis se destacaram por terem um conteúdo útil para o presente trabalho, seu desenvolvimento e justificativa. Deu-se esse destaque pelo objetivo, resultados alcançados ou pela abordagem de diferentes metodologias para auxiliar nos processos do SLP. Os artigos estão categorizados na Tabela 9.

**Tabela 9 - Relação de artigos estudados.**

Autor(es)	Ano	Título	Objetivo	Métodos
OJAGHI	2015	Production Layout Optimization for Small and Medium Scale Food Industry.	Minimizar a distância percorrida, o manuseio, carregamento e perdas de recursos.	SLP e GBT
SANTOS, GOHR e LAITANO	2012	Planejamento sistemático de layout: Adaptação e aplicação em operações de serviço.	Melhorar a gestão de fluxos físicos e alocação de espaços de atendimento.	Aplicação adaptada do SLP para operações e serviços.
TURATI e FILHO	2015	Reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa do setor metalomecânico por meio do método de Planejamento Sistemático de Layout - SLP	Melhoria do fluxo de produção	SLP
SUHARDI, JUWITA e ASTUTI	2019	Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout Planning and ergonomics approach.	Redução no tempo de processamento e da carga total carregada diariamente.	SLP em conjunto com ferramentas ergonômicas.
FAHAD <i>et al.</i>	2016	Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning.	Melhoria no fluxo de materiais	SLP
BENITEZ <i>et al.</i>	2017	Systematic Layout Planning of a Radiology Reporting Area to Optimize Radiologists' Performance.	Criação de células por especialidade, aumento da produtividade.	SLP em conjunto com uma análise de clusters dentro do ambiente.
COSTA <i>et al.</i>	2018	Somellos Confecções, pronta para a ampliação? Análise do processo de arranjo físico na organização.	Ampliação do ambiente produtivo, instalação de novas máquinas.	SLP

Fonte: Autoria própria.

Vale aprofundar o motivo de realce de alguns destes como o de Ojaghi (2015) que apresenta objetivos em comum de redução no manuseio de recursos e da distância percorrida dentro do ambiente produtivo; o de Benitez *et al.* (2017) com a criação de células por especialidade, uma possibilidade que é considerada no estudo da padaria pois ela pode necessitar da divisão do seu ambiente por tipo de produto (panificação, salgados e doces); Turati e Filho (2015) alcançaram a melhoria do fluxo e a reorganização do ambiente após adição de novos equipamentos, outra possibilidade que pode ser cogitada com a ideia de investimento no ambiente por parte da empresa.

Outro ponto que vale destaque é a falta de artigos, principalmente recentes, sobre o ambiente de padarias, principalmente as dentro de empresas de varejo, tendo em vista que esse número vem crescendo cada vez mais devido as inúmeras vantagens mútuas envolvendo essa prática. Por serem ambientes pequenos em relação ao supermercado, estes costumam apresentar fluxos bastante caóticos tanto para pessoas quanto para materiais e precisam de estudos para adequar o ambiente aos trabalhadores, dando melhores condições físicas de trabalho e produção. Esses pontos também motivaram o desenvolvimento desta pesquisa, o qual será apresentada a seguir.

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste tópico são expostas as classificações atribuídas à presente pesquisa.

A metodologia de pesquisa, segundo Minayo (2001), é o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade. Ela engloba o conjunto de ideias e técnicas utilizadas na produção de um trabalho científico. Segundo SILVA e MENEZES (2002, p.20) existem inúmeras maneiras de realizar tal ato, porém, as formas clássicas de classificação são quanto à natureza da pesquisa, forma de abordagem, aos objetivos e dos procedimentos técnicos.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÕES

Identificam-se, no presente trabalho, em relação à natureza, uma pesquisa aplicada, tendo em vista que ele visa a aplicação prática e a solução de problemas específicos.

Quanto à abordagem do problema, nota-se o ponto de vista quali-quantitativo uma vez que o estudo reúne informações sobre um determinado problema e pretende criar hipóteses para solução total ou parcial, e, através da aplicação de um método, validar essa hipótese através de práticas matemáticas.

Levando em consideração os objetivos, (GIL, 2002) expõe que eles devem ser classificados mediante alguns critérios, os quais criam três grupos de pesquisa: exploratória, descritiva e explicativa.

Retomando os objetivos descritos para este trabalho, verifica-se uma pesquisa de cunho exploratório, tendo em consideração que ela proporciona familiaridade com o problema em questão e a possibilidade de construir hipóteses acerca dele. Pode-se também dizer que há pretensão de aprimoramento de ideias em relação ao tema estudado.

Por fim, no que se refere aos procedimentos técnicos, constata-se um estudo de caso. Gil (2002) e Yin (2001) expõem que o estudo de caso é encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos, além de envolver o estudo profundo e exaustivo de um objetivo visando seu amplo e detalhado conhecimento. Com o intuito de completar o



conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos (GIL, 1999, p.26), atribui-se o método indutivo à pesquisa. Este foi proposto pelos empiristas Bacon, Hobbes, Locke e Hume e considera que o conhecimento é fundamentado na experiência, ou seja, a generalização deriva de observações de casos da realidade concreta.

### 3.2 O MÉTODO

A ferramenta utilizada para desenvolvimento geral da pesquisa foi o SLP (*Systematic Layout Planning*) elaborada por Muther (1973), o qual enfatiza que a mesma é utilizada para dar mais atenção para a utilização correta do espaço como um todo, trazendo conceitos de eficiência e técnicas de visualização de processos, além de providenciar uma abordagem lógica, sistemática e estruturada que culmina em um padrão de atividades que visam integrar e pôr em perspectiva todas as técnicas em uso para análise. As etapas do SLP consistem, basicamente, na elaboração de uma lista das movimentações relacionadas ao processo em estudo, de um mapa atual do arranjo da planta, de um diagrama de relação entre os objetos presentes, uma representação gráfica deste diagrama, pelo menos uma possível reestruturação do arranjo e sua avaliação detalhada.

Para a coleta dos dados necessários para o funcionamento da ferramenta empregada na pesquisa, aproveitou-se da existência de câmeras no local para fazer todas as observações necessárias sem prejudicar a produção ou pressionar os funcionários, além de medições feitas fora do expediente de funcionamento da padaria.

Após a aplicação da ferramenta, comparou-se o arranjo físico anterior com o arranjo físico proposto. A avaliação foi feita através de um medidor quantitativo, representado pela porcentagem de redução do deslocamento total entre o arranjo anterior e o proposto.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Seguindo as etapas propostas por Muther (1973), a primeira e a segunda ação tomada no planejamento de um *layout* consistiram em realizar a determinação e o reconhecimento total do local estudado, sua localização, dimensões, processos, número de máquinas, identificação dos fluxos, entre outros.

### 4.1 AMBIENTAÇÃO

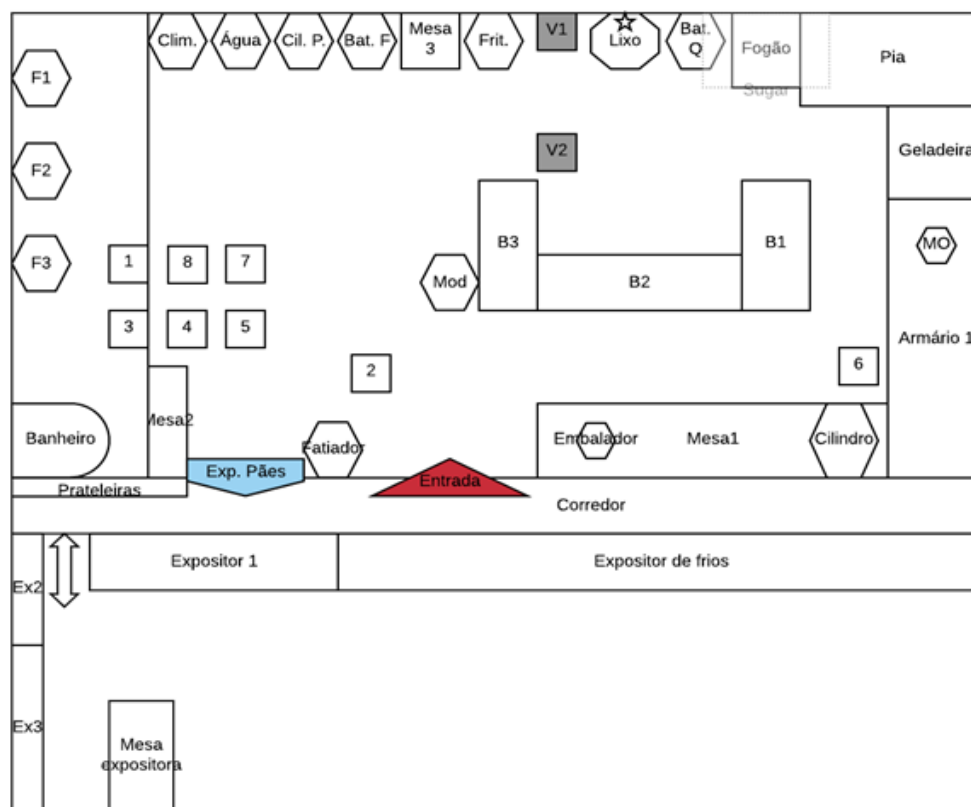
O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa familiar do setor terciário localizada na cidade de Pitanga –PR. A empresa é constituída pelos setores de frios, padaria, açougue, seções, FLV (frutas, legumes e verduras), administrativo, estoque e caixas, totalizando uma área de 2500 m<sup>2</sup>.

Primeiramente, a empresa solicitou que fosse feita uma avaliação do ambiente produtivo da padaria. Era sabido que poderiam existir problemas no local, as pessoas que nele trabalhavam já haviam informado que a jornada estava muito exaustiva e que algumas máquinas, de acordo com a experiência dessas pessoas, poderiam ser posicionadas de melhor forma. Era notório também que em dias de maior movimento - e com conseqüente aumento da demanda dos produtos produzidos - havia um atraso nos horários que normalmente os produtos ficavam prontos e a presença de filas, gerando insatisfação no cliente que chegava no horário certo em busca do alimento recém finalizado. Como o *layout* já existe, este trabalho propôs a reorganização do local.

### 4.2 LAYOUT ESTUDADO

Dando continuidade às primeiras etapas e ao SLP, elaborou-se o esboço do ambiente estudado, ilustrado na Figura 16.

Figura 16 - Layout da padaria estudada.



Legenda	Descrição	Legenda	Descrição
Clim.	Climatizadora	Fatiador	Fatiador de pães
MO	Micro-ondas	Exp.Pães	Expositor de pães
Geladeira	Geladeira	F1~F3	Fornos
Água	Fonte de água gelada	Mesa 1	Mesa de apoio para salgados e confeitos
Cil. P.	Cilindro para pães	Mesa 2	Mesa de apoio pães prontos
Bat. F.	Batedeira massa fria	Mesa 3	Mesa de apoio panificação
Frit.	Fritadeira	1~4	Armários para descanso - pães
Bat. Q.	Batedeira massa quente	5~8	Armários para descanso - massas
Lixo	Tambor de lixo	B1	Balcão de trabalho - Confeitos
Estrela	Torneira	B2	Balcão de trabalho - Salgados
Fogão	Fogão	B3	Balcão de trabalho - Pães
Pia	Pia	Mod	Modeladora de pães
Armário 1	Armário de utensílios	Embalador	Máquina para embalar os produtos
Cil Q	Cilindro para massas quentes	Ex 2 e 3	Expositores de produtos

Fonte: Autoria própria (2021)

Este ambiente produtivo representa uma área de 70m<sup>2</sup> (sem contar a porção dos expositores), emprega 6 funcionárias diretamente, mais duas que trabalham como atendentes, mas esporadicamente auxiliam dentro da produção fatiando, embalando, finalizando confeitos e os trazendo para a área de exposição. É evidente que existem três divisões dentro do local, uma responsável pela panificação (ao redor da bancada

três), outra responsável pelos salgados (bancada dois) e por último, na bancada um, a produção de doces e confeitos. Pode-se notar o embaralhamento entre os fluxos destes três ambientes em dias de maior demanda de produtos, fato que pode justificar as reclamações de atrasos e filas.

O *layout* foi criado há um certo tempo sem nenhum estudo ou preparo e foi sofrendo modificações ao longo dos anos de acordo com a vontade das pessoas que ali trabalharam, trazendo máquinas que utilizavam mais para mais próximo de sua bancada de trabalho, reivindicando novas máquinas e as encaixando nos espaços que sobravam no ambiente.

Depois do reconhecimento total do ambiente, pode-se dar continuidade e aplicar as metodologias e ferramentas pesquisadas.

O próximo objetivo foi construir a matriz de-para, para assim poder entender de forma mais detalhada o fluxo do local. Para tal, aproveitou-se da presença de câmeras para realizar as observações referente ao número de movimentações de um ponto ao outro dentro do ambiente de produção da padaria. Desse modo não ocorreria nenhuma interferência no fluxo normal de trabalho devido à presença de um observador no local, fato que poderia facilmente gerar algum desconforto por parte das funcionárias. Outro ponto positivo desse tipo de observação era a facilidade de se atentar a todos os movimentos e evitar que algum passasse despercebido, tendo em vista que a imagem da câmera pôde ser pausada, ter a velocidade de reprodução diminuída e até repetir a gravação de acordo com a necessidade.

Essa observação é necessária pois faz parte indispensável dos métodos aplicados nesse trabalho, sem essa medição não é possível montar a matriz de-para e, conseqüentemente, não será possível mensurar o deslocamento total no ambiente, o objetivo do trabalho nunca será alcançado e os problemas expostos persistirão. Os resultados médios das observações referentes à um dia completo da jornada de trabalho, os quais foram contabilizados ao longo de uma semana de trabalho, contemplando assim os dias mais tranquilos (início da semana) e os mais movimentados (final de semana), são expostos juntamente com a sua respectiva classificação, na Tabela 11.

Com a finalização das observações para a matriz de-para, pode-se classificar a necessidade da proximidade entre cada objeto do local. A mesma classificação presente na Figura 11 foi utilizada para as movimentações encontradas. O intervalo entre cada nível de proximidade foi calculado dividindo o valor máximo de interações

observado, 172 (entre o Cilindro de Panificação e a Bancada 3), pela quantidade de níveis presentes, 6. O resultado foi 28, ou seja, a cada 28 interações, sobe-se um nível na necessidade de proximidade, como observado na Tabela 10.

**Tabela 10 - Intervalo de proximidade encontrado.**

Valor	Proximidade	Range
A	Absolutamente importante	142 a 172
E	Especialmente importante	114 a 141
I	Importante	86 a 113
O	Pouco importante	58 a 85
U	Sem importância	29 a 57
X	Não desejável	0 a 28

Fonte: Autoria própria (2021)

Ao juntar a classificação de cada intervalo de interações com os resultados das observações das movimentações, foi possível criar uma matriz de-para com todas as informações sintetizadas, indicando a quantidade de movimentações entre um objeto  $i$  e outro  $j$ , na parte inferior esquerda, juntamente com sua classificação, na parte superior direita. Para tal, observa-se a Tabela 11.

Tabela 11 - Matriz de-para e a classificação dos movimentos.

	F	Clim	Água	CII P	Bat F	Mesa 3	Frit	Mod	B3	B2	B1	Lix	Bat Q	Fog	Pia	Gel	A1	M1	CII M	1~4	5~8	M2	MO	Fat	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Emb	Prat	Mesa E	
F	-	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Clim	62	-	X	X	X	X	X	U	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Água			-	X	X	X	X	U	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
CII P			13	-	X	X	X	X	A	A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Bat F		9	19	33	-	O	X	X	A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Mesa 3					74	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Frit							-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Mod	31	42		19				-	E	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
B3	19			172	142	58		132	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B2	11						79		-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1	39		9				61		6	6	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lix									10	14	28	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bat Q													-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fog							31							-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pia	12				12			8	28	16	26		9	5	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gel								15	14	22					-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A1					9			13	23	41				4	7	6															
M1	43				6			22	68	48	79	5		3		8															
CII M			15						138	91						12															
1~4	75	51						73	77																						
5~8	43								65	103					6																
M2	26							41																							
MO																															
Fat																															
Exp 1										25	17																				
Exp 2																															
Exp 3																															
Emb																															
Prat																															
Mesa E																															

Fonte: Autoria própria (2021)

Tomando como exemplo a relação entre o forno (F) e a climatizadora (Clim), ao procurar na matriz, observa-se o valor de 62 interações para essas duas máquinas, presente na porção inferior esquerda da Tabela 11. Ao conferir esse valor na Tabela 10, encontra-se uma proximidade de pouca importância, representada pelo valor O. Este valor também é encontrado nesta matriz de-para, na porção superior direita no local referente à interação do forno com a climatizadora.

Neste estudo, o diagrama de relações não foi propriamente utilizado, mas sim incorporado na matriz com os dados sintetizados e as possíveis causas discutidas separadamente. Portanto, após entrevista com os supervisores e com os funcionários da padaria, chegou-se às seguintes conclusões:

Para as interações caracterizadas como absolutamente importante, constatou-se que isso ocorre devido à necessidade de inúmeras movimentações para adicionar matéria prima à massa de pão na batedeira, ajeitar a que está passando pelo cilindro e amassar a que está sob a bancada 3, ou seja, várias atividades em simultâneo que resultam no deslocamento constante entre um ponto e o outro.

Em relação às especialmente importantes, existe a divisão entre a produção de pães e de salgados. A relação entre a modeladora e a bancada 3 acompanha a produção e constante movimentação citada anteriormente, assim que a massa está pronta na bancada 3, ela passa diretamente pela modeladora e divide-se em inúmeros pãezinhos que precisam ser movimentados para os armários 1~4 e para climatizadora. As outras movimentações na categoria E representam a produção de salgados e seguem a mesma lógica da de pães com muitas movimentações repetitivas para cuidar da massa no cilindro, na batedeira e na bancada 2.

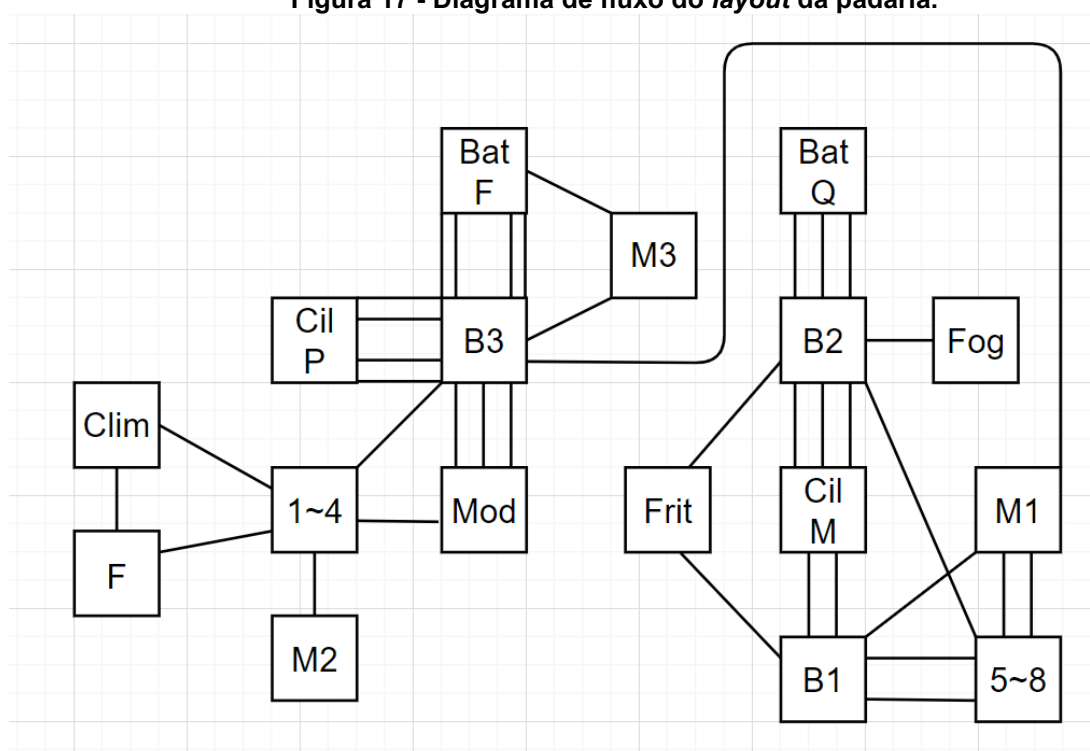
O próximo nível, o importante, conta com três representações no ambiente. Duas delas introduzem a bancada 1, a qual tem um número alto de interações com o cilindro devido à confecção das massas para bolos e doces e com os armários de descanso posicionados próximos à bancada, destinados ao repouso e crescimento das massas. A alta relação destes armários com a mesa 1 ocorre pois, após a finalização de bolos, por exemplo, eles precisam esfriar antes de serem embalados e por isso são colocados novamente nos armários antes de serem realocados para serem embalados.

As movimentações citadas anteriormente compõem as atividades principais relacionadas a cada produção. As demais classificações representam atividades

secundárias, movimentações de matéria prima, de produto acabado, com frequência e, conseqüentemente, importância de proximidade menor.

As tabelas e figuras expostas já apresentam de uma forma resumida os dados obtidos até agora, porém, para deixá-los mais visuais e ilustrados, focando nos fluxos mais intensos, faz-se uso do diagrama de fluxos. Este que aplica as classificações expostas na Tabela 2, apresenta uma primeira visualização aproximada dos pontos de fluxo mais e menos intensos dentro do *layout*.

**Figura 17 - Diagrama de fluxo do *layout* da padaria.**



Fonte: Autoria própria (2021)

Observando o diagrama, pode-se notar com clareza que existem dois ambientes bem definidos em relação às máquinas utilizadas com maior frequência. Um em torno da Bancada 3 e outro centrado na Bancada 2 e no cilindro de massas quentes. O primeiro ponto a ser destacado a partir do diagrama foi a necessidade de aproximar o cilindro dos demais objetos. Na Figura 16 o cilindro está apresentado afastado de todas as máquinas presentes no diagrama da Figura 17, portanto, foi necessário deixá-lo mais perto destas, tendo em vista o seu grau de proximidade apontado. Pode-se também pensar na aproximação dos objetos B3, Bat F e Cil P. Ao modificar o local da Fritadeira, colocando-a do outro lado da Viga 1 ao remover o tambor de Lixo, liberou-se espaço para que todas as máquinas referentes ao processo de panificação fossem deslocadas à direita em seus respectivos lugares da Figura 16.



Essa movimentação agiu de acordo com o diagrama que mostra que, quanto mais próximas essas máquinas estiverem da Bancada 3, melhor. Essa modificação, além de beneficiar as máquinas já citadas, também beneficiou os outros processos produtivos pois deixa a Fritadeira mais próxima das Bancadas 1 e 2. É possível também confirmar a posição da Mesa 1. Esta que serve como ligação entre os dois ambientes destacados no diagrama, já está posicionada de forma a atender relativamente bem ambas as bancadas estando ligeiramente mais próxima dos processos das Bancadas 1 e 2, conforme aponta a Figura 17.

As demais máquinas e ligações não foram apresentadas no diagrama de fluxo devido ao seu grau de importância ser “Sem importância” ou “Não desejável”. Estes dois níveis pouco influenciam na movimentação total e, quando há presença de muitas máquinas, podem facilmente poluir visualmente o diagrama, tornando mais difícil extrair informações que auxiliem na tomada de decisão. As informações geradas pelo diagrama focam nas interações de maior grau de importância, portanto, ao modificar de acordo com o exposto, é possível alcançar uma redução significativa na movimentação total aproximando essas interações e, na medida do possível, afastando as que não são apresentadas por ele.

O passo seguinte à pré-visualização dos fluxos foi o cálculo do deslocamento total que ocorre no ambiente. Para organizar essa etapa, utilizou-se a já feita matriz de-para (Tabela 11) contendo a quantidade de movimentações presentes de um objeto ao outro ( $N_{ij}$ ) em conjunto com uma nova matriz, contendo a distância, em metros, de um objeto ao outro ( $D_{ij}$ ), apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 - Matriz das distâncias *Dij*

	F	Clim	Agua	Cil P	Bat F	Mesa 3	Frit	Mod	B3	B2	B1	Lix	Bat Q	Fog	Pia	Gel	A1	M1	Cil M	1~4	5~8	M2	MO	Fat	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Emb	Prat	Mesa E
F	-																													
Clim	4	-																												
Agua			-																											
Cil P			2	-																										
Bat F			3	2	-																									
Mesa 3					1	-																								
Frit							-																							
Mod	9	5		3	2			-																						
B3	8							1	-																					
B2	13									-																				
B1	17											-																		
Lix													-																	
Bat Q														-																
Fog															-															
Pia	15															-														
Gel																	-													
A1																		-												
M1	10																		-											
Cil M																				-										
1~4	5	3,5																			-									
5~8	7,5																					-								
M2	5																						-							
MO																								-						
Fat																									-					
Exp 1																										-				
Exp 2																												-		
Exp 3																													-	
Emb																													-	
Prat																													-	
Mesa E																													-	

Fonte: Autoria própria (2021)

Através da Equação 1, obteve-se uma terceira matriz (Tabela 13) com os valores *DT* para a distância total entre um objeto e o outro. Essa distância foi obtida

ao multiplicar o número de interações entre, por exemplo, o a Bancada 3 e a Mesa 3 com seu respectivo valor na matriz de distâncias. A somatória de todos os DTs presentes na terceira matriz resultou no deslocamento total ocorrido em uma jornada diária de trabalho.

**Tabela 13 - Deslocamento total DT entre os objetos**

	F	Clim	Agua	CIP	Bat F	Mesa 3	Frit	Mod	B3	B2	B1	Lix	Bat Q	Fog	Pia	Gel	A1	M1	CIM	1~4	5~8	M2	MO	Fat	Exp.1	Exp.2	Exp.3	Emb	Pat	Mesa B
F	-																													
Clim	248	-																												
Agua	0	0	-																											
CIP	0	0	26	-																										
Bat F	0	54	57	66	-																									
Mesa 3	0	0	0	0	74	-																								
Frit	0	0	0	0	0	0	-																							
Mod	279	210	0	57	0	0	0	-																						
B3	152	0	0	516	284	145	0	132	-																					
B2	143	0	0	0	0	0	316	0	0	-																				
B1	663	0	117	0	0	0	366	0	66	30	-																			
Lix	0	0	0	0	0	0	0	40	21	56	0	-																		
Bat Q	0	0	0	0	0	0	0	0	423,5	0	0	0	-																	
Fog	0	0	0	0	0	0	108,5	0	174	0	0	0	0	-																
Pia	180	0	0	0	90	0	68	238	96	65	0	36	10	0	-															
Gel	0	0	0	0	0	0	0	127,5	84	33	0	0	0	0	0	-														
A1	0	0	0	0	72	0	0	143	184	41	0	0	12	0	9	0	-													
M1	430	0	0	0	48	0	66	408	288	158	5	0	15	0	0	32	0	-												
CIM	0	0	135	0	0	0	0	0	690	364	0	0	0	0	0	30	0	0	-											
1~4	375	178,5	0	0	0	0	146	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-										
5~8	322,5	0	0	0	0	0	0	130	206	0	0	0	27	0	0	594	0	0	0	0	-									
M2	130	0	0	0	0	0	0	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	0	-								
MO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-							
Fat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	21	0	-						
Exp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	275	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-				
Exp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
Exp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
Emb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	0	56	0	73,5	0	216	209	0	0	-
Pat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	114
Mesa E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
Mesa B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

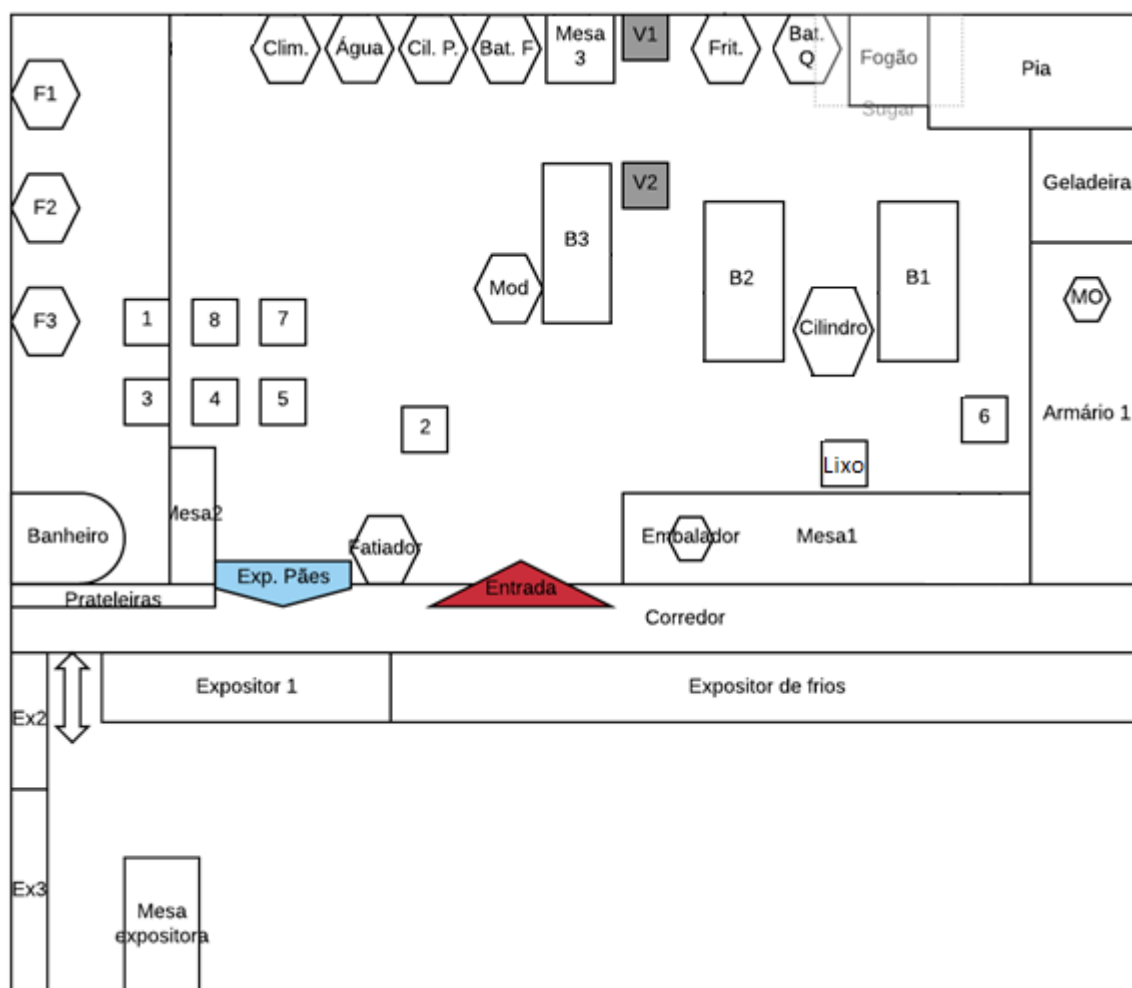
Fonte: Autoria própria (2021)

A partir desses cálculos, pode-se concluir que o deslocamento total presente no *layout* anterior da padaria é de 14.282 metros por dia.

#### 4.3 PROPOSTA DE LAYOUT

Ao reorganizar o ambiente com base nas necessidades de proximidade expostas anteriormente, dando prioridade para as proximidades mais importantes e afastando as de menor importância, respeitando cada limite de espaço e cada conjunto produtivo, pode-se encontrar a seguinte alternativa para o *layout* da padaria apresentada na Figura 18.

**Figura 18 - Esboço do *layout* proposto.**



Fonte: Autoria própria (2021)

Essa proposta partiu apenas da reorganização dos objetos do local e sua efetivação não necessitou de nenhum investimento financeiro, respeitando, dessa

forma, as limitações físicas do ambiente como a presença das vigas de sustentação (V1 e V2), a falta de instalações elétricas em alguns pontos que pudessem comportar máquinas mais potentes como as batedeiras e a climatizadora.

A nova matriz referente às distâncias entre cada objeto após o rearranjo está apresentada na Tabela 14.

**Tabela 14 - Novas distâncias  $D_{ij}$  após o rearranjo.**

	F	Clim	Água	Cil P	Bat F	Mesa 3	Frit	Mod	B3	B2	B1	Lix	Bat Q	Fog	Pia	Gel	A1	M1	Cil M	1~4	5~8	M2	MO	Fat	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Emb	Prat	Mesa E
F	-																													
Clim	5	-																												
Água			-																											
Cil P			2	-																										
Bat F			3	2	-																									
Mesa 3						-																								
Frit							-																							
Mod	9	4						-																						
B3	8							1	-																					
B2	12									-																				
B1	17										-																			
Lix												-																		
Bat Q													-																	
Fog														-																
Pia	15														-															
Gel																-														
A1																	-													
M1	10																	-												
Cil M																			-											
1~4	5	2,5																		-										
5~8	7,5																				-									
M2	5																					-								
MO																							-							
Fat																								-						
Exp 1																									-					
Exp 2																											-			
Exp 3																												-		
Emb																													-	
Prat																														
Mesa E																														

Fonte: Autoria própria (2021)

Ao multiplicar as novas distâncias obtidas pelas movimentações já encontradas e apresentadas na Tabela 11, obtém-se a nova matriz de distância total entre os objetos, como mostra a Tabela 15.

**Tabela 15 - Matriz das distâncias totais DTij no layout rearranjado.**

	F	Clim	Água	Cil P	Bat F	Mesa 3	Frit	Mod	B3	B2	B1	Lix	Bat Q	Fog	Pia	Gel	A1	M1	CIM	1~4	5~8	M2	MO	Fat	Exo 1	Exo 2	Exo 3	Emh	Prat	Mesa E
F	-																													
Clim	310	-																												
Água	0	0	-																											
Cil P	0	0	26	-																										
Bat F	0	54	57	66	-																									
Mesa 3	0	0	0	0	74	-																								
Frit	0	0	0	0	0	0	-																							
Mod	279	168	0	38	0	0	0	-																						
B3	152	0	0	344	213	116	0	132	-																					
B2	132	0	0	0	0	0	158	0	0	-																				
B1	663	0	90	0	0	0	183	0	30	28	84	-																		
Lix	0	0	0	0	0	0	0	0	363	0	0	0	-																	
Bat Q	0	0	0	0	0	0	0	0	145	0	0	0	0	-																
Fog	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	0	0	10	-																
Pia	180	0	0	0	72	0	0	68	238	80	78	0	36	0	-															
Gel	0	0	0	0	0	0	0	127,5	56	33	0	0	0	0	0	-														
A1	0	0	0	0	58,5	0	0	143	161	41	0	0	12	0	9	-														
M1	430	0	0	0	39	0	0	66	408	288	158	5	15	0	32	0	-													
CIM	0	0	112,5	0	0	0	0	0	138	91	0	0	0	0	0	0	0	-												
1~4	375	127,5	0	0	0	0	0	146	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-										
5~8	322,5	0	0	0	0	0	0	130	206	0	0	0	0	27	0	0	198	0	0	0	-									
M2	130	0	0	0	0	0	0	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	0	0	-								
MO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-							
Fat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	21	0	-						
Exo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	275	255	0	0	0	0	0	0	247	0	0	0	30	481	0	0	-					
Exo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	-				
Exo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	-			
Emh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	0	56	0	73,5	0	216	0	0	-		
Prat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	114	-	
Mesa E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	0

Fonte: Autoria própria (2021)

Ao somar todos os valores presentes nesta última matriz, obteve-se o resultado do deslocamento total ( $DT$ ) dentro do ambiente rearranjado no período de um dia. No caso do *layout* rearranjado proposto, obteve-se um total de 12.114 metros.

Ao comparar as Tabelas 13 e 15, obteve-se a Tabela 16. Esta foi resultado da subtração entre os valores da Tabela 13 pelos seus respectivos na Tabela 15. Esse processo facilitou a visualização de resultados individuais, mostrando, em cor vermelha, as distâncias totais entre dois objetos ( $DT_{ij}$ ) que aumentaram e, em azul, as que foram reduzidas após a reorganização dos objetos no ambiente.

Tabela 16 – Resultados individuais após o rearranjo.

	F	Clim	Água	Cil P	Bat F	Mesa 3	Frite	Mod	B3	B2	B1	Lix	Bat Q	Fog	Pia	Gel	A1	M1	Cil M	1~4	5~8	M2	MO	Fat	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Emb	Prat	Mesa E
F	-																													
Clim	-62																													
Água	0	0																												
Cil P	0	0	0																											
Bat F	0	0	0	0																										
Mesa 3	0	0	0	0	0																									
Frite	0	0	0	0	0	0																								
Mod	0	42	0	19	0	0	0																							
B3	0	0	0	172	71	29	0	0																						
B2	11	0	0	0	0	0	156	0	0	-																				
B1	0	0	27	0	0	0	183	0	6	12	-																			
Lix	0	0	0	0	0	0	0	10	-7	-28	-																			
Bat Q	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0	0																			
Fog	0	0	0	0	0	0	47	0	0	29	0																			
Pia	0	0	0	0	18	0	0	0	16	-13	0																			
Gel	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0																			
A1	0	0	0	0	13,5	0	0	0	23	0	0																			
M1	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0																			
Cil M	0	0	22,5	0	0	0	0	0	552	273	0																			
1~4	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
5~8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
MO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Fat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Exp 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Exp 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Exp 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Emb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Prat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Mesa E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			

Fonte: Autoria Própria (2021)

É possível visualizar que, em suma, houve mais focos de redução de deslocamento do que o contrário, isso reforça o resultado positivo adquirido pela pesquisa.



## 5 CONCLUSÃO

Uma movimentação total de 14.282 metros por dia, presente anteriormente no local, foi reduzida para 12.114 após o rearranjo físico, alcançando uma melhoria de 15,2% na eficiência do ambiente, removendo movimentações e carregamentos desnecessários e muitas vezes encurtando os que restaram. Essa redução demonstra que, de fato, o ambiente continha fluxos desnecessários e que havia movimentações que poderiam – e foram – removidas. O maior deslocamento presente no *layout* estudado era de 690m entre o cilindro de massas quentes e a bancada 2. Essa movimentação foi reduzida para 138m após a realocação do cilindro para mais próximo das bancadas 1 e 2.

É recomendado que, para pesquisas futuras, juntamente com a pesquisa de *layout*, se faça também uma análise de viabilidade para investimentos no local. Foram encontradas algumas melhorias que poderiam ser efetivas, mas que demandariam investimentos como reformas no ambiente, aquisição de novos equipamentos como por exemplo carrinhos de tamanhos variados para transporte. Foi notado que existem muitas movimentações repetitivas para transporte de produtos pequenos, como ocorre com os salgados entre a Bancada 2 e a Fritadeira e Fogão. A presença de um meio de transporte poderia reduzir boa parte dessa movimentação. Outro ponto possível seria a reforma de alguns armários utilizados para descanso e movimentação de massas. Estes com necessidade de conserto são utilizados apenas para descanso pois tem suas rodinhas com defeito, gerando um número excessivo de deslocamentos longos entre ele e o forno ou as mesas, fato que seria reduzido se estivesse em perfeitas condições, pois poderia ser aproximado do local alvo e manter movimentações mais curtas. Pode tomar-se como base toda a movimentação de produto acabado pois são feitas em carrinhos e, por isso, a relação entre os expositores e das máquinas de finalização como o fatiado e a embaladeira com os demais objetos é pouco necessária ou inexistente.

Por fim, com a conclusão do estudo de *layout* na padaria e a reorganização do local, obteve-se uma redução significativa no deslocamento total que ocorre no ambiente. Isso mostra que a pesquisa foi efetiva para a empresa, que o objetivo geral foi alcançado e que o *layout* não era muito eficiente e poderia sim ser a causa dos problemas apontados pelas funcionárias.

## REFERÊNCIAS

- BENITEZ, G.B.; FOGLIATTO, F.S.; CARDOSO, R.B. Systematic *Layout* Planning of a Radiology Reporting Area to Optimize Radiologists' Performance. *Journal of Digital Imaging*. n. 31: p. 193-200, 2017
- CHIEN T.K. An Empirical Study of Facility *Layout* Using a Modified SLP Procedure. *Journal of Manufacturing Technology Management* 2004;15(6):455-465.
- COSTA, A.S.; ALTAF, J.G; CORREA, M.F.B. Somellos Confecções, pronta para a ampliação? Análise do processo de arranjo físico na organização. *Revista Vianna Sapiens*. v. 09, n. 02: p. 182-211, 2018.
- DESHPANDE, V.; PATIL, N.D.; BAVISKAR, V.; GANDHI, J. Plant *Layout* Optimization using CRAFT and ALDEP Methodology. *Productivity Journal by NATIONAL Productivity Council*. Vol. 57, n 1, p. 32-42. 2016.
- ESTUDO DE MERCADO. INDÚSTRIA: PANIFICAÇÃO. SEBRAE – BA. 2017.
- FAHAD, M.; NAQVI, S.A.A.; ATIR, M.; ZUBAIR, M.; SHEHZAD, M. M.; Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic *layout* planning. *Cogent Engineering*, 3:1, 1207296, DOI:10.1080/23311916.2016.1207296 (2016)
- GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: atlas, 2002.
- GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.
- MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. Administração da Produção: 3. ed. São Paulo: Saraiva. 584 p. 2015.
- MINAYO, Maria. C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria. C. S (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p.09-29.
- MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MORSCHER, E. Utilização do método SLP para reestruturação do *layout* do comercial de carnes Muniz. Trabalho de conclusão de curso para obtenção do grau de Bacharel em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, p. 41. 2015.

MUTHER, R. *Systematic Layout Planning*. 2.ed. Boston: Cahners Books, 1973.

MUTHER, R.; HALES, L. *Systematic Layout Planning*. 4.ed. revised and enlarged. Management & Industrial Research Publications. Marietta, GA, USA. 2015.

NEUMANN, C. S. R.; FOGLIATTO, F. S. Sistemática para avaliação e melhoria da flexibilidade de *layout* em ambientes dinâmicos. *Revista Gestão da Produção*, São Carlos, v. 20, n. 2, p. 235-254, 2013.

OJAGHI *et al.* Production *Layout* Optimization for Small and Medium Scale Food Industry. *Procedia CIRP* 26 (2015) pag. 247 – 251.

RANKING ABRAS 2020. *Revista Super Hiper*. Editora Abras. Ano 46. n. 526. ed 43 Maio de 2020.

ROCHA, L.O.; *Organização e métodos; uma abordagem prática*. 2. ed. São Paulo, Atlas, 1981. p. 169.

SANTOS, L.C.; GOHR, C.F.; LAITANO, J.C.A. Planejamento Sistemático de *Layout*: Adaptação e Aplicação em operações de serviço. *Revista Gestão Industrial*. v. 08, n. 01: p. 01-21, 2012

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

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3. ed. revisada e atualizada. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SANTOS, H.; ALVAIA, T.M.; CASTRO, J.P.P.; ALMEIRA, G.R.O.; NASCIMENTO, E.V. Sugestão de arranjo físico através dos métodos SLP simplificado e carga-distância no ambiente operacional de uma empresa de home care. XXXVIII ENEGEP. Maceió. 2018.

SUHARDI *et al.* Facility *layout* improvement in sewing department with Systematic *Layout* planning and ergonomics approach. Cogent Engineering (2019), 6:1597412.

TOMPKINS W, BOZER & TANCHOCO. Facilities Planning. John Wiley & Sons, Inc., 2010.

TORTONELLA, G.L.; FOGLIATTO, F.S. Planejamento sistemático de *layout* com apoio de análise de decisão multicritério. Revista Produção, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008.

TURATI, S.A.; FILHO, E.M. Reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa do setor metalomecânico por meio do método de Planejamento Sistemático de *Layout* – SLP. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 11, nº 2, p. 39-51, abr-jun/2016.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.