

PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT EM UMA EMPRESA E-COMMERCE DE EMBALAGENS DE PAPEL: UM ESTUDO DE CASO

VANESSA SAYURI YAMAMOTO CALISTER - v.sayuri@ufms.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – UFMS

Área: 1 - ENGENHARIA DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO

Subárea: 1.1 - Gestão de Sistemas de Produção e Operações

RESUMO

As organizações estão sempre buscando melhorar a eficiência nos processos empresariais. Nesse cenário competitivo um arranjo físico adequado garante maior vantagem competitiva à empresa e alavanca o alcance ao sucesso. O presente artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de melhoria no layout de uma empresa de *e-commerce* de embalagens de papel, com o intuito de reduzir os deslocamentos de equipamentos e aumentar a segurança das pessoas envolvidas no processo produtivo.

A pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso exploratório com abordagem qualitativa de natureza aplicada. Para elaboração da pesquisa foi utilizado a ferramenta de planejamento sistemático de *layout* conhecido por SLP, proposto por MUTHER. Os resultados demonstraram impactos positivos no redesenho do *layout*, tais como redução de 60% da movimentação da empilhadeira e aumento em 59,6% nas áreas de segurança.

Palavras-chaves: SLP; *layout*; segurança; eficiência.

LAYOUT IMPROVEMENT PROPOSAL IN A PAPER PACKAGING E- COMMERCE COMPANY: A CASE STUDY

ABSTRACT

Organizations are always looking to improve efficiency in business processes. In this competitive scenario, an adequate physical arrangement guarantees a greater competitive advantage to the company and leverages the achievement of success. This article proposes to improve the layout of an e-commerce paper packaging company, with the aim of reducing

equipment displacements and increasing the safety of people involved in the production process.

The research was carried out through an exploratory case study with a qualitative approach of an applied nature. To prepare the research, the systematic layout planning tool known as SLP, proposed by MUTHER, was used. The results had a positive impact on the layout redesign, with a 60% reduction in forklift movement and an increase of 54m² in security areas.

Keywords: SLP; layout; security; efficiency.

1 INTRODUÇÃO

Procurando atender e satisfazer os clientes, a alta competitividade entre as empresas e as constantes modificações do mercado, vêm havendo uma maior procura por aprimoramento de desempenho. Em relação ao aperfeiçoamento logístico, em busca da eficiência do fluxo e comunicação das atividades, cada vez mais é utilizado a seleção de *layout*, que se baseia na decisão de um arranjo físico. O *layout* é parte importante da estratégia de operações e alavanca desempenhos competitivos desejáveis em um projeto bem elaborado (CORRÊA E CORRÊA, 2017).

MOREIRA (2002) diz que o *layout* industrial faz referência a um arranjo físico de uma determinada operação, que envolve a disposição de equipamentos e o espaço entre os postos de trabalho. Assim, deve ser planejado de acordo com as operações fabris, considerando a necessidade do espaço físico, abastecimento de material e zona de intervenção de manutenção.

SLACK *et al.* (2002) considera que um arranjo inadequado pode afetar a capacidade produtiva da empresa, além de fragilizar a segurança dos colaboradores, uma vez que causa recintos confusos e despreparados, deixando a empresa suscetível a erros de gestão de estoque, atraso de entregas e pode ser motivador de interrupções nas linhas de fabricação. SLACK *et al.* (2002) ainda salienta que um arranjo físico impróprio também pode ocasionar padrões de fluxos longos, estoque de materiais, filas de clientes, transtornos para os consumidores, utilizar tempo desnecessário e gerar altos custos de utilização.

Nessas circunstâncias, o objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de melhoria no arranjo físico das instalações de uma empresa de *e-commerce* de embalagens de papel, com o intuito de melhorar a utilização do espaço disponível e garantir maior segurança para os

envolvidos no processo. Para isso, foi utilizado as ferramentas do método de Planejamento Sistemático de *Layout* (*Systematic Layout Planning – SLP*) que auxilia na tomada de decisão sobre o arranjo físico, no qual foram levados em consideração os pontos fracos do *layout* atual. A ferramenta é estruturada em fases que consistem em procedimentos, convenções para identificação, visualização, classificação de atividades, interrelações e alternativas das áreas envolvidas no planejamento do *layout*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROJETO DE LAYOUT

Segundo DRIRA *et al.* (2007), em uma indústria o *layout* é a disposição física de recursos de transformação. Geralmente, fluxos longos e de difícil gestão da atividade administrativa apoiam a ideia de que um mal dimensionamento pode resultar em complicações, prejudicar a produtividade da empresa e impactar diretamente nos custos de produção. O posicionamento físico de recursos de transformação se destaca como um dos principais desafios na gestão industrial, recursos tais como homens, máquinas e equipamentos (FERREIRA E REAES, 2013).

De acordo com IVANQUI (1997) o processo de desenvolver um novo *layout* consiste em pesquisar e solucionar problemas de posicionamento de máquinas, setores e decidir qual a posição mais adequada cada qual deve ficar para melhor atender ao sistema de produção. De forma geral, em um desenvolvimento de *layout* organizacional, há uma busca de um fluxo mais eficiente, já que a decisão de escolha adequada impacta positivamente e diretamente os setores da empresa, a utilização dos equipamentos, a otimização dos setores, adequação da mão de obra e seus postos de serviços.

Para FERREIRA E REAES (2013), *layout* é uma atividade crucial para a viabilidade de da manufatura dentro da economia globalizada, sendo resultado de uma análise de arranjos físicos propostos após a observação de um produto, processo ou recurso de produção. Proporciona um melhor fluxo, melhora a utilização da área disponível e facilita a gestão das atividades.

2.2 TIPOS DE LAYOUT

Dentro da literatura podemos encontrar, invariavelmente, quatro ou cinco formas de organização de um arranjo produtivo que, segundo SLACK *et al.* (2002), podem ser divididos os arranjos em produto, processo, posicional e celular.

CARLO *et al.* (2013) considera *layout* por produto, também conhecido por *layout* em linha, a existência de um sequenciamento dos equipamentos baseado na ordem de montagem dos produtos. É um modelo que proporciona alta produtividade, mas que possui alto custo e baixíssima flexibilidade para produção e/ou montagem de produtos diferentes.

OLIVÉRIO (1985) define o arranjo físico por processo ou arranjo funcional como o tipo de arranjo que tem como característica fundamental o agrupamento de operações do mesmo tipo. Segundo BLACK (1991), devido à sua alta flexibilidade, esse modelo de arranjo trabalha na produção de uma grande variedade de produtos em pequenos lotes, normalmente atendendo a pedidos específicos de clientes.

O arranjo físico posicional, ou por posição fixa, trata-se da movimentação dos objetos transformadores, como maquinários, instalações e pessoas, que se movem à medida que é necessário, enquanto o produto é fabricado. Citado por BLACK (1997) os exemplos de utilização desse arranjo são as locomotivas, prédios, pontes e represas.

Conforme SLACK *et al.* (2002), no layout celular, os recursos transformados no início da operação são pré-selecionados para se moverem às para uma parte específica, onde todos os recursos transformadores necessários irão atender suas necessidades de processamento. Dentro das células de manufatura, os componentes são agrupados por famílias de acordo com a semelhança entre eles, processo de produção ou ambos.

2.3 PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT (SLP)

O Planejamento Sistemático de *Layout* (*Systematic Layout Planning* – SLP) é um método sistemático proposto por Richard Muther em 1961 para análise e projetos de arranjos físicos (CORRÊA e CORRÊA, 2017). Segundo YANG *et al.* (2000), o método SLP é uma ferramenta eficiente que se adequa às necessidades da empresa e fornece diretrizes para a avaliação de alternativas para o *layout*. Alguns princípios básicos que são levados em consideração durante a aplicação de ferramentas são apresentados conforme Tabela 1:

Tabela 1: Princípios básicos de um *layout*

PRINCÍPIOS BÁSICOS	
Economia do movimento	Diminuir os deslocamentos dos operários no transporte de materiais, máquinas e equipamentos
Fluxo progressivo	Direcionar o fluxo de produção sempre no sentido do produto acabado
Flexibilidade	Propiciar o conjunto produtivo de opções e facilidades de mudanças posteriores a implantação de projeto de layout
Integração	Integrar as células produtivas no sentido do inter-relacionamento, tornando-as parte do mesmo organismo
Uso do espaço cúbico	Conhecer as necessidades de espaço nos vários planos e usar, caso necessário, superposições de planos de trabalho
Satisfação e segurança	Motivar os operários e melhorar as condições de higiene e segurança do trabalho

Fonte: Adaptado MUTHER (1978)

Anterior à aplicação da ferramenta SLP, faz-se necessário determinar a localização da área na qual será realizado o planejamento das instalações, a modelagem do fluxo, áreas para que sejam estabelecidas superficialmente as interrelações e configuração geral da área. Após esse processo SCHONBERGER e KNOOD (1994) desenvolvem a aplicação do modelo SLP em etapas, com a intenção de atingir um *layout* mais favorável para a situação produtiva trabalhada e, ainda, sugere possíveis ferramentas para serem utilizadas nos passos, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Passos do planejamento de arranjo físico (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 relação e espaço
5. Ajuste do arranjo no espaço disponível	Planta do local e modelos (<i>templates</i>)

Fonte: Adaptado Corrêa e Corrêa (2017)

CORREÂ e CORRÊA (2017) apresenta essas etapas da seguinte forma:

Passo 1, análise dos fluxos – Através do diagrama de fluxo ou diagrama de – para são apresentados os fluxos entre os setores e, por meio deste, é estabelecida a prioridade de proximidade entre eles. Consideram-se os critérios de MUTHER (1961) para definição de prioridade de proximidade:

A → Proximidade absolutamente necessária, valor 4;

E → Proximidade especialmente necessária, valor 3;

I → Proximidade importante, valor 2;

O → Proximidade regular, valor 1;

U → Proximidade não importante, valor 0;

X → Proximidade indesejável, valor -1;

Passo 2, interrelações das atividades – Após a avaliação de prioridade para a proximidade entre os setores, no passo 1, o diagrama de relacionamento entre atividades incluirá fatores quantificados aos fluxos anteriormente tratados.

Passo 3, avaliação de dados e arranjo de áreas – É elaborado um diagrama de arranjo de atividades que, graficamente, representa a relação entre os setores os conectando por linhas.

Passo 4, determinação de um plano de arranjo entre espaços – Similar ao passo anterior, nessa etapa são levadas em consideração as áreas dos equipamentos e materiais de forma proporcional, com isso é possível formular o diagrama de relações de espaço.

Passo 5, ajuste do arranjo – A partir das análises anteriores, tenta-se acomodar da melhor forma os setores, respeitando suas áreas e prioridades de proximidade da área disponível.

Conforme defende MUTHER (1978), para escolha do melhor modelo, devem ser levados em conta fatores como custos, adaptabilidade, versatilidade, flexibilidade, eficiência de fluxo e manuseio de materiais, além de condições de trabalho, satisfação dos empregados e segurança. Após a escolha do *layout* que melhor preenche os requisitos, cabe à diretoria da empresa aprová-lo e liberá-lo para a mudança do arranjo físico.

2.4 TEMPLATES

Para apoiar a ferramenta SLP foi feito o uso de *templates* dos centros de produção, que é uma ferramenta visual que indica áreas que devem ser respeitadas ao redor de um equipamento para que seu funcionamento seja eficiente e seguro para a empresa e seus colaboradores.

São consideradas as seguintes áreas:

- Operador: É a área em que o colaborador exerce a atividade principal no equipamento;
- Área de manutenção: É uma ou a soma de áreas na qual o colaborador responsável por manutenções pode acessar as partes do equipamento que podem precisar de manutenção;
- Equipamento: É todo o contorno do equipamento;
- Processo de materiais: Processamento sobre o produto a ser fabricado;
- Acesso: Servem para que os insumos, os colaboradores, as equipe de manutenção ou qualquer ferramenta chegue até o equipamento;

- **Serviços:** É toda e qualquer área que alimenta o maquinário, seja alimentação energética, hídrica ou ar;
- **Segurança:** É a área que circula todas as outras áreas, com exceção da área de manutenção e áreas de segurança de outros equipamentos.

3 MÉTODO DE PESQUISA

No que se refere à finalidade, a pesquisa se enquadra como um estudo descritivo e exploratório. Essa perspectiva se alinha ao objetivo desta pesquisa, de descrever a aplicação metodológica do SLP proposto por Muther em 1978, com a finalidade de elaborar um modelo de *design* produtivo em uma empresa *e-commerce* de embalagens de papel.

Quanto à natureza, essa pesquisa se caracteriza como um estudo de caso, com abordagem metodológica qualitativa. O estudo foi realizado em uma empresa familiar do setor de *e-commerce*, localizada no distrito industrial na cidade de Andradina/SP. Como fonte de dados, o trabalho foi realizado a partir de análises documentais e pesquisas bibliográficas.

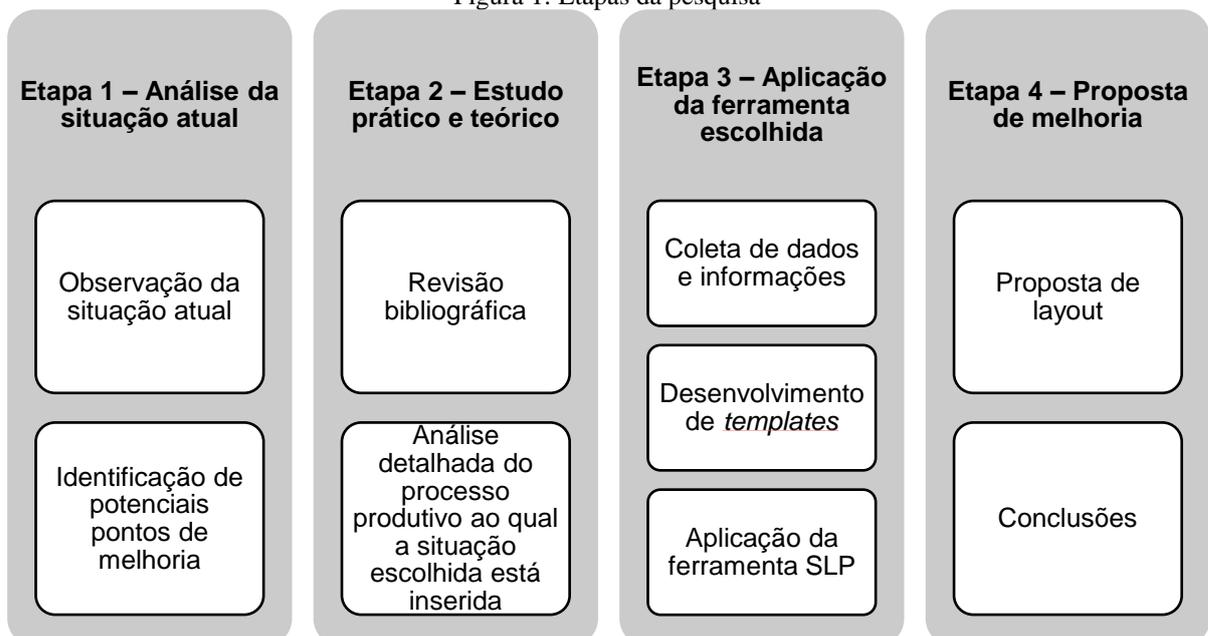
Tabela 3: Classificação da pesquisa

Natureza	Abordagem	Objetivos	Procedimentos técnicos
Pesquisa aplicada	Pesquisa qualitativa	Pesquisa descritiva e exploratória	Estudo de caso

Fonte: Autoria própria (2023)

A pesquisa foi realizada em etapas, conforme a Figura 1:

Figura 1: Etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2023)

Durante a primeira etapa do estudo foi realizada a observação da situação produtiva atual em pleno funcionamento. Com isso foram identificados alguns pontos em potencial que seriam beneficiados com a alteração estratégica do *layout*. Em seguida, na etapa 2, buscou-se materiais já publicados sobre o assunto, tais como livros de autores de referência e artigos do ENEGEP e SIMPEP, entre os anos de 2011 e 2021.

A pesquisa também se estendeu às monografias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Nesta etapa, foram abordados os conceitos de sistema de produção, arranjo físico, tipos de arranjo físico e, por último, a metodologia SLP.

Na etapa 3, após a verificação da necessidade de uma maior quantidade de informações sobre a situação produtiva, foram reunidos dados de qualidade para análise, tornando assim possível a aplicação da ferramenta SLP. Foram elaborados *templates* dos centros de produção dos equipamentos para indicar a sobreposição de áreas que deveriam ser destinadas à segurança, processo, material e pessoas e, em seguida, foram estabelecidas as fases de aplicação da ferramenta SLP.

Após a aplicação do método, na etapa 4, deu-se a apresentação de uma proposta de arranjo físico que atenderia às necessidades de segurança, espaço e produção, observados durante as etapas do SLP. Por fim, foram identificadas as principais contribuições trazidas pelo novo *layout*: redução de desperdícios de movimentação, respeito das áreas necessárias dos centros de produção e aumento da segurança pela movimentação de empilhadeira.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa iniciou suas atividades em 2015, conhecida pela produção de embalagens de papel e acoplados plásticos, possui ampla atuação no ramo de *e-commerce*. Oferece em seu site cerca de 6 tipos diferentes de produtos que se subdividem em genéricos e personalizados e atendem todo território nacional.

Seu setor produtivo é dividido em 4 tipo de processamento e seus produtos são apresentados na Figura 2:

1. Setor de produção de sacos de papel para *delivery* (a) composto por 1 máquina; equipamento – S.O.S.
2. Setor de produção de papel acoplado para lanches (b) e papel bandeja (c) composto por 3 maquinários; equipamento – Acopladora
3. Setor de produção de sachês de guardanapos de papel (c) composto por 2 maquinários; equipamento – Sachê
4. Setor de produção de saco de batata (d) e saco de talher (e); composto por 1 máquina; equipamento – Matadora

Figura 2: Foto dos produtos da empresa



Fonte: Instagram da empresa (2022)

O sistema de produção é intermitente, caracterizado pela produção em lotes a partir da demanda prevista ou após a realização de uma encomenda.

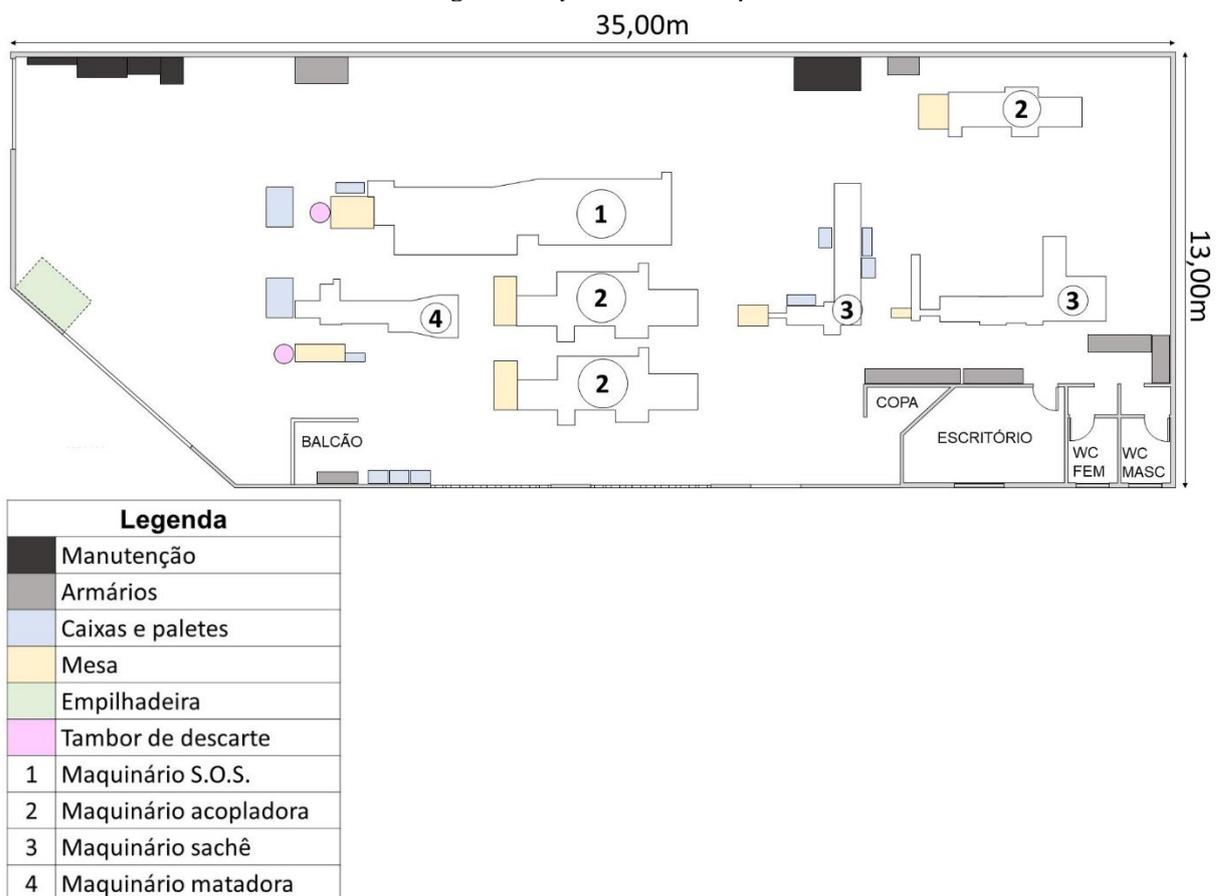
4.2 ARRANJO FÍSICO ATUAL E DIAGNÓSTICO

Cada equipamento alocado na área de produção possui o arranjo em linha, o que significa que cada maquinário tem a capacidade de transformar a matéria-prima em produto acabado sem a necessidade de troca de setores. Assim, todo recurso transformador está disposto, dentro do equipamento, de modo a processar o produto e transformá-lo no produto final.

No local do estudo, existe a movimentação dos materiais da produção e dos produtos, tal como bobinas, tintas, colas, materiais para manutenção, caixas com produto processado e outros, além dos operadores e auxiliares da produção. Nesse espaço também acontece a movimentação de empilhadeiras manuais e elétricas e, em caso de produtos personalizados, a movimentação da equipe responsável por garantir que o produto esteja nos padrões solicitados pelo cliente.

O *layout* atual, apresentado na Figura 3, foi desenvolvido conforme os equipamentos foram sendo adquiridos ao longo dos anos, sem o planejamento adequado das instalações que deram forma ao acervo empresarial no decorrer do crescimento da empresa. A área total considerada é de 427,1m², enquanto a área do setor produtivo soma 395m². Para a elaboração do *layout* da empresa, realizou-se a medição das áreas dos equipamentos, armários, recursos de manutenção, mesas, área da empilhadeira, escritório, banheiros, copa e balcão, possibilitando a elaboração da planta baixa do ambiente operacional.

Figura 3: *Layout* atual da empresa

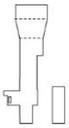
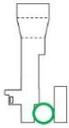
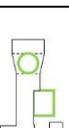
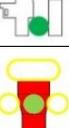
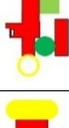


Fonte: Autoria própria (2022)

Com a planta baixa atual foi possível realizar a aplicação dos *templates* dos centros de produção independentes no mesmo, para demonstrar as áreas necessárias de um ambiente

seguro e eficiente, e o fluxograma de pessoas e materiais (princípios básicos do SLP apresentados na Tabela 1). Os *templates* foram dimensionados considerando medidas estabelecidas pelas NR12 – segurança do trabalho e máquinas e NR17 – ergonomia e foram desenvolvidos de acordo com as necessidades de cada equipamento, conforme exemplificado na Tabela 4.

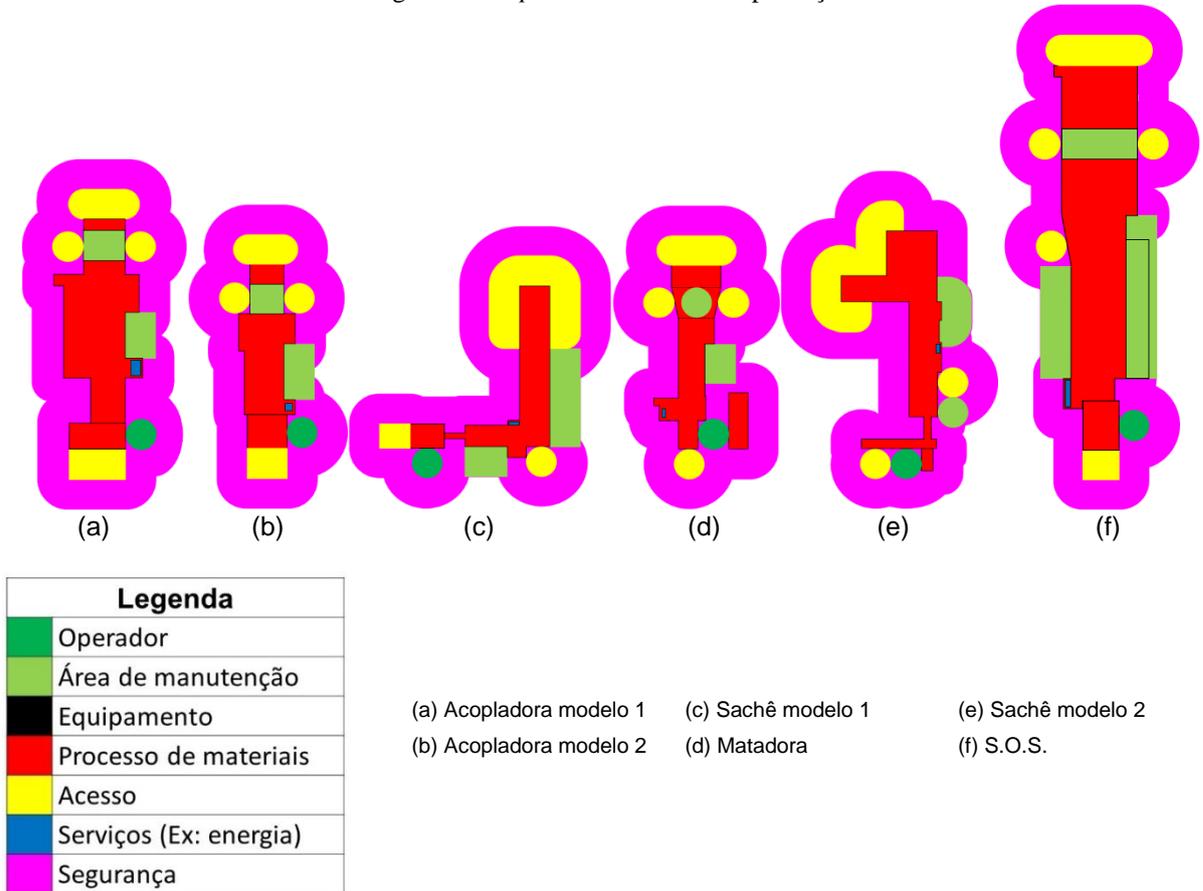
Tabela 4: Exemplo prático do uso do *template* - máquina matadora

	Equipamento + mesa	Equipamento todo contornado por preto
	Área do operador	<ul style="list-style-type: none"> Colorido de verde escuro, é o espaço onde o operador realiza a atividade específica desse equipamento. Possui diâmetro de 0,80m conforme exigência da norma regulamentadora.
	Área de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> Existe nesse equipamento uma abertura para manutenção, portanto existem duas áreas de acesso de manutenção. Conforme exigência da norma regulamentadora possui distância de 0,80m do equipamento e para áreas circulares 0,80m de diâmetro.
	Processo de materiais	<ul style="list-style-type: none"> Toda região de mesa e máquina realizam processo de materiais, dessa forma é completamente colorido da cor vermelha.
	Área de acesso	<ul style="list-style-type: none"> As áreas em amarelo são reservadas para que o colaborador possa acessar o equipamento, abastecer a máquina com materiais e realizar manutenções. Diâmetro de 0,80m exigido pela norma regulamentadora.
	Serviços	<ul style="list-style-type: none"> No espaço indicado existe a alimentação de energia do equipamento.
	Área de segurança	<ul style="list-style-type: none"> Após as etapas anteriores é possível determinar a área de segurança do equipamento, esse espaço é destinado para garantir maior conforto e segurança para os colaboradores. A área de segurança excede todas as outras áreas com exceção da manutenção (verde claro), por que entende-se que para realização de manutenções o equipamento esteja desligado. Deve considerar 0,80m de distância das outras áreas exigido pela norma regulamentadora.
	<i>Template</i> do centro de produção do maquinário matadora	

Fonte: Autoria própria (2023)

A partir do exemplo prático acima, pode-se realizar o mesmo processo para os outros equipamentos e foram obtidos os *templates* da Figura 4:

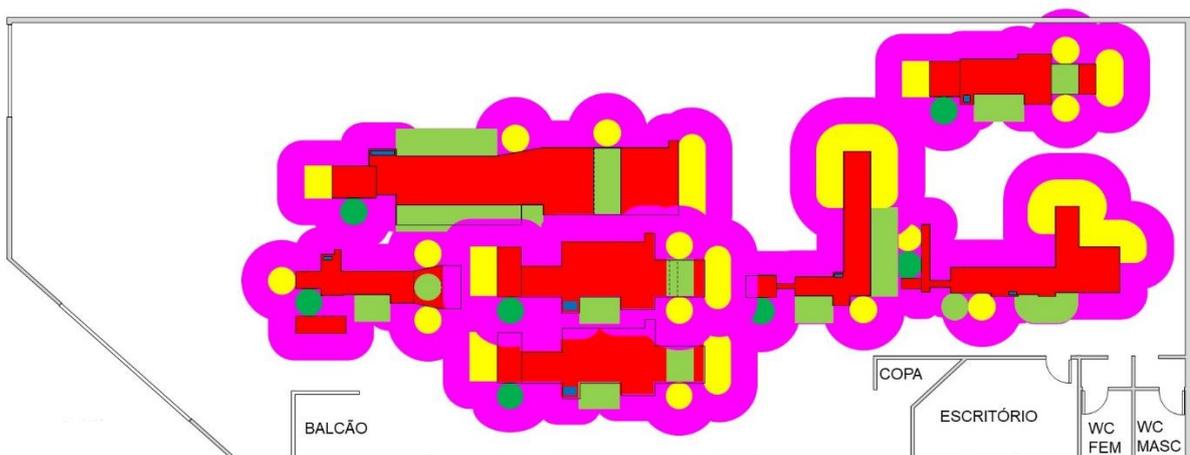
Figura 4: *Templates* dos centros de produção



Fonte: Autoria própria (2022)

Com a aplicação dos *templates* (Figura 4) no *layout* atual (Figura 3), foi possível elaborar a Figura 5:

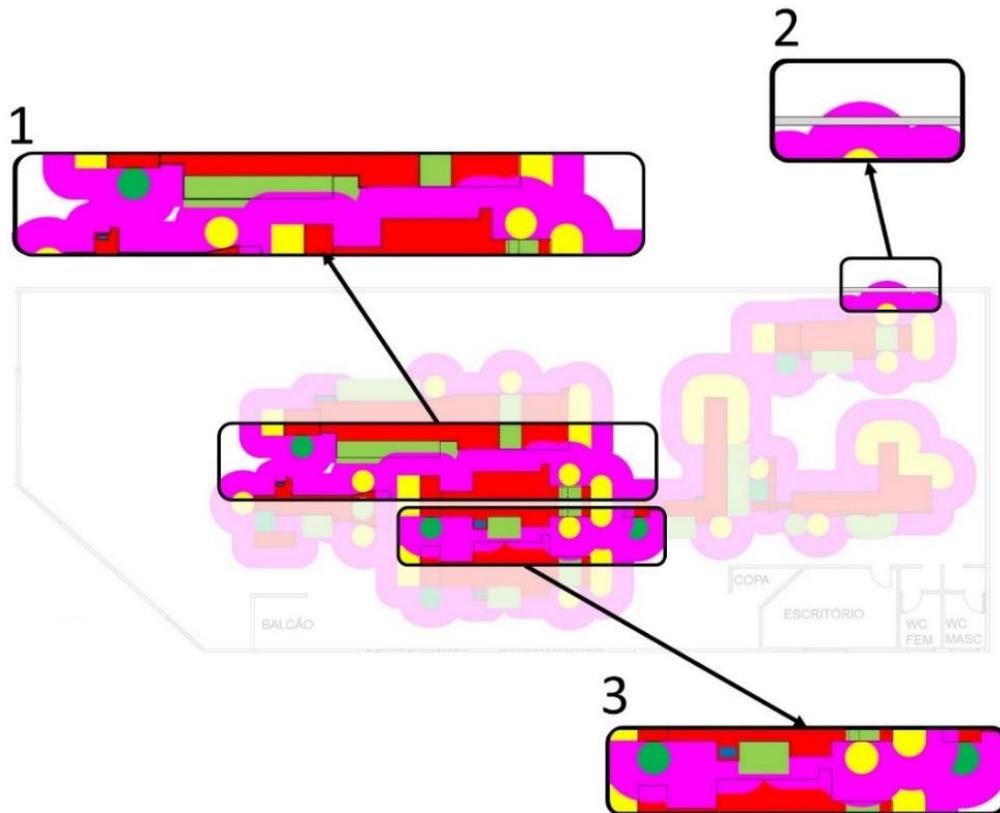
Figura 5: *Layout* atual com aplicação dos *templates*



Fonte: Autoria própria (2022)

Nota-se a sobreposição de áreas (Figura 5), o que significa que áreas destinadas à manutenção, ao operador, acesso e principalmente segurança, são invadidas pelo espaço demandado dos outros equipamentos. Observe na Figura 6:

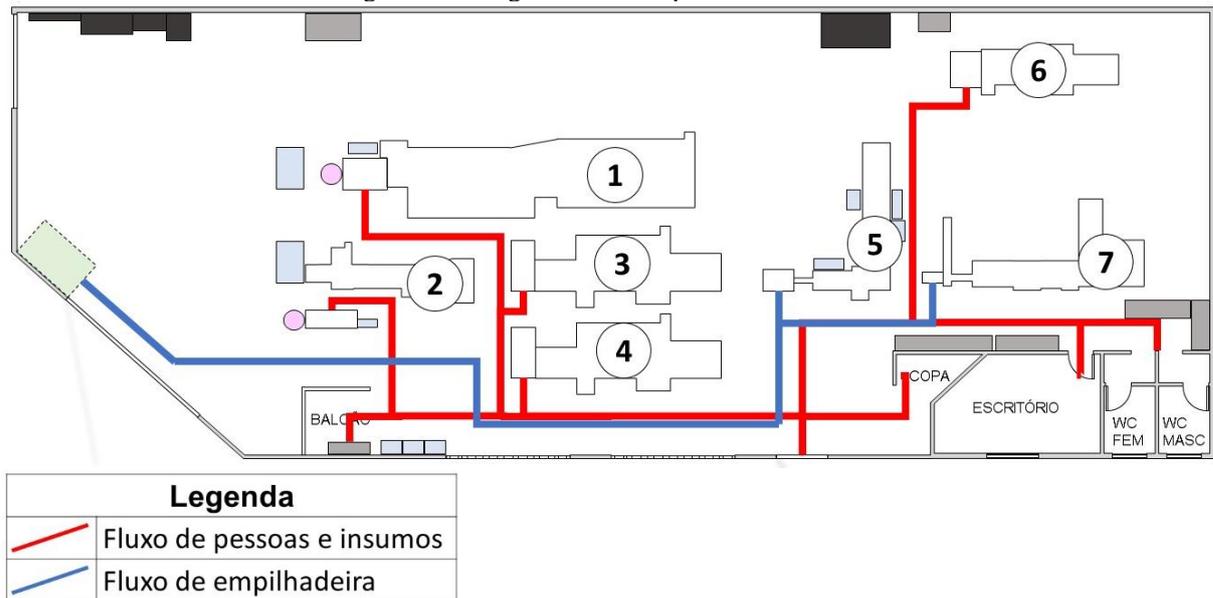
Figura 6: Observação de áreas de sobreposição com o uso de *templates*



Fonte: Autoria própria (2023).

Na Figura 6 a visualização dos espaços 1 e 3 há uma invasão mais nítida das áreas. Nos espaços coloridos em magenta observamos que se sobrepõem. Inclusive sobre o outro equipamento e invadem áreas onde existe necessidade de acesso para manutenção (verde claro). No quadro 2, pode-se visualizar a área de segurança excedendo o espaço físico da empresa. Essa justaposição torna o ambiente de produção pouco seguro e de difícil acesso em caso de acidentes, manutenções corretivas e movimentação de materiais maiores.

Figura 7: Fluxograma atual de pessoas e materiais



Fonte: Autoria própria (2022)

No que diz respeito ao fluxo (Figura 7) de materiais e pessoas, há necessidade de grandes movimentações que são desperdícios a serem eliminados sob a concepção da produção enxuta.

Tabela 5: Medida em metros dos fluxos

Fluxo / Equipamento	Pessoas e insumos	Empilhadeira
1	20 m	Há necessidade, mas a empilhadeira não chega até o local
2	14,5 m	Não há necessidade
3	13,8 m	Não há necessidade
4	9,7 m	Não há necessidade
5	4,8 m	27,3 m
6	14,1 m	Não há necessidade
7	8,8 m	31,6 m
TOTAL	85,7 m	58,9 m + movimentação da empilhadeira com insumos da SOS

Fonte: Autoria própria (2023)

4.3 DADOS DE ENTRADA

Para efeitos de operacionalização do SLP, Muther e Wheeler (2000) sugerem que antes da utilização da ferramenta seja feito um *checklist* das variáveis Produto, Quantidade, Roteiro, Serviços de Suporte e Tempo do contexto em estudo. Essa análise representa o levantamento de dados de entrada e, em seguida, a utilização da metodologia.

→ **Produto (P):** Como apresentado anteriormente, a empresa trabalha com um portfólio de 6 tipos diferentes de produtos, que podem ser divididos em produtos genéricos e personalizados.

→ **Quantidade (Q):** A fim de obter dados mais confiáveis sobre a quantidade produzida diariamente de cada produto, utilizou-se o indicador industrial *Overall Equipment Effectiveness* ou OEE que foi realizado nos meses de julho/2022 a novembro/2022. Nesse indicador são inseridos dados de disponibilidade, produtividade e qualidade.

Embora o indicador resulte em uma porcentagem da efetividade global de um equipamento, é necessário coletar a quantidade de itens de qualidade produzidos e defeituosos. Dessa forma foi possível determinar a quantidade média produzida de cada produto por dia.

Tabela 6: Quantidade de itens produzidos por dia

EQUIPAMENTO	UNIDADES/DIA	CAIXAS/DIA
MATADORA	28.000	14
S.O.S.	23.750	95
ACOPLADORA	35.500	69
SACHÊ	90.000	90

Fonte: Autoria própria (2022)

→ **Roteiro (R):** O roteiro de produção tem como objetivo definir a engenharia do processo de cada produto, mostrando todo o caminho percorrido pelo produto quando é produzido.

Figura 8: Fluxo de produção

FLUXO DE PRODUÇÃO	ATIVIDADE
	Matéria prima do estoque até a máquina
	Fabricação do produto
	Produto finalizado dispostos sobre os paletes
	Espera da equipe de expedição para retirar o produto e leva-los até o estoque
	Dos paletes até o estoque

Símbolo	Atividade
	Transporte
	Operação
	Armazenagem
	Espera
	Controle

Fonte: Autoria própria (2023)

→ **Suporte (S):** A empresa possui setor de vendas, *marketing* e qualidade que dão suporte às atividades fabris. Estes setores não foram considerados no trabalho, pois já são alocados de maneira adequada.

→ **Tempo (T):** Alguns fatores como umidade do ar, qualidade do papel, quantidade de tinta dentre outros, interferem na rotação do equipamento, o que ocasiona uma variação do

tempo de produção. De forma geral, quanto melhor for o papel utilizado, menos umidade houver no ar e menor for a quantidade de tinta na estampagem, maior vai ser a rotação do equipamento. Observe:

\uparrow *qualidade do papel* + \downarrow *umidade do ar* + \downarrow *quantidade de tinta* = \uparrow *rotação*

O mesmo vale no cenário contrário:

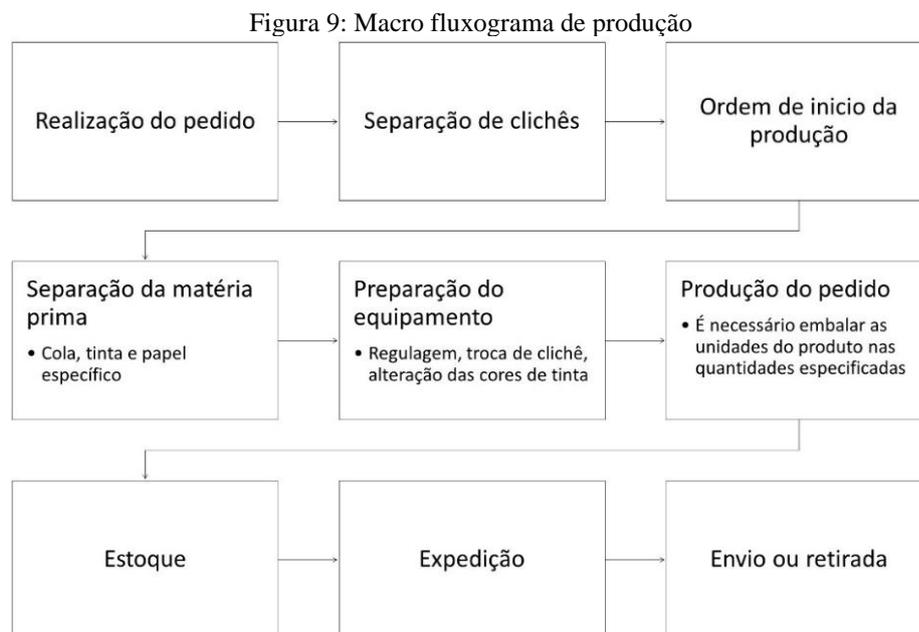
\downarrow *qualidade do papel* + \uparrow *umidade do ar* + \uparrow *quantidade de tinta* = \downarrow *rotação*

A rotação do equipamento determina o quão rápido um produto será fabricado, dessa forma, quanto maior for a rotação mais produtos serão feitos em determinado intervalo de tempo.

4.4 APLICAÇÃO DO SLP

Após a coleta de dados e informações, pôde-se realizar a aplicação da ferramenta SLP. Buscando entender como o processo de produção ocorre, foi desenvolvido o macro fluxograma da empresa (Passo 1 – análise dos fluxos), considerando as etapas de realização do pedido até a etapa de expedição.

Sabe-se que cada máquina contida na área de serviço, intrinsecamente, realiza toda a fabricação de um tipo de produto, dessa forma os fluxogramas podem seguir a mesma estruturação. Segue o macro fluxograma da produção (Figura 9):



Fonte: Próprio autor, 2022.

Na sequência, o método propõe que ao coletar os dados de entrada (Passo 2 – inter-relações das atividades), seja feito o diagrama de relacionamentos para definição das relações existentes entre os departamentos, para assim possibilitar o remanejamento dos equipamentos, a fim de que os setores com maior afinidade estejam mais próximos (Figura 10).

Figura 10: Diagrama de relacionamento

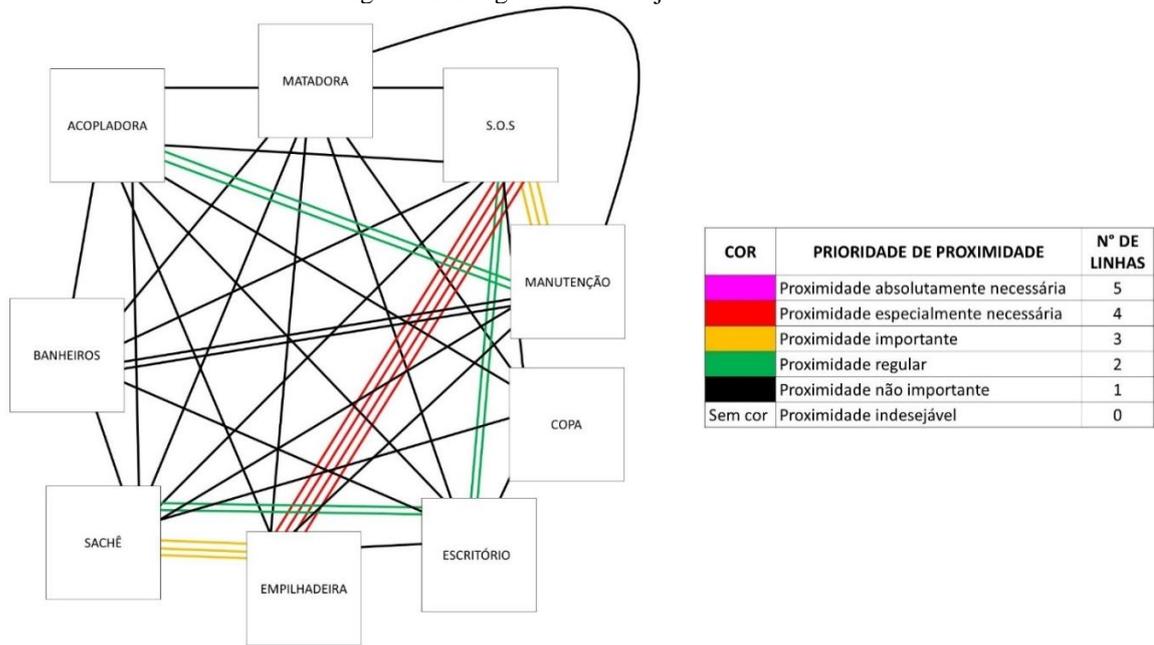
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	MATADORA	S.O.S.	ACOPLADORA	SACHÊ	ESCRITÓRIO	BANHEIROS	ÁREA DE MANUTENÇÃO	EMPILHADEIRA	COPA/COZINHA
1	MATADORA								
2	S.O.S.	U							
3	ACOPLADORA	U	U						
4	SACHÊ	U	U	U					
5	ESCRITÓRIO	U	O	U	O				
6	BANHEIROS	U	U	U	U	U			
7	ÁREA DE MANUTENÇÃO	U	I	O	U	X	U		
8	EMPILHADEIRA	U	E	U	I	U	U	U	
9	COPA/COZINHA	U	U	U	U	X	X	X	X

PRIORIDADE DE PROXIMIDADE	
A	Proximidade absolutamente necessária
E	Proximidade especialmente necessária
I	Proximidade importante
O	Proximidade regular
U	Proximidade não importante
X	Proximidade indesejável

Fonte: Autoria própria (2022)

Com base na carta de interrelações preferenciais, foi elaborado um diagrama de interrelações conforme a Figura 11, integrando a avaliação das interligações preferenciais. Conforme o método sugere, primeiramente foram desenhados, no diagrama, aqueles setores e atividades que possuem qualquer necessidade de proximidade, até os setores com preferência de distanciamento (Passo 3 – avaliação de dados e arranjo de áreas).

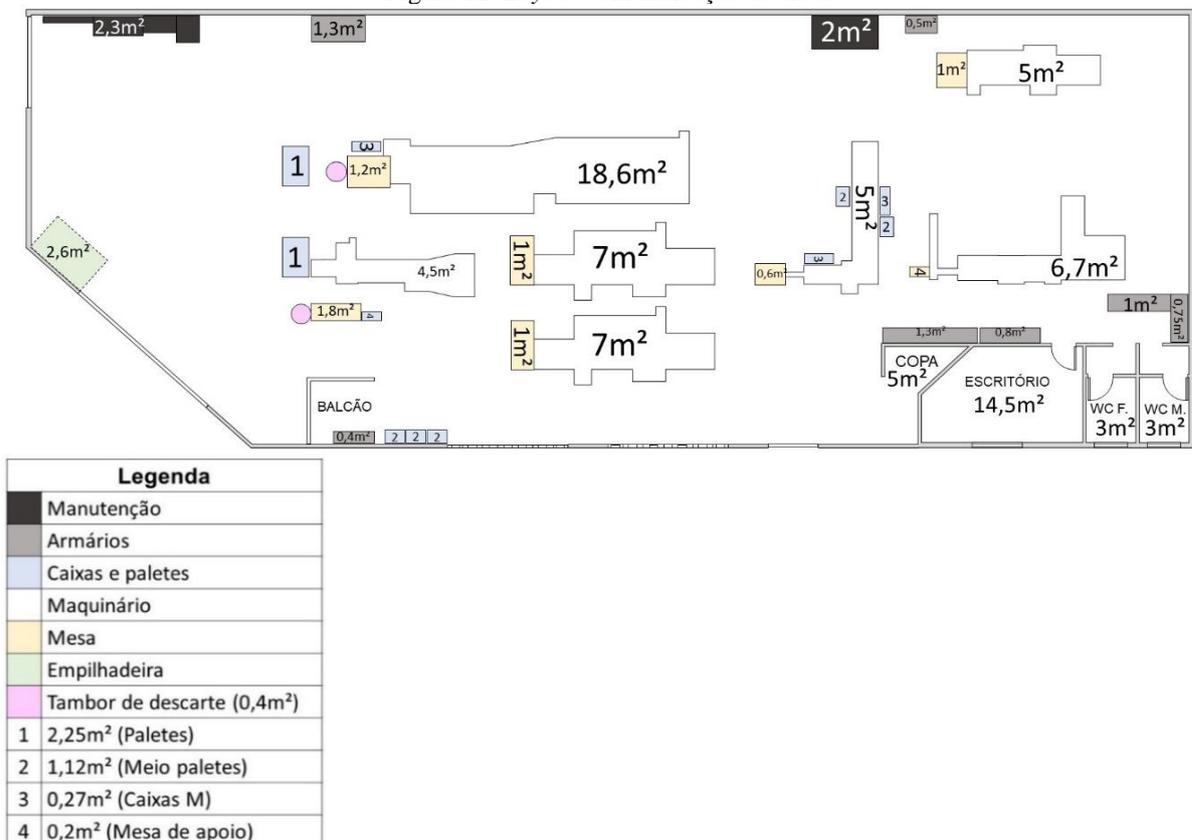
Figura 11: Diagrama de arranjo de atividades



Fonte: Autoria própria (2023)

A partir do diagrama de interrelações foi possível a elaboração do diagrama de relações de espaço, conforme Figura 13, que considera os espaços necessários para cada setor ou atividade produtiva (Passo 4 – determinação de um plano de arranjo entre espaços).

Figura 12: Layout com indicação de áreas



Fonte: Autoria própria (2022)

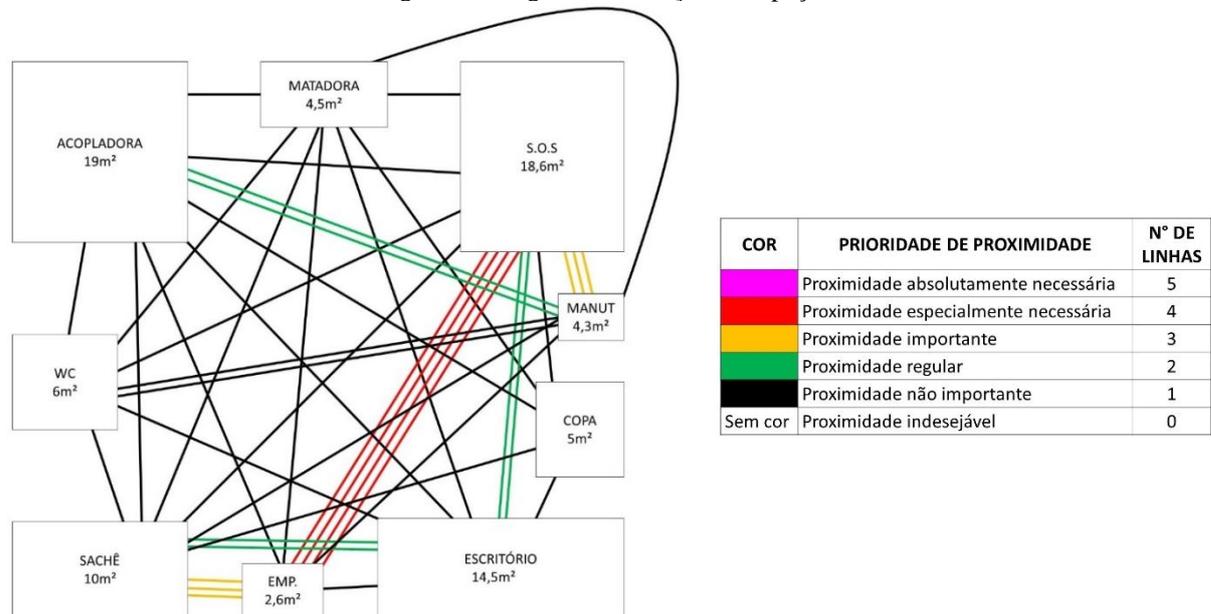
Para uma melhor visualização das áreas, verifique a Tabela 7:

Tabela 7: Áreas individuais e totais

Equipamento	Área individual	Quantidade	Sub total
Matadora	4,5m ²	1	4,5m ²
S.O.S.	18,6m ²	1	18,6m ²
Acopladora (mod1)	7m ²	2	14m ²
Acopladora (mod2)	5m ²	1	5m ²
Sachê (mod1)	6,7m ²	1	6,7m ²
Sachê (mod2)	5m ²	1	5m ²
Área de manutenção	4,3m ²	armários e mesas	4,3m ²
Armários	6,05m ²	Clichês e utilitários	6,05m ²
TOTAL	-	-	64,15m ²

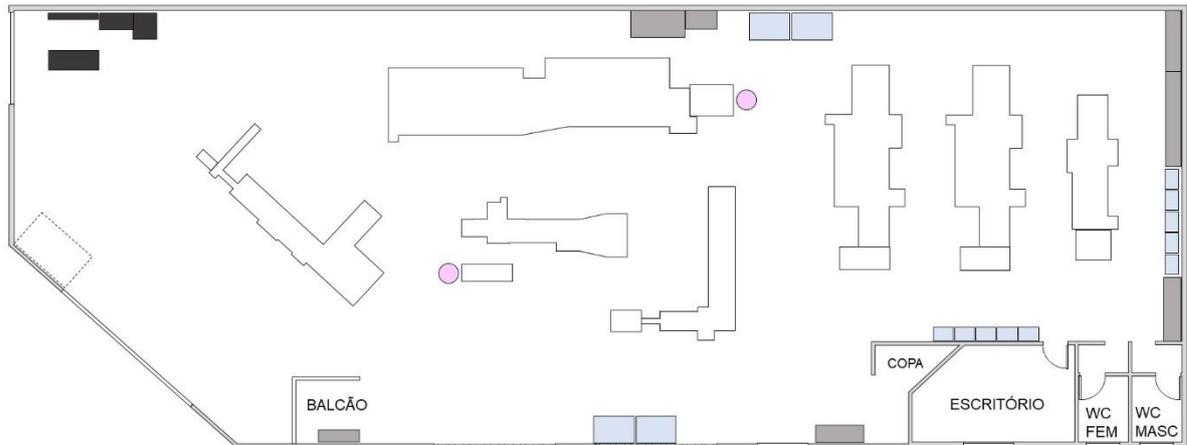
Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 13: Diagrama de relação de espaços



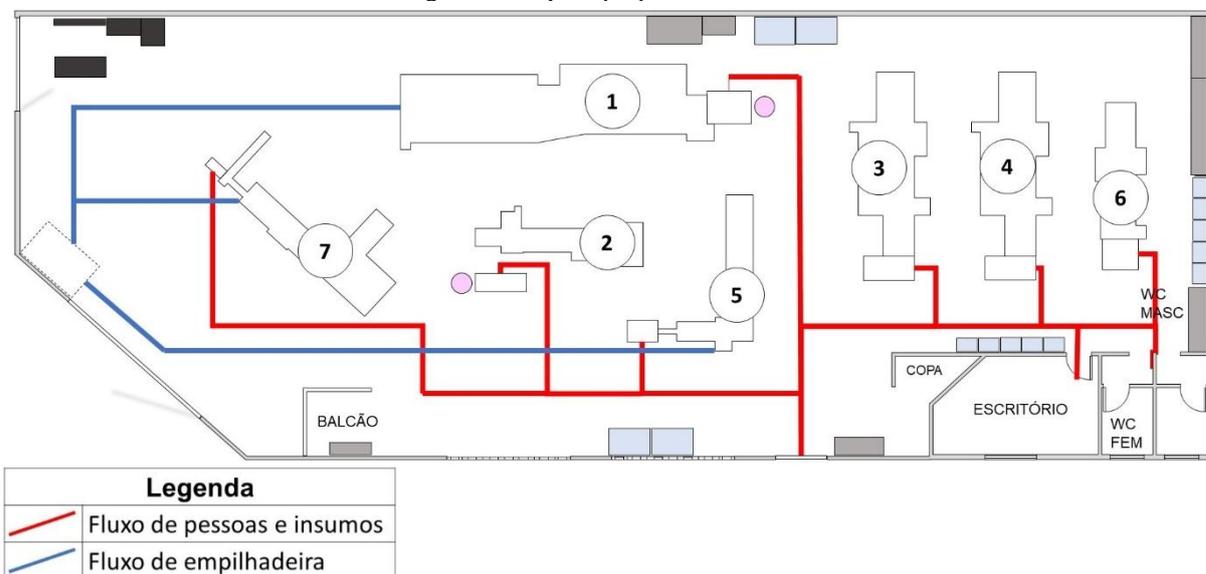
Fonte: Autoria própria (2023)

Para ajustar os setores (Passo 5 – ajuste do arranjo), foram avaliados os dados de saída dos passos anteriormente realizados respeitando suas áreas, necessidade de proximidade e área disponível. Os pontos considerados para elaboração da proposta foram: economia dos movimentos, segurança e aumento das áreas destinadas aos paletes de armazenamento. Dessa forma, foi possível elaborar a seguinte proposta de *layout*, conforme Figura 14:

Figura 14: *Layout* proposto

Fonte: Autoria própria (2023)

Embora não tenha ocorrido uma redução considerável da movimentação de insumos e pessoas, houve uma redução superior a 60% da movimentação da empilhadeira como apresentado na Tabela 8, que oferecia com os grandes deslocamentos maiores riscos de queda de material pesado, tombamento e colisões. É possível observar na Figura 15 o novo fluxo de movimentação de empilhadeira:

Figura 15: *Layout* proposto e os fluxos

Fonte: Autoria própria (2023)

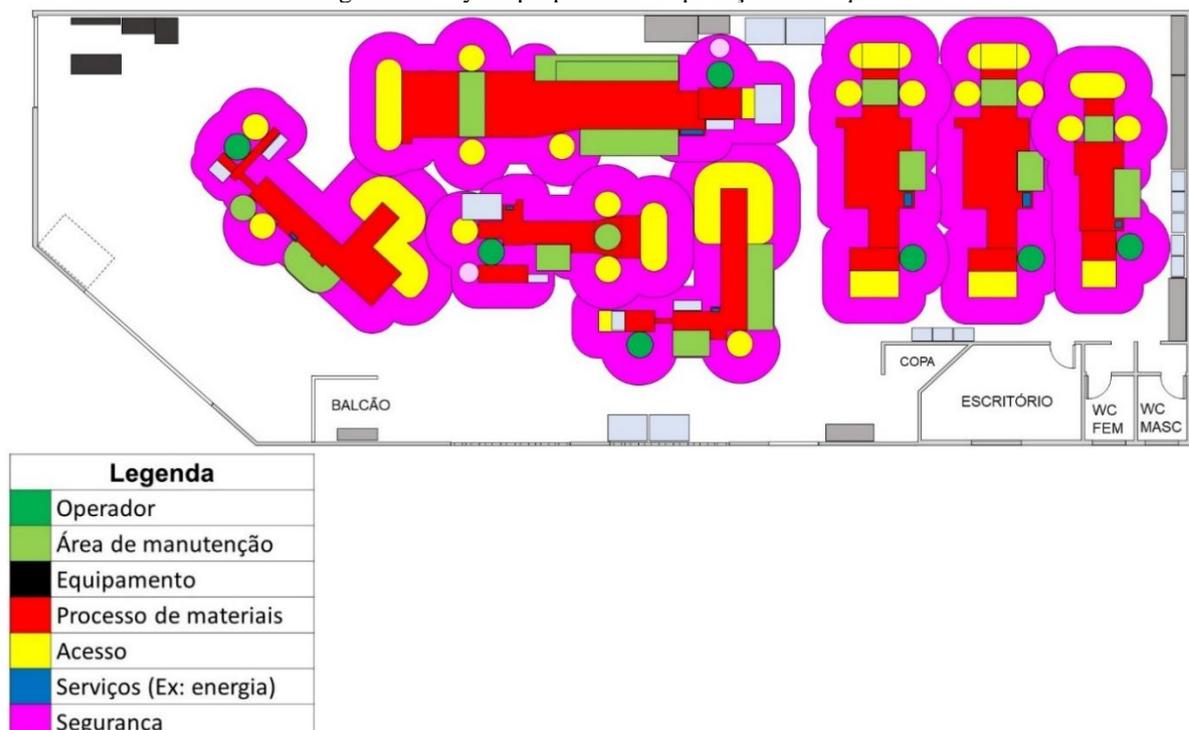
Tabela 8: Comparação em metros de deslocamento de empilhadeira

Fluxo Equip.	Empilhadeira ANTES	Empilhadeira DEPOIS
1	Há necessidade, mas a empilhadeira não chega até o local	13,5 m
2	Não há necessidade	Não há necessidade
3	Não há necessidade	Não há necessidade
4	Não há necessidade	Não há necessidade
5	27,3 m	19 m
6	Não há necessidade	Não há necessidade
7	31,6 m	5 m
TOTAL	58,9 m + movimentação da empilhadeira com insumos da SOS	37,5 m (redução de mais de 60% da movimentação)

Fonte: Autoria própria (2023)

Outro fator importante também considerado foi com respeito às áreas de produção individual, que garantem maior segurança aos colaboradores, uma vez que passaram a ser respeitadas. Antes da aplicação do SLP, observávamos excessivas sobreposições e, com respeito às áreas de segurança, haviam uma área de 79,7m². Enquanto isso, após a aplicação do método houve um aumento de 54m² de área de segurança.

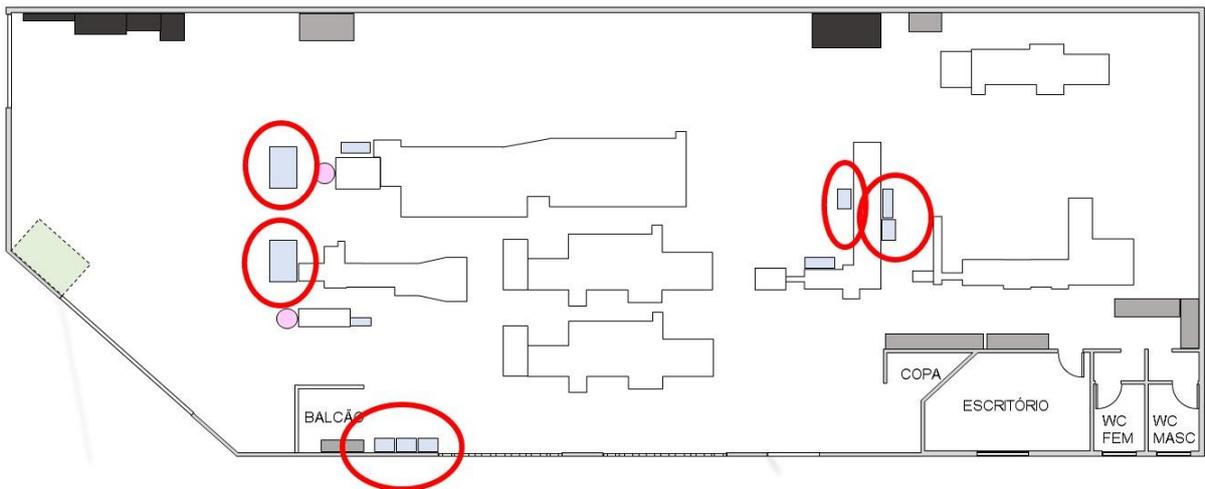
Com os *templates* da Figura 4 e o *layout* da Figura 14, foi obtida a Figura 16:

Figura 16: Layout proposto com aplicação de *templates*

Fonte: Autoria própria (2022)

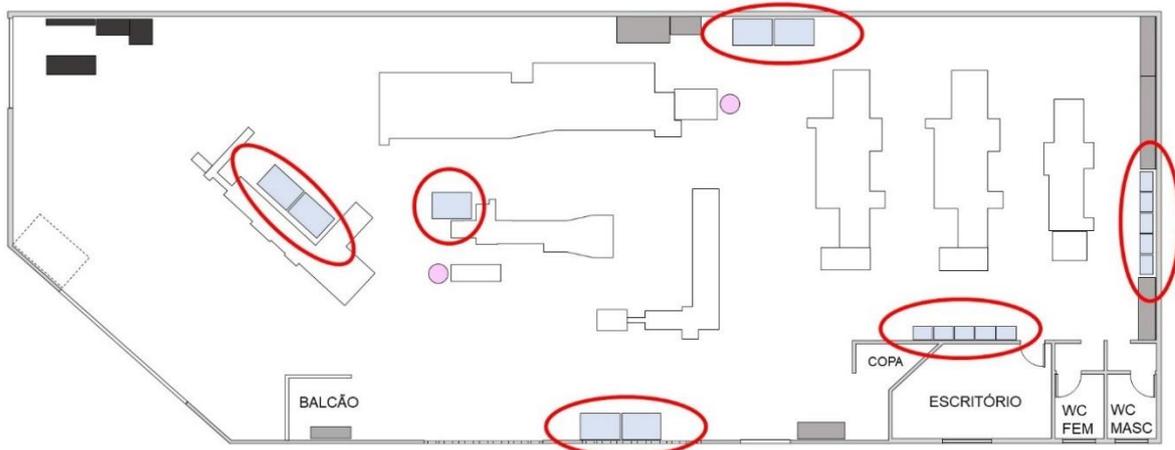
Conseqüentemente, o *layout* proposto aumentou as áreas destinadas à paletes de armazenamento de produto acabado (Figura 18), que embora não fosse um problema em temporadas de baixa produção no *layout* atual (Figura 17), em temporadas de alta a equipe de expedição não tinha capacidade de absorver o grande número de fabricação de produtos de demanda.

Figura 17: Áreas destinadas a paletes (ANTES)



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 18: Áreas destinadas a paletes (DEPOIS)



Fonte: Autoria própria (2023)

Para melhor observação dos resultados obtidos após a aplicação da ferramenta, foi realizada uma sumarização de dados, apresentados na Figura 19:

Figura 19: Sumarização de resultados

	ANTES		DEPOIS		RESULTADO
	SITUAÇÃO	MEDIDA	SITUAÇÃO	MEDIDA	
ÁREA DE SEGURANÇA	Áreas de segurança se sobrepunham	79,70m ²	Áreas passaram a ser respeitadas	133,70m ²	Aumento de 54m ² (59,6%)
ÁREA DE PALETES	Eram necessárias mais áreas para paletes para armazenar a produção até que a expedição fosse fazer a retirada	4,8m ²	Foram adicionados mais paletes	11,52m ²	Aumento em 6,72m ² (41,7%). Uma vez que houve um melhor aproveitamento do espaço pode-se adicionar mais paletes, importantes para apoio da produção em altas temporadas.
MOVIMENTAÇÃO DA EMPILHADEIRA	Alguns equipamentos não recebiam apoio e em outros equipamentos a movimentação da empilhadeira era grande.	+ 59m	O deslocamento foi reduzido e o equipamento que precisava do apoio da empilhadeira foi atendido	37,5m	Redução de aproximadamente 60% da movimentação que, consequentemente, ocasiona a economia do tempo de uso e a energia que abastece o equipamento
PRIORIZAÇÃO DE PROXIMIDADE	Devido barulho, atividade e empilhadeira alguns equipamentos causavam desconforto no local em que estavam	-	Foram respeitadas as priorizações de proximidade e distância	-	Respeito das necessidades de proximidade

Fonte: Autoria própria (2023)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de arranjos físicos possuem muitas implicações práticas e estratégicas que são fundamentais para otimização de espaços, processos e disposição de recursos. Durante a realização do presente trabalho, foi possível entender mais sobre o processo produtivo de uma empresa e identificar algumas limitações a partir do *layout* existente.

Guiado pelos princípios básicos de MUTHER (Tabela 1) para um *layout* eficiente e seguro, o estudo teve como objetivo melhorar o fluxo de materiais dentro da instalação fabril da empresa estudada, que expressava grande sobreposição de áreas de segurança, falta de

delimitações entre os setores e grande fluxo de pessoas nos mesmos lugares. Foi verificado ao setor proposto as seguintes melhoras:

- Redução de movimentação da empilhadeira em 60%, justificado pelo alto risco de acidentes;
- Aumento em 59,6% da área de segurança fundamentado pelos *templates* dos centros de produção. Destaca-se, portanto, que não haverá a necessidade de aumento do galpão uma vez que houve um melhor aproveitamento das instalações, já que na Figura 6 foi apresentado áreas excedendo o espaço das instalações da empresa;
- Aumento em 41,7% os espaços destinados a paletes, dado a necessidade de apoio da atividade fabril em dias de alta produção que apresentavam carência dessas áreas extras.

A metodologia SLP proposta por Muther (1978) mostrou-se eficiente para o caso estudado, ajudando a identificar pontos de melhoria na eficiência do arranjo físico e, como resultado, foi possível elaborar a proposta de um *layout* atenderia satisfatoriamente as necessidades da empresa, reduzindo a movimentação desnecessária de maquinário e proporcionando maior segurança para os colaboradores.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 12100:2013. **Segurança de máquinas — Princípios gerais de projeto — Avaliação e redução de riscos**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT NBR ISO 17100:2018. **Ergonomia**. Rio de Janeiro, 2018.

ALESON, B. S. et al. **Melhoria de layout em uma empresa de serviços gráficos: Um estudo de caso em uma empresa de São Paulo/SP**. In: Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), nov. 2021.

BLACK, J. T. **Projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1991.

CARLO, F. D.; ARLEO, M. A.; BORGIA, O.; TUCCI, M. **Layout design for a low-capacity manufacturing line: a case study**. International Journal of Engineering Business Management Special Issue on Innovations in Fashion Industry, v.5, n. 35, p. 1-10, 2013.

CARLOS, C.; MARCOS, M. **Proposta de melhoria de layout em uma empresa de metais sanitários**. In: Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), nov. 2021.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2017.

DRIRA, A.; PIERREVAL, H.; HAJRI-GABOUJ, S. Facility layout problems: A survey. **Annal Reviews in Control**, v. 31, n. 2, p. 255–267, 2007.

FERREIRA, J.C.E; REAES, P.A. **Performance comparison of the virtual cell layout with cellular and job shop configurations using simulation and design of experiments**. In: 9th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering. **IEE CASE**, Madison, Wisconsin, EUA: IEEE Robotics and Automation Society, p.795-800, 2013.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**.5. ed. São Paulo, Atlas, 2016, 183 p.

IVANQUI, I. L. **Um modelo para a solução do problema de arranjo físico de instalações interligadas por corredores**.1997. 131f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 1997. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/77147>> Acesso em: 7 setembro 2022.

KAUARAK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H.; **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Bahia: Litterarum, 2010.

MARQUES, M. A. DOS S., & SALGADO, C. C. R. **Systematic Layout Planning (SLP) para melhoria do arranjo físico de um ambiente de produção de joias**. In: Exacta, ago. 2021.

MUTHER, R., **Systematic Layout Planning**, 2nd. Ed., Cahnners Books, Boston, 1973.

OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de fábrica: produtos processos e instalações industriais**. São Paulo: IBLC, 1985.

PETRY, C.; **Proposta de arranjo físico através do método SLP em um ambiente operacional de uma empresa de comunicação visual**. UTFPR – Medianeira/PR, 2015.

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

TOMPKINS, James A.; WHITE, John A.; BOZER, Yavuz A.; et al. **Planejamento de Instalações, 4ª edição**. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2013. E-book. ISBN 9788521623298. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521623298/>. Acesso em: 10 out. 2022.