

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS SERTÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

IAGO SOARES DE ALENCAR

IMPACTO DO *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* – SLP NAS INDÚSTRIAS

Delmiro Gouveia

2024

IAGO SOARES DE ALENCAR

IMPACTO DO *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* – SLP NAS INDÚSTRIAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Lobo Mesquita

Delmiro Gouveia

2024

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

A368i Alencar, Iago Soares de
Impacto do *Systematic Layout Planning* – SLP nas indústrias /
Iago Soares de Alencar. – 2024.
49 f. : il.

Orientação: Lígia Lobo Mesquita.
Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de
Alagoas. Curso de Engenharia de Produção. Delmiro Gouveia, 2024.

1. *Systematic Layout Planning* – SLP. 2. Revisão sistemática da
literatura. 3. Planejamento. 4. Arranjo físico. 5. *Layout*. 6. Indústria.
I. Mesquita, Lígia Lobo, orient. II. Título.

CDU: 658.511.3

Folha de Aprovação

IAGO SOARES DE ALENCAR

IMPACTO DO *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* – SLP NAS INDÚSTRIAS

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à banca examinadora do curso
de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Alagoas e
aprovado em 25 de março de 2024.

Documento assinado digitalmente
 **LIGIA LOBO MESQUITA**
Data: 01/04/2024 12:41:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Lígia Lobo Mesquita, UFAL – Campus do Sertão
(Orientadora)

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **LUANA TASSIA SOUZA DOS SANTOS**
Data: 01/04/2024 09:35:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Msc. Luana Tássia Souza dos Santos, UFAL – Campus do Sertão
(Examinadora interna)

Documento assinado digitalmente
 **NATALIA DE ALMEIDA FERRAZ**
Data: 01/04/2024 09:40:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Msc. Natália de Almeida Ferraz, UFAL – Campus do Sertão
(Examinadora interna)

RESUMO

Pequenos ajustes no posicionamento de equipamentos podem influenciar o fluxo de materiais e pessoas, afetando os custos e a eficácia da produção. Um arranjo físico inadequado gera movimentações desnecessárias, fluxos longos e confusos, ocasionando perdas e filas. O layout pode ser aplicado desde o projeto inicial até reprojeto e operações de manufatura, em diversas áreas e setores da indústria. Nesse sentido, surge o *Systematic Layout Planning* – SLP como um método sistemático para elaboração e planejamento de projetos de layout e arranjo físico. Diante das melhorias na performance organizacional, é relevante analisar a implementação do SLP em diferentes tipos de indústrias, setores e produtos. Foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura - SLR, utilizando as recomendações PRISMA, para analisar o impacto da aplicação do *Systematic Layout Planning* no setor industrial. Ao final, 17 documentos foram selecionados para compor o portfólio bibliográfico. Os resultados revelam que as principais melhorias são redução nas movimentações e distâncias (64,71%), seguido de redução nos custos (23,53%), e redução de tempo (17,65%). Esses dados refletem a frequência com que os benefícios foram citados nos estudos analisados e sugerem um efeito consequente de melhorias ao processo industrial.

Palavras-chave: arranjo físico; layout; systematic layout planning; revisão sistemática da literatura.

ABSTRACT

Small adjustments in equipment positioning can influence the flow of materials and people, affecting costs and production efficiency. An inadequate physical layout leads to unnecessary movements, long and confusing flows, resulting in losses and queues. The layout can be applied from the initial design to redesigns and manufacturing operations, across various areas and sectors of the industry. In this sense, Systematic Layout Planning - SLP emerges as a systematic method for developing and planning layout and physical arrangement projects. Considering the improvements in organizational performance, it is relevant to analyze the implementation of SLP in different types of industries, sectors, and products. A Systematic Literature Review - SLR was conducted, following PRISMA guidelines, to assess the impact of Systematic Layout Planning in the industrial sector. Ultimately, 17 documents were selected to form the bibliographic portfolio. The results reveal that the main improvements include a reduction in movements and distances (64.71%), followed by cost reduction (23.53%), and time reduction (17.65%). These data reflect the frequency with which the benefits were reported in scientific studies and suggest a consequent effect of improvements in the industrial process.

Keywords: physical arrangement; layout; systematic layout planning; systematic literature review.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura lógica SLP	20
Figura 2 – Diagrama de relacionamentos	22
Figura 3 - (a) Carta de-para de volumes (b) diagrama de relacionamento.....	23
Figura 4 - Etapas da pesquisa bibliográfica	26
Figura 5 - Fluxograma PRISMA	30
Figura 6 - Nuvem de palavras	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das etapas do SLP	21
Quadro 2 - Palavras-chave definidas para varredura nas bases.....	27
Quadro 3 - Resultados da primeira varredura nas bases de dados	28
Quadro 4 - Resultados da segunda varredura	29
Quadro 5 - Relação de estudos selecionados.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Layout e arranjo físico	11
2.2 Tipos de arranjos físicos	14
2.3 Métodos para implementação do layout ou arranjo físico	16
2.4 Systematic Layout Planning – SLP.....	19
3 METODOLOGIA	25
3.1 Planejamento	26
3.2 Revisão.....	27
3.3 Seleção <i>corpus</i> final.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS.....	41
APÊNDICES	47
Apêndice A.....	47

1 INTRODUÇÃO

O acirramento competitivo do mercado e as exigências dos consumidores impulsionam as indústrias a produzir e fornecer produtos e serviços com maior qualidade, quantidade, menor custo e prazos possíveis. Dentre os fatores que influenciam a permanência competitiva das organizações está a distribuição do espaço, as atividades e operações relacionais e as pessoas envolvidas no processo de produção (MOREIRA, 2008).

O *layout* envolve a disposição dos recursos necessários à transformação no ciclo produtivo (COUTINHO et al., 2022) e tem a função de planejar o arranjo físico adequado de uma unidade fabril (NEUMANN E SCALICE, 2015). Para conquistar a almejada eficiência interna, é necessário analisar se o arranjo físico atual da planta não opera como um gargalo, além de investigar se os recursos disponíveis, como os equipamentos e a mão de obra, são suficientes para atender com rapidez e eficiência as operações (COUTINHO et al., 2022).

A escolha do arranjo físico pode afetar os níveis de eficiência e eficácia das operações. Um arranjo físico inadequado gera movimentações desnecessárias, fluxos longos e confusos, ocasionando perdas ou pontos de estrangulamento, bem como a formação de filas de materiais ou clientes (COSTA, 2017).

Desenvolver um arranjo físico industrial pode se revelar uma tarefa complexa em muitos casos, uma vez que muitos fatores podem influenciá-lo (VILLAR e NÓBREGA JÚNIOR, 2014). Assim, o *Systematic Layout Planning* – SLP, desenvolvido pelo engenheiro americano Richard Muther, estabelece um método sistemático para elaboração e planejamento de projetos de layout e arranjo físico. O método resulta em um arranjo físico teoricamente ótimo, pois considera as limitações práticas e ajustes para tornar a disposição física ideal. (CAMPOS e SILVA, 2020).

O SLP é amplamente utilizado devido à sua versatilidade, sendo aplicável em várias áreas da indústria (RIBEIRO, 2020). Considerando as melhorias na performance organizacional, faz-se relevante analisar a aplicação do método SLP em diferentes tipos de indústrias, setores e produtos (MARQUES e SALGADO, 2021). Nesse sentido, este trabalho de conclusão de curso visa responder a seguinte problemática:

Qual impacto da aplicação do *Systematic Layout Planning* no setor industrial?

Esta pesquisa tem como objetivo analisar os resultados obtidos com a implementação do método SPL nas indústrias. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura com auxílio do método Prisma. Foi possível constatar que a implementação do SLP impacta positivamente na redução de movimentações e distâncias percorridas, assim como na redução de custos e tempo. A organização deste estudo segue a seguinte estrutura: No primeiro capítulo, é feita uma introdução contextualizando a pesquisa, sua relevância, a problemática proposta e o objetivo definido. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica, abordando as bases conceituais dos principais termos referentes a coerência da pesquisa. No terceiro capítulo relata-se a metodologia empregada. No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos. As considerações finais e propostas para trabalhos futuros são abordadas no quinto capítulo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Layout* e arranjo físico

Os primeiros indícios, em operações modernas, do planejamento de instalações surgiram quando Henry Ford e Charles Sorensen colocaram em prática a produção em linha de fluxo de larga escala (LEE, 1998). Com a complexidade dos sistemas industriais, o *layout* estabelece o modo como os materiais, informações e clientes fluem por meio da produção. É uma ferramenta que se preocupa com a localização física dos recursos de transformação. Por meio do seu planejamento garante-se uma boa relação entre as áreas funcionais e os departamentos. Os tempos totais de produção, custos, bem como a produtividade do trabalho e as atividades exercidas pelos colaboradores são variáveis influenciadas pela eficiência do *layout* (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

O *layout* consiste no modelo de um determinado espaço físico. Trata-se do planejamento dos espaços com intuito de obter acessibilidade, melhora no fluxo e localização mais eficiente, permitindo assim maximizar o uso do espaço, minimizar áreas obstruídas, aumentar a eficiência da mão de obra, máquinas e equipamentos e, promover mais segurança aos colaboradores (COUTINHO et al., 2022).

O desenho de um *layout* é a materialização da estratégia de produção, contemplando a maioria dos pontos de escolha do processo e da infraestrutura da manufatura (HILL, 1985). Atua na caracterização da operação produtiva, porque determina sua forma e aparência. É por meio do *layout* que se determina a disposição física dos setores e seus respectivos agentes de transformação, sendo eles equipamentos ou humanos, operacionais ou administrativos (SLACK, BRANDON-JONES e JOHNSTON, 2018).

A mudança de *layout* deve promover facilidades físicas na fábrica capazes de modificar os meios produtivos em nível humano, tecnológico, material, patrimonial e capital (MOURA, BORGES e MEINCHEIM, 2021). O *layout* mais adequado é aquele que promove um uso melhor do espaço, favorecendo a efetividade do processo e a segurança, com o menor tempo e distância possível (VIEIRA, 1983).

O objetivo principal de qualquer *layout* de fábrica é facilitar o processo de produção. Isso inclui minimizar o manuseio de materiais, manter a flexibilidade de arranjo e operação conforme as demandas variam, promover alta rotatividade de

produtos em processo e otimizar os recursos de produção. Ao longo da vida da instalação, a manutenção do planejamento do layout permanece essencial. A reorganização sem um plano sólido, quase sempre resultará em perda de tempo, equipamentos ociosos e interrupções de pessoal (MUTHER e HALES , 2015).

No planejamento do projeto de *layout* é possível considerar várias soluções de arranjos físicos das instalações, cada uma apresentando benefícios e desvantagens em relação às outras. No entanto, a decisão de definir o *layout* mais adequado se torna mais complexa devido à presença de diversos critérios conflitantes (GOECKS et al., 2018). O *layout* pode ser usado no projeto inicial, em reprojeto, em trabalhos na manufatura, com aplicação em diferentes áreas e setores da indústria (SANTOS, GOHR e URIO, 2014).

Por outro lado, o arranjo físico trata-se do posicionamento das máquinas, equipamentos, instalações e mão de obra, de um determinado setor dentro do projeto de *layout* (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002). OLIVÉRIO (1985) define arranjo físico como um estudo sistemático que busca uma combinação ótima das instalações industriais, para otimizar a produção dentro de um determinado espaço disponível. Antecede o estudo do *layout*, a definição do roteiro de produção (estrutura do produto acabado, relação geral de peças, sequência de operações, folha de matéria prima e postos de trabalho), os serviços de suporte (manutenção, reparo de máquinas, ferramentaria, plataformas de descarga, áreas de armazenamento) e o plano de produção (VILLAR e NÓBREGA JÚNIOR, 2014).

O estudo do arranjo físico é importante uma vez que, pequenos ajustes no posicionamento de equipamentos ou máquinas em uma unidade de produção podem influenciar diretamente o fluxo de materiais e pessoas, afetando os custos e a eficácia da produção (COSTA, 2017). Um arranjo físico inadequado pode resultar em padrões de fluxos longos e imprevisíveis, filas de clientes ao longo da operação, estoque de materiais, insatisfação dos clientes, operações inflexíveis e custos elevados (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

Mudanças em um arranjo físico podem ser complexas e demandar altos investimentos, sendo essencial compreender os objetivos estratégicos da organização. Alguns fatores devem ser conhecidos previamente para serem considerados no estudo do arranjo fabril (MARAFON, 2017):

- Custos: uma análise detalhada dos custos relacionados à implementação das alterações, como aquisição de equipamentos e materiais, e

também dos custos indiretos, como interrupções na produção e treinamento de pessoal, irá garantir a viabilidade econômica do projeto;

- Edifícios: as limitações estruturais dos edifícios, incluindo fundações e outras características construtivas, devem ser consideradas para garantir que as alterações no arranjo não comprometam a integridade da estrutura existente;
- Produtos: entender as características da matéria-prima necessária para a produção, as condições especiais de manuseio e estocagem dos produtos acabados, permite determinar os requisitos de espaço, equipamentos e pessoal, necessários para garantir uma produção eficiente;
- Equipamentos de manufatura: as especificações técnicas, capacidades de produção, tempos de setup, frequência de manutenção, demandas por recursos e as necessidades de movimentação de mão de obra entre as diferentes linhas de produção e estações de trabalho, irão ditar o ritmo da produção e podem ser ajustadas para maximizar a eficiência operacional;
- Produção e controle de estoque: devem ser considerados os itens mais produzidos, sazonalidades de produção, depósitos intermediários, cargas de produção, armazenagem das matérias primas e estoque de produto acabado;
- Segurança e legislação: legislações de segurança e saúde do trabalho, bombeiros, polícia civil e normativas específicas dos produtos fabricados, como certificações de qualidade ou vigilância sanitária influenciam nas decisões a serem tomadas para melhorar o fluxo do processo.

O objetivo principal da elaboração do arranjo físico é o aumento da produtividade com conforto, segurança e qualidade. Através do arranjo físico é possível alcançar o incremento da produção; redução das demoras; economia do espaço; redução de manuseio; maior utilização do equipamento, mão de obra e serviços; redução do material em processo; redução do tempo de manufatura e a redução dos custos indiretos (VILLAR e NÓBREGA JÚNIOR, 2014).

2.2 Tipos de arranjos físicos

Campos e Silva (2020) e Ribeiro (2020) argumentam que a literatura propõe três tipos básicos de arranjos físicos que apresentam características específicas, chamados de arranjos clássicos ou puros. Derivam-se a partir deles outros tipos denominados híbridos ou combinados, que buscam aliar características de dois ou mais arranjos básicos. Os autores classificam os arranjos básicos como: arranjo físico posicional; arranjo físico linear; arranjo físico funcional. Quanto aos híbridos, classificam como celular ou misto (CAMPOS e SILVA, 2020; RIBEIRO, 2020).

No arranjo físico posicional, também chamado de posição fixa, o objeto a ser processado fica em estado estacionário, enquanto máquinas, equipamentos e pessoas se movem pelo processo. É indicado para produção de itens grandes ou em estado delicado, onde a movimentação é impossibilitada ou pode comprometer sua integridade (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002). Aplica-se à projetos únicos ou de baixo volume (MARTINS e LAUGENI, 2005). Esse arranjo proporciona um baixo rendimento, no entanto permite que cada projeto seja singularizar com maior impacto na conclusão final (CORRÊA e CORRÊA, 2012). Como exemplo desses arranjos, tem-se a fabricação de turbinas, navios, aviões, pontes rolantes, prédios, dentre outros (MARTINS e LAUGENI, 2005).

O sucesso do arranjo físico posicional relaciona-se diretamente ao cronograma de movimentação de materiais, pessoas e prazos. Em geral o espaço reduz-se a fim de dar lugar ao maquinário e a mão de obra que precisam acessar a área de trabalho. A fabricação do produto demanda sincronização das etapas empregadas (MOREIRA, 2008). Estas dependências deixam o projeto suscetível a modificações (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

Adicionalmente, o arranjo físico linear ou por produto é indicado para produções com pouca ou nenhuma variação e altos volumes. Os produtos devem apresentar operações bem definidas, com sequência de montagem e fabricação estabelecidas. Os equipamentos, máquinas e operações se posicionam conforme a sequência de operações e o fluxo de cada produto segue uma sequência linear (MARAFON, 2017). É empregado em processos com considerável quantidade de peças, onde o produto tende a ser padronizado, além de apresentar uma demanda estável e onde o fluxo do material é contínuo (PEINADO e GRAEML, 2007). Além disso, o arranjo linear não necessariamente precisa ser em linha reta, sua disposição

pode ser em “U” ou em “S”, de modo a adaptar-se ao espaço físico disponível na empresa (PEINADO e GRAEML, 2007).

No arranjo físico funcional ou por processo, os produtos, informações e pessoas se movimentam conforme as demandas, resultando em fluxos de processos diferentes para cada projeto. Geralmente é empregado para baixos volumes, elevada flexibilidade entre os produtos e equipamentos com movimentação difícil (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2004). Por favorecer a flexibilidade dos fluxos, permite a acomodação de qualquer demanda do cliente, já que é possível que o produto percorra trajetos diferentes. Porém, há um comprometimento da eficiência produtiva, pois as distâncias percorridas tendem a superar o ideal, prejudicando o *lead time* (CORRÊA e CORRÊA, 2012).

O arranjo físico celular, ou célula de manufatura, se caracteriza por alocar em um espaço definido diferentes máquinas e equipamentos para que o item seja processado por completo (MARTINS e LAUGENI, 2005). O produto se desloca dentro da célula conforme as demandas dos processos, garantindo a flexibilidade quanto às especificações de lotes por produto. Essa disposição física apresenta como vantagem a flexibilidade na quantidade de lotes a ser fabricado, o que favorece a qualidade dos produtos e minimiza movimentações excessivas, evitando interferências nos demais setores onde a matéria não tem tanta relevância (GAVIÃO JUNIOR, 2016).

Diversas operações demandam por dois ou mais tipos básicos de arranjos físicos de forma pura. Essa configuração é chamada de arranjo físico misto (RIBEIRO, 2020). O objetivo dessa combinação de arranjos é obter as vantagens de todos os demais tipos de arranjos básicos. Mediante ao aumento da produção e conseqüentemente das vendas, a organização pode empregar mais de um tipo de arranjo, optando por uma estrutura mais adequada às necessidades do momento, otimizando recursos e máquinas (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Muitos autores empregam layout e arranjo físico como sinônimos: [...] “serão usadas três denominações, arranjo físico, planejamento das instalações e layout, para indicar o estudo do posicionamento relativo dos recursos produtivos: homens, máquinas e materiais no espaço” (MUTHER, 1978).

2.3 Métodos para implementação do layout ou arranjo físico

Entre 1950 e 1985 surgiram os estudos mais relevantes que desencadearam nas metodologias clássicas, normalmente empregadas como referência para projetos de layout e arranjo físico. O estudo de Immer, publicado em 1950, tem como ênfase modificar o posicionamento das máquinas a fim de alcançar eficiência máxima, por meio das menores distâncias e menor tempo, porém não havia nenhuma atenção a ergonomia, satisfação no posto de trabalho ou segurança. O método envolvia três etapas: relatar detalhadamente o problema; representar as linhas de fluxos; fazer com que as linhas de fluxos se tornem sequências de máquinas (NEUMANN E SCALICE, 2015).

Em 1961, Reed apresenta um sistema chamado de Plano Sistemático de Ataque. Esse método faz uso de cartas de planejamento de layout, detalhando informações referentes à produção de cada fase do produto, além do armazenamento, transporte, uso da mão de obra e movimentação (REED, 1971). Consiste nas seguintes etapas: analisar os processos de produção; analisar os produtos a serem produzidos; determinar os processos que envolvem a produção; criar as cartas para o planejamento de layout; definir os postos de trabalho; analisar as demandas das áreas de armazenagem; estabelecer as dimensões mínimas dos corredores; definir as demandas dos escritórios; levar em consideração a mão de obra de manutenção e serviços; analisar os serviços da fábrica; planejar expansões futuras (NEUMANN E SCALICE, 2015).

Em 1962, Moore apresentou uma diferenciação do layout para projeto de fábrica. O autor defendeu que projeto de fábrica é o projeto total de uma organização. Envolve questões como projeto dos produtos, aquisição de capital, dimensões da planta, localização da fábrica, layout da fábrica, escolha dos métodos de edificação do prédio, entre outros. Por sua vez, o *layout* da fábrica trata-se de uma parcela do projeto da fábrica, ocupando uma função mais restrita, a de projetar o arranjo físico mais coerente para a unidade fabril (BERNARDO, 2009). O método apresentado por Moore envolve as seguintes etapas: determinar o volume de produção; detalhar produtos, materiais e processos de produção; calcular as necessidades de equipamentos e máquinas; medir o trabalho (estudo de tempos); estudar o fluxo do processo do produto; determinar as necessidades de espaços; conhecer as características do edifício; construir a planta de localização, planta de blocos e *layout*

detalhado; checar e consultar o *layout*; realizar a instalação e avaliação (MOORE, 1962).

Nadler, em 1965, argumentou sobre como esses projetos eram desenvolvidos levando em consideração situações ideais. O autor propõe ainda uma hierarquização de atividades de desenvolvimento de sistemas de trabalho. O método foi proposto para planejar sistemas de trabalho, aplicado ao planejamento de instalações, a fim de definir a melhor solução. Possui as seguintes etapas: definição do sistema ideal; conceituação do sistema ideal; projeto do sistema de trabalho com a tecnologia ideal; instalação do sistema (NADLER, 1965).

Valle, em 1975, propõe que localização da indústria deve ser estabelecida em duas etapas: a macrolocalização e a microlocalização. Definir a macrolocalização é escolher a região onde a unidade industrial será implementada. O método envolve: análise de viabilidade técnica, financeira e econômica do empreendimento; estudo da localização da planta fabril, a fim de definir a região e o terreno a ser implementado; criação do projeto básico e dos projetos de engenharia das instalações industriais; aquisição de materiais e equipamentos necessários para execução dos projetos; execução das obras e montagem das instalações; aplicação dos testes pré-operacionais e a pré-operação; início do regime normal de operação da indústria (MELLO, 2003).

Por outro lado, o método criado por Apple em 1977 pretendia ser geral o suficiente para que fosse implementado em empresas de diversos setores, não limitando-se ao setor industrial. A metodologia deve ser executada em 20 etapas: levantar dados; analisar as informações levantadas; desenhar os processos da cadeia produtiva; planejar os caminhos padrões do material; considerar o fluxo; calcular quais equipamentos são necessários; demonstrar as estações de trabalhos individuais; escolher quais equipamentos específicos serão utilizados para a movimentação dos materiais; gerenciar os grupos de operações relacionadas; desenhar o inter-relacionamento entre atividades; dimensionar estoque; esboçar atividades de serviços e complementares; dimensionar áreas determinadas; posicionar as atividades no espaço total; considerar tipos de construção; desenvolver o macro *layout*; validar, ajustar e checar o *layout* com o time envolvido; obter aprovação dos tomadores de decisão; implementar o *layout* escolhido; acompanhar a implementação do *layout* (NEUMANN E SCALICE, 2015; TOMPKINS, 2013).

Desenvolvido por Muther em 1978, o sistema SLP - *Systematic Layout Planning*, é um procedimento estruturado em etapas que tem o intuito de identificar, planejar e classificar as várias atividades, relações e alternativas envolvidas em qualquer projeto de *layout*. Todo o arranjo se baseia em três conceitos fundamentais, que são as inter-relações, o espaço e o ajuste (MUTHER, 1978).

Tompkins e White, em 1984, definiram que o planejamento das instalações é formado pela localização das instalações e pelo projeto das instalações. É composto pelo projeto estrutural da edificação e dos serviços de apoio, projeto do layout e projeto do sistema de movimentação de materiais. Para o processo de planejamento das instalações, devem ser seguidas as etapas: definir ou redefinir o objetivo da instalação; definir as atividades; definir a inter-relação entre as atividades; determinar as demandas de espaços para que as atividades sejam realizadas; desenvolver planos alternativos de instalações; analisar os planos alternativos de instalações; escolher um plano de instalação; implementar o plano escolhido; realizar manutenção do plano de instalação; redefinir o objetivo da instalação (BERNARDO, 2009).

A metodologia original do SLP continuou sendo renovada no decorrer do tempo por autores como Lee (1998). O método, FacPlan, proposto por Lee, abrange 5 níveis de planejamento de layout: localização global, planejamento do supra espaço, planejamento do macro espaço, planejamento do micro espaço e do sub-micro-espaço. Os níveis um e dois correspondem à fase I do SLP. O terceiro nível corresponde a fase II, o quarto nível corresponde a fase III e o quinto nível complementa o SLP original com o projeto do posto de trabalho (LEE, 1998).

Mais recentemente, em 2015, Neumann desenvolveu o Projeto de Fábrica e Layout – PFL. Essa metodologia propõe um roteiro estruturado, de fácil assimilação para o desenvolvimento de projetos de fábrica, podendo ser adaptada caso a caso. A metodologia PFL é composta por 5 fases: estruturação, projeto de fábrica, projeto de layout, projeto de edificação e projeto de implantação; e essas se subdividem em 23 etapas. A fase de estruturação envolve: o planejamento estratégico; plano de negócios; objetivos de desempenho; indicadores de desempenho; estratégia de produção e operações. O projeto de fábrica contempla: projeto de produtos; definição da capacidade instalada; projeto de processos; seleção de tecnologia; localização da unidade produtiva. O projeto de layout compreende: planejamento do projeto; projeto informacional; projeto conceitual; projeto detalhado; execução; liberação. O projeto de edificação se divide nas seguintes etapas: projeto arquitetônico; projeto estrutural;

projeto das instalações de apoio; construção da edificação. O projeto de implantação engloba: instalação de máquinas; instalação de sistemas de movimentação de materiais; testes pré-operacionais; pré-operação de unidades produtivas (NEUMANN E SCALICE, 2015).

Esta pesquisa visa analisar o impacto do método SLP nas operações industriais sob a perspectiva do layout e do arranjo físico. Entende-se que o SLP pode ser aplicado para ambas as abordagens.

2.4 Systematic Layout Planning – SLP

O SLP é uma metodologia sistemática, validada para orientação de projetos de layout e arranjo físico (YANG, SU e HSU, 2000). É um modelo de processos e de convenções para identificar, avaliar e visualizar os elementos e as áreas envolvidas no planejamento (ELIAS et al., 1998).

O sistema SLP consiste em uma estruturação de fases através das quais passa qualquer projeto de layout; de um modelo de procedimentos para a realização do projeto, passo por passo; e de convenções para identificação, visualização e classificação das várias atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo projeto de arranjo físico [...] (MUTHER, 1978, p.1).

A metodologia SLP utiliza uma série de tabelas, diagramas e técnicas de organização do espaço, distribuídos em quatro fases, com o objetivo de reorganizar estrategicamente os setores de trabalho e definir suas respectivas localizações dentro da planta baixa da fábrica (MUTHER, 1978). Torna-se eficiente ao se adequar às demandas da empresa e fornecer diretrizes para a avaliar as diferentes alternativas de arranjo físico (YANG, SU e HSU, 2000).

Apesar de existir uma aparente relação de dependência entre as fases, o escopo do projeto é delimitado em somente uma ou duas fases, principalmente quando aplica-se o SLP no reprojeto de instalações existentes, que demandam por melhorias mais específicas. Assim, deve-se manter a hierarquia das fases, que designa a ordem de aplicação quando mais de uma fase é executada (SANTOS, GOHR e URIO, 2014).

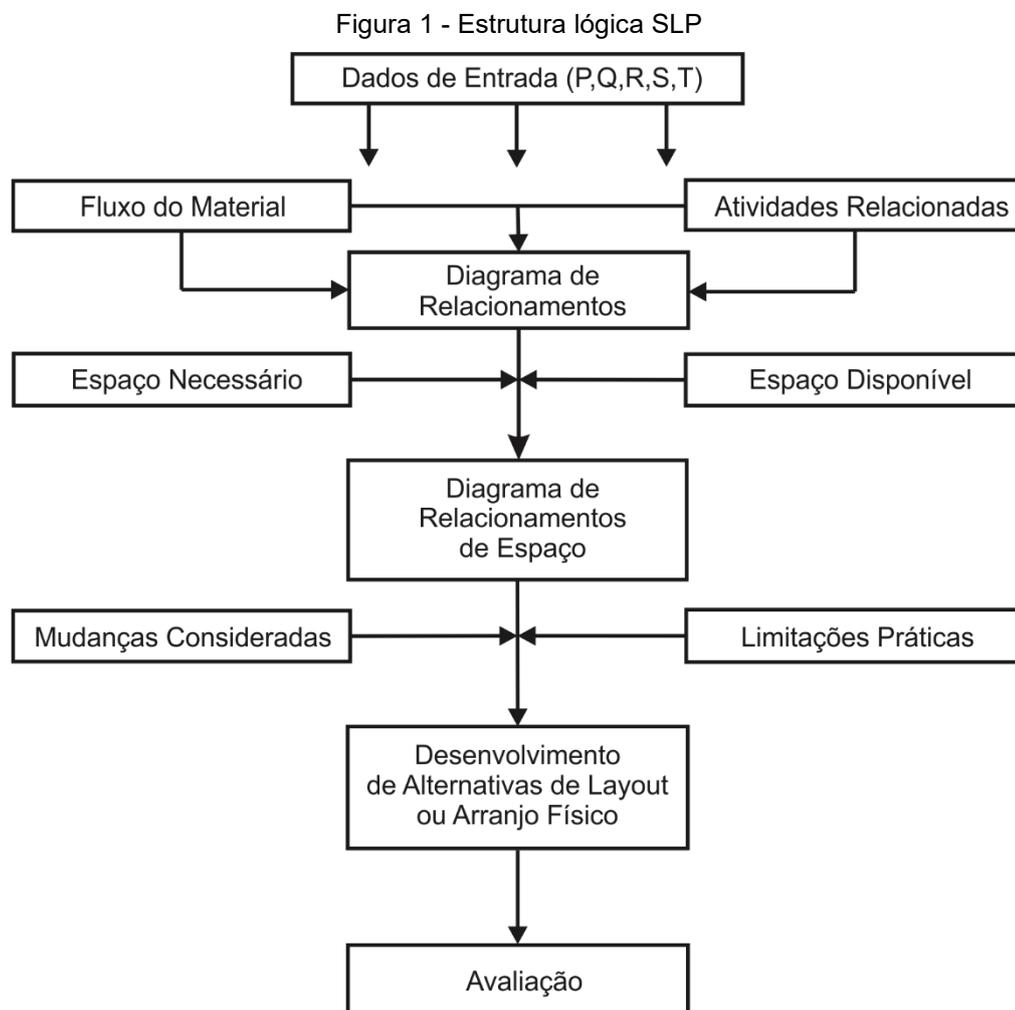
O modelo de procedimentos do SLP pressupõe que o projeto de layout deve estar apoiado em três conceitos fundamentais (MUTHER e WHEELER, 2000):

a) Inter-relações: grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades;

b) Espaço: quantidade, tipo e forma ou configuração dos itens a serem posicionados;

c) Ajuste: arranjo das áreas e equipamentos da melhor maneira possível.

Baseado nesses três conceitos, o modelo de procedimentos do SLP é constituído pelos elementos apresentados no fluxograma (Figura 1). A descrição de cada procedimento é apresentada no Quadro 1.



Fonte: Adaptado de Tompkins et al., 2013

Quadro 1 - Descrição das etapas do SLP

Etapa	Descrição
Dados de Entrada: P, Q, R, S, T	É realizada a coleta dos dados: produtos a serem produzidos (P), quantidade (Q), roteiro (R), serviços de suporte (S) e tempo de produção (T). O diagrama produto-quantidade (P-Q) é utilizado nesse processo para analisar o mix de produtos e identificar o tipo de arranjo físico a ser adotado.
Fluxo do Material	Define-se, através das etapas do processo de produção, qual a sequência de movimentação ou o roteiro do produto, bem como sua magnitude e intensidade. Uma das ferramentas que pode ajudar nesse processo é a carta de-para.
Atividades Relacionadas	Identifica-se as atividades realizadas em cada setor e posteriormente é determinada a afinidade entre cada um.
Diagrama de Relacionamentos	Trata-se de uma análise quantitativa que verifica a necessidade da razão e a proximidade entre os setores envolvidos no processo. Nessa etapa é utilizado a carta de afinidades como ferramenta.
Espaço Necessário e Espaço Disponível	É medido o espaço disponível e necessário para os equipamentos e seus recursos auxiliares. Podem ser utilizados cinco métodos de determinação do espaço: numérico, arranjos esboçados, conversão, padrões de espaço ou projeção de tendências.
Diagrama de Relacionamentos de Espaço	Trata-se da concepção inicial do layout ou arranjo físico, considerando as necessidades de espaço para cada setor de produção. Os equipamentos com a maior intensidade de fluxo devem ser localizados próximos uns dos outros.
Mudanças Consideradas	Deve-se listar fatores cruciais do processo de produção e requisitos dos colaboradores que possam ser integrados ao projeto.
Limitações Práticas	São mudanças que determinam limitações no planejamento de qualquer projeto.
Desenvolvimento de Alternativas de Layout ou Arranjo Físico	São esboçadas alternativas do arranjo industrial considerando os espaços necessários para cada atividade, e ajustadas para integrar as condições de modificação e limitações práticas.
Avaliação	Todas as alternativas são avaliadas a partir do fluxo resultante entre os setores, distâncias percorridas entre as operações e do custo de modificação, conforme as necessidades da empresa.

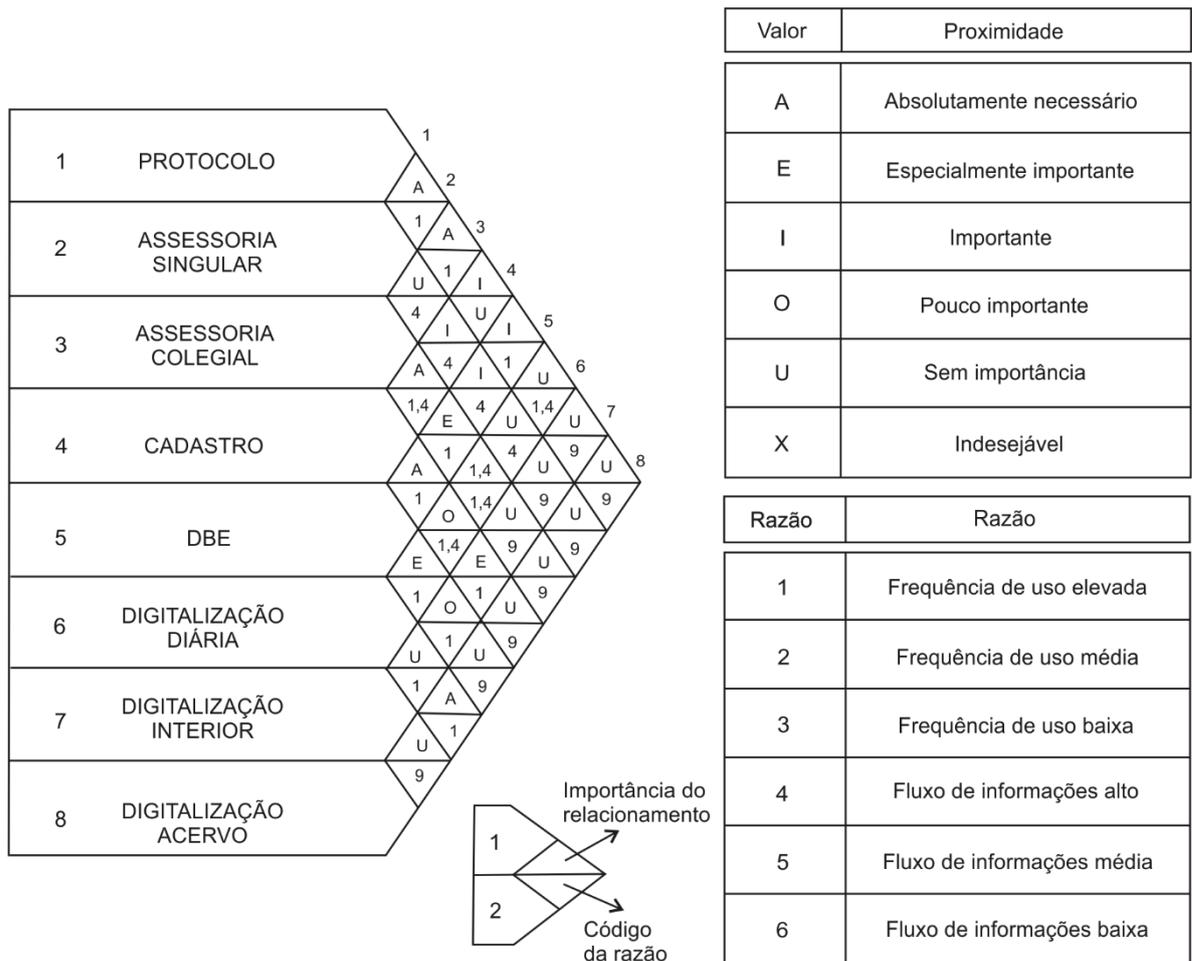
Fonte: Adaptado de Tobe, Figueiredo e Gushiken, 2020; Muther, 1978

O fluxo de materiais consiste em um dos agentes predominantes para o layout das indústrias. Se estabelece um fluxo progressivo por meio dos setores envolvidos, com base na sequência e na intensidade dos materiais em deslocamento (MUTHER, 1978). A intensidade e o fluxo entre os setores são calculados por meio de um diagrama entre os produtos (P), por quantidade (Q), roteiro (R), serviços de suporte (S) e o tempo de produção (T) (TOMPKINS et al., 2013), que representam os principais dados de entrada do modelo.

As atividades relacionadas no modelo podem ser tanto operacionais, como táticas e estratégicas. Pode-se relacionar as etapas do processo produtivo com o nível gerencial. As atividades são analisadas quanto sua importância, classificando-as em A, E, I, O, U, X, onde A é absolutamente necessário e X é indesejável. Esta análise é o input para ser realizado o diagrama de relacionamentos.

Para analisar as inter-relações deve ser construído o diagrama de relacionamentos com as atividades e fluxos existentes entre os processos de produção (Figura 2). Caracteriza-se como uma tabela matricial, a qual assegura a verificação da necessidade da razão e a proximidade entre os setores envolvidos no processo (COSTA, 2017).

Figura 2 – Diagrama de relacionamentos



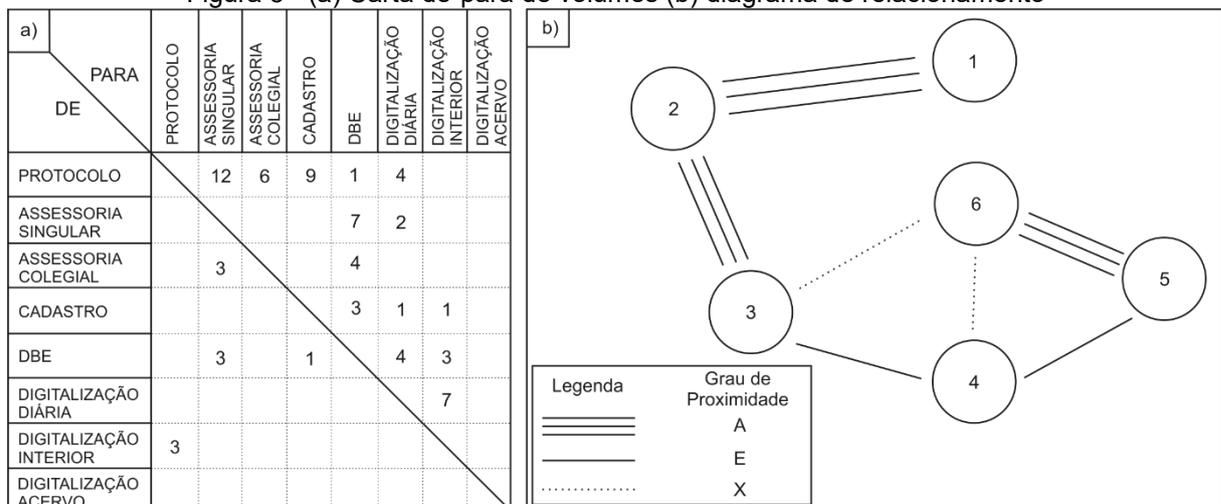
Fonte: Adaptado de Tompkins et al., 2013

A inter-relação entre as atividades, os departamentos e setores é dependente do nível de processamento de fluxos de dados, pessoas e materiais, sendo analisados de modo qualitativo e quantitativo. Setores que possuem volume de processamento alto são definidos como uma análise quantitativa; setores com volume baixo de processamento podem ser definidos por meio de análise qualitativa.

No entanto, a análise sofre influência da complexidade da comunicação entre departamentos e setores, podendo ser observado na carta de-para (Figura 3a)

(POLAK JUNIOR, 2022). Esse tipo de carta é especialmente útil em ambientes com uma grande diversidade de produtos e sua representação visual permite uma visão clara do fluxo de materiais dentro da organização. Os fluxos nos setores precisam integrar-se de maneira ordenada, onde determinadas atividades ficam próximas umas das outras. Conforme o diagrama (Figura 3b), considerar um fluxo isolado de materiais não é a medida mais coerente para realizar o planejamento de uma instalação (MUTHER, 1978).

Figura 3 - (a) Carta de-para de volumes (b) diagrama de relacionamento



Fonte: Adaptado de Muther, 1978

São empregados cinco métodos para definir os espaços necessário e disponível. Os métodos se classificam por ordem de precisão, sendo eles: método numérico; método de conversão; padrões de espaço; arranjos esboçados; projeção de tendências (MUTHER, 1978).

O método numérico apresenta alta precisão e trata-se da divisão de cada atividade ou área, em elementos de espaço que compõem a totalidade de um espaço. Esse método permite determinar a área de cada elemento por meio da multiplicação da quantidade de equipamentos e máquinas demandadas. Assim, a precisão se relaciona ao conhecimento técnico de agentes produtivos: tempo de operação para cada peça, quantidade de peças anualmente, tolerância por tempo ocioso, refugo, dentre outros (GRAÇA, 2019).

O método de conversão determina os requerimentos de espaço, nesse processo, propõem-se ajustar o espaço às demandas reais e convertê-los em espaços individuais. Geralmente esse método é usado a fim de definir áreas de estoque e

serviços de suporte. Os padrões de espaço são um caminho prático de uso, pois empregam padrões preestabelecidos previamente para criar um layout ou arranjo físico. Assim, são usados dimensionamentos de peças ou estruturas que já existem para determinar o espaço (MUTHER, 1978).

Diversas estratégias podem ser usadas para solucionar problemas com espaço. Além de solicitar mais espaço à diretoria, é essencial considerar alternativas viáveis dadas as limitações de recursos das empresas. Algumas ações possíveis incluem: implementar mais turnos de trabalho, horas extras e trabalho aos finais de semana; otimizar métodos, equipamentos e processos; revisar a política de estoque por meio de um plano de distribuição (TOMPKINS et al., 2013).

O diagrama de relacionamentos de espaço amplia o diagrama já elaborado ao considerar as necessidades de espaço de cada setor de produção, conforme o balanceamento de espaços realizado anteriormente. Assim, é possível obter uma melhor visualização do layout próxima das unidades de produção. As mudanças do espaço e fluxo podem ser feitas por meio de três estratégias: ajustar o espaço levando em consideração apenas o fluxo do material; ajustar o espaço considerando somente o diagrama de relacionamentos; ajustar o espaço com auxílio do diagrama de relacionamentos e do fluxo (MUTHER, 1978). Ao analisar o diagrama de relacionamentos de espaço, todos os setores precisam ser avaliados, a fim de garantir a quantidade necessária de espaço para acomodação do departamento conforme a sua localização, considerando as interações entre os setores (TOMPKINS et al., 1996).

Finalmente, as limitações práticas são mudanças que determinam limitações no planejamento de qualquer projeto. Em geral relacionam-se a edificações existentes e metodologias já implementadas (MUTHER, 1978). Algumas limitações são apontadas por Richard Muther no método SLP. Estas são decorrentes da ausência de conhecimento sobre o processo produtivo, dos colaboradores envolvidos na reestruturação, além da demanda de aproveitamento do terreno e dos espaços setoriais pré-existentes (POLAK JUNIOR, 2022).

O SLP é uma abordagem poderosa e versátil, aplicada recentemente no projeto de layout de hospitais, na construção civil, na fabricação de móveis, em restaurantes e na indústria alimentícia (GEORGIEV, 2020). Sua implementação não se limita a processos industriais e de produção, sendo também utilizada em empresas prestadoras de serviços, como clínicas do setor de saúde e escritórios (SANTOS, GOHR e LAITANO, 2012).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa tem abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa “lida com fenômenos: prevê a análise hermenêutica dos dados coletados” (APOLLINÁRIO, 2004, p. 151). Esse tipo de pesquisa possibilita tanto a compreensão como a interpretação do fenômeno, “considerando o significado que os outros dão às suas práticas, o que impõe ao pesquisador uma abordagem hermenêutica” (GONSALVES, 2003, p. 68).

Esta pesquisa questiona “qual o impacto da aplicação do *Systematic Layout Planning* no setor industrial”. Se propõe a analisar a relevância da elaboração do SPL na indústria. Para fins de análise, os termos “impacto” e “relevância” se referem a qualquer melhoria causada na indústria devido a implementação do SLP.

O método empregado foi uma Revisão Sistemática da Literatura (*Systematic Literature Review* – SLR):

A Revisão Sistemática da Literatura é uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos específicos, e que busca entender e dar alguma logicidade a um grande corpus documental, especialmente, verificando o que funciona e o que não funciona num dado contexto. Está focada no seu caráter de reprodutibilidade por outros pesquisadores, apresentando de forma explícita as bases de dados bibliográficos que foram consultadas, as estratégias de busca empregadas em cada base, o processo de seleção dos artigos científicos, os critérios de inclusão e exclusão dos artigos e o processo de análise de cada artigo (GALVÃO e RICARTE, 2019).

A priori foi definido o protocolo de pesquisa, onde foi estabelecido o conjunto de regras e parâmetros para executar o processo, definindo características conforme a necessidade. A SLR foi desenvolvida com base em três etapas propostas por Bonaldo (2021): planejamento; revisão e seleção, conforme Figura 4.



3.1 Planejamento

A etapa de planejamento se subdivide em: definição do problema, pergunta e objetivo da pesquisa e *checklist* das recomendações PRISMA. No capítulo 1, foram detalhados o problema, a pergunta de pesquisa e o objetivo que orientou este estudo. O PRISMA contempla os principais itens, baseados em evidências, para relatar revisões sistemáticas da literatura e meta-análises (FILHO, 2020, p. 1).

As recomendações PRISMA utilizadas se basearam nos autores Moher *et al.* (2015) e Taveira *et al.* (2018), a fim de desenvolver um registro detalhado e consistente para revisões bibliográficas. Trata-se de um *checklist* de 27 itens e um fluxograma com quatro etapas, apresentado no tópico 3.3 (figura 5). Para esta Revisão Sistemática da Literatura, foram selecionados e aplicados 15 itens do *checklist* considerados pertinentes.

O Apêndice A apresenta o *checklist* das recomendações do PRISMA com as informações referentes aos critérios estabelecidos, para que esta SLR atenda aos critérios científicos. As recomendações do PRISMA foram usadas principalmente para definir critérios como: recorte temporal, tipos de fontes a serem selecionadas, bases científicas, estratégias de busca e definição de critérios de elegibilidade para inclusão e exclusão de estudos (BONALDO, 2021). Por meio desses critérios, foi possível conduzir as buscas pelo levantamento bibliométrico.

Apesar desse método ser mais usado para pesquisas da área da saúde, julgou-se que esse pode ser empregado em outras áreas da ciência (BONALDO, 2021). Neste estudo, o PRISMA foi aplicado como uma recomendação de estratégias consistentes de busca, filtragem e inclusão de pesquisas para o portfólio bibliográfico.

3.2 Revisão

Foi realizado um levantamento bibliométrico em quatro etapas: testes de aderência e de combinação de palavras-chave; definição das estratégias de busca; seleção das bases científicas; varredura nas bases.

Para os testes de aderência e de combinação de palavras-chave foi feita uma listagem preliminar de palavras com base no tema e objetivo proposto. De modo isolado, essas palavras foram pesquisadas no Google Acadêmico para identificar se os termos eram aderentes ou não a área de estudo (RUTHES e SILVA, 2015). Também foram feitos testes experimentais de buscas com a combinação dessas palavras-chave.

Os critérios de seleção foram: a quantidade de retornos de artigos; a relevância, aderência e alinhamento dos artigos que retornados com relação ao objetivo da pesquisa, por meio da leitura não estruturada dos títulos e dos resumos (LACERDA e ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). Por fim, foram definidas 8 palavras-chave, separadas em 3 grupos relacionados aos temas, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Palavras-chave definidas para varredura nas bases

Grupo 1 - Layout	Grupo 2 – Arranjo físico	Grupo 3 - SLP
<i>Layout</i>	Arranjo físico	Planejamento Sistemático de <i>Layout</i>
Industrial	<i>Physical arrangement</i>	<i>Systematic Layout Planning</i>
Projeto de <i>layout</i>		
<i>Layout design</i>		

Fonte: Autor, 2024

A partir dos termos definidos foram geradas 27 combinações de palavras-chave, utilizando a plataforma Toptal. Destas, foram escolhidas 6 combinações e 2 termos isolados para compor as estratégias de busca. A ferramenta gratuita do Toptal auxilia na mesclagem das palavras, porém a escolha final das combinações requer buscas manuais nas bases de dados, avaliando o retorno de artigos e a relevância de cada combinação para o objetivo da pesquisa.

De acordo com os critérios estabelecidos no checklist da recomendação

PRISMA, foram aplicados filtros temporais para os últimos 5 anos (2018 a 2023). As buscas foram realizadas utilizando termos em inglês e português, abrangendo tipos de periódicos como artigos, livros, monografias, dissertações, teses e capítulos de livros. A definição das bases também ocorreu por meio de testes, avaliando o retorno com o conjunto de palavras, optando-se pelas mais aderentes. Duas bases de dados foram selecionadas: Scopus e Oasisbr.

A varredura nessas bases ocorreu durante os meses de novembro de 2023 a fevereiro de 2024. Nessa etapa inicial de coleta, foram obtidas um total de 710 referências, como indicado no Quadro 3. As palavras-chave foram categorizadas por tema e os resultados da busca foram detalhados para cada base selecionada, incluindo o número total de combinações.

Quadro 3 - Resultados da primeira varredura nas bases de dados

Palavras-Chave					Bases de Dados	
	AND /OR		AND /OR		Scopus	Oasisbr
Industrial	AND	Physical arrangement	AND	Systematic Layout Planning	3	2
Industrial	AND	Arranjo físico			17	32
Industrial	AND	Systematic Layout Planning			71	9
Layout design	AND	Systematic Layout Planning			134	2
Projeto de layout	OR	Arranjo físico	AND	Systematic Layout Planning	72	-
Projeto de layout	OR	Physical arrangement	AND	Systematic Layout Planning	70	-
Systematic Layout Planning					261	24
Planejamento Sistemático de Layout					2	11
Total da base					630	80
Total					710	

Fonte: Autor, 2024

Para uma análise mais detalhada foram descartadas três combinações de palavras-chave e executada uma nova varredura, conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Resultados da segunda varredura

Palavras-Chave					Bases de Dados	
	AND /OR		AND /OR		Scopus	Oasisbr
Industrial	AND	Systematic Layout Planning			71	9
Layout design	AND	Systematic Layout Planning			134	2
Projeto de layout	OR	Physical arrangement	AND	Systematic Layout Planning	70	-
Systematic Layout Planning					261	24
Planejamento Sistemático de Layout					2	11
Total da base					538	46
Total					584	

Fonte: Autor, 2024

Nessa segunda etapa de coleta, foram obtidas um total de 584 referências. Os próximos passos foram a filtragem e a classificação das referências iniciais encontradas, para a seleção do portfólio final de artigos.

3.3 Seleção *corpus* final

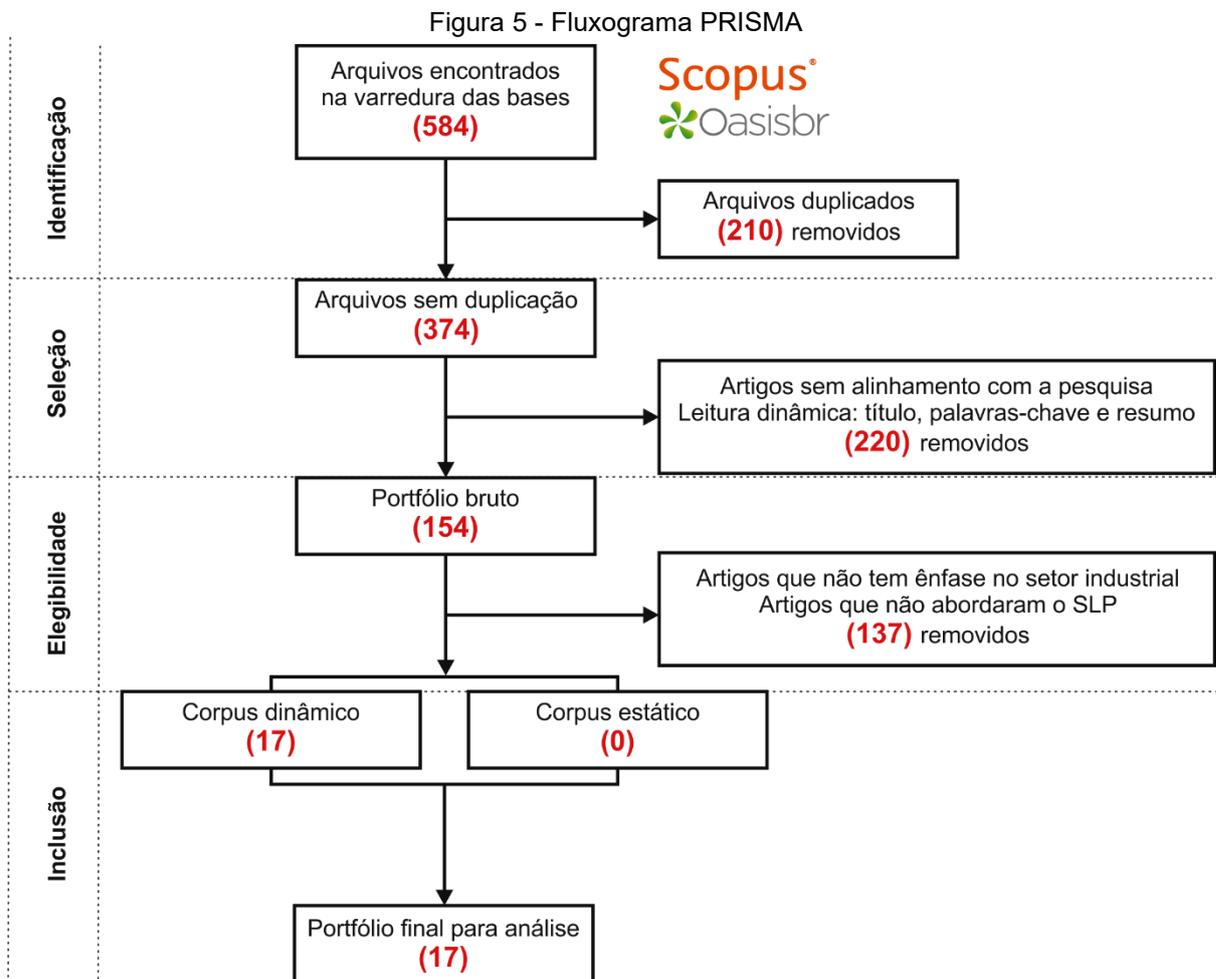
A seleção compreende cinco etapas: eliminação dos artigos duplicados; filtragem inicial dos artigos; classificação; exclusão do corpus estático; definição do portfólio bibliográfico.

Conforme indicado pela revisão sistemática, foram executados alguns métodos de filtragem para selecionar pesquisas mais relevantes e alinhadas ao objetivo deste estudo (BONALDO, 2021). Os resultados obtidos com a varredura nas bases de dados foram importados para a plataforma EndNote para eliminar as referências duplicadas. Dos 584 resultados iniciais levantados, foram identificadas 210 duplicações. Após exclusão, os 374 arquivos foram triados por meio de uma leitura dinâmica dos elementos: Título, Resumo, Palavras-chave e Resultados. Os critérios de exclusão definidos no checklist da recomendação PRISMA são:

- a) Referências que eram apenas índices, notícias ou resumos;
- b) Trabalhados que não aplicavam o SLP;
- c) Palavras-chave da busca que apareceram no título ou resumo, mas não eram o foco do artigo (sem alinhamento com os objetivos da pesquisa);
- d) Sem acesso ao estudo completo.

Por meio da filtragem inicial, foram descartados 220 artigos. O portfólio bruto, composto por 154 trabalhos, foi submetido a uma nova triagem para selecionar aqueles que melhor atendiam ao objetivo desta pesquisa, descartando 137 referências.

A Figura 5 apresenta o fluxograma PRISMA que orientou o processo de seleção do corpus final, desde a eliminação das duplicações até a seleção do portfólio bibliográfico.



A realização das etapas propostas na SLR permitiu a definição do portfólio bibliográfico a ser discutido em seguida. 17 documentos foram selecionados para composição do *corpus* dinâmico. O *corpus* estático compõe-se por estudos com data de publicação fora do limite estabelecido. No entanto, esta discussão limita-se a documentos publicados no filtro temporal definido (2018 a 2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 5 compila os estudos selecionados para integrar o *corpus* dinâmico desta pesquisa. São apresentadas as informações do título, autores, ano de publicação, objetivos da pesquisa e metodologia empregada. Essa síntese oferece uma visão abrangente dos estudos analisados, permitindo a compreensão das diferentes abordagens do método SLP na literatura acadêmica.

Quadro 5 - Relação de estudos selecionados

Nº	Título	Autor	Ano	Objetivos	Método
1	Melhoria em unidade de galvanização com apoio do planejamento sistemático de layout (SLP)	Bianchini	2018	Propor um novo modelo de arranjo físico para a empresa objeto de estudo.	Estudo de caso
2	Production layout improvement by using line balancing and Systematic Layout Planning (SLP) at PT. XYZ	Buchari, Tarigan e Ambarita	2018	Obter a alocação de elementos de trabalho para estações de trabalho específicas, e propor melhoria do layout de produção a partir do resultado de melhorias no balanceamento de linha.	Estudo de caso
3	Aplicação da metodologia SLP em uma empresa fabricante de produtos domissanitários	Campos e Silva	2020	Analisar o arranjo físico atual da planta produtiva e apresentar uma nova proposta de <i>layout</i> .	Estudo de caso
4	Planejamento sistemático do layout aplicado em uma empresa do setor moveleiro: um estudo de caso	Coimbra et al.	2021	Aplicar o <i>SLP</i> de forma a disponibilizar melhorias em um <i>layout</i> industrial.	Estudo de caso
5	Somellos Confecções, pronta para a ampliação? Análise do processo de arranjo físico na organização	Costa, Altaf e Correa	2018	Levantar os dados de entrada, desenhar o fluxograma do processo ressaltando todas as etapas de fabricação, utilizar a metodologia SLP de modo a analisar a relação de importância entre as áreas da empresa e, finalmente, elaborar propostas de um novo arranjo físico da empresa em questão.	Estudo de caso
6	Rearranjo do layout como proposta de melhoria na produtividade através do SLP em uma metalúrgica de portas	Coutinho et al.	2022	Rearranjar o <i>layout</i> dos setores de fabricação a fim de aumentar a produtividade e diminuir os deslocamentos desnecessários, tornando o processo mais eficiente, além de diminuir os esforços físicos e preservar a saúde dos colaboradores.	Estudo de caso
7	Melhoria de desempenho no processo de cromagem de peças aeroespaciais com aplicação do SLP	Alves et al.	2019	Melhorar o desempenho do processo de cromagem por meio de readequação do layout. O conjunto de ações é desenvolvido com aplicação do SLP.	Estudo de caso

8	Sustainable Layout Design Based on Integrated Systematic Layout Planning and TOPSIS: A Case Study	Dresanala, Dewi e Utama	2023	Projetar um layout sustentável para a indústria de fabricação de embalagens plásticas.	Estudo de caso
9	Layout Design of Copra Factory Facilities in Small and Medium Industry Centers Using Systematic Layout Planning Method	Erwanda	2023	Projetar o layout da fábrica e fornecer uma proposta de layout das instalações de processamento de copra, visando reduzir a distância de manuseio de materiais.	Estudo de caso
10	Application of a Simplified Variant of the Systematic Layout Planning Procedure: A Case Study in the Beverage Industry	Georgiev	2020	Avaliar e documentar a aplicabilidade do SLP, oferecendo sugestões para melhorar o layout da instalação de fabricação de uma pequena e média empresa no setor de alimentos e bebidas.	Estudo de caso
11	Layout proposal for a coffee factory using SLP method	Gnann et al.	2018	Elaborar uma proposta de arranjo físico para um fábrica de café que será instalada na cidade de Alfenas-MG.	Estudo de caso
12	Planning Of Production Facilities Layouts In Home Industry With The Systematic Layout Planning Method	Haekal e Prasetio	2020	Aplicar o SLP para resolver problemas de layout.	Estudo de caso
13	Lean layout design: a case study applied to the textile industry	Lista et al.	2021	Propor um novo layout de instalação para uma empresa têxtil indiana com base nas diretrizes do SLP e Lean Manufacturing.	Estudo de caso
14	Estudo e revisão de layout fabril de uma empresa de lixas	Lopes et al.	2019	Realizar um estudo em alguns dos modelos de arranjo mais conhecidos e uma análise de viabilidade da reestruturação do layout da empresa. A proposta será apresentada a diretoria para avaliação posterior.	Estudo de caso
15	Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Terhadap Optimalisasi Jarak dan Ongkos <i>Material Handling</i> dengan Pendekatan <i>Systematic Layout Planning</i> (SLP) di PT Transplant Indonesia	Muslim e Ilmaniati	2018	Analisar o projeto de layout de instalação a fim de minimizar a distância de transferência de material e reduzir o custo de manuseio de material.	Estudo de caso
16	Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout planning and ergonomics approach	Suhardi, Juwita e Astuti	2019	Redesenhar o layout das instalações.	Estudo de caso
17	Layout planning floor production bread factory using systematic layout planning methods	Yusuf e Triana	2020	Propor o layout das instalações do chão de fábrica para que os custos de material sejam reduzidos.	Estudo de caso

Fonte: Autor, 2024

Bianchini (2018) realizou um estudo de caso em uma empresa de galvanoplastia localizada no município de Novo Hamburgo – RS. Devido às limitações de espaço físico, a direção da empresa decidiu transferir as instalações para outro prédio. O objetivo do trabalho é propor um novo modelo de arranjo físico para a empresa objeto de estudo. Através da aplicação do SLP foram estimados: uma redução de 27,3% na distância percorrida pelo operador; 35% no tempo com transporte dos lotes; e 0,5% no lead time. O benefício quanto ao lead time foi pouco significativo devido aos elevados tempos de processamentos, representando 98,8% do tempo gasto para produzir um lote, logo, não afetado pela nova distribuição física.

Buchari, Tarigan e Ambarita (2018) abordam a empresa XYZ que produz produtos de madeira semiacabada, com um sistema de produção sob encomenda. No processo de produção, foi identificado um desequilíbrio na linha de produção, causado pela discrepância nos tempos de ciclo entre as estações de trabalho. Além disso, foram observadas outras questões, como um padrão irregular de fluxo de materiais, resultando em retrocessos e distâncias de deslocamento excessivas. O objetivo do estudo foi alocar elementos de trabalho a postos de trabalho específicos e propor melhorias no layout de produção a partir do balanceamento da linha. O método utilizado no balanceamento da linha de produção foi o Peso Posicional Classificado (RPW), já para a melhoria do layout foi utilizado o SLP. Como resultado, a empresa reconfigurou seu layout para um padrão de fluxo em forma de U, reduzindo o comprimento total da trajetória de produção em 37,2%, de 213,09 m para 133,82 m. Além disso a eficiência da linha também aumentou.

Coimbra et al. (2021) conduziram um estudo em uma empresa de móveis planejados no interior de São Paulo, com o objetivo de aplicar o SLP para melhorar o layout industrial. Ao analisar o layout atual, identificaram uma extensa área inutilizada, resultando em distâncias prolongadas para os colaboradores. O fluxo de entrada e saída de materiais é desordenado, com interseções durante o processo, aumentando o risco de acidentes e reduzindo a produtividade. Além disso, observou-se a falta de espaço designado para armazenar matérias-primas e resíduos durante a produção. Os autores elaboraram uma proposta de melhoria do layout com base no diagnóstico obtido e estimaram os resultados esperados. Espera-se uma redução de 49,37% da área total, passando de 560 m² para 276,48 m²; redução da distância percorrida pelo operador; e uma economia de custos em relação à área construída de R\$ 645.607,20 para R\$ 318.745,50.

Alves et al. (2019) investigaram a operação do departamento aeroespacial de uma grande empresa brasileira. Essa empresa, não identificada, se localiza na região sul do Brasil e possui soluções em hardwares, softwares e serviços. Com o aumento de demanda de produção prevista, a área instalada para o processo químico de cromagem precisa ser rearranjada, incluindo outro processo no mesmo prédio, a passivação de aços. A proposta de layout gerada indica avanços para o processo de cromagem, melhorando seu desempenho. Com as mudanças sugeridas a distância percorrida pela operação dentro da instalação diminuiu 87,52%, passando de 312,5 m para 39 m. O lead time reduziu 25,14%, de 2h55 min passou para 2h11 min. O número de etapas no processo produtivo teve uma melhora de 34,61%, reduziu de 26 para 17 etapas. Também foi possível perceber uma redução na área ocupada pelo processo de cromagem, 57,73%, ou 13,44 m², agora disponíveis para outro uso.

O estudo de Haekal e Prasetio (2020) destaca a UD HS Pabuaran, uma indústria local especializada na produção de tofu amarelo na regência de Cianjur, na Indonésia. Para atender à crescente demanda, a empresa precisa aprimorar o layout de suas instalações, focando no relacionamento entre os postos de trabalho e na otimização da área disponível. Os autores desenvolveram um novo layout que resultou em uma redução de 35% na distância total da transferência de material, passando de 14.350 m para 9.270 m, e uma economia de 55% nos custos de movimentação, reduzindo de 794,75 Rupias indonésias (Rp.) para Rp. 361,25. O layout proposto apresentou várias alterações significativas em relação ao layout inicial: o armazém de combustíveis foi movido para o armazém de produtos acabados, reduzindo a distância entre eles de 15 m para 8 m; a distância entre o local de corte e tingimento e o armazém de produtos acabados foi reduzida de 10 m para 4 m; o local de fervura foi transferido para ficar próximo ao armazém de matéria-prima, diminuindo a distância de 18 m para 3 m; além disso, as fábricas, que anteriormente estavam separadas, foram combinadas em um único local.

Muslim e Ilmaniati (2018) descrevem a PT Transplant Indonésia, uma empresa agrícola especializada no cultivo de crisântemo, uma planta milenar na Ásia. Foram identificados gargalos na utilização da área de produção e no fluxo do processo, resultando em ineficiências na movimentação de mercadorias e perdas de tempo e custos. Por meio do método SLP, os autores implementaram uma proposta de layout que reduziu a distância do fluxo de material na área de embalagem/expedição em 43,8 metros, diminuindo de 115,5 metros para 71,7 metros. Isso resultou em uma

redução de 35% no custo de manuseio de material por metro, de Rp. 1.105.954 para Rp. 712.402.

Já Suhardi, Juwita e Astuti (2019) apresentam a PT. PMJ, uma indústria de confecções de roupas íntimas femininas, localizada na regência de Klaten, na Indonésia, que enfrenta desafios no departamento de costura, com tempo de processamento excedendo o padrão e instalações inadequadas. A disposição das máquinas na linha de produção gera distâncias excessivas na transferência de material, levando a posturas desconfortáveis para os trabalhadores. Após avaliação ergonômica com o Método Quick Exposure Check (QEC), o estudo visa redesenhar o layout da empresa utilizando o SLP para reduzir custos de manuseio. Dois projetos alternativos foram propostos e avaliados com o software ARENA, sendo o segundo layout escolhido por reduzir a distância de movimentação em 23,88%, custos em 22,92% e o tempo de movimentação em 34,01%.

Campos e Silva (2020) empregam o método SLP em uma empresa do setor de produtos domissanitários, uma indústria química que visa eliminar sujeiras, germes e bactérias, prevenindo o surgimento de doenças decorrentes da falta de higiene, como infecções e diarreias. Após uma análise detalhada do layout existente da planta de produção, diversas propostas para um novo desenho foram elaboradas, na expectativa de que um rearranjo das instalações se mostrasse praticável. Entretanto, uma avaliação qualitativa dos resultados revelou que o layout atual é, de fato, a opção mais adequada. Conforme relatado pelos próprios autores: “o fator de maior relevância, considerado pelo planejador, não foi atendido: o fluxo e segurança dos funcionários nas instalações. Por isso, a opção por manter o layout atual prevaleceu (CAMPOS e SILVA, 2020, p. 446).

Costa, Altaf e Correa (2018) aplicaram um estudo de caso na empresa Somellos Confecções, fabricante de peças íntimas masculinas e meias masculinas e femininas. Localizada em Mar de Espanha-MG, a fábrica planeja uma nova instalação para expandir sua produção, adquirindo novas máquinas e construindo um prédio dedicado à fabricação de meias. O layout final foi projetado para promover um ambiente de trabalho seguro e eficiente, otimizando a utilização dos recursos para alcançar a capacidade máxima. Os autores destacaram a aplicabilidade da metodologia SLP em diversos setores de produção, sendo essencial na criação do novo layout industrial. Espera-se que essa abordagem resulte em redução de custos e tempos operacionais.

Coutinho et al. (2022) propõem melhorias no layout de uma indústria metalúrgica especializada na fabricação de portas de aço de alta segurança. O objetivo do rearranjo do layout é reduzir as movimentações, aumentar a eficiência produtiva e facilitar o trabalho dos colaboradores, visando prevenir acidentes. A proposta de layout resultou em uma redução de 28,46% na distância percorrida para a produção, de 89,6m para 64,1m, com apenas 17,2m percorridos pelos colaboradores devido ao uso mais eficiente da empilhadeira para transporte de portas e insumos. A aplicação do SLP permitiu o desenvolvimento de um novo arranjo dos setores de produção sem alterações na infraestrutura, destacando a importância da integração de setores similares e do sequenciamento produtivo em um plano unificado.

Erwanda (2023) apresenta um estudo de caso da criação de um Centro de Pequenas e Médias Indústrias de Coco nas Ilhas Meranti, Tailândia. O centro irá processar todas as partes do coco, transformando-o em produtos de alto valor agregado, como é o caso da copra, ou carne seca do coco. Em contraste com a prática atual de venda do coco em estado bruto por parte dos agricultores, o que resulta em ganhos inferiores. O autor propôs, com base no SLP, três alternativas de layout. Cada alternativa de layout apresentou um padrão de fluxo diferente, em linha reta, em zigue-zague e em U. Calculando a distância de movimentação do material para cada opção, identificou-se a distância de 34,4 m na alternativa 1, 26,33 m na alternativa 2 e 31,65 m na alternativa 3. A alternativa 2 com padrão de fluxo em zigue-zague tem a menor distância de movimentação do material e será aplicada nas instalações de processamento de Copra. Após o cálculo da movimentação do material, a distância total de deslocamento de uma estação para outra foi de 131,65 m.

Na dissertação de mestrado em Gestão Global de Manufatura de Georgiev (2020), é descrita a Snåsavann AS, uma pequena e média indústria de engarrafamento de água mineral sediada ao norte de Trondheim, na Noruega. A empresa destaca-se pela pureza de seus produtos e pelo design inovador de suas garrafas de vidro. Com o sucesso da empresa no mercado local e a perspectiva de ingresso no mercado internacional, prevê-se um aumento significativo na demanda, o que tem impulsionado um foco maior nas instalações de fabricação. Um estudo detalhado revelou a ampla adoção do SLP em PMEs, incluindo uma versão simplificada proposta em 2016. Porém, o autor não identificou registros da aplicação documentada do método SLP simplificado na indústria de alimentos e bebidas. Os únicos registros dessa versão foram um artigo científico com estudo de caso em uma

fábrica de painéis (Ali Naqvi et al., 2016) e em um artigo de conferência com estudo de caso em uma fábrica têxtil (Ruiz et al., 2019). Georgiev propôs três layouts com base em diferentes previsões de demanda: conservadora, realista e otimista, utilizando critérios de desempenho da empresa. A principal diferença entre os layouts sugeridos, é que o layout conservador atualiza o existente, focando na redução do espaço, adição de atividades e melhoria do desempenho. O layout realista reduz espaço permitindo a introdução de novas linhas, enquanto o otimista prioriza a liberação máxima de espaço para futuras expansões nas instalações atuais.

Gnann et al. (2018) apresentam o planejamento do processo de produção e das instalações fabris e administrativas de uma fábrica de café que será localizada no distrito industrial da cidade de Alfenas, Minas Gerais. Com base nos procedimentos do método SLP e com auxílio do software AutoCad, foi desenvolvida uma proposta de arranjo físico. O estudo demonstrou a estruturação do método SLP em *layouts* industriais. Afim de obter o arranjo físico mais adequado, procurou-se organizar os departamentos conforme sua frequência de uso, fluxo de informações e a relação de proximidade, minimizando as movimentações desnecessárias e prevendo espaços para futuras ampliações.

Lopes et al. (2019) analisaram o layout atual de uma empresa de lixas na região do Alto Tietê, SP, identificando um elevado número de acidentes relacionados à movimentação de materiais no ambiente fabril. Propuseram um novo arranjo visando otimizar a produção, com foco na realocação do maquinário e das áreas produtivas com custos mínimos. Os autores concluíram que o layout desenvolvido com o método SLP trouxe benefícios tangíveis. Destacaram que essa abordagem, mesmo mais simples que uma grande reformulação com a compra de novos equipamentos, foi eficaz. Conseguiram eliminar completamente a movimentação de material na via principal, que anteriormente totalizava 880 metros por mês, reduzir a distância percorrida de 2420 metros para apenas 385 metros em um mês, minimizando os cruzamentos entre setores.

Yusuf e Triana (2020) retrata a CV. Anni Bakery, uma panificadora que produz duas variações de pão, pão de forma e pão doce com vários sabores. Enfrentando desafios devido ao espaço de produção limitado e à disposição irregular das instalações de produção, a empresa optou por reestruturar seu layout. Utilizando a metodologia SLP, foi proposto um novo layout que reduz a distância total de transporte de material para 470,46 metros por dia, com 412,36 metros para o pão doce

e 58,1 metros para o pão de forma. Essa reorganização demonstrou ser viável e estabelece um padrão para a construção de novas fábricas, com a expectativa de impulsionar uma produção mais eficiente, reduzir os custos de transferência de material e eliminar gargalos operacionais.

A pesquisa de Lista et al. (2021) apresenta um novo layout de instalações para a ABC Indústrias, com base nas diretrizes do SLP e do Lean Manufacturing. A ABC Indústrias é uma empresa indiana de médio porte especializada em embalagens industriais a granel. Os resultados mostram que o novo layout permitiu a resolução de problemas da planta industrial através do desenvolvimento de uma proposta de layout sustentável, que proporcionou diversos ganhos. O ganho mais representativo é a presença de células, melhorando a qualidade do trabalho. As descobertas revelam uma redução no fluxo de materiais em cerca de 48%, o que resulta em uma prestação eficiente de serviços e uma melhor utilização do espaço. Isso permite otimizar a disposição do fluxo de materiais, além de minimizar movimentações desnecessárias e longos percursos. Além disso, o projeto de layout mostra-se rentável, uma vez que se espera que o rendimento aumente 7%, quando a proposta for implementada.

Dresanala, Dewi e Utama (2023) apresentam um estudo de caso em uma indústria de embalagens plásticas da Indonésia, que tem como objetivo projetar um layout sustentável. Para alcançar esse objetivo, a pesquisa propõe uma integração do método SLP com o algoritmo Topsis, utilizado na tomada de decisão, para resolver projetos de layout sustentáveis. O Topsis é usado para selecionar o melhor Diagrama de Relacionamentos entre os setores com base em critérios sustentáveis como eficiência de fabricação, considerações ambientais e segurança. Os autores concluíram que o projeto de layout sustentável reduziu significativamente a distância percorrida para movimentação de materiais. Com as mudanças sugeridas a distância percorrida diminuiu 735 m, passando de 5.407 metros por semana para 4.672 metros por semana. Além disso, o espaço entre departamentos foi reduzido em 4,5m, de 40,25m passou para 35,75m. Os resultados destacam que o layout pode diminuir a distância total de deslocamento, otimizando o uso do espaço e a localização das instalações. Isso pode levar a reduções nos custos de manuseio de materiais e no tempo necessário para movimentar mercadorias.

No contexto das melhorias apresentadas no ambiente industrial, com a implementação do SLP, foi desenvolvida uma nuvem de palavras (Figura 6) que destaca os termos mais identificados nos trabalhos apresentados nesta discussão.

Figura 6 - Nuvem de palavras



Fonte: Autor, 2024

Constatou-se a frequência com que os benefícios foram citados nos estudos analisados. A saber: melhoria nas movimentações e distâncias (64,71%); redução nos custos (23,53%); redução de tempo (17,65%); melhor análise do layout (11,76%); otimização de espaço (11,76%); maior eficiência (11,76%); redução do número de etapas no processo (5,88%); maior rendimento (5,88%).

Portanto, a redução nas movimentações e distâncias percorridas foram as melhorias mais identificadas nas indústrias por meio da implementação do SPL, seguido de redução de custos e tempo. Considerando esse resultado, nota-se que o SLP de fato vem a contribuir com uma formulação de layout mais eficiente em termos de movimentação. É possível ainda considerar que essa melhora nas movimentações e distâncias percorridas podem influenciar em outros benefícios, como queda no tempo gasto no processo e custos, que são outras das melhorias mais identificadas. Nesse sentido, o SLP promove um efeito consequente de melhorias ao processo industrial.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa partiu da problemática: Qual impacto da aplicação do *Systematic Layout Planning* no setor industrial? A busca por explorar essa problemática se deu mediante a necessidade de compreender os reais benefícios que essa metodologia tem a oferecer ao setor industrial. Apesar do SPL ser muito estudado na literatura acadêmica, poucos são os estudos que de fato listam os impactos de sua implementação, a literatura é mais tendenciosa a implementá-lo e supor os impactos esperados.

Constatou-se, por meio dos resultados obtidos, que a redução nas movimentações e distâncias percorridas foram as melhorias mais identificadas nas indústrias a partir da implementação do SLP, além de redução de custos e tempo. É possível então considerar que o SLP é responsável pelo desenvolvimento de um layout mais eficiente quanto a movimentação, provocando assim outros ganhos como de tempo e custos. Assim, o SLP promove um efeito consequente de melhorias ao processo industrial.

Conforme já explanado, a literatura tem uma maior tendência em implementar o SLP e supor os impactos esperados, sendo assim, pode-se dizer que essa foi uma limitação desta pesquisa, pois buscava-se por resultados de melhorias de fato constatadas e relatadas.

O impacto acadêmico deste estudo está em contribuir com uma análise criteriosa das publicações mais recentes sobre o tema, trazendo uma discussão atualizada e direcionada aos impactos do SPL no setor industrial. Quanto ao impacto profissional, esta pesquisa pode orientar futuros profissionais sobre os resultados possíveis obtidos por meio da aplicação do SLP em indústrias.

Baseado nos resultados obtidos sugere-se as seguintes propostas (P), para pesquisas futuras:

P1. Analisar a redução de custos possibilitada pelo SLP no cenário nacional, pois só foi possível essa análise em estudos internacionais;

P2. Analisar a relação entre os constructos (movimentação e distância) e (custos e tempo) usando modelagem estatística multivariada, como a MEE, que implica uma estrutura para as covariâncias entre as variáveis observadas;

P3. Investigar os impactos do SLP em setores não industriais;

P4. Analisar o uso de softwares em conjunto com o SLP.

REFERÊNCIAS

ALI NAQVI, S. A. et al. Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. **Cogent engineering**, 2016.

ALVES, E. et al. Melhoria de desempenho no processo de cromagem de peças aeroespaciais com aplicação do SLP. **Brazilian Journal of Production Engineering**, 5(4): 97-112. 2019.

APOLLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a Produção do Conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2004.

BERNARDO, J. S. S. **Projeto de instalações industriais e sustentabilidade ambiental**. XXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.

BIANCHINI, V. U. **Melhoria em unidade de galvanização com apoio do Planejamento Sistemático de Layout (SLP)**. XXV Salão de Iniciação Científica e Tecnológica. Universidade Luterana Do Brasil. 2018.

BONALDO, M. G. **Fatores críticos de sucesso na operação de serviço de mobilidade compartilhada: estudo de caso do serviço de car-sharing**. Tese (Doutor em Tecnologia e Sociedade). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2021.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Supply Chain Logistics Management**. 2a Edição. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2007.

BUCHARI, A.; U; TARIGAN, U.; AMBARITA, M. B. **Production layout improvement by using line balancing and Systematic Layout Planning (SLP) at PT. XYZ**. IOP conference series. Materials science and engineering, v. 309, p. 012116, 2018.

CAMPOS, G. F.; SILVA, A. L. Aplicação da metodologia SLP em uma empresa fabricante de produtos domissanitários. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 422–448, 2020. DOI: 10.14488/1676-1901.v20i2.3704. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3704>. Acesso em: 15 jan. 2024.

COIMBRA, F. S, et al. Planejamento sistemático do layout aplicado em uma empresa do setor moveleiro: um estudo de caso. **SITEFA**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 363 375, 2021. DOI: 10.33635/sitefa.v4i1.174. Disponível em: <https://publicacoes.fatecsertaozinho.edu.br/sitefa/article/view/174>. Acesso em: 15 jan. 2024.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, A. de S.; ALTAF, J. G.; CORREA, M. de F. B. Somellos confecções, pronta para a ampliação? análise do processo de arranjo físico na organização. **Revista**

Vianna Sapiens, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 30, 2018. DOI: 10.31994/rvs.v9i2.451. Disponível em: <https://www.viannasapiens.com.br/revista/article/view/451>. Acesso em: 15 jan. 2024.

COSTA, J. P. S. Aplicação do método slp para reestruturação do layout do refeitório de um restaurante universitário. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2017.

COUTINHO, L. et al. Rearranjo do layout como proposta de melhoria na produtividade através do slp em uma metalúrgica de portas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.8.n.06. jun. 2022. ISSN - 2675 – 3375.

DRESANALA, M.; KUSUMA DEWI, S.; UTAMA, D. M. Sustainable layout design based on integrated Systematic Layout Planning and TOPSIS: A case study. **Jurnal teknik industri**, v. 24, n. 1, p. 51–64, 2023.

ELIAS, S. J. B. et al. **Planejamento de layout de canteiro de obras: Aplicação do SLP (Systematic Layout Planning)**. Fortaleza, 1998.

ERWANDA, R. Layout Design of Copra Factory Facilities in Small and Medium Industry Centers Using Systematic Layout Planning Method. **Jurnal Riset Ilmu Teknik**. Vol 1, No. 2, pp; 115-127, 2023.

FILHO, F. **PRISMA como metodologia para Revisão Sistemática**. (2020). Disponível em: <https://medium.com/dados-e-saude/prisma-como-metodologia-para-revis%C3%A3o-sistem%C3%A1tica-b3f55b4ebc5c#:~:text=T%C3%ADtulo%20com%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20se%20%C3%A9,implica%C3%A7%C3%B5es%20das%20principais%20descobertas%3B%20n%C3%BAmero>. Acesso em: 21 jan. 2024.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.

GAVIÃO JÚNIOR, A. C. **Planejamento de arranjo físico: um estudo de caso em uma metalúrgica situada no oeste do Paraná**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2016.

GEORGIEV, V. A. **Application of a Simplified Variant of the Systematic Layout Planning Procedure: A Case Study in the Beverage Industry**. Master's thesis in Global Manufacturing Management Supervisor: Marco Semini and Swapnil Bhalla. June. 2020.

GNANN, L. F. et al. **Proposta de layout para uma fábrica de cafés especiais usando o método SLP**. XXV Simpósio De Engenharia De Produção. Inovação E Sustentabilidade Na Gestão De Processos De Negócios Bauru, SP, Brasil, 7 a 9 de novembro de 2018.

GOECKS, L.; et al. **Systematic Layout Planning (SLP) e Analytic Hierarchy Process (AHP) para o planejamento do layout: estudo de caso em uma empresa de embalagens flexíveis**. Conference: 50° Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. At: Rio de Janeiro – RJ. 2018.

GONSALVES, E. P. **Iniciação à pesquisa científica**. 3. ed. Campinas: Alínea, 2003.

GRAÇA, T. M. **Planejamento de layout de uma carvoaria utilizando a metodologia SLP**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Medianeira. 2019.

HAEKAL, J.; PRASETIO, D. E. A. Planning Of Production Facilities Layouts In Home Industry With The Systematic Layout Planning Method. **IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology**, Vol. 7 Issue 10, October 2020.

HILL, T. **“Manufacturing Strategy”**. London: Macmillan education. 1985.

JOHNSTON, R; CLARK G. **Administração de Operações de Serviço**. São Paulo: Atlas, 2002.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN L. P. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 19, n. 1, p.59-78, jan. 2012.

LEE, Q. **Projeto de instalações e do local de trabalho**. São Paulo: IMAM, 1998.

LISTA, A. P. et al. Lean layout design: a case study applied to the textile industry. Research Article. **Production**, 31, e20210090, 2021 | DOI: 10.1590/0103-6513.20210090.

LOPES, C. M. et al. **Estudo e revisão de layout fabril de uma empresa de lixas**. Pesquisa e Ação V5 N2: Junho de 2019.

MARAFON, J. A. O. **Aplicação da metodologia SLP no projeto de arranjo físico de uma indústria metalúrgica**. Monografia (Especialista em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2017.

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. **Exacta**, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 851–867, 2021.

MARTINS, P. G. LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2ª ed., 2005.

MOURA, C. R.; BORGES, W. J.; MEINCHEIM, E. Otimização de Layout através do método SLP – um estudo de caso da eficiência produtiva em uma empresa de confecção. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa/MG, BR, v. 7, n. 3, p. 12690–01, 2021.

MELLO, J. L. S. **Modelo de gerenciamento integrado no desenvolvimento de projetos industriais**. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.

MOHER, D. *et al.* **Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement**. *Systematic reviews*, v. 4, n. 1, 2015.

MOORE, J. M.; **Plant layout and design**. New York: The McMillan Company, 1962, 566 p.

MOREIRA, D. A. **Administração de Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MUSLIM, D.; LMANIATI, A. Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Terhadap Optimalisasi Jarak dan Ongkos *Material Handling* dengan Pendekatan *Systematic Layout Planning* (SLP) di PT Transplant Indonesia. **Jurnal Media Teknik & Sistem Industri**. Vol.2 (no.1) (2018) hal. 45-52.

MUTHER, R.; HALES, L. **Systematic Layout Planning: a total system of layout planning**. 4. ed. Marietta: MIRPBooks, 2015. 15 p.

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

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. **Planejamento simplificado de layout: sistema SLP**. São Paulo: IMAM, 2000.

NADLER, G. **What systems really are**. *Modern Materials Handling*, v. 2, n. 7, pp. 41-47, Jul. 1965.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. K. **Projeto de fábrica e layout**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

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

PEINADO, J; GRAEML, A. R. **Administração da produção (Operações industriais e de serviços)**. Unicenp, Universidade Positivo, 2007. Disponível em: <https://docplayer.com.br/409870-Administracao-da-producao-operacoes-industriais-e-de-servicos-jurandir-peinado-alexandre-reis-graeml.html>. Acesso em: 06 dez. 2023.

POLAK JÚNIOR, R. **Aplicação do método SLP no setor de logística de uma indústria de MDF**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção). Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma. Caçador. 2022.

REED, J. R. **Localizacion, “layout” y mantenimiento de planta**. Buenos Aires: El Ateneo, 1971.

RIBEIRO, A. A. **Melhoria no arranjo físico de uma fábrica de tintas a partir da aplicação do método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP)**. Monografia (Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo. Lorena. 2020.

RUIZ, S. et al. **Optimized plant distribution and 5S model that allows SMEs to increase productivity in textiles**. In: 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. **Anais...Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions**, 2019.

RUTHES, Sidarta; SILVA, Christian Luiz da. **O uso de estudos prospectivos na análise de políticas públicas: uma análise bibliométrica**. In: Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão da Tecnologia. **Anais...** Porto Alegre: Altec, 2015. p. 1 - 19.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; URIO, L. C. S. **Planejamento sistemático de layout em pequenas empresas: uma aplicação em uma fábrica de baterias automotivas**. *Espacios*. Vol. 35 (Nº 7). 2014.

SILVA, M. V. A. P. **Proposta de re-layout em uma indústria do setor de metais sanitários**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2017.

SILVERIO JUNIOR, A. **Proposta de melhoria de arranjo físico em uma marcenaria através do método SLP simplificado**. Monografia (Engenharia de Produção). Instituto Federal do Espírito Santo. Cariacica. 2022.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Tradução Daniel Vieira. - 8 ed. – São Paulo: Atlas, 2018.

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

SUHARDI, B.; JUWITA, E.; ASTUTI, R. D. **Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout planning and ergonomics approach**. (2019) Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout planning and ergonomics approach, *Cogent Engineering*, 6:1, 1597412.

TAVEIRA, K. V. M. *et al.* **Diagnostic validity of methods for assessment of swallowing sounds: a systematic review**. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, v.84, n. 5, p. 638-652, 2018.

TOBE, F. A. U.; FIGUEIREDO, M. A. D.; GUSHIKEN, S. R. Y. Lean Manufacturing: identificação e seleção da metodologia para elaboração de arranjo físico de uma indústria de solda. Anais do(a) VIII Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade (VIII SINGEP). **Anais...Recife**, Brasil: Even3, 2020.

TOMPKINS, J. A.; et al. **Facilities Planning**. 2. ed. New York: John Willey & Sons, Inc, 1996.

TOMPKINS, J. A., et al. **Facilities planning**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2013.

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

VILLAR, A. M.; NÓBREGA JÚNIOR, C. L. **Planejamento das instalações empresariais**. 1ª Ed. João Pessoa: Editora da UFPB, 2014.

YANG, T.; SU, C.T.; HSU, Y.R. **Systematic layout planning: A study on semiconductor wafer fabrication facilities**. International Journal of Operations & Production Management, v. 20, p.1359-1371, 2000.

YUSUF, C. R.; TRIANA, N. N. Layout planning floor production bread factory using systematic layout planning methods. **Journal of Industrial Engineering and Halal Industries (JIEHIS)**. JIEHIS Vol. 1 No. 1 June 2020.

APÊNDICES

Apêndice A

SELEÇÃO	#	ITEM CHECKLIST
TÍTULO		
Título	1	Impacto do <i>Systematic Layout Planning</i> – SLP nas indústrias
RESUMO		
Sumário estruturado	2	Tese: Como o Systematic Layout Planning pode trazer benefícios de diversas ordens nas indústrias. Fontes de dados: Revisão bibliográfica; Métodos: Revisão sistemática da literatura; Implicações: Identificação na literatura.
INTRODUÇÃO		
Justificativa	3	Lacuna de pesquisa: Faz-se relevante analisar a aplicação do método SLP em diferentes tipos de indústrias, setores e produtos (MARQUES e SALGADO, 2021).
Objetivos e perguntas norteadoras	4	Pergunta norteadora: Qual impacto da aplicação do Systematic Layout Planning no setor industrial? Objetivo: Analisar os resultados obtidos com a implementação do método SPL nas indústrias.
MÉTODOS		
Protocolo e registro	5	Sem registro (não foram encontrados suporte à RSL para essa temática)
Critérios de elegibilidade	6	Critério para varredura nas bases e seleção dos estudos: Recorte temporal de 5 anos (2018-2023); Idiomas: português e inglês; Tipos de periódicos: artigos, livros, monografias, dissertações, teses, capítulos de livros.
Fontes de informações	7	Bases científicas selecionadas: Scopus e Oasisbr Recorte temporal: 5 anos. Última pesquisa: fevereiro de 2024.
Busca	8	Exemplo de estratégias de busca usadas em pelo menos uma base de dados que possa ser replicada: Scopus – Advanced Search. Find articles with these terms: “Industrial” AND “Systematic Layout Planning” . Years: 2018-2023.
Seleção dos estudos	9	Triagem - Leitura dos elementos: Título, Palavras-chave e Resumo; Eliminação de referências sem alinhamento com o objetivo da pesquisa; Referências incompletas (eram apenas índices, notícias, resumos...); Palavras-chave da busca que apareceram no título ou resumo, mas não eram o foco do artigo (sem alinhamento com os objetivos da pesquisa); Termos utilizados com outro sentido (layout ou arranjo físico); sem acesso às informações do resumo e principalmente o artigo completo.

Processo de coleta de dados	10	Busca nas 2 bases de dados, utilizando as seis combinações propostas e dois termos isolados, com eliminação das duplicações utilizando a plataforma EndNote.
Lista dos dados	11	584 referências encontradas após a segunda varredura das bases de dados.
Risco de viés em cada estudo	12	Não aplicável
Medidas de sumarização	13	Não aplicável
Síntese dos resultados da meta análise	14	Não aplicável
Risco de viés entre estudos	15	Não aplicável
Análises adicionais	16	Não aplicável
RESULTADOS		
Seleção de estudos	17	Estudos que apresentam alinhamento com a pesquisa
Características dos estudos	18	Estudos que apresentam alinhamento com a pesquisa
Risco de viés em cada estudo	19	Não aplicável
Resultados de estudos individuais	20	Não aplicável
Síntese dos resultados	21	17 referências selecionadas para o corpus dinâmico
Risco de viés entre estudos	22	Não aplicável
Análises adicionais	23	Não aplicável
DISCUSSÃO		
Sumário da evidência	24	Não aplicável
Limitações	25	Não aplicável
Conclusões	26	Referências selecionadas para construir as discussões desta pesquisa.
Financiamento	27	Não aplicável