

PROPOSTA DE LAYOUT PARA UMA FÁBRICA DE ALFAJORES UTILIZANDO O MÉTODO SLP

LAYOUT PROPOSAL FOR A ALFAJOR FACTORY USING THE SLP METHOD

Lisiane Corrêa Bitencourt*  e-mail: lisianebitencourt@unipampa.edu.br
Karoline dos Santos Baldez*  e-mail: karolinebaldez.aluno@unipampa.edu.br
Diullen Gonçalves Lopes*  e-mail: diullenlopes.aluno@unipampa.edu.br
Paula de Oliveira Pedroso*  e-mail: paulaoliveira.aluno@unipampa.edu.br
Carla Beatriz da Luz Peralta*  e-mail: carlaperalta@unipampa.edu.br

*Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Bagé, RS, Brasil.

Resumo: Este artigo propõe a aplicação do modelo de Planejamento Sistemático de Layout (SLP) em um contexto prático, apresentando um estudo sobre a importância do arranjo físico na busca pela produtividade e eficiência em uma empresa. O objetivo principal é desenvolver um projeto de layout para uma fábrica fictícia de alfajores. A metodologia adotada compreende o estudo da sequência de fases do SLP e a aplicação de suas ferramentas. A análise abrange desde a definição do local ideal para a empresa até a avaliação de três alternativas de layout para a fábrica, considerando aspectos como produção, matéria-prima, equipamentos, roteiro de fabricação, diagrama de afinidades e de inter-relações. Os resultados obtidos por meio da utilização do SLP são conclusivos, destacando-se a alternativa de layout escolhida, que atendeu a 65,71% das importâncias ponderadas. Esta escolha foi embasada em estudos aprofundados e fundamentados teoricamente, proporcionando uma compreensão mais robusta sobre o tema em questão. Além da proposta prática, este estudo contribui para a literatura ao aplicar o SLP em um contexto específico, fornecendo insights valiosos sobre a gestão eficiente de fábricas. A importância do tema transcende o escopo deste projeto, relacionando-se com desafios contemporâneos na otimização de processos industriais. Em suma, este artigo não apenas apresenta uma aplicação prática do SLP em um ambiente fabril fictício, mas também contribui para o avanço do conhecimento sobre o Planejamento Sistemático de Layout e sua relevância na gestão de processos produtivos.

Palavras-chave: Planejamento Sistemático de Layout. Arranjo físico. SLP.

Abstract: This article explores the practical application of the Systematic Layout Planning (SLP) model, delving into a study on the significance of physical arrangement in enhancing productivity and efficiency within a business. The primary objective is to formulate a layout project for a fictional alfajor factory. The methodology employed involves a comprehensive examination of the SLP's sequential phases and the utilization of its tools. The analysis encompasses critical aspects, ranging from determining the ideal location for the company to evaluating three layout alternatives for the factory, considering production planning, raw materials, necessary equipment, product manufacturing processes, affinity diagrams, and interrelationship diagrams. The conclusive results derived from the SLP application highlight a chosen layout alternative that fulfilled 65.71% of the weighted importance. This choice is substantiated by in-depth studies and theoretical foundations, contributing to a nuanced understanding of the addressed topic. Beyond its practical proposition, this study makes a valuable contribution to the literature applying the SLP in a specific context, offering insights into efficient

factory management. The relevance of the theme extends beyond the confines of this project, connecting with contemporary challenges in industrial process optimization. In summary, this article not only presents a practical application of SLP within a fictional factory setting but also enriches the knowledge base on Systematic Layout Planning, emphasizing its significance in managing productive processes.

Keywords: Systematic Layout Planning. Layout. SLP.

1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário atual de intensa competitividade em um mercado globalizado, a busca incessante por maior produtividade torna-se crucial para as empresas. A produtividade, nesse contexto, representa a capacidade das organizações de atingir seus objetivos, produzindo mais com o uso eficiente de recursos.

Moura *et al.* (2019) destacam a importância desse enfoque, afirmando que "uma empresa que almeja se destacar em um mercado cada vez mais competitivo necessita buscar continuamente melhorias em seus processos, visando incessantemente ao aumento de sua produtividade". Essa ênfase na busca contínua por melhorias destaca-se como um elemento-chave para enfrentar os desafios competitivos e posicionar-se de maneira vantajosa no mercado global.

Este artigo aborda a importância do arranjo físico como um dos fatores determinantes para alcançar objetivos de produtividade. Coleone e Fróes (2019, p. 3) definem que "a otimização de *layout* se preocupa com a localização física dos recursos de transformação, já que a organização destes impacta diretamente os custos produtivos". Santos e Reis (2019, p. 2) ressaltam que um *layout* bem desenhado e alinhado com as necessidades da organização é crucial para o aumento da produtividade, a redução de desperdícios de tempo e a melhoria na ergonomia dentro da empresa, sendo, portanto, um objetivo a ser alcançado.

Uma metodologia amplamente difundida para o estudo e planejamento de criação ou modificação de *layout* é o Planejamento Sistemático de *Layout* (*Systematic Layout Planning* - SLP), um método desenvolvido por Muther em 1961. Esse método, elaborado em etapas, tem o intuito de identificar, planejar e classificar as atividades, relações e alternativas envolvidas em qualquer projeto de *layout*, fundamentando-se em três conceitos fundamentais: inter-relações, espaço e ajuste (Muther, 1998 *apud* Ribeiro, 2020, p. 29).

Zola *et al.* (2020, p. 40) enfatizam que “o método SLP pode ser utilizado no planejamento de *layout* em nível macro ou micro, estando dividido em 4 fases: Localização, Arranjo Físico Geral, Arranjo Físico Detalhado e Implantação do Projeto de *Layout*.”

Frente aos conceitos e pontos apresentados, este artigo tem como objetivo geral a criação de um *layout* para uma planta industrial. No entanto, para definir um arranjo físico adequado, além de conhecer o processo produtivo, é necessário estudar e aplicar métodos e ferramentas que assegurem um *layout* funcional, atendendo aos requisitos da fábrica em questão.

Para atingir o objetivo, propõe-se a criação de um projeto de layout para uma fábrica fictícia de alfajores, utilizando o método SLP. Os objetivos específicos incluem encontrar a melhor localização, definir componentes e equipamentos, especificar um roteiro de fabricação e um diagrama para montagem do alfajor, quantificar a produção diária necessária, estimar o número de máquinas necessárias, definir o fluxo de materiais e de matéria-prima, e montar o *layout* mais adequado ao processo e ao produto.

A importância deste estudo reside na demonstração prática da aplicação do método de planejamento de *layout*, desde a determinação da melhor localização até a definição final do arranjo físico, empregando diversas ferramentas para atingir os objetivos esperados.

Este artigo está estruturado em cinco seções. A primeira compreende a introdução, seguida da apresentação de conceitos e estudos do referencial teórico na segunda seção. A terceira seção descreve a metodologia empregada, enquanto a quarta aborda o desenvolvimento do trabalho. Por fim, a quinta seção contém as considerações finais acerca do estudo realizado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, apresenta-se a fundamentação teórica do artigo, contendo temas: Indústria Alimentícia e Planejamento Sistemático de *Layout*.

2.1 Indústria alimentícia

Conforme a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (2023), a indústria de alimentos tem um papel muito importante na economia brasileira, produzindo em torno de 250 milhões de toneladas de alimentos por ano. Há em torno de 37 mil indústrias que processam 58% de tudo que vem do campo. Em torno de 74% do que é produzido fica no Brasil, os outros 26% são exportados, sendo o Brasil um dos maiores exportadores de alimentos do mundo.

A indústria voltada para produção de alimentos engloba as seguintes fases: processamento, armazenamento, transporte e comercialização dos produtos alimentícios. Este setor de produção enfrenta muitos desafios, sendo um deles a busca pela diversificação e diferenciação dos produtos produzidos, buscando estimular constantemente a demanda (Fabi *et al.*, 2017).

No ano de 2022 as vendas de produtos alimentícios no varejo cresceram em torno de 4%. Empresas deste setor precisam estar atentas às tendências relacionadas aos produtos alimentícios, buscando direcionar a sua produção de acordo com as estratégias de mercado (Viana, 2023).

No ramo dos produtos alimentícios, destaca-se a produção e comercialização de alfajores. Segundo os autores Ruberto e Amodei (2022), o mercado atual de alfajores é vasto e variado em termos de escolhas possíveis.

Corrêa (2016, p. 27) define alfajor como um bolo de mel de origem árabe, amplamente consumido na Argentina e na Espanha. O autor destaca que, devido à sua origem árabe, o nome "alfajor" deriva de "al-hasu", que significa recheado. Ao longo do tempo, o termo evoluiu de "alaju" para sua forma atual, "alfajor", quando começou a ser vendido nas ruas da Espanha. O mesmo autor ressalta que o formato original, produzido no século XVII em conventos espanhóis, era quadrado, consistindo em duas camadas de bolo unidas com doce de leite. A receita passou por diversas alterações até chegar à composição atual, que inclui farinha, açúcar, ovos, essência de limão e amêndoas, sendo recheada com doce de leite e coberta de chocolate ou açúcar.

Böhmer (2016, p. 12) observa que o consumo de alfajores no estado do Rio Grande do Sul é sofisticado, devido à sua proximidade com os países da Argentina e

Uruguai. Segundo o autor, turistas que viajam para esses países vizinhos buscam produtos de alta qualidade e preços mais acessíveis. Böhmer destaca ainda que, no Rio Grande do Sul, encontrar alfajores em supermercados, conveniências e lojas especializadas pode ser desafiador. Quando disponíveis, a qualidade muitas vezes não atende às expectativas dos consumidores, ou o valor monetário é considerado muito elevado.

Diante disso, observa-se uma oportunidade de negócio, ou seja, desenvolver uma fábrica de alfajores no Rio Grande do Sul, contendo as especificações e qualidade das fábricas estrangeiras. Para tal desenvolvimento, é crucial um projeto contendo um planejamento sistemático de *layout*. O planejamento de *layout* garantirá que a fábrica seja eficiente em termos de espaço, fluxo de trabalho e capacidade de produção, ao mesmo tempo em que atenda às normas de qualidade esperadas pelo consumidor. Ademais, a localização estratégica da fábrica e a otimização do *layout* permitirão uma distribuição mais eficiente dos produtos, alcançando um maior número de pontos de venda e potenciais consumidores. Portanto, ao investir em uma fábrica de alfajores no Rio Grande do Sul, é imperativo adotar um Planejamento Sistemático de Layout meticuloso e bem estruturado para garantir o sucesso e a competitividade no mercado.

2.2 Planejamento sistemático de *layout* - SLP

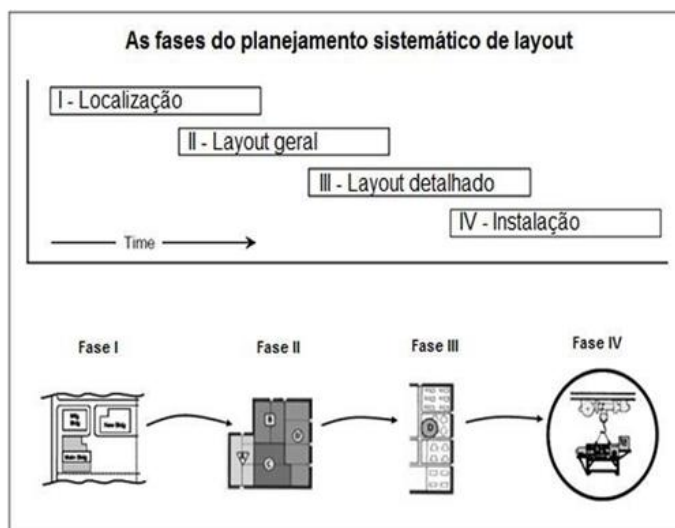
O Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP) concentra-se em uma metodologia fundamental na tomada de decisões relacionadas ao arranjo físico. Estruturado em fases, o SLP oferece procedimentos e convenções que facilitam a identificação, visualização e classificação das atividades, inter-relações e alternativas nas áreas envolvidas no planejamento do arranjo físico. O objetivo central do SLP é ampliar a eficiência e a produtividade, alcançadas por meio da otimização do espaço disponível, redução na movimentação de materiais, pessoas e informações, além de proporcionar um fluxo racional (Diniz *et al.*, 2022).

Petry (2015) destaca que os objetivos alcançáveis por meio do SLP contribuem significativamente para a competitividade entre as empresas. Além disso, o método pode propiciar o desenvolvimento de produtos capazes de atender às

necessidades dos clientes, promovendo melhorias nos processos e operações organizacionais. A aplicação do SLP, portanto, não apenas visa a eficácia na disposição física, mas também se estende aos benefícios competitivos e à capacidade de adaptação das organizações às demandas do mercado.

Conforme os autores Corrêa e Volante (2019), o SLP é composto de quatro fases sendo elas: localizar a área (I), arranjo físico geral (II), arranjo físico detalhado (III) e implantação e rearranjo dos setores (IV). Neste sentido, Muther (1978) destaca que o SLP pode ser aplicado tanto no desenvolvimento do arranjo físico geral quanto no desenvolvimento do arranjo físico detalhado (fases II e III da estrutura do SLP). Na Figura 1 são apresentadas as fases do SLP.

Figura 1 - Fases do Planejamento Sistemático de *Layout*



Fonte: Muther (1978).

A Fase I determina a localização da área onde será feito o planejamento das instalações. A Fase II, estabelece a posição relativa entre as diversas áreas. A Fase III, envolve a localização de cada máquina e equipamento. Na Fase IV, planeja-se cada passo da implantação (Muther, 1978).

Britto e Gois (2015) enfatizam que o SLP faz uso de diversas ferramentas para alcançar o *layout* mais adequado para a empresa. Entre essas ferramentas, destacam-se o fluxograma ou mapofluxograma, a carta de inter-relações preferenciais, os diagramas de inter-relações e o diagrama de espaços, entre outras. Essas ferramentas desempenham um papel crucial no processo decisório,

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 24, n. 1, e-5131, 2024.

oferecendo suporte na análise e visualização das interações entre diferentes áreas e elementos dentro do contexto do arranjo físico. Dessa forma, o SLP, aliado a essas ferramentas, emerge como uma abordagem abrangente e sistemática para otimizar a eficiência produtiva da empresa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento deste artigo aplicou-se o método SLP, com o auxílio de algumas ferramentas a fim de obter um *layout* adequado para a fábrica em questão, tal método foi segmentado em três fases conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Fases SLP

| | |
|-------------------------------------|--|
| Fase I - Localizar a área | Planejar o local onde o novo arranjo será implementado e/ou necessário utilizar um novo espaço ou prédio. |
| Fase II - Arranjo físico geral | Definir a posição relativa das áreas em conjunto com os modelos de fluxos e materiais. |
| Fase III - Arranjo físico detalhado | Especificar a localização de cada máquina e equipamento, as características físicas, incluindo serviços e insumos. |

Fonte: Adaptado de Corrêa e Volante (2019).

Este projeto abrange exclusivamente as fases um, dois e três do método SLP, conforme descrito no Quadro 1. Como a fase quatro do método SLP diz respeito à implantação do arranjo físico na fábrica e o presente estudo se concentra em uma fábrica fictícia, esta fase não foi aplicada no estudo.

Na fase um, que trata da localização da fábrica, foram empregados dois métodos para orientar a tomada de decisão: a matriz de preferência e o método de carga-distância. A aplicação combinada desses métodos permitiu determinar o local mais adequado para a empresa, considerando variáveis relevantes.

A fase dois, relacionada ao arranjo físico geral, detalhou as etapas de produção, os materiais necessários, o diagrama de montagem do produto e a quantidade requerida de máquinas e equipamentos para atender à produção da fábrica. Essa fase é crucial para estabelecer as bases do processo produtivo de maneira eficiente.

Quanto ao arranjo físico detalhado, presente na fase três, definiu-se a disposição espacial das áreas da empresa. Para isso, foram utilizadas ferramentas como o diagrama de afinidades, o diagrama de fluxo de materiais e o diagrama de inter-relações. Essas ferramentas desempenharam um papel essencial na garantia da melhor localização e movimentação dos recursos e das pessoas dentro da fábrica, contribuindo para a eficácia operacional.

Dessa forma, a aplicação seletiva das fases um, dois e três do método SLP proporcionou uma abordagem abrangente na elaboração do *layout* para a fábrica fictícia, visando otimizar sua eficiência operacional.

4 RESULTADOS

4.1 Métodos de Localização

Para determinar a melhor localização para a fábrica, foram empregados os métodos da Matriz de Preferência e Carga-Distância em quatro localidades na cidade de Bagé, no estado do Rio Grande do Sul. Os resultados são apresentados na Tabela 1, oferecendo uma análise comparativa entre as opções consideradas.

Tabela 1 - Endereços analisados

| | Endereço | Valor (R\$) | Área (m²) |
|---------|--|--------------------|-----------------------------|
| Local 1 | Rua Gedeão Ratto Silveira, Industrial I, Bagé (RS) | 500.000,00 | 875 |
| Local 2 | Avenida Santa Tecla, Getúlio Vargas, Bagé (RS) | 450.000,00 | 1.105 |
| Local 3 | Rua Ramão Ferreira, Laranjeiras, Bagé (RS) | 290.000,00 | 756 |
| Local 4 | Travessa Escrivão Montardo, Centro, Bagé (RS) | 210.000,00 | 500 |

Fonte: Autoras (2023).

O método inicial adotado foi o da matriz de preferência, no qual pesos específicos foram atribuídos a cada critério de avaliação. Neste contexto, os critérios considerados incluíram a localização, o custo, a área do terreno e a infraestrutura oferecida pelo local. A avaliação da infraestrutura abrange aspectos como o relevo

do terreno e a condição das ruas adjacentes, com quantificações em pesos conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios e métodos

| Critérios | Peso |
|------------------|-------------|
| Localização | 5 |
| Custo | 4 |
| Área | 3 |
| Infraestrutura | 2 |

Fonte: Autoras (2023).

Após a elaboração da Tabela 2, cada critério foi avaliado de acordo com os pesos estabelecidos na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios e notas

| Critérios | Local 1 | Local 2 | Local 3 | Local 4 |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Localização | 7 | 6 | 4 | 8 |
| Custo | 4 | 5 | 7 | 8 |
| Área | 6 | 8 | 6 | 3 |
| Infraestrutura | 9 | 5 | 3 | 9 |

Fonte: Autoras (2023).

Prosseguindo, a matriz de preferência foi confeccionada conforme os resultados obtidos e os pesos atribuídos, conforme demonstrado na Tabela 4. Essa matriz representa a síntese das avaliações, refletindo a pontuação ponderada de cada localidade com base nos critérios estabelecidos. Em outras palavras, a Tabela 4 representa a nota atribuída pela equipe na Tabela 3, multiplicada pelo peso de cada critério estabelecido na Tabela 2. A compilação dessas informações proporciona uma visão consolidada e facilita a identificação da localidade mais propícia para a instalação da fábrica fictícia, considerando as variáveis críticas para o sucesso do empreendimento.

Tabela 4 - Matriz de preferência

| Crítérios | Local 1 | Local 2 | Local 3 | Local 4 |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Localização | 35 | 42 | 28 | 56 |
| Custo | 16 | 20 | 28 | 32 |
| Área | 18 | 24 | 18 | 9 |
| Infraestrutura | 18 | 10 | 6 | 18 |
| Total | 87 | 96 | 80 | 115 |

Fonte: Autoras (2023).

Com a aplicação do método da matriz de preferência e considerando os critérios selecionados, observa-se que o Local 4 obteve a melhor pontuação, caracterizando-se como a escolha mais vantajosa, destacando-se por uma localização estratégica e custo favorável.

O segundo método empregado para a avaliação da localização foi o método carga-distância. Neste método, foram identificados possíveis pontos de venda para o produto, e as distâncias até esses locais foram analisadas, conforme apresentado na Tabela 5. Este método adiciona uma camada de análise, considerando a acessibilidade a potenciais mercados, o que complementa a abordagem da matriz de preferência, proporcionando uma visão mais abrangente na escolha do local ideal para a fábrica fictícia.

Tabela 5 - Carga-distância

| Pontos de venda | Local 1 distância (km) | Local 2 distância (km) | Local 3 distância (km) | Local 4 distância (km) | Carga/Demanda |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| LEB | 5,7 | 2,0 | 2,2 | 2,0 | 250 |
| Supermerca do Nacional | 5,6 | 1,9 | 2,0 | 2,6 | 400 |
| Casa do Pão | 5,6 | 1,8 | 2,4 | 2,4 | 300 |
| Casa das embalagens | 5,9 | 1,7 | 2,7 | 1,8 | 400 |
| Score final | 7705 | 2480 | 3150 | 2980 | |

Fonte: Autoras (2023).

No método de carga-distância, foram estimados valores de cargas para cada localização. Ao considerar esse método em conjunto com a matriz de preferência, observa-se que os locais 2 e 4 alcançaram as melhores pontuações. No entanto, ao ponderar todos os critérios e considerar a matriz de preferência, torna-se evidente que o Local 4 se destaca como a escolha mais vantajosa. Isso se deve à sua localização estratégica, à proximidade potencial de futuros clientes na região e ao custo atrativo para um investimento inicial. Portanto, com base na combinação desses dois métodos, o Local 4 emerge como a opção mais recomendada para a instalação da fábrica fictícia.

4.2 Planejamento da Produção

Após a definição do local ideal para a fábrica, torna-se crucial o planejamento da produção dos produtos. Na Tabela 6, apresenta-se a lista de componentes/matéria-prima necessária para a produção, enquanto na Tabela 7, encontram-se os equipamentos essenciais para o processo.

Tabela 6 - Lista de componentes

| Código | Descrição | Quantidade | Comprar ou fazer |
|---------------|------------------------|-------------------|-------------------------|
| M01 | Farinha | 6,25 kg | Comprar |
| M02 | Fermento em pó químico | 0,5 kg | Comprar |
| M03 | Açúcar | 7,5 kg | Comprar |
| M04 | Essência de baunilha | 0,375 kg | Comprar |
| R01 | Doce de leite | 50g | Comprar |
| M05 | Maisena | 5 kg | Comprar |
| M06 | Manteiga | 7,5 kg | Comprar |
| M07 | Ovos | 75 unidades | Comprar |
| M08 | Raspas de limão | 10 unidades | Comprar |
| C01 | Chocolate | 10 kg | Comprar |
| E01 | Embalagem | 75 unidades | Comprar |

Fonte: Autoras (2023).

Tabela 7 - Lista de equipamentos

| | | |
|----|------------------------|--|
| 01 | Batedeira industrial | Responsável por misturar os ingredientes |
| 02 | Máquina de corte a fio | Responsável pelo corte da massa de acordo com as especificações |
| 03 | Forno turbo elétrico | Responsável por assar os biscoitos já cortados |
| 04 | Dosadora One Shot | Responsável por adicionar o recheio sobre a massa do biscoito após assado. |
| 05 | Temperadeira esmeralda | Responsável por temperar o chocolate e cobrir o biscoito |
| 06 | Embaladora | Responsável por embalar o produto. |

Fonte: Autoras (2023).

Após a coleta de dados sobre produção e equipamentos, foi elaborado um roteiro de fabricação do produto, apresentado na Tabela 8. Este roteiro fornece uma sequência ordenada de etapas a serem seguidas durante o processo de fabricação, garantindo uma produção eficiente e organizada.

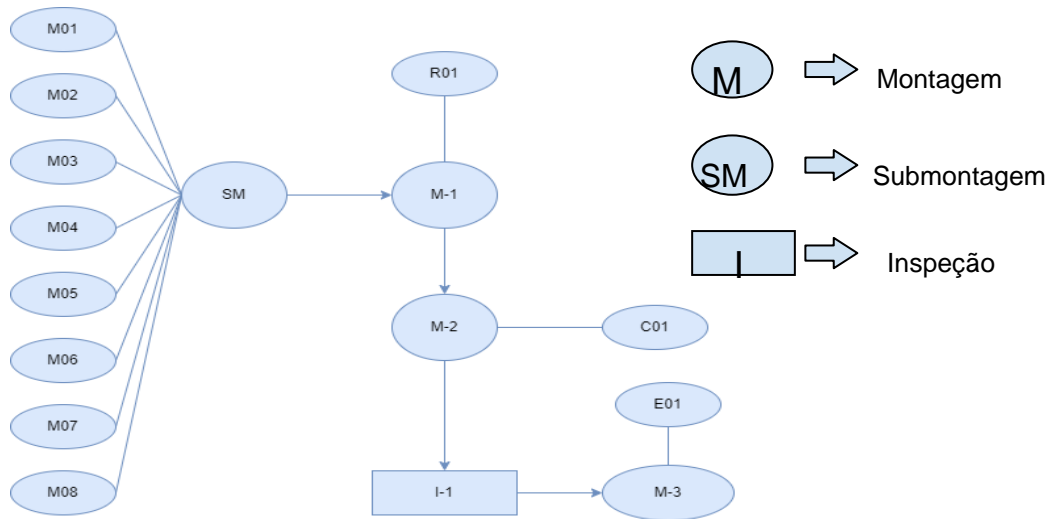
Tabela 8 - Roteiro de operação

| nº da operação | Descrição da operação | Equipamento | Tempo de operação |
|----------------|--|------------------------|---------------------------|
| OP01 | Receber matéria-prima | - | 10 a 15 min |
| OP02 | Fabricar a massa | Batedeira industrial | 30 a 45 min |
| OP03 | Cortar a massa | Máquina de corte a fio | 3 a 5 min |
| OP04 | Assar a massa | Forno turbo elétrico | 180º 15 min |
| OP05 | Colocar o recheio | Dosadora One Shot | (50g de doce por alfajor) |
| OP06 | Montar o biscoito | Operacional | 20 a 45 min |
| OP07 | Preparo da cobertura | Temperadeira esmeralda | 25 a 50 min |
| OP08 | Adicionar a cobertura sobre o biscoito | Temperadeira esmeralda | 3 a 5 min |
| OP09 | Embalar os biscoitos | Embaladora | 3 a 5 min |
| OP10 | Guardar no estoque | Operacional | 10 a 15 min |
| OP11 | Entregar | Operacional | 20 a 60 min |

Fonte: Autoras (2023).

Com o roteiro de fabricação do produto, foi definido o diagrama de montagem do mesmo conforme a Figura 2.

Figura 2 - Diagrama de montagem



Fonte: Autoras (2023).

No diagrama de montagem, presente na Figura 2, é possível observar que a matéria-prima, discriminada na Tabela 6, une-se na submontagem (SM), que corresponde à fabricação da massa dos alfajores, seguida da montagem 1 (M-1), correspondente à etapa de adição do recheio, que é seguida pela montagem 2 (M-2) que corresponde ao mergulho do alfajor na cobertura de chocolate, passando pela inspeção 1 (I-1) e, se conforme, para a última etapa de montagem (M-3), que é a colocação do alfajor na embalagem.

Posteriormente, para simular o processo de produção foi estimada uma produção diária de sete mil alfajores, porém, em cada etapa do processo é necessário estimar uma taxa de defeito. Para as taxas de defeitos foram estimados valores de acordo com a complexidade da operação, conforme apresentado na Equação (1). Na etapa de submontagem, que corresponde à fabricação da massa do alfajor, foi atribuída uma taxa de 10%, pois a operação é realizada inteiramente pela empresa. Para a etapa da montagem 1, correspondente à adição do recheio, foi estimado uma taxa de 2%, pois o mesmo é fornecido por uma empresa terceirizada. Por fim, a montagem 2 que corresponde à etapa de cobertura do alfajor foi definida

uma taxa de 5%, considerando que envolve a temperagem do chocolate e aplicação sobre o alfajor. Sendo então:

$$E1 = \frac{S3}{(1-d1)(1-d2)(1-d3)} \quad (1)$$

$$E1 = \frac{7000}{(1-0,10)(1-0,02)(1-0,05)}$$

$$E1 = 8354 \text{ alfajores}$$

Onde:

Saída diária (S3) = 7000;

Defeito operação 1 (d1) = 0,10;

Defeito operação 2 (d2) = 0,02;

Defeito operação 3 (d3) = 0,05;

Entrada 1 (E1).

Considerando tais estimativas, obteve-se como resultado final uma entrada de matéria-prima para a produção diária de 8354 alfajores, para que, ao final do processo, a meta de 7000 unidades diárias seja atingida.

4.3 Necessidade de Máquinas

Considerando a produção diária e os índices de confiabilidade e defeito das máquinas é possível estimar o número de máquinas necessárias para atender a fábrica conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Necessidade de máquinas

| Equipamentos | Batedeira Industrial | Forno Turbo Elétrico |
|--|----------------------|----------------------|
| Tempo Padrão por unidade produzida – Tp | 45 min/ 200 un | 15 min/ 200 un |
| Nº de unidades a serem produzidas por turno - Q | 8354 un | 8354 un |
| Quantidade de tempo (minutos) disponível por máquina -Td | 95% | 97% |
| Desempenho real do equipamento em % do tempo padrão – D | 480 min | 480 min |
| Confiabilidade da máquina expressa como tempo de atividade % - K | 90% | 98,18% |
| Número de máquinas necessárias por turno - M | 4,58 = 5 bateadeiras | 1,37 = 2 fornos |

Fonte: Autoras (2023).

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 24, n. 1, e-5131, 2024.

Conforme os dados obtidos e estimados da produção foram calculadas as necessidades de máquinas com os valores da Tabela 9 conforme os seguintes conceitos: Tempo-padrão por unidade produzida (T_p), número de unidades a serem produzidas por turno (Q), desempenho real do equipamento expresso em porcentagem do tempo padrão (D), Quantidade de tempo disponível por máquina (TD) e confiabilidade da máquina expressa como tempo de atividade percentual (K).

Após efetuar os cálculos com auxílio do modelo determinístico foi concluído que seriam necessárias 5 bateadeiras industriais e 2 fornos turbo elétricos para produzir os 8354 alfajores e atingir a meta de produção diária de alfajores de 7000 unidades.

4.4 Projeto de *Layout*

4.4.1 Diagrama de Afinidades

Para iniciar o planejamento do *layout* da fábrica primeiramente foi elaborado um diagrama de afinidades, onde é possível observar visualmente como diferentes áreas ou departamentos da fábrica se relacionam entre si no processo de produção. Observa-se na Tabela 10 a codificação para todas as áreas da empresa, seguida da Figura 3, onde é possível observar o diagrama de afinidades e sua respectiva legenda.

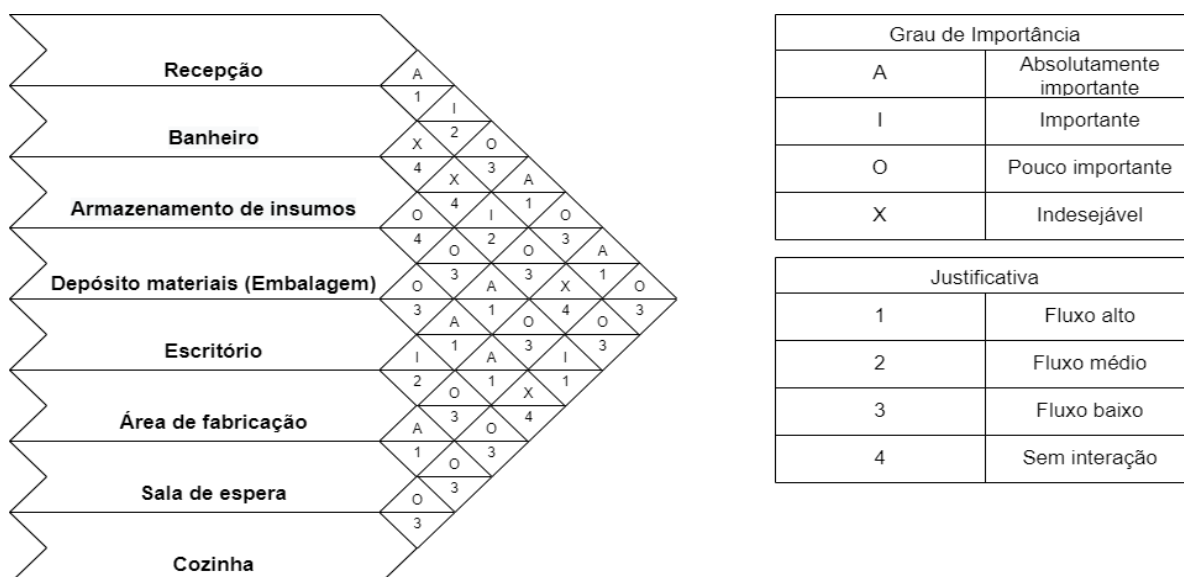
Tabela 10 - Código das áreas da fábrica

| Área da Fábrica | Código |
|---|--------|
| Recepção | 1 |
| Banheiros | 2 |
| Sala de armazenamento dos insumos | 3 |
| Depósito de materiais (embalagem) | 4 |
| Escritório | 5 |
| Área de fabricação | 6 |
| Sala de espera (armazenamento dos produtos prontos) | 7 |
| Cozinha | 8 |

Fonte: Autoras (2023).

Com base na Figura 3, analisando o diagrama de afinidades, destaca-se a importância estratégica de manter proximidade entre as seguintes áreas: o banheiro, deve estar próximo à recepção e ao escritório para garantir acesso conveniente aos colaboradores que desempenham funções administrativas.

Figura 3 - Diagrama de afinidades



Fonte: Autoras (2023).

Dando continuidade, a recepção beneficia-se de proximidade ao banheiro, escritório e à sala de espera (armazenamento de produtos acabados), otimizando a interação com visitantes, colaboradores e materiais. A sala de armazenamento de insumos deve estar próxima à área de fabricação e cozinha para facilitar o acesso aos ingredientes necessários no processo produtivo.

O depósito de embalagens, beneficia-se de proximidade à área de fabricação e à sala de espera, garantindo eficiência na embalagem dos produtos. O escritório deve estar próximo ao banheiro, à recepção e à área de fabricação, otimizando a comunicação interna e a coordenação de atividades administrativas e produtivas.

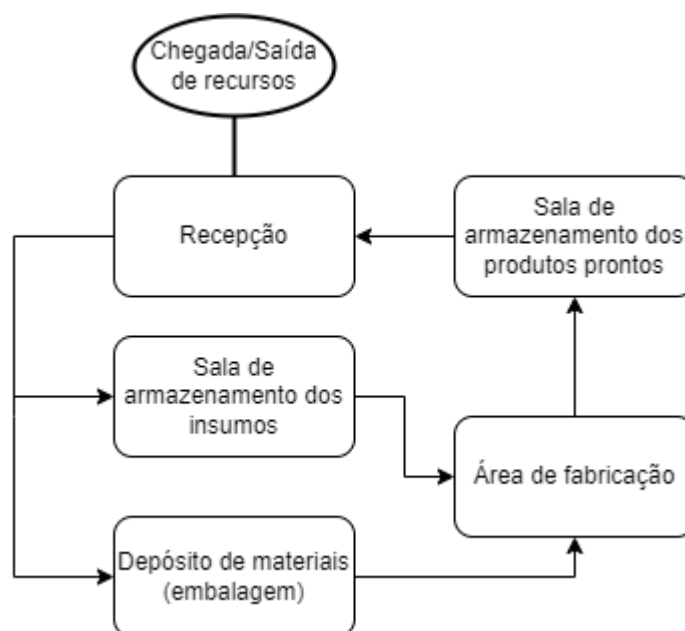
A área de fabricação, se favorece da proximidade ao escritório, à sala de armazenamento de insumos, à sala de espera e ao depósito de embalagens, promovendo uma dinâmica eficiente no fluxo de produção. Essas considerações destacam a interconexão estratégica entre diferentes áreas, visando a otimização de processos e a eficácia operacional na fábrica.

4.4.2 Diagrama de Fluxo de Materiais

Ao analisar o fluxo de materiais, é possível compreender a movimentação dos insumos dentro da fábrica, desde a chegada da matéria-prima até a saída dos produtos acabados. Como ressaltado por Villar e Nóbrega Júnior (2014), "o fluxo é representado sem a preocupação de se pensar nas áreas de cada uma das instalações: somente serão utilizadas as relações entre as áreas."

O diagrama de fluxo de materiais da fábrica é apresentado na Figura 4, oferece uma visualização clara e concisa de como os materiais percorrem o processo produtivo. Esse enfoque permite uma análise abrangente das interações entre as diferentes áreas da fábrica, contribuindo para a identificação de possíveis pontos de otimização e eficiência no fluxo de trabalho.

Figura 4 - Fluxo do Material Inter-Departamental



Fonte: Autoras (2023).

Este entendimento detalhado do fluxo de materiais é crucial para o *design* eficiente do *layout* da fábrica, possibilitando uma disposição física que promova a fluidez operacional e minimize tempos ociosos.

4.4.3 Diagrama de Inter-relações

Após a criação do diagrama de fluxo de materiais, desenvolveu-se o diagrama de inter-relações entre as atividades, como apresentado na Figura 5. Nesse diagrama, os círculos representam as diversas atividades, identificadas anteriormente conforme a Tabela 10, enquanto as linhas paralelas indicam o grau de proximidade, conforme detalhado na Tabela 11. A quantidade de linhas paralelas reflete o grau de proximidade, sendo que quanto maior o número de linhas, maior é o nível de proximidade.

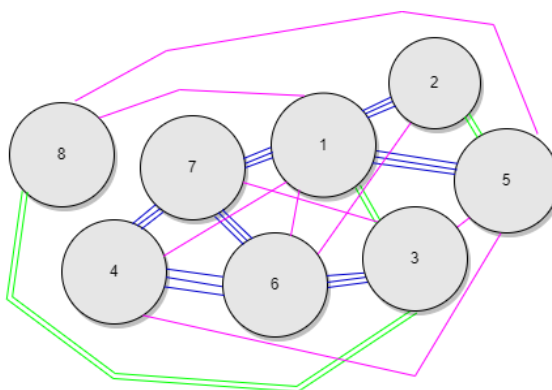
Tabela 11 - Código de linha para identificar proximidade

| Classificação | Inter-relação | Nº de Ligações |
|---------------|--------------------------|----------------|
| A | Absolutamente importante | 3 (azul) |
| I | Importante | 2 (verde) |
| O | Pouco importante | 1 (rosa) |
| X | Indesejável | 0 |

Fonte: Autoras (2023).

Esse diagrama proporciona uma representação visual das conexões entre as diferentes atividades na fábrica. A análise das inter-relações é fundamental para a definição estratégica do *layout*, pois destaca áreas que devem estar próximas para otimizar a eficiência operacional e a comunicação entre as atividades. Este é um passo essencial na criação de um ambiente de trabalho integrado e eficaz.

Figura 5 - Diagrama de inter-relações



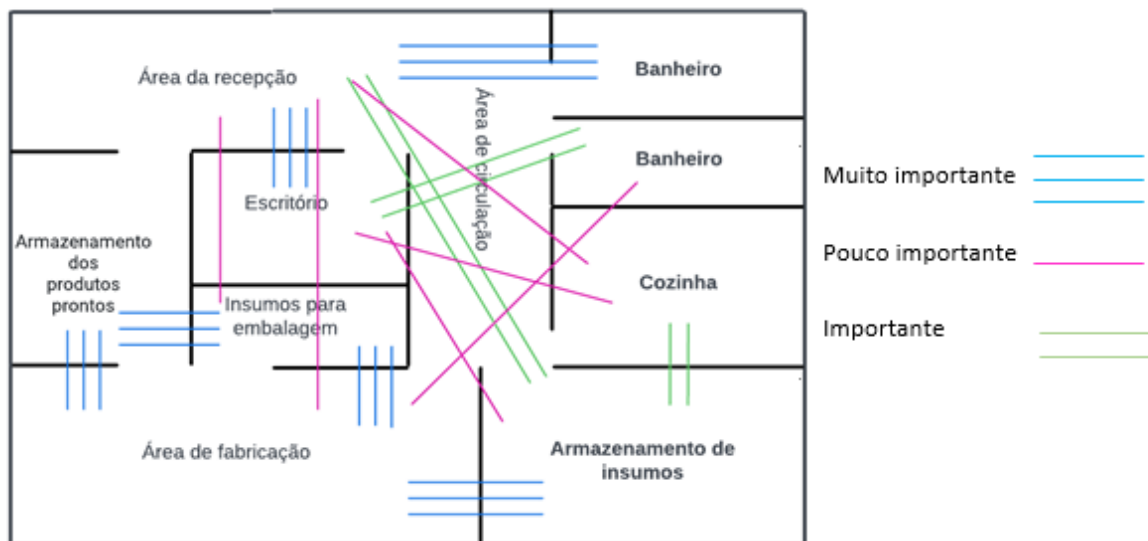
Fonte: Autoras (2023).

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 24, n. 1, e-5131, 2024.

Ao observar o diagrama de inter-relações, diversas alternativas de layout foram propostas e analisadas para a fábrica. As Figuras 6, 7 e 8 representam, respectivamente, a Alternativa de *Layout 1*, a Alternativa de *Layout 2* e a Alternativa de *Layout 3*.

Após a criação de cada alternativa, foram calculadas e avaliadas as Razões por Adjacências (RA) para cada uma. O processo envolveu uma análise metódica das relações de proximidade entre as atividades, conforme delineado nas Figuras 6, 7 e 8. Cada alternativa de *layout* foi submetida a uma avaliação quantitativa por meio das Razões por Adjacências, fornecendo dados objetivos para a tomada de decisão. A criteriosa análise das alternativas permitiu a definição da mais adequada, considerando a eficiência do fluxo de trabalho, a proximidade estratégica das atividades e outros fatores relevantes para o funcionamento otimizado da fábrica. Essa etapa é crucial para a implementação de um *layout* que atenda de maneira eficaz os objetivos estabelecidos no projeto.

Figura 6 - Alternativa de *layout 1*



Fonte: Autoras (2023).

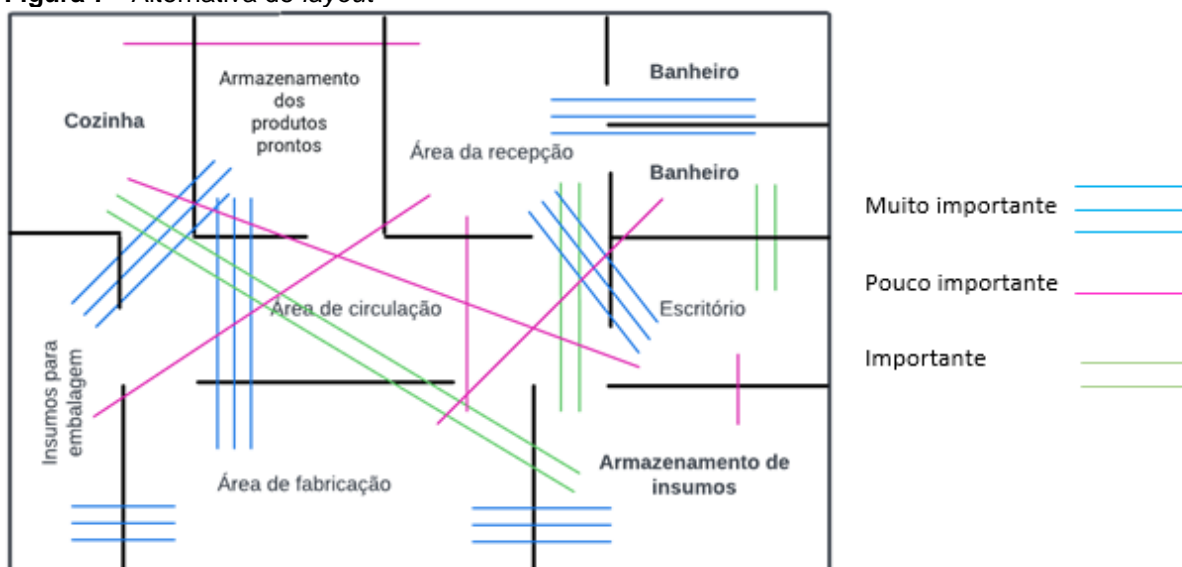
Tabela 12 - Avaliação por adjacências layout 1

| Departamentos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------------------------|---|----|---|---|----|----|----|----|
| Recepção | - | *3 | 2 | 1 | *3 | 1 | *3 | 1 |
| Banheiros | | - | | | 2 | 1 | | |
| Armazenamento dos insumos | | | - | | 1 | *3 | 1 | *2 |
| Depósito (embalagem) | | | | - | 1 | *3 | *3 | |
| Escritório | | | | | - | | | 1 |
| Área de fabricação | | | | | | - | *3 | |
| Armazenamento dos produtos prontos) | | | | | | | - | |
| Cozinha | | | | | | | | - |

Fonte: Autoras, 2023.

O layout 1, apresentado na Figura 6, segundo a avaliação mostrada na Tabela 12, recebeu uma pontuação total de 35 pontos. No que diz respeito à pontuação ponderada, atingiu 23 pontos. Com relação à razão de adjacência (RA), mostrou que 65,71% da importância é atendida no layout 1.

Figura 7 - Alternativa de layout



Fonte: Autoras (2023).

Tabela 13 - Avaliação por adjacências *layout 2*

| Departamentos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------------------------|---|----|---|---|----|----|---|---|
| Recepção | - | *3 | 2 | 1 | 3 | 1 | | 1 |
| Banheiros | | - | | | *2 | 1 | | |
| Armazenamento dos insumos | | | - | | *1 | *3 | | 2 |
| Depósito (embalagem) | | | | - | | *3 | 3 | |
| Escritório | | | | | - | | 1 | |
| Área de fabricação | | | | | | - | 3 | |
| Armazenamento dos produtos prontos) | | | | | | | - | |
| Cozinha | | | | | | | | - |

Fonte: Autoras (2023).

O *layout 2*, apresentado na Figura 7, segundo a avaliação mostrada na Tabela 13, recebeu uma pontuação total de 30 pontos. Com relação a pontuação ponderada, a mesma atingiu 12 pontos. Finalmente, a razão de adjacência (RA) mostrou que apenas 40% da importância é atendida no *layout 2*.

Figura 8 - Alternativa de *layout 3*



Fonte: Autoras (2023).

Tabela 14 - Avaliação por adjacências layout 3

| Departamentos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------------------------|---|----|---|---|----|----|----|----|
| Recepção | - | *3 | 2 | 1 | *3 | 1 | | 1 |
| Banheiros | | - | | | 2 | 1 | | |
| Armazenamento dos insumos | | | - | | 1 | *3 | | *3 |
| Depósito (embalagem) | | | | - | | *3 | *3 | |
| Escritório | | | | | - | | | 1 |
| Área de fabricação | | | | | | - | | |
| Armazenamento dos produtos prontos) | | | | | | | - | |
| Cozinha | | | | | | | | - |

Fonte: Autoras (2023).

O *layout 3*, apresentado na Figura 7, conforme a avaliação apresentada na Tabela 14, recebeu uma pontuação total de 28 pontos. Na pontuação ponderada atingiu 18 pontos e a razão de adjacência (RA) mostrou que 64,29% da importância é atendida no *layout 3*.

Observa-se, por fim, que pela análise dos resultados das adjacências, a alternativa de *layout* selecionada é o *layout 1*, por apresentar a maior razão por adjacências, sendo um percentual de 65,71% da importância atendida.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho alcançou seu objetivo geral ao propor a criação de um projeto de *layout* para uma fábrica fictícia de alfajores, utilizando o método SLP. O artigo compilou informações necessárias para a aplicação de ferramentas, gerou alternativas para o projeto de *layout* da fábrica e avaliou qual o *layout* mais adequado, em conformidade com os procedimentos metodológicos.

Os objetivos específicos foram integralmente atingidos, apresentando um estudo detalhado de três das etapas do SLP. A aplicação desde o início do método

representou um desafio, exigindo decisões sobre quais ferramentas utilizar, a aplicação prática, a busca por referencial teórico na literatura disponível e a estimativa de valores. Essa análise minuciosa confirmou que o planejamento do *layout* de uma fábrica é um processo complexo, mas crucial, útil e eficiente para os objetivos da empresa.

A complexidade da aplicação das ferramentas neste artigo destaca a importância do planejamento do *layout*, oferecendo benefícios significativos para as empresas que planejam instalar um novo arranjo físico ou reformular o existente.

Este trabalho incentiva futuros estudos sobre o tema. Para pesquisas subsequentes, sugere-se a realização de um estudo de caso aplicando o método SLP em empresas, desde a definição da localização até a implementação do *layout* na fábrica, integrando conhecimentos teóricos e práticos. Por fim, sugere-se a realização de um estudo comparativo em uma indústria de alfajores já estabelecida no mercado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Indústria de Alimentos: Ciência, saúde e segurança na mesa dos Brasileiros**. FSB comunicação. São Paulo, 2023.

BÖHMER, D. El. **Plano de negócios: indústria de alfajores**. 2014.

BRITTO, G. L.; GOIS, J. V. Proposta de melhoria de layout em uma empresa de confecções através da aplicação do método SLP. *In: SIMPROD, 7., Anais [...]*, 2015.

COLEONE, M.; FRÓES, N. J. M. Uma proposta de melhoria no arranjo físico de uma fábrica do setor têxtil. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 3, p. 98-98, 2019.

CORRÊA, M. **Dicionário de gastronomia**. Matrix Editora, 2016.

CORRÊA, V. M.; VOLANTE, C. R. Proposta de melhoria no layout de produção utilizando a ferramenta SLP: um estudo de caso em uma indústria de implementos agrícolas. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 393-405, 2019.

DINIZ, B. P. *et al.* **Proposta de um layout de produção alimentícia através do Método SLP e da Ferramenta AutoCad**. 2022.

FABI, F. *et al.* **Desafios da Indústria de Alimentos**. Universidade de São Paulo, 2017.

MOURA, C. R. *et al.* Aplicação do Método SLP no desenvolvimento de um layout otimizado em uma empresa têxtil. **ScientiaTec**, v. 6, n. 2, 2019.

MUTHER, R. **Systematic Layout Planning, Second Edition**. Boston: Cahners Books, 1978.

PETRY, C. **Proposta de arranjo físico através do método SLP em um ambiente operacional de uma empresa de comunicação visual**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

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

RUBERTO, N.; AMODEI, S. **Plan de negócios**: Xigma: alfajores proteicos, 2022.

SANTOS, A. L. V.; REIS, R. R. A Importância do layout para as empresas. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 157-168, 2019.

VIANA, F. L. E. **Indústria de Alimentos**. Caderno Setorial ETENE. 8, Nº 270, Fevereiro, 2023.

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

ZOLA, F. C. *et al.* **Metodologia para definição de layout de praça de produção de carvão vegetal**. 2020.

AUTORES

Lisiane Corrêa Bitencourt

Servidora Pública Federal, Técnica Administrativa em Educação, no cargo de Assistente em Administração da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), atualmente atua como coordenadora da Secretaria Acadêmica do Campus Bagé/RS. Realizou seu Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Pampa (Unipampa). Atua como membro da Comissão de Inovação e Empreendedorismo (CIE) do Campus Bagé da Universidade Federal do Pampa.

Karoline dos Santos Baldez

Graduanda no Curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, campus Bagé.

Diullen Gonçalves Lopes

Graduanda no Curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, campus Bagé.

Paula de Oliveira Pedroso

Graduanda no Curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, campus Bagé.

Carla Beatriz da Luz Peralta

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Pampa (2012), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2020). Atualmente é professora da Universidade Federal do Pampa. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia de Produto e Processos, atuando principalmente nos seguintes temas: Produção Enxuta, Lean Startup, Lean Product, Customer Development, Customer Value, Lean Healthcare, Conjoint Analysis, Choice Experiment e Engenharia de Produto.



Artigo recebido em: 23/12/2023 e aceito para publicação em: 25/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v24i1.5131>