

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SLP EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE PRODUTOS DOMISSANITÁRIOS

APPLICATION OF THE SLP METHODOLOGY IN A COMPANY MANUFACTURING HOUSEHOLD PRODUCTS

Gustavo Franco Campos* E-mail: gustfc@gmail.com

André Luís Silva* E-mail: andre.silva@ufop.edu.br

*Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, MG

Resumo: Este trabalho apresenta uma aplicação do modelo de Planejamento Sistemático de Layout, conhecido como SLP (*Systematic Layout Planning*), em uma empresa fabricante de produtos domissanitários. Seu objetivo principal é analisar o arranjo físico atual da planta produtiva e apresentar uma nova proposta de layout. Diante das características do trabalho é possível classificá-lo como um estudo de caso de abordagem qualitativa e objetivo descritivo. Com a utilização do método SLP, novas propostas de layout foram criadas, dessa forma, esperava-se que um novo arranjo físico das instalações fosse viável. Porém, ao analisar os resultados em termos qualitativos, o arranjo físico atual mostrou-se a alternativa mais apropriada. Para chegar nesse resultado foram realizados diversos estudos na planta industrial que, junto ao embasamento teórico, levaram a um entendimento mais aprofundado sobre o tema.

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

Abstract: This case has an application of the Systematic Layout Planning, known as SLP, in a company that manufactures household products. Its main principle is to analyze the current layout for the productive plant and present a new layout suggestion. Given the work characteristics, it is possible to classify as a study case with a qualitative and descriptive approach. Using the SLP method, the new layout settings have been created, so it was expected that the new set of facilities was feasible. However, after analyzing the results in qualitative terms, the current arrangement has shown to be the most appropriate alternative. Several studies were carried out in the industrial plant in sync with theoretical basement, which has led to a better knowledge about the theme.

Keywords: Layout. SLP. Systematic Layout Planning.

1 INTRODUÇÃO

A tarefa de se elaborar um arranjo físico industrial é, na maioria das vezes, muito complexa. Esse fato é explicado devido à grande quantidade de fatores que o influenciam. Diante desse problema, o engenheiro americano Richard Muther, resolveu reunir todas as ideias sobre arranjo físico para criar um método sistemático para elaboração e planejamento do arranjo físico. Dessa forma, em 1961, publicou o *Systematic Layout Planning* (SLP) que “consiste em um modelo de procedimentos sistemáticos em busca de um arranjo físico teoricamente ótimo, não ideal, pois, por

meio das limitações práticas e das considerações de mudança, o arranjo físico ideal é ajustado e transformado no arranjo físico ótimo” (VILLAR, 2014, p. 52).

Olivério (1985, apud Villar 2014, p.40) define arranjo físico como “um estudo sistemático que procura uma combinação ótima das instalações industriais que concorrem para a produção, dentro de um espaço disponível”. Para obtenção dessa combinação ótima deve-se encontrar uma forma de medir a eficiência das soluções encontradas sob o ponto de vista do homem do arranjo físico que, “ora será a segurança o fator mais importante, ora serão as condições ambientais, ora a estética do conjunto, ou a obtenção de um fluxo racional” (VILLAR, 2014, p. 40). Percebe-se assim que essa combinação dependerá do critério de medida de eficiência adotado, ou seja, duas propostas diferentes de arranjo físico poderão chegar a duas combinações ótimas diferentes, desde que tenham considerado importantes aspectos distintos da mesma questão.

O presente trabalho é um estudo realizado em uma indústria de produtos domissanitários. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (1976) explica que saneantes domissanitários podem ser definidos como substâncias ou preparações destinadas à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos e/ou públicos, em lugares de uso comum e no tratamento da água. São exemplos os detergentes, alvejantes, amaciante de tecido, ceras, limpa móveis, limpa vidros, polidores de sapatos, removedores, sabões, saponáceos, desinfetantes, produtos para tratamento de água para piscina, água sanitária, inseticidas, raticidas, repelentes, entre outros.

A indústria de domissanitários, ou produtos de limpeza, é uma das indústrias químicas mais importantes do mundo. Esses produtos contribuem diretamente com a qualidade de vida das pessoas. Podem eliminar sujeiras, germes e bactérias, evitando o surgimento de doenças causadas pela falta de higiene, como infecções e diarreias. Segundo dados da Associação Brasileira de Produtos de Limpeza e Afins – ABIPLA (2018), o Brasil possuía em 2018 1.941 empresas que atuam no setor de limpeza. O estado de Minas Gerais é o segundo em número, com 184 empresas; atrás apenas de São Paulo, com 601. Esse setor gerou em 2017, 44.230 empregos e movimentou bilhões de reais na economia do país.

Devido aos números significativos do setor, o trabalho se justifica por apresentar uma proposta para que essas empresas busquem aperfeiçoar seu arranjo físico e entendam o quanto a disposição dos seus setores, maquinário, equipamentos e insumos podem influenciar em variáveis como produtividade, custos e até mesmo na qualidade de vida dos funcionários e na qualidade dos produtos. Além disso, este trabalho poderá contribuir para que novos estudos sejam desenvolvidos nessa área, aumentando ainda mais a importância do tema.

Frente aos pontos colocados há de citar que este artigo analisa o arranjo físico atual da empresa em questão para a proposição de um novo layout da planta industrial. Entretanto, para definir um arranjo adequado, faz-se necessário estudar as características do seu processo produtivo e até que ponto o arranjo da planta pode influenciar melhorias nos fluxos associados ao processo. Então, quando esses estudos são direcionados à indústria de pequeno e médio porte, uma pergunta é levantada: Quais fatores avaliar em um projeto de layout de uma planta produtiva fechada de produtos domissanitários?

Posto isso, pode-se destacar que o objetivo geral deste trabalho é analisar o arranjo físico atual de uma planta produtiva fechada de produtos domissanitários e apresentar uma nova proposta de layout. Seus objetivos específicos são estudar a planta industrial; analisar as atividades desenvolvidas; identificar qual tipo de arranjo físico se identifica com as características da produção; analisar o fluxo produtivo; avaliar qual o arranjo físico mais adequado para a empresa.

O estudo é classificado como descritivo e exploratório, com o intuito de estudar com maior profundidade os aspectos relacionados ao arranjo físico do empreendimento. Segundo Gil (2009), “estudos com essas características têm como objetivo primordial a descrição de características de determinada população ou fenômeno”. A abordagem utilizada é qualitativa, uma vez que, segundo Miguel (2012), tende a ser menos estruturada. Diante das características do projeto de pesquisa, entendeu-se que o procedimento mais apropriado na área de Engenharia de Produção para conduzir este trabalho foi o estudo de caso. O método adotado para seu desenvolvimento foi o Planejamento Sistemático de Layout (*Systematic Layout Planning*) tal como descrito por Muther e Wheeler (2000).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tipos de Arranjo Físico

A literatura científica apresenta três tipos básicos de arranjos físicos que têm características bastante específicas, esses são chamados de arranjos clássicos ou puros. A partir deles, derivam-se outros tipos chamados de híbridos ou combinados, que procuram aliar características de dois ou mais arranjos básicos.

Os arranjos básicos podem ser classificados como arranjo físico por processo (ou funcional), por produto (ou em linha, ou linear) e por posição fixa (ou posicional). O arranjo híbrido mais usual é conhecido como celular (ou de manufatura). Tais definições são encontradas em Martins e Laugeni (2005), Corrêa e Corrêa (2008) e Moreira (2011).

2.2 A metodologia *Systematic Layout Planning* (SLP)

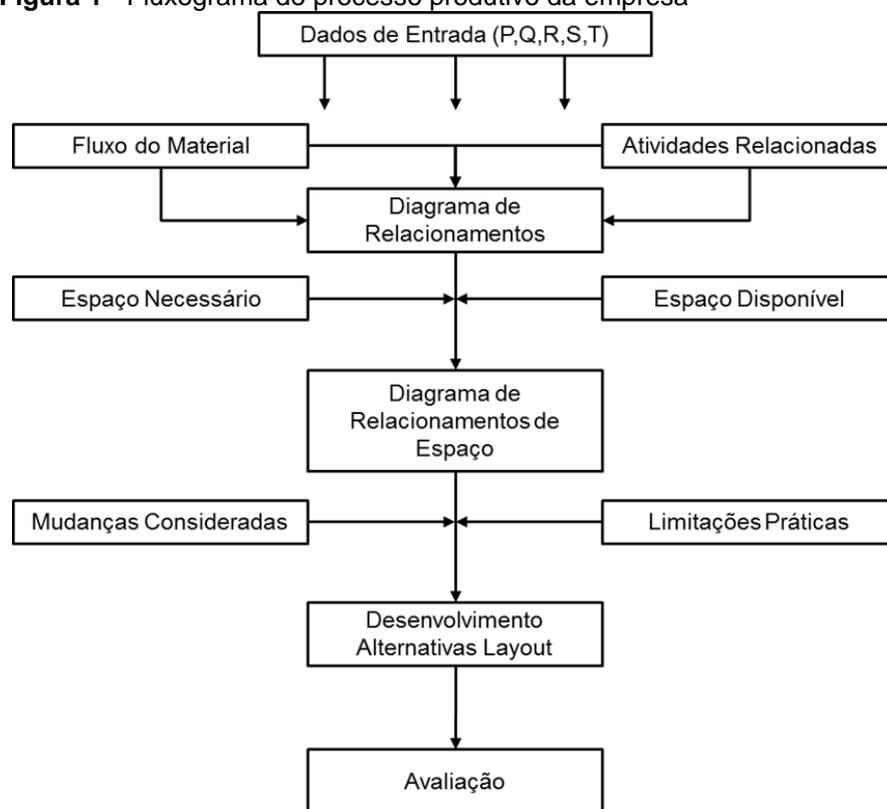
Tortorella e Fogliatto (2008) explicam que o SLP se inicia com uma análise designada pelas iniciais PQRST (produto, quantidade, rota, suporte e tempo). Essa análise auxilia na coleta organizada dos dados de entrada do problema, que constitui a etapa inicial do método, como pode ser observado no fluxograma da Figura 1.

Após essa etapa, iniciam-se as análises do fluxo do material e das atividades relacionadas. Yang *et al.* (2000, p. 1361) falam que “na etapa de análise do fluxo do material, todos os fluxos de materiais de toda a linha de produção são agregados em um gráfico que representa a intensidade do fluxo entre os diferentes departamentos”. Já na etapa das atividades relacionadas, realiza-se uma “análise qualitativa em relação ao relacionamento de proximidade”. Dessa forma, é possível obter a intensidade de fluxo entre os setores e a necessidade de proximidade entre os eles. Das análises realizadas, um diagrama de relacionamentos é desenvolvido. Esse tem como finalidade “posicionar e explicitar as taxas de relacionamento entre setores, definindo assim, quais devem estar próximos” (TORTORELLA e FOGLIATTO, 2008, p. 611).

As etapas de espaço necessário e espaço disponível determinam a quantidade de espaço a ser alocada a cada departamento. “Essa decisão é particularmente crítica para um problema de design de fábrica devido ao custo do espaço da sala limpa e às dificuldades de expansões futuras” (YANG et al., 2000, p. 1361). O diagrama de relação de espaço adiciona essas informações ao diagrama de relacionamentos.

Restrições adicionais do projeto são levantadas nas etapas de mudanças consideradas e limitações práticas. Em seguida, várias alternativas de arranjo físico são desenvolvidas na etapa de desenvolvimento de alternativas de layout. A última etapa envolve a escolha do layout final dentre as alternativas sugeridas. “Diversos critérios podem ser selecionados para comparar o desempenho dos arranjos. Cabe salientar a importância de envolver os funcionários da empresa na escolha dos critérios, uma vez que serão diretamente afetados pelo novo arranjo físico e se beneficiarão das melhorias do projeto” (MUTHER, 2000, apud Flessas *et al.* 2014, p. 453).

Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo da empresa



Fonte: Adaptada de Tompkins et al. (1996).

2.2.1 O *Systematic Layout Planning (SLP) Simplificado*

O SLP Simplificado é um resumo do livro *Systemic Layout Planning*, escrito por Muther em 1961. Esse método foi, conforme Muther e Wheeler (2000, p. 5), “concebido especificamente para o analista, planejador ou engenheiro atuante que lida com problemas de layouts industriais ou comerciais”.

Muther e Wheeler (2000) explicam que o SLP Simplificado é um conjunto de seis procedimentos a serem seguidos na confecção do layout de uma área. Esses são:

- 1) Representar o diagrama de relações
- 2) Estabelecer os espaços necessários
- 3) Desenhar o diagrama de relações
- 4) Desenhar os layouts de relações de espaços
- 5) Avaliar os arranjos alternativos
- 6) Detalhar o plano do layout selecionado

2.3 Mapas de Processo (fluxogramas)

Os mapas de processo podem ser usados para obter um melhor entendimento do funcionamento de uma operação. O ato de registrar cada estágio do processo pode destacar áreas necessitam mais atenção.

Mapeamento de processo envolve simplesmente a descrição de processos em termos de como as atividades relacionam-se umas com as outras dentro do processo. Existem muitas técnicas que podem ser usadas para mapeamento de processo, [...] todas identificam os tipos diferentes de atividades que ocorrem durante o processo e mostram o fluxo de materiais, pessoas ou informações que o percorrem (SLACK *et al.*, 2009, p. 101 - 102).

2.4 Pesquisas em *Systematic Layout Planning (SLP)*

Pesquisas sobre o tema são realizadas e discutidas sob diferentes perspectivas. Nesta parte do trabalho são citados alguns artigos que utilizam o método SLP, ou parte dele, para elaboração de arranjos físicos, a fim de enriquecer o entendimento do estudo e contextualizá-lo em diferentes tipos de empresas.

Yang *et al.* (2000) utilizam a metodologia nas instalações de empresa fabricante de pastilhas semicondutoras. Wiyaratn e Watanapa (2010) aplicaram em uma planta de fabricação de ferro. Borba *et al.* (2014) utilizam a metodologia nas instalações de uma microempresa de manufatura de medalhas, troféus e similares. Vieira *et al.* (2014), Flessas *et al.* (2014) e Ojaghi *et al.* (2015) utilizam a metodologia em empresas do setor alimentício. Lin *et al.* (2015) aplicaram o método nas instalações de um hospital. Turati e Filho (2016) utilizam na caldeiraria de uma empresa metalomecânica. Ali Naqvi *et al.* (2016) aplicaram em uma empresa que fabrica painéis de distribuição (*switch gear*). Gurgel *et al.* (2017) utilizam no setor de customização de peças de vestuário de uma indústria de confecção. Oriotote *et al.* (2017) em uma empresa do ramo cervejeiro. Werner *et al.* (2018) utilizam para proposta de um novo ambiente de estudos. Santos *et al.* (2018) aplicaram em uma oficina de caminhões. Palominos *et al.* (2019) aplicaram para redesenhar o *layout* de um departamento acadêmico da Universidade de Santiago do Chile. Isso mostra a diversidade de indústrias cuja metodologia pode ser aplicada.

As propostas de arranjos físicos apresentadas pelas pesquisas e a escolha do melhor *layout* pelos autores, mostram diferentes perspectivas sobre o tema. Wiyaratn e Watanapa (2010) apresentaram uma alternativa de arranjo que melhorou o fluxo de material da planta produtiva. Entretanto, os autores não esclareceram quais critérios utilizaram para avaliar as alternativas de *layout*. A proposta selecionada por Vieira *et al.* (2014) apresentou ganhos com movimentação de materiais e pessoas. Os autores, entretanto, não levaram em consideração aspectos financeiros. A alternativa proposta por Flessas *et al.* (2014) melhora aspectos referentes aos processos, como produtividade, distâncias percorridas e aspectos relacionados à segurança dos trabalhadores. Essa alternativa, por outro lado, foi considerada menos interessante financeiramente.

A alternativa selecionada por Borba *et al.* (2014) favoreceu a movimentação de materiais e a proximidade dos setores. Os autores não levaram em consideração fatores como custo e segurança. A proposta sugerida por Turati e Filho (2016) melhorou a segurança do trabalho, a organização do maquinário, a movimentação de cargas e otimizou o fluxo com equipamentos. A alternativa selecionada por Ali Naqvi *et al.* (2016) otimizou o fluxo de material e gerou economia de custos para a

empresa. Os autores avaliaram apenas o fluxo de material e o número de departamentos adjacentes ao centro de logística.

Gurgel *et al.* (2017) não compararam de forma objetiva sua alternativa proposta com o layout atual da empresa. Mesmo assim, apresentaram melhorias que o novo arranjo geraria, como a organização dos setores, fluxo de produção e aumento de produtividade. O trabalho de Werner *et al.* (2018) teve como principal fator a aceitação dos usuários; o qual foi atendido com a nova proposta. O arranjo físico proposto por Santos *et al.* (2018) favoreceu o fluxo de materiais, o deslocamento e a facilidade de controle e supervisão.

3 METODOLOGIA

O estudo teve início a partir da definição do objeto de pesquisa e, conseqüentemente, do tipo de arranjo físico que o caracteriza, de acordo com as informações apresentadas em Martins e Laugeni (2005), Corrêa e Corrêa (2008) e Moreira (2011).

Para o início do reconhecimento do universo das informações ligadas ao processo produtivo, foram utilizados meios observacionais e entrevistas semiestruturadas com os colaboradores da empresa, a fim de entender melhor o fluxo de produção. Dessa forma foi possível estruturar os aspectos referentes ao arranjo físico em questão. Utilizou-se a ferramenta AutoCAD 2015 para elaboração da planta baixa da empresa no intuito de facilitar a identificação dos recursos transformadores do processo, área dos setores, além de criar alternativas de layout. Na avaliação dos arranjos físicos utilizou-se de entrevistas semiestruturadas com os gerentes e diretores da empresa para selecionar o arranjo físico mais adequado entre as alternativas propostas.

O projeto embasou-se em pesquisas bibliográficas direcionadas à metodologia do Planejamento Sistemático de Layout (SLP), como exposto por Wiyaratn e Watanapa (2010), Vieira *et al.* (2014), Flessas *et al.* (2014), Borba *et al.* (2014), Turati e Filho (2016), Ali Naqvi *et al.* (2016), Gurgel *et al.* (2017), Werner *et al.* (2018) e Santos *et al.* (2018). Diante dessas informações, optou-se por utilizar o SLP Simplificado. A dinâmica do desenvolvimento do trabalho foi dividida em seis passos conforme apresentado em Muther e Wheeler (2000).

O 1º passo consiste em relacionar cada atividade, área, função ou características importantes das instalações, envolvidas no layout existente, com todas as outras atividades através de um grau de proximidade desejado. Este é um passo de classificação para determinar a proximidade relativa entre cada atividade ou áreas.

O 2º passo consiste em determinar as necessidades de espaço das atividades listadas no primeiro, suas características físicas e possíveis restrições na configuração. No 3º passo são relacionadas as atividades entre si (graficamente) para dar o formato básico do layout. Consiste em preparar o arranjo das atividades com maior grau de proximidade o mais próximo entre si e com menor grau de proximidade progressivamente mais distante.

O 4º passo apresenta como deverá ser disposto visualmente e graficamente o espaço necessário para todas as atividades. Fazem-se os ajustes ou rearranjos necessários para integrar todas as considerações de modificação. No 5º passo é selecionado o arranjo de espaço ou o layout total mais adequado para a empresa com base em uma avaliação dos arranjos alternativos desenvolvidos no 4º passo.

No 6º e último passo, o plano de layout selecionado é desenhado e, a partir dele, marcado os equipamentos ou características detalhadas individuais. Com isso, tem-se um plano completo que poderá ser utilizado para orientar a instalação.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 O Estudo de Caso

O empreendimento está localizado em zona urbana da cidade de Itaúna – MG e se dedica à atividade de fabricação de produtos domissanitários. Possui área total de aproximadamente 5.000m², sendo aproximadamente 2.300m² de área construída. O galpão principal, foco do trabalho, possui uma área de aproximadamente 2.055m².

A atividade ocorre em galpão fechado, coberto, com piso impermeável. A empresa possui como área de apoio: escritórios, banheiros, almoxarifado, e um pequeno refeitório. Conta com um quadro de 48 funcionários diretos e 27 indiretos, totalizando 75 funcionários. Essa diferenciação ocorre, pois o setor de logística e

distribuição da empresa, incluindo os motoristas de caminhão, faz parte de outra empresa dos mesmos donos. O regime de trabalho é de 44 horas semanais, normalmente das 07h00min às 17h00min.

A capacidade de produção instalada é de aproximadamente 571.000 litros/mês, sendo sua produção média de 400.000 litros/mês. O processo produtivo envolve as etapas de recepção, verificação e armazenamento de insumos, pesagens de matéria-prima, manipulação do produto, preparação da linha de produção, envase, acondicionamento, armazenagem do produto acabado e expedição. Além disso, é realizada uma análise físico-química e microbiológica do produto, a fim de verificar se o mesmo está de acordo com as especificações da Anvisa. Essas etapas serão explicadas no próximo tópico.

4.2 Etapas do processo produtivo

A partir das informações coletadas com base nas perguntas direcionadas aos colaboradores e nas observações *in loco* foi possível mapear o processo produtivo, bem como desenvolver seu fluxograma e analisar o fluxo de materiais. As atividades ocorrem de acordo com as etapas expostas abaixo:

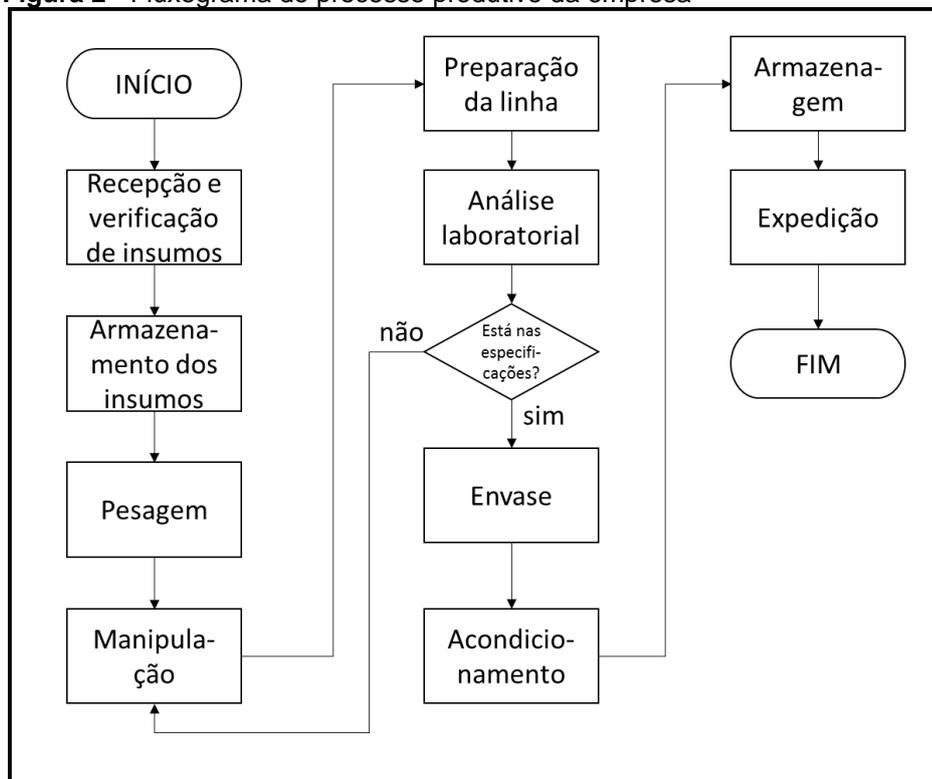
- 1) Recepção e verificação de insumos:** Os materiais utilizados para fabricação (frascos, matéria-prima, caixas de papelão, tampas, rótulos) são comprados com fornecedores que a empresa têm costume de trabalhar. Esses insumos são recebidos em quantias e períodos aleatórios, de acordo com a demanda da produção. Logo após o recebimento é realizada uma verificação dos produtos que conta com a aferição das medidas dos frascos e tampas, a fim de detectar não conformidades de acordo com as especificações contratadas, ou mesmo se existe algum defeito (normalmente pode ocorrer furo nos frascos) com o produto.
- 2) Armazenamento dos insumos:** Os insumos são armazenados em uma área de estocagem de acordo com sua utilidade. Fragrâncias são armazenadas em locais de temperatura mais baixa para não ocorrer perda da qualidade dos ativos. As caixas de papelão são armazenadas em local

que não há contato com calor, pois podem causar incêndio. Determinadas matérias primas são estocadas com cintas de aquecimento para manterem suas temperaturas elevadas para não solidificarem.

- 3) Pesagem:** Essa é a primeira etapa da produção propriamente dita, o primeiro destino da Ordem de Produção que chega do setor de Planejamento de Controle da Produção (PCP). A Ordem chega no setor especificando quais matérias primas serão necessárias para a manipulação do produto e em quais quantidades. O funcionário do setor é responsável então por pesar as matérias primas e enviar para o setor de manipulação. Após a pesagem, o funcionário escreve na Ordem de Produção o que foi utilizado de matéria-prima do estoque para que o responsável pelo PCP atualize no sistema da empresa.
- 4) Manipulação:** Nesta etapa, o técnico responsável pela manipulação analisa a Ordem de Produção e realiza a homogeneização dos insumos em um dos 12 tanques de mistura presentes na empresa. A escolha do tanque no qual será manipulado o produto é de acordo com a especificação da Ordem.
- 5) Preparação da linha:** Enquanto a manipulação é realizada, os funcionários preparam o local com os suprimentos que serão necessários para o envase: frascos, tampas, caixas de papelão e rótulos. Os frascos são colocados nos silos localizados antes das máquinas de envase para que os funcionários os coloquem na linha durante a produção. Nesse momento ocorre o *setup* das máquinas para que o envase ocorra de acordo com o que é solicitado na ordem de produção, adequando o maquinário às características do produto: volume, tamanho do frasco e tempo de envase.
- 6) Análise laboratorial:** Depois de homogeneizadas as matérias-primas, uma amostra do produto é recolhida e levada para análise laboratorial, a fim de verificar se o produto está de acordo com sua especificação. Caso o produto não esteja nas especificações, ajustes são realizados na manipulação até que esteja pronto para o envase. Após aprovação do laboratório, o produto é liberado para envase.

- 7) **Envase:** É o momento que a máquina coloca o produto manipulado dos tanques dentro dos frascos. Ocorre até que a quantidade de produto estabelecido na Ordem de Produção seja alcançada. Normalmente, durante a produção, os mecânicos realizam pequenos ajustes para que o processo ocorra de forma mais eficiente de acordo com o produto produzido.
- 8) **Acondicionamento:** Nesse momento, os funcionários colocam os produtos acabados em caixas de papelão de acordo com seu volume e especificação. Essas caixas são dispostas em *pallets* de acordo com as normas de segurança.
- 9) **Armazenagem:** Os *pallets* são empilhados nas ruas do estoque de produtos acabados da empresa até serem expedidos. Após a armazenagem, a Ordem de Produção volta para o setor de PCP e o estoque da empresa é atualizado.

Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo da empresa



Fonte: Elaborado pelos autores.

- 10) **Expedição:** Os produtos são expedidos por frota própria, com destino identificado, de acordo com a os pedidos em carteira. Grande parte da

Programação da Produção é elaborada para atender pedidos que serão embarcados no mesmo dia.

A ilustração do processo produtivo foi representada através de um fluxograma descritivo conforme a Figura 2. A partir de tal representação, definiu-se o ponto de partida para o mergulho em informações mais detalhadas.

4.3 Caracterização do Arranjo Físico

O processo segue uma operação majoritariamente linear, contando com bastante influência dos trabalhadores. Os produtos possuem sua composição bem definida, de acordo com cada tipo e marca produzida. A lógica observada para arranjar a posição dos recursos transformadores é a sequência de etapas do processo produtivo. O padrão do fluxo não é complexo e os produtos percorrem uma sequência bastante similar. O nível de conexão entre as diferentes etapas do processo é alto. Cada elemento da produção segue um roteiro pré-definido no qual a sequência de atividades coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente.

Essas características, segundo Corrêa e Corrêa (2008), indicam um arranjo físico por produto. Entretanto, esse arranjo é mais adequado para operações que processam poucos produtos em grandes volumes, que não é o caso em questão. A empresa apresenta um *mix* de produtos bastante diversificado. Dessa forma, a operação também apresenta características de um arranjo físico por processo. De acordo com Peinado e Graeml (2009), o arranjo funcional (por processo) agrupa os processos e equipamentos do mesmo tipo e função em um espaço físico próximo, característica que é bem explícita na organização dos elementos da indústria de estudo.

O Quadro 1 é uma adaptação de Corrêa e Corrêa (2008), e apresenta as características dos arranjos por processo e por produto. Os quadros sombreados de azul representam as características observadas na empresa estudada.

Quadro 1 - Comparativo entre arranjo físico por processo e por produto

	Arranjo Físico por Processo	Arranjo físico por produto
Lógica	Recursos agrupados por função	Recursos arranjados sequencialmente
Tipo de processo	Por tarefa, por lote ou batelada	Linha, fluxo contínuo
Fluxo processado	Intermitente, variável	Contínuo
Volumes por produto	Baixos	Altos
Variedade de produtos	Alta	Baixa
Decisão de arranjo físico	Localização dos recursos	Balanceamento de linhas
Estoque em processo	Alto	Baixo
Sincronização entre etapas	Difícil	Fácil
Identificação de gargalos	Mais difícil	Mais fácil
Distâncias percorridas	Longas	Curtas
Espaço requerido	Grande	Pequeno
Natureza geral dos recursos	Mais polivalente	Dedicados
Custos com manuseio de materiais	Mais alto	Mais baixo
Critério competitivo priorizado	Flexibilidade	Custo, velocidade

Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2008).

Diante do exposto, o arranjo físico da empresa foi considerado **misto**, pois apresenta características que se enquadram no arranjo físico por processo e por produto. Além disso, outra informação importante é a divisão atual do espaço fabril. O espaço pode ser dividido em 10 setores, como observado na Tabela 1. Esses setores serão representados por códigos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) no decorrer do trabalho.

4.4 Coleta de dados e análise

Neste trabalho, o SLP foi aplicado seguindo as etapas sugeridas por Muther e Wheeler (2000). Antes da aplicação do método, os processos produtivos foram mapeados para identificar a movimentação de materiais entre os setores. Além disso, realizou-se uma caracterização geral do atual arranjo físico, com intuito de entender quais itens avaliar em um projeto de *layout* de uma planta produtiva fechada de produtos domissanitários.

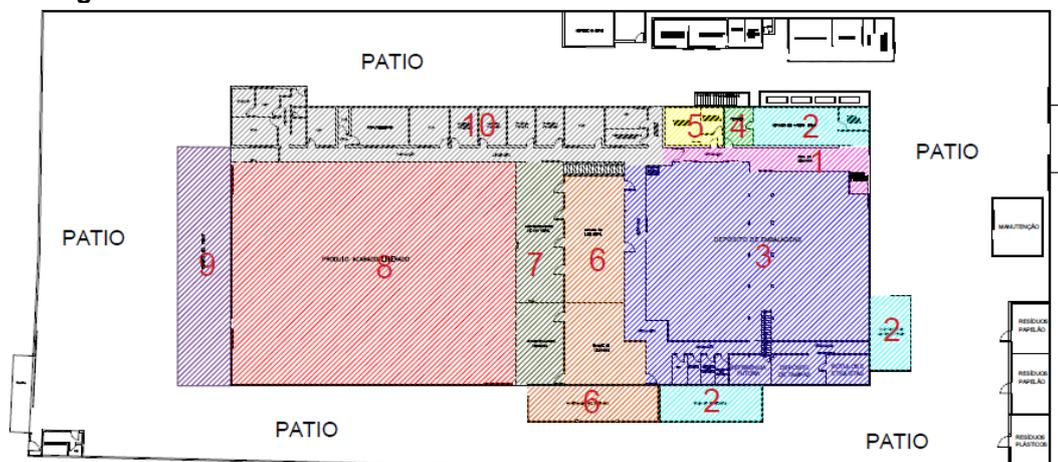
Com essas informações em mãos, tornou-se possível aplicar o SLP com mais assertividade. Então, seus passos foram utilizados como ferramenta sequencial para apresentação dos dados coletados, análise e resultado.

Tabela 1 - Divisão dos setores da empresa

Código	Setor
1	Recepção e verificação
2	Estoque de matéria-prima
3	Estoque de embalagens
4	Pesagem
5	Laboratórios
6	Envase e manipulação
7	Acondicionamento
8	Estoque de produto acabado
9	Expedição
10	Escritórios

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3 - Planta baixa com setores destacados



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4.1 Passo 1: Apresentar o diagrama das relações

O diagrama de relações foi realizado com base na divisão de setores da empresa definida no capítulo 4.3. As vogais “A, E, I, O, U”, indicam o grau de proximidade: A – Absolutamente Necessário, E – Especialmente Importante, I –

Importante, O – Proximidade normal, U – Sem importância. A letra X indica que a proximidade não é desejada. A razão pela utilização de cada letra em cada setor foi classificada em: (1) – Movimentação de materiais, (2) – Movimentação de pessoas, (3) – Controle de estoque, (4) – Conveniência e (5) – Controle de serviço. Com base nos dados levantados realizou-se o diagrama apresentado na figura 4. As Tabelas 2 e 3 informam os dados de entrada do diagrama de relações.

Tabela 2 - Graus de Proximidade do Diagrama de Relacionamentos

VALOR	PROXIMIDADE	Nº DE CLASSES
A	Absolutamente necessário	9
E	Especialmente necessário	1
I	Importante	4
O	Proximidade normal	3
U	Sem importância	28
X	Não desejável	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir desse diagrama foi possível determinar quais atividades deverão ficar adjacentes entre si e qual a justificativa para essas proximidades. Essas informações serão úteis para elaboração do diagrama de relação do passo 3.

Tabela 3 - Razão por trás dos valores de proximidade

CÓDIGO	RAZÃO
1	Movimentação de materiais
2	Movimentação de pessoas
3	Controle de estoque
4	Conveniência
5	Controle do serviço

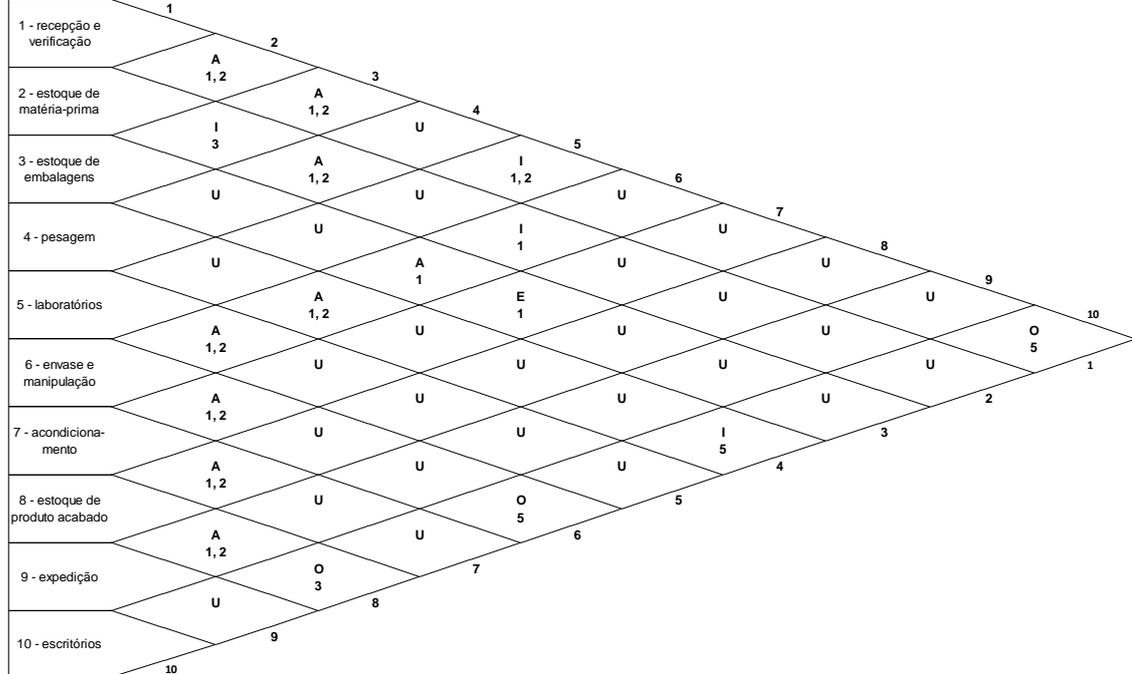
Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4.2 Passo 2: Estabelecer as necessidades de espaço

Para criação de um arranjo visual é necessário conhecer o espaço necessário para cada atividade bem como suas possíveis restrições. O levantamento do espaço disponível em cada setor foi realizado por medições na planta baixa da empresa através do *software* AutoCAD 2015. O valor das áreas foi arredondado para o número inteiro mais próximo. As necessidades específicas de cada setor também

foram registradas, como indicado na metodologia. Esses dados são apresentados na Tabela 4.

Figura 4 - Diagrama de relações da empresa



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4.3 Passo 3: Relação das atividades no diagrama

Com base nas informações coletadas é possível desenhar o arranjo das atividades. Primeiramente, desenhou-se um mapa com as atividades classificadas com relação de proximidade do tipo A, ou seja, absolutamente necessário. Essas atividades foram unidas com 4 linhas paralelas e arranjadas como mostra a figura 5. As razões (1 – movimentação de materiais, 2 – movimentação de pessoas, 3 – controle de estoque, 4 – conveniência, 5 – controle do serviço) também foram explicitadas nas linhas. As setas indicam o fluxo do material iniciando na atividade de código 1, representada com a cor verde (Recepção e Verificação), e terminando na de código 9, de cor vermelha (Expedição).

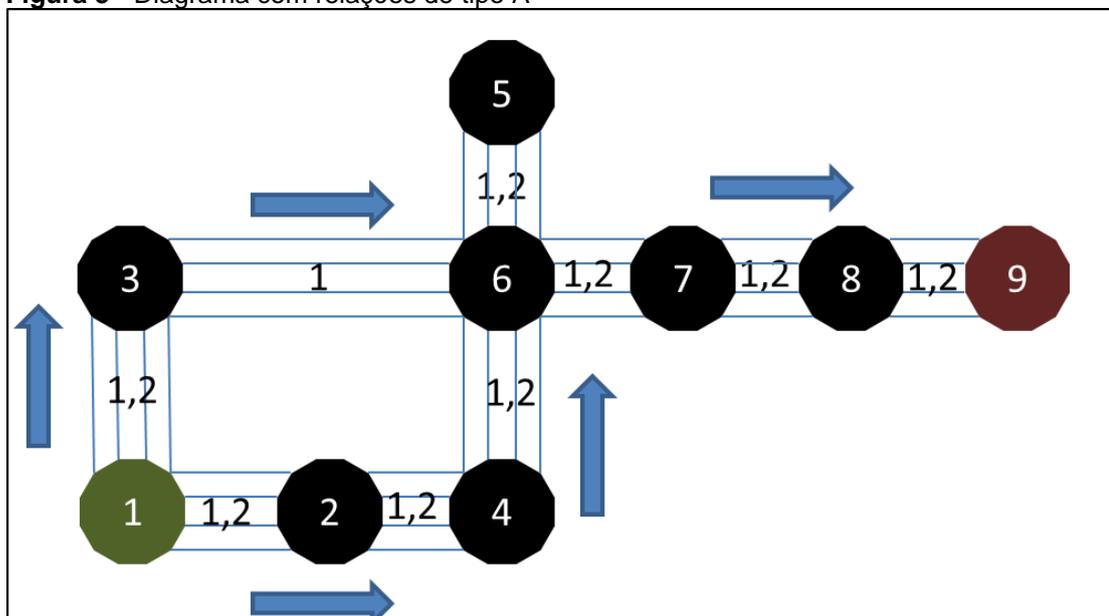
Em seguida, as relações do tipo E (especialmente necessárias) foram inseridas no mapa. Essas foram unidas com 3 linhas paralelas. Com isso realizou-se um rearranjo dos setores, como mostra a Figura 6.

Tabela 4 - Necessidades de espaço de cada setor

SETOR	ÁREA ETIMADA	NECESSIDADE ESPECÍFICA
1 - Recepção e verificação	47 m ²	Deve localizar-se em alguma extremidade do galpão para facilitar o descarregamento dos insumos que chegam por veículos.
2 - Estoque de matéria-prima	114 m ²	O hipoclorito de sódio (NaClO), uma das matérias primas da empresa, deve localizar-se em alguma extremidade do galpão, pois seu estoque é abastecido através de caminhão pipa do fornecedor.
3 - Estoque de embalagens	524 m ²	Não há necessidades específicas a serem atendidas
4 - Pesagem	12 m ²	Deve localizar-se adjacente ao setor de estoque de matéria-prima, pois o mesmo funcionário opera os dois setores simultaneamente.
5 - Laboratórios	23 m ²	Não há necessidades específicas a serem atendidas
6 - Envase e manipulação	186 m ²	Não há necessidades específicas a serem atendidas
7 - Acondicionamento	109 m ²	Deve localizar-se adjacente ao setor de envase e manipulação, pois os mesmos funcionário operam os dois setores simultaneamente.
8 - Estoque de produto acabado	639 m ²	Não há necessidades específicas a serem atendidas
9 - Expedição	128 m ²	Deve localizar-se em alguma extremidade do galpão para facilitar a montagem das cargas na frota da empresa.
10 - Escritórios	270 m ²	Não há necessidades específicas a serem atendidas
TOTAL	2052 m²	

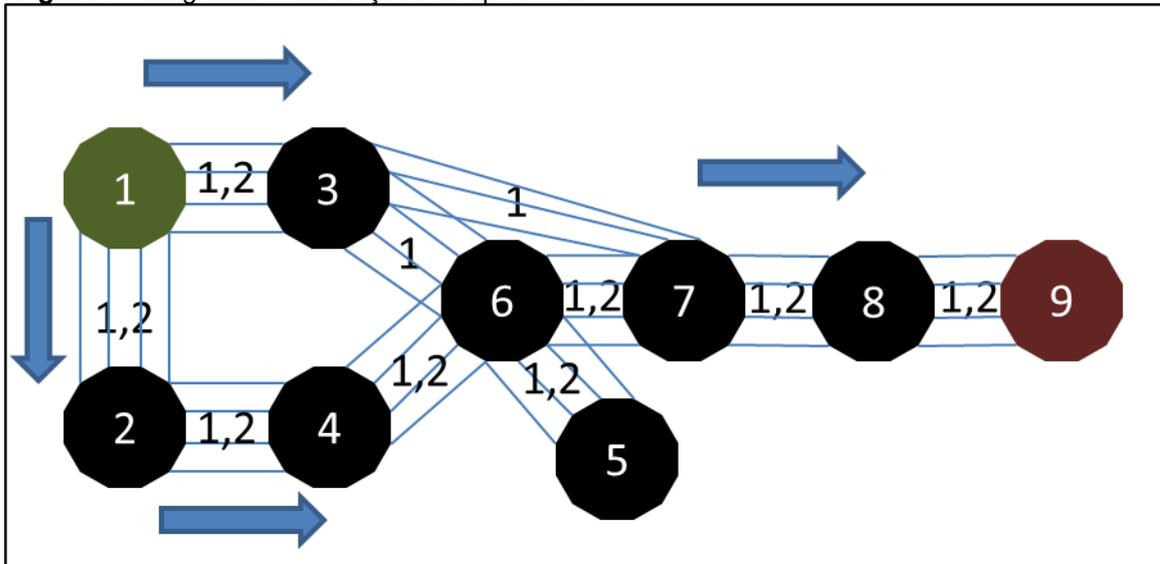
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 - Diagrama com relações do tipo A



Fonte: Elaborado pelos autores.

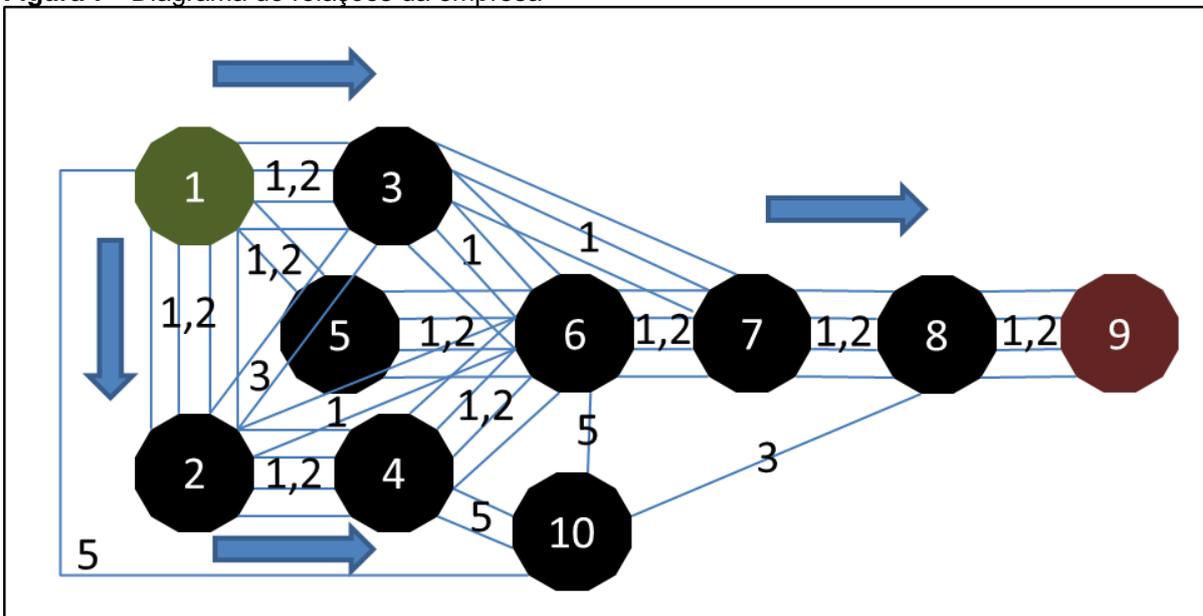
Figura 6 - Diagrama com relações do tipo A e E



Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, acrescentaram-se as relações do tipo I e O, importante e proximidade normal. Essas relações foram representadas com duas linhas paralelas e uma linha, respectivamente. Com isso, realizou-se o diagrama de relações final, apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Diagrama de relações da empresa

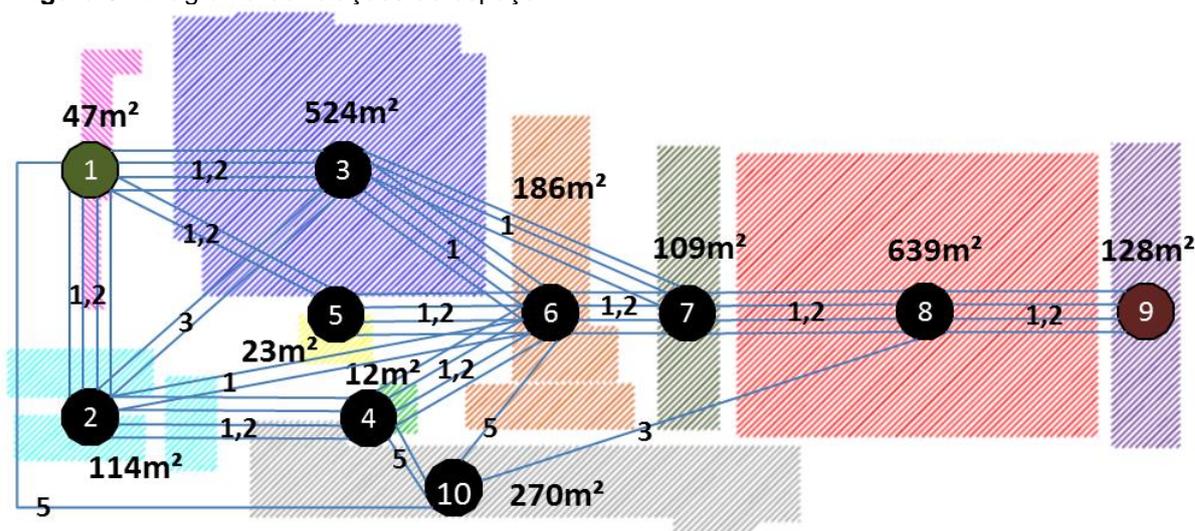


Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4.4 Passo 4: Desenhar os layouts de relação de espaços

Com base no diagrama da Figura 7, criou-se um novo desenho informando as necessidades de espaço de cada setor, bem como suas características físicas e sua configuração. Este novo desenho, apresentado na Figura 8, é chamado de diagrama de relações de espaços.

Figura 8 - Diagrama de relações de espaço



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do desenho da Figura 8, foram elaboradas duas alternativas novas de *layout*: Alternativa I (Figura 9) e Alternativa II (Figura 10), obedecendo três premissas:

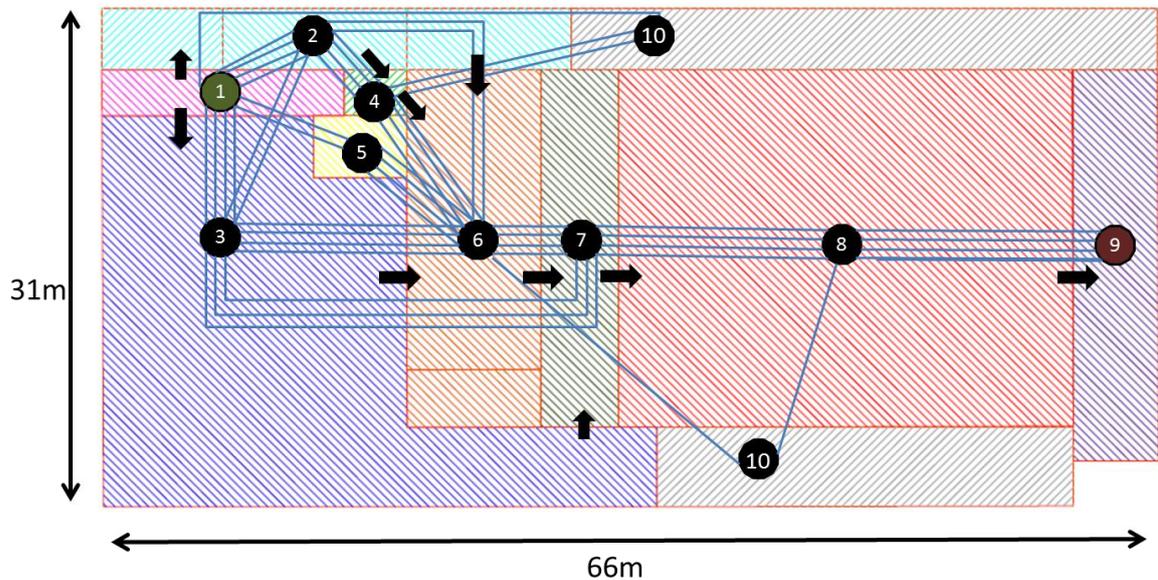
1. Manter a área total do galpão: aproximadamente 2052m²;
2. Manter o formato retangular do galpão;
3. Alterar de forma mínima as áreas totais individuais de cada setor.

Além dessas duas novas propostas de arranjo, levou-se em consideração manter o *layout* existente: alternativa III (Figura 11). O *layout* existente foi espelhado para facilitar a visualização do fluxo de materiais (da esquerda para direita) e a comparação com as alternativas I e II. As setas pretas indicam o fluxo do material entre os setores.

4.4.5 Passo 5: Avaliar os arranjos

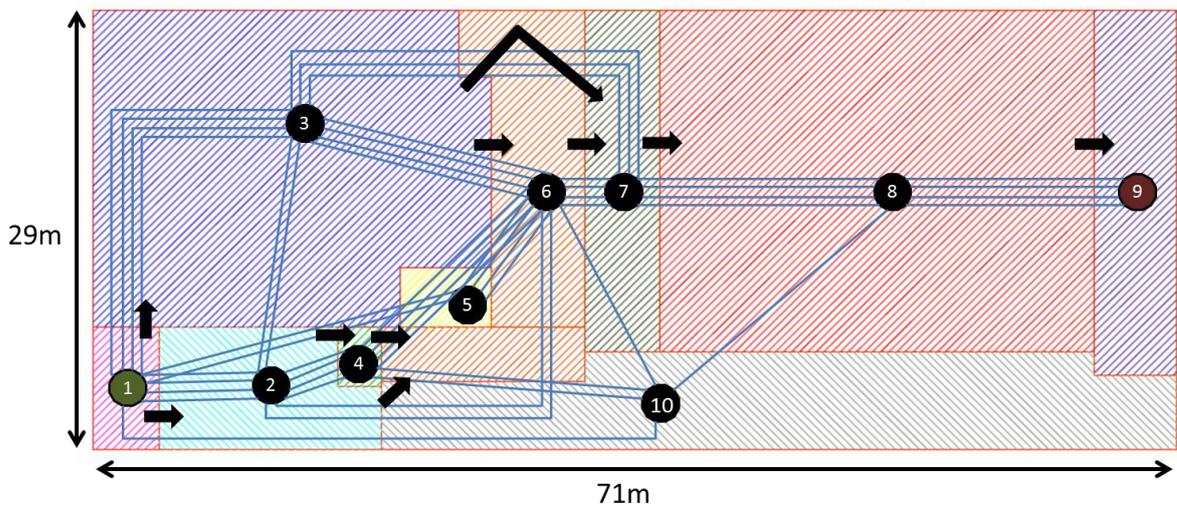
Muther e Wheeler (2000, p. 33) falam que "uma lista de vantagens e desvantagens, ou de prós e contras, normalmente não tem profundidade suficiente e não dá o relacionamento adequado à relativa importância dos vários fatores". Logo, explicam que somente com uma avaliação objetiva e imparcial é possível apresentar a melhor escolha do *layout*.

Figura 9 - Proposta de *Layout* I



Fonte: Elaborado pelos autores.

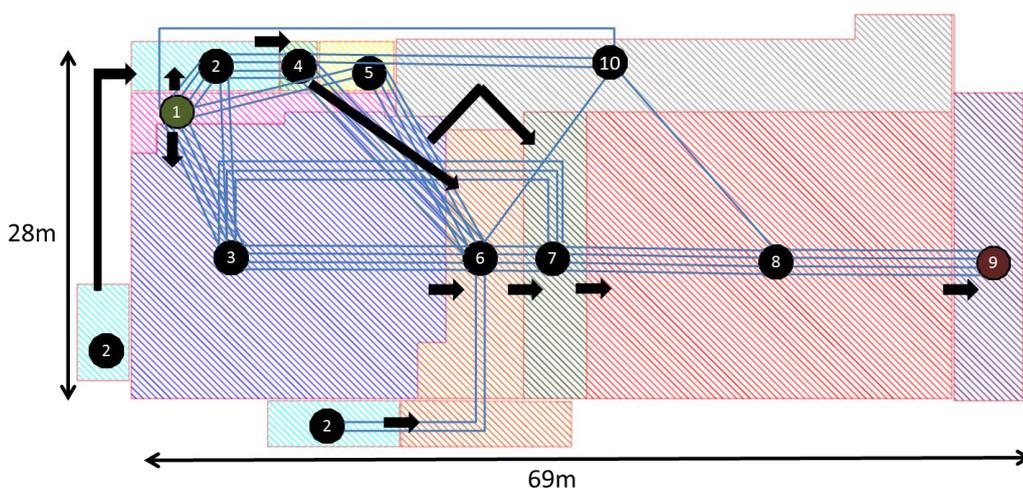
Figura 10 - Proposta de *Layout* II



Fonte: Elaborado pelos autores.

Então, para avaliação das alternativas de arranjo físico desenvolvidas, realizou-se uma tabela com o objetivo de determinar qual *layout* é o mais adequado. Ao fator mais importante foi atribuído peso 10. Ao menos importante foi atribuído peso 2. Aos outros fatores, atribui-se pesos entre 2 e 10, de acordo com sua importância. Essa importância foi determinada pelo autor em entrevista semiestruturada com os gerentes e diretores da empresa. A eficácia de cada arranjo alternativo em alcançar o objetivo daquele fator foi classificada utilizando vogais: A, E, I, O ou U. Cada vogal equivale a um valor: A = 4, E = 3, I = 2, O = 1, U = 0.

Figura 11 - Proposta de *Layout* III



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a classificação (A, E, I, O ou U) de cada alternativa (I, II ou III) para cada fator, multiplicou-se o peso pelo valor das letras. Dessa forma, totalizando os valores de classificação com o peso, o plano com o maior total foi escolhido como o melhor *layout* alternativo, como mostra a Tabela 5.

Muther e Wheeler (2000) explicam que os números reais finais não são tão importantes quanto a diferença percentual entre as alternativas. Pôde-se observar que a alternativa III é 1% melhor que a alternativa II e a alternativa II é 15% melhor que a alternativa I. Dessa forma é possível concluir que não há diferença significativa entre as alternativas, porém é possível afirmar que as alternativas II e III são ligeiramente melhores que a alternativa I.

4.4.6 Passo 6: Detalhar o plano de layout selecionado

A avaliação das alternativas de layout mostrou que fatores como “fluxo do material e economia no manuseio”, “movimentação de equipamentos” e “facilidade de controle e supervisão” são melhores atendidos pelas alternativas I ou II. Entretanto, fatores como “fluxo e segurança dos funcionários nas instalações” e “investimento mínimo” são melhores atendidos pela alternativa III. Isso destaca a importância da avaliação das alternativas em conjunto com os funcionários da empresa, pois apenas quem convive diariamente nos espaços da fábrica consegue avaliar de forma mais criteriosa determinados fatores.

Com base na avaliação das propostas de arranjo físico sugeridas, chegou-se à conclusão que a melhor opção para a empresa é manter o arranjo físico atual (alternativa III). Foi destacado pelos gerentes que não seria interessante realizar mudanças no momento, pois o atual galpão é alugado. Futuramente, a empresa pretende se instalar em outro endereço e neste momento sim, seria adequado realizar mudanças no layout da fábrica.

Então, com o arranjo físico selecionado em mãos, foi possível detalhar o projeto selecionado em um desenho no qual é indicado todos os equipamentos e instalações nos respectivos locais planejados. Dessa forma, é possível apresentar o plano aos instaladores que ficarão encarregados de realizar as adaptações necessárias para atender a proposta.

Tabela 5 - Avaliação das Alternativas

FATOR/CONSIDERAÇÃO	PESO	I	II	III
Fluxo e segurança dos funcionários nas instalações	10	O / 10	A / 40	A / 40
Fluxo do Material e Economia no Manuseio	9	A / 36	E / 27	I / 18
Movimentação de equipamentos	8	A / 32	E / 24	I / 16
Investimento mínimo	7	O / 7	O / 7	A / 28
Adapta-se com a estrutura	6	O / 12	O / 12	A / 24
Facilidade de Controle e Supervisão	5	E / 15	A / 20	I / 10
Facilidade de futuras expansões	4	O / 4	O / 4	O / 4
Aparência e Facilidade de Organização	2	A / 8	A / 8	I / 4
TOTAIS		124	142	144

Valores das classificações:

A – quase perfeito: 4

E – especialmente bom: 3

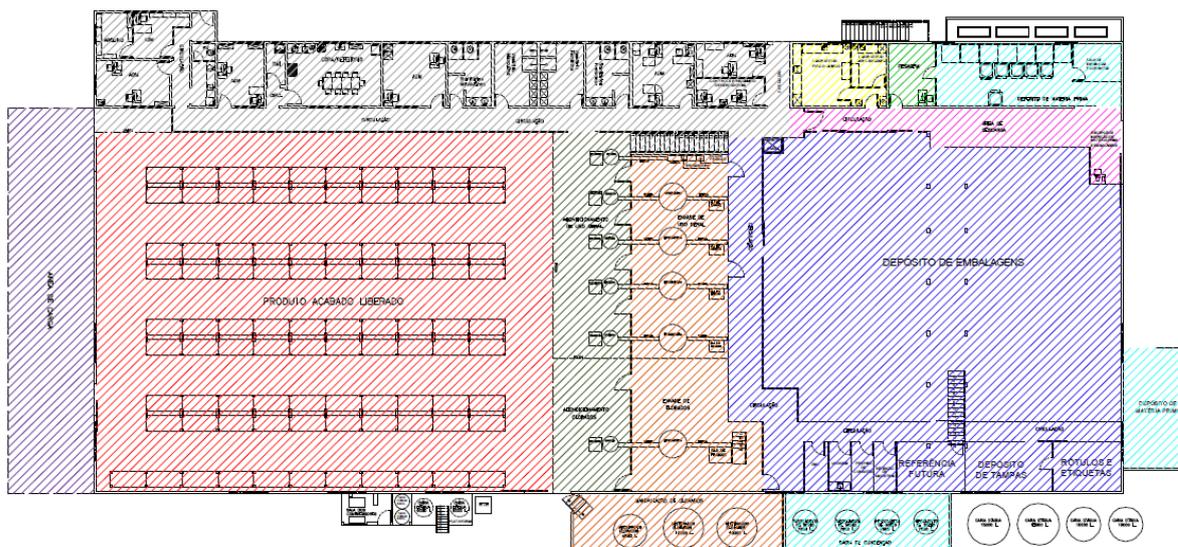
I – resultados importantes: 2

O – resultados normais: 1

U – resultados sem importância: 0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12 - Plano de Layout Selecionado



Fonte: Elaborado pelos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar o arranjo físico de uma planta produtiva fechada de produtos domissanitários e apresentar uma nova proposta de layout. Esse foi alcançado, uma vez que a pesquisa reuniu informações que, quando aplicadas à metodologia proposta, geraram novas alternativas de arranjo para a planta industrial, duas inéditas e uma conhecida.

Os objetivos específicos também foram alcançados. O trabalho apresentou um estudo detalhado da planta industrial juntamente com suas atividades desenvolvidas. Identificou o tipo de arranjo físico presente, suas características e analisou o fluxo produtivo de acordo com o embasamento teórico. Por fim, conseguiu avaliar qual o arranjo físico mais adequado para a empresa de acordo com a metodologia proposta.

A aplicação do método SLP em uma empresa cujo arranjo físico foi considerado misto (funcional e em linha) representou um desafio. A compreensão do cenário em questão, seus fluxos associados e suas restrições, exigiram uma análise minuciosa. Dessa forma, é correto afirmar que o planejamento de arranjo físico consiste em um processo complexo, que exige criatividade, principalmente na etapa de elaboração de alternativas de arranjo físico, e senso crítico, principalmente na etapa de avaliação das alternativas propostas.

O resultado apresentado neste trabalho, quando comparado aos resultados dos trabalhos citados na subseção 2.4 deste artigo, evidenciou que o ponto de vista do planejador de layout influencia diretamente na escolha pelo arranjo físico ótimo. Isso ratifica a afirmação de Villar (2014) considerando que, “ora será a segurança o fator mais importante, ora serão as condições ambientais, ora a estética do conjunto, ou a obtenção de um fluxo racional”. Observou-se também que todos os trabalhos levaram à um arranjo físico que melhorou o fluxo do material. O que levanta a hipótese desse critério ser o de maior relevância na metodologia SLP.

Embora as alternativas de arranjo sugeridas nesta pesquisa fossem adequadas para a otimização do fluxo do material, 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.

As aplicações das ferramentas apresentadas nesta pesquisa podem proporcionar benefícios às empresas que pretendem aprimorar seu arranjo físico, além de incentivar mais estudos sobre o tema. Dessa forma, sugere-se que futuros trabalhos utilizem abordagem quantitativa para comparar as soluções obtidas por meio do SLP. Outra sugestão é utilizar a simulação computacional como ferramenta para obtenção de um arranjo ótimo e assim, junto com a análise qualitativa, definir a escolha do melhor layout para a empresa.

REFERÊNCIAS

- ABIPLA. **Anuário ABIPLA/SIPLA - Edição 2018**. Associação Brasileira de Produtos de Limpeza e Afins. Disponível em: www.abipla.org.br/Novo/Anuario. Acesso em: 01 nov. 2018.
- ALI NAQVI, S. A. et al. Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. **Journal Cogent Engineering**, v. 3, 2016. <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1207296>
- ANVISA. Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **DOU**, p. 12647, 24 set. 1976.
- BORBA, M.; LUNA, M. M. M.; SILVA, F. A. B. Proposta de arranjo físico para microempresa baseado no planejamento sistemático de layout (SLP). **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 6, n. 1, p. 519-531, 2014. <https://doi.org/10.18407/issn.1983-9952.2014.v6.n1.p519-531>
- CHIAVENATO, Idalberto. **Administração da produção**: uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005

CORRÊA, L. H.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

FLESSAS, M. et al. Planejamento sistemático de layout aplicado à cozinha industrial de um restaurante temático. **Produção em Foco**, v. 4, n. 02, p. 449-480, 2014.
<https://doi.org/10.14521/P2237-5163201400060010>

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GURGEL, R. F. et al. Implementação de um novo layout visando à competitividade global no setor de customização da maior indústria de confecção de vestuário da América Latina. **Future Studies Research Journal**, São Paulo–SP, v. 9, n. 3, p. 69-91, 2017.
<https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2017.v9i3.319>

JÚNIOR, J. A. S. et al. Identificação do layout adequado em uma empresa de tecnologia eletrônica. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, n. 7, p. 1-22, 2012.
<https://doi.org/10.7177/sg.2012.v7.n1.a1>

KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa**: guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LIN, Q. et al. Integrating systematic layout planning with fuzzy constraint theory to design and optimize the facility layout for operating theatre in hospitals. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 26, p. 87-95, 2015. <https://doi.org/10.1007/s10845-013-0764-8>

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

MAYNARD, H. B. **Manual de engenharia de produção**: instalações industriais/ a função da engenharia de produção. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO 2012.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

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

OJAGHI, Y. et al. Production Layout Optimization for Small and Medium Scale Food Industry. **Procedia CIRP**, n. 26, p. 247-251, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.050>

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

ORIoTOTE, E. M. et al. Análise de Layout em uma Cervejaria Artesanal com base no modelo Systematic Layout Planning. **Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas (AJOICA)**, n. 16 p. 1-21, 2017.

PALOMINOS, P. et al. An Extension of the Systematic Layout Planning System Using QFD: Its Application to Service Oriented Physical Distribution. **Engineering Management Journal**, v.31, p. 284-302, 2019. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1651444>

PEINADO, J; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

SANTOS, T. S. et al. Proposta de melhoria de layout para uma oficina de caminhões por meio da aplicação da metodologia PSL. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 6, n. 9, p. 133-147, 2018.
<https://doi.org/10.5380/relainep.v6i9.59968>

SANTOS, T. S. et al. Proposta de melhoria de layout para uma oficina de caminhões por meio da aplicação da metodologia PSL. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 6, n. 9, p. 133-147, 2018.
<https://doi.org/10.5380/relainep.v6i9.59968>

SLACK, N. et. al. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TOMPKINS, J. A., et al. **Facilities planning**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2010.

TORTORELLA, G. L., FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. **Produção**, v.18, n.3, p 609-624, 2008.
<https://doi.org/10.1590/S0103-65132008000300015>

TURATI, S. A.; FILHO, E. M. Reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa do setor metalomecânico por meio do método de Planejamento Sistemático de Layout – SLP. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas (GEPROS)**, Bauru–SP, ano 11, n. 2, p. 39-51, 2016. <https://doi.org/10.15675/gepros.v11i2.1391>

VIEIRA, N. P. F. et al. Aplicação do método SLP para melhoria do arranjo físico estudo de caso em uma empresa do ramo alimentício. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 2, n. 3, 2014. <https://doi.org/10.5380/relainep.v2i3.38415>

VILLAR, A. M. **Planejamento das instalações empresariais**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2014.

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

WIYARATN, W.; WATANAPA, A. Improvement Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) for Increased Productivity. World academy of science, engineering and technology. **International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering**, v. 4, n. 12, 2010.

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. <https://doi.org/10.1108/01443570010348299>



Artigo recebido em: 26/06/2019 e aceito para publicação em: 03/06/2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v20i2.3704>