

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANDREI ROSSI

MELHORIA DE *LAYOUT* EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
POR MEIO DO MÉTODO SLP

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PATO BRANCO

2017

ANDREI ROSSI

**MELHORIA DE *LAYOUT* EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
POR MEIO DO MÉTODO SLP**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Engenharia de Produção”.
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin.

PATO BRANCO

2017

Espaço destinado a elaboração da ficha catalográfica sob responsabilidade exclusiva do Departamento de Biblioteca da UTFPR.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Gerência de Pesquisa e Pós-graduação
Departamento Acadêmico de Mecânica
II Curso de Especialização em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

MELHORIA DE *LAYOUT* EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS POR MEIO DO
MÉTODO SLP

por

ANDREI ROSSI

Esta Monografia foi apresentada em 17 de março de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção. O (a) candidato (a) foi arguido (a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Marcelo Gonçalves Trentin
Prof.(a) Orientador(a)

Gilson Adamczuk Oliveira
Membro titular

José Donizetti de Lima
Membro titular

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

RESUMO

ROSSI, Andrei. **Melhoria de layout em uma indústria de embalagens por meio do método SLP**. 2017. 37 folhas. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

No presente trabalho enfatiza-se a crescente preocupação das organizações em se tratando de otimizar os processos internos e eliminar as atividades não agregadoras de valor. Neste quesito, o arranjo das máquinas e equipamentos transformadores exerce grande influência, podendo colaborar ou comprometer a competitividade da empresa. Assim, neste estudo aborda-se a aplicação estruturada do consagrado método SLP (*Systematic Layout Planning*) na elaboração de um modelo para rearranjo parcial do *layout* de uma indústria de embalagens flexíveis. Também apresenta a elaboração de uma equação – denominada Equação Avaliativa - cuja finalidade é avaliar quantitativamente a melhora obtida ao comparar a situação atual em relação ao *layout* proposto. Tais análises revelaram que o modelo proposto poderá proporcionar uma melhora de 42% na eficiência nas rotas e deslocamentos internos, agregando assim, maior competitividade a empresa em questão.

Palavras-chave: Melhoria de *layout*. Quantificar melhora. Competitividade.

ABSTRACT

ROSSI, Andrei. **Improved layout in a packaging industry through the SLP method.** 2017. 37 folhas. Monograph (Specialization in Production Engineering) - Federal Technology University - Parana. Pato Branco, 2017.

This paper emphasizes the growing concern of organizations to optimize internal processes and eliminate activities that do not add value. In this regard, the arrangement of transforming machines and equipment exerts a great influence, being able to collaborate or compromise the competitiveness of the company. Thus, this study addresses the structured application of the established Systematic Layout Planning (SLP) method in the elaboration of a model for partial rearrangement of the layout of a flexible packaging industry. It also presents the elaboration of an equation - called Evaluative Equation - whose purpose is to quantitatively evaluate the improvement obtained when comparing the current situation in relation to the proposed layout. Such analyzes revealed that the proposed model could provide a 42% improvement in the efficiency of the routes and internal displacements, thus increasing the competitiveness of the company in question.

Keywords: Improved layout. Quantify improvement. Competitiveness.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 LAYOUT INDUSTRIAL	9
2.1 O PLANEJAMENTO DO <i>LAYOUT</i>	10
3 METODOLOGIA	14
4 ANÁLISE DO PROCESSO ATUAL	15
5 APLICAÇÃO DO MÉTODO SLP	17
5.1 ETAPA 1: DIAGRAMA DE RELAÇÕES ENTRE AS ATIVIDADES	17
5.1.1 Critérios para desenvolvimento do diagrama de relações.....	18
5.1.2 Áreas analisadas e diagrama de relações.....	19
5.2 ETAPA 2: DEFINIÇÃO DA NECESSIDADE DE ESPAÇO	20
5.3 ETAPA 3: DIAGRAMA DE FORÇAS ENTRE AS ÁREAS.....	21
5.4 ETAPA 4: ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DE <i>LAYOUT</i> (MELHORIA)	22
5.5 PASSO 5: COMPARAÇÃO ENTRE AS OPÇÕES DE <i>LAYOUT</i>	25
5.5.1 Cálculo da distância total relativa	26
5.6 PASSO 6: DETALHAMENTO DA PROPOSTA DE <i>LAYOUT</i>	27
5.6.1 Melhorias Iniciais	29
6 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O arranjo físico ou *layout* de uma organização, não é somente a disposição dos seus equipamentos e ferramentas, mas também, uma das características mais relevantes e evidentes no ambiente organizacional que pode influenciar de maneira positiva ou negativa, no modo como os recursos são transformados e no tempo de execução de cada operação, refletindo nos lucros e produtividade das organizações (BEM et al., 2013). Por sua vez, Ritzman et al., (2009) ressaltam que os layouts afetam não apenas o fluxo de trabalho entre os processos de uma instalação, como também os processos em outros lugares na cadeia de valor.

Grande parte das dificuldades observadas no dia-a-dia das indústrias de manufatura pode apresentar uma estreita relação com o *layout* de seus recursos produtivos, organizados de forma inadequada, o que os tornam menos eficientes e até mesmo ineficientes (MELLER et al., 1996). Antes do prosseguimento de qualquer planejamento de *layout*, todos os detalhes relacionados com processos produtivos e fluxo de materiais devem ser obtidos (WILDE, 1996).

Segundo Muther (1978), o projeto do *layout* é uma das mais importantes etapas do planejamento do sistema produtivo. O tempo dedicado no planejamento do arranjo físico antes de sua implantação evita que as perdas assumam grandes proporções e possibilita que todas as modificações se integrem, permitindo o estabelecimento de uma sequência lógica para as mudanças. A reestruturação do *layout* deve ser feita de forma a otimizar o processo de trabalho, garantindo sempre a segurança do fluxo de materiais, pessoas e informações (MONKS, 1987).

São diversos os métodos de planejamento de *layout* que podem ser utilizados, cada um com suas especificidades. O Planejamento Sistemático de *Layout* ou SLP (*Systematic Layout Planning*) é uma metodologia altamente utilizada devido à sua acessibilidade (GILBERT, 2004), a qual objetiva regulamentar uma série de procedimentos para a escolha do melhor arranjo das instalações de uma fábrica e colaborar na conseqüente tomada de decisão por parte da empresa (SILVA et al., 2009).

O presente estudo tem como objetivo principal, propor um novo arranjo dos recursos produtivos a fim de organizar os fluxos internos de materiais e insumos, e reservar locais destinados a inserção de futuros equipamentos necessários em função da demanda do portfólio atual e da atuação em novos segmentos de

mercado. Além disso, pretende-se comparar quantitativamente os cenários e mensurar a melhora passível de ser obtida, levando em conta os fatores mais importantes para a organização em questão.

2 LAYOUT INDUSTRIAL

Dentre as formas de arranjo de *layout*, podem-se relacionar três delas como sendo as mais importantes e as mais utilizadas (MARTINS et. al., 2006), assim destacam-se: *layout* em linha, celular e *layout* por processo ou funcional.

Layout em linha: Os recursos produtivos ou as estações de trabalho são alocadas de acordo com a sequência das operações, sendo estas executadas de acordo com a sequência estabelecida, sem caminhos alternativos, tendo o produto que passar obrigatoriamente pelo caminho estabelecido. É indicado para produção com pouca ou nenhuma diversificação, em quantidade constante ao longo do tempo e em grande quantidade. Depende de alto investimento em máquinas e pode apresentar problemas com relação à qualidade dos produtos fabricados caso não tenha bom aproveitamento do *layout*. Para os operadores costuma gerar monotonia e estresse (MARTINS et. al., 2006). Para Tompkins et al. (1996) este layout é obtido através do agrupamento de processos similares em áreas específicas, formando departamentos de processos. Usa-se *layout* em linha para processo que tem grandes quantidades de peças, o produto tende a ser padronizado, a demanda é estável e pode ser mantida a continuidade do fluxo de material.

Layout Celular: Este modelo preza em arranjar em um só local (a célula), equipamentos diferentes com a capacidade de fabricar o produto inteiro. Neste, o material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários. Sua principal característica é a relativa flexibilidade quando ao tamanho de lotes por produto, permitindo um elevado nível de qualidade e de produtividade, apesar de sua especificidade para uma família de produtos. Possibilita também, diminuir o transporte do material e os estoques internos (MARTINS et. al., 2006). Utiliza-se o *layout* celular quando as operações de transformação do material demandam apenas de ferramentas e/ou máquinas simples, os lotes forem pequenos e o custo de movimentação for alto.

Layout por Processo ou funcional: Slack et al. (1996) afirma que o layout por processo/funcional é assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem tal etapa de transformação, dominam a decisão sobre o layout. Neste modelo, todos os processos e os equipamentos com a mesma função, estão alocados em um grupo. O *layout* é flexível para atender a mudanças de mercado e do espaço físico, sendo o mais adequado a produtos diversificados em quantidades pequenas e variáveis ao longo do tempo. Apresenta um fluxo longo dentro da fábrica, que é adequado a produções diversificadas em pequenas e médias quantidades. O material é que se desloca buscando os diferentes processos (MARTINS et. al., 2006). O *layout* funcional é indicado para processos onde os recursos são de difícil movimentação, os produtos têm grande variedade, o sistema tem grandes variações nos tempos requeridos para diferentes operações e a demanda pode ser pequena ou intermitente.

No estudo em questão, o processo de fabricação está organizado no *layout* funcional, em razão da demanda ser muito variável ao longo do ano e a diversidade de produtos ser grande. Vale destacar também, que o volume de cada lote está sendo cada vez menor, em razão dos conceitos de produção enxuta, largamente adotados pelos clientes atendidos.

2.1 O PLANEJAMENTO DO LAYOUT

De acordo com Ivanqui (1997), desenvolver um novo layout em uma organização é pesquisar e solucionar problemas de posicionamento de máquinas, setores e decidir sobre qual a posição mais adequada que cada qual deve ficar. Em todo o desenvolvimento do novo layout organizacional uma preocupação básica deve estar sempre sendo buscada. Tornar mais eficiente o fluxo de trabalho quer seja ele dos colaboradores ou de materiais.

O Planejamento Sistemático de *Layout* (*Systematic Layout Planning*) é um método muito utilizado no projeto ou re-projeto de *layout*, que apesar de ser um método proposto há mais de 30 anos por Muther (1978), o sistema SLP, ainda

continua sendo largamente utilizado atualmente e pode ser resumidamente apresentado em seis etapas:

Etapa 1: Avaliação do fluxo de materiais e intensidade do fluxo produtivo entre os diferentes equipamentos. Estes dados servirão de base para o diagrama de relações, o qual posicionará e explicitará as taxas de relacionamento entre os departamentos, definindo os que devem estar mais próximos e os que devem estar mais afastados, com o objetivo de eliminar desperdícios com movimentação indevida. Nesta etapa elabora-se uma matriz triangular que representará o grau de proximidade e seus respectivos tipos de inter-relações entre as áreas da fábrica. Nesta matriz, a intersecção entre as áreas da fábrica são representadas por losangos. Na parte superior de cada losango é indicado o grau de proximidade desejada entre as duas áreas em questão, enquanto que na parte inferior declara-se as razões pela preferência do grau proximidade desejado;

Etapa 2: Análise do espaço necessário e verificação do espaço disponível, determinando a quantia de espaço fabril a ser reservada a cada departamento. Esta decisão é crítica para o projeto devido à possibilidade de futuras expansões. A proximidade das atividades não tem significado até que as necessidades de espaço sejam vinculadas a essa informação. Esta etapa também engloba o levantamento dos recursos necessários a serem disponibilizados nas respectivas áreas da fábrica, tais como água, energia elétrica, drenos, etc.;

Etapa 3: Nesta fase elabora-se o diagrama de relações de espaço (também conhecido como diagrama de forças), o qual é desenvolvido com base na análise feita no Passo 1, uma vez que serve para mostrar esquematicamente o quanto uma atividade deve estar próxima de outra. Também, obtém-se inicialmente um arranjo ideal dos espaços, e na sequência trabalha-se com um arranjo realístico, representativo e com a mínima variação em relação ao ideal;

Etapa 4: Nesta etapa desenvolve-se a proposta do novo *layout* com base no diagrama de relações de espaço do Passo 3, ou seja, consiste em desenhar em formato de planta baixa a respectiva distribuição das áreas desenvolvidas no passo anterior;

Passo 5: Nesta etapa, o *layout* proposto é submetido a uma avaliação de viabilidade técnica e econômica, comparação e aprovação em relação ao *layout* atual da fábrica em questão. Também, se obtém uma nota final numérica para cada arranjo, a qual se utiliza de parâmetros pré-definidos pelo projetista. Esta nota representa o grau de importância e relevância entre ambos os *layouts* (o atual da fábrica e o proposto pelo método), mostrando, quantitativamente, qual *layout* é mais adequado para a empresa em questão. Neste período de avaliação deve-se considerar se os critérios do projeto foram satisfeitos através da participação ativa dos usuários-chave e das pessoas que vão se beneficiar ou trabalhar no *layout* proposto.

Etapa 6: Por fim, adiciona-se ao *layout* proposto (selecionado no passo anterior) os respectivos equipamentos e materiais presentes no interior de cada área da empresa, caracterizando, assim, o passo final de um projeto de melhoria de uma fábrica com a utilização da metodologia SLP desenvolvida por Muther.

Assim, pode-se concluir que a estruturação das fases do SLP demonstra a abrangência deste método, podendo ser aplicado na projeção completa de uma instalação produtiva, sendo até hoje o mais utilizado.

Além disso, estas fases são equivalentes aos níveis de análise adotados em outros procedimentos de projeto de layout, derivados do SLP (KERN, 1999; LEE, 1998), como por exemplo, o método FacPlan, proposto por Lee (1998), o qual trabalha com cinco níveis de planejamento de espaço: I. Global; II. Supra (que juntamente com o nível global corresponde à Fase I do SLP); III. Macro (que corresponde à Fase II do SLP); III. Micro (que corresponde à Fase III do SLP); e, IV. Submicro (que complementa o SLP original com o projeto do posto de trabalho).

Devido tamanha importância, os métodos de planejamento sistemático de *layout* têm sido alvo de várias pesquisas que objetivam adaptá-las a contextos específicos ou aprimorar a aplicação de suas etapas. Como exemplo, Yang et al. (2000), que buscaram incrementar no sistema SLP a utilização de ferramentas de apoio à decisão multicritério, refinando a fase de avaliação e seleção de alternativas. Marujo et al. (2010), propuseram a aplicação do SLP em conjunto com técnicas de modelagem da teoria de filas, testando a metodologia proposta em uma oficina de

rodas e freios de aeronaves. Já Chien (2004), apresentou conceitos e algoritmos de agrupamento, composição e distância hipotética para alterar os procedimentos e melhorar a praticidade na metodologia SLP tradicional. Com uma abordagem alternativa, Djassemi (2007) desenvolveu um procedimento denominado "fluxo de materiais modificado" e o combinou com técnicas do sistema SLP para otimizar o uso do espaço no projeto de layouts industriais.

Sendo assim, decidiu-se basear principalmente no método SLP, para desenvolver esta nova proposta de arranjo de *layout*.

3 METODOLOGIA

A abordagem metodológica dos conceitos de SLP (*Systematic Layout Planning*) está fundamentada na aplicação prática desta técnica no projeto de reorganização do *layout* de uma indústria convertedora, atuante no segmento de embalagens plásticas flexíveis, localizada na região Sul do Brasil, sendo vista como uma das mais importantes do País, atendendo atualmente cerca de 250 clientes, com mais de 3.500 itens ativos na base de dados, fornecendo mensalmente cerca de 1.600 toneladas de embalagem e gerando em torno de 700 empregos diretos.

Neste estudo, buscou-se seguir o roteiro proposto nas principais teorias, com ênfase em maximizar a utilização das áreas disponíveis, otimizando os fluxos internos de materiais, e prevendo as alocações de recursos futuros necessários para suprir a perspectiva de crescimento da organização.

Assim segue-se:

- Esboço da disposição atual dos recursos produtivos no *layout* funcional, com as áreas ocupadas por cada processo;
- Coleta e análise de dados relativos as movimentações internas de materiais, seus respectivos volumes e distâncias percorridas dentro da fábrica;
- Análise da situação e desenvolvimento da proposta de melhoria executada através da aplicação das ferramentas citadas no sistema SLP;
- Avaliação do melhor modelo desenvolvido, com base nos fatores mais ponderáveis para o processo da organização em questão.

Na fase de avaliação do arranjo mais eficiente, os modelos encontrados na literatura não foram suficientemente satisfatórios para determinar a melhor opção criada. Sendo assim, para uma melhor avaliação, desenvolveu-se um método específico de análise quantitativa por meio de um índice, onde relacionam-se os fatores mais relevantes para o processo em questão. Este índice considera a distância de deslocamento, o volume movimentado e o número de eventos de transporte executados em cada rota, de todas as opções elaboradas.

Sendo assim, baseando-se na metodologia desenvolvida por Muther (1978), utilizou-se o *layout* atual da fábrica para iniciar o desenvolvimento de uma proposta de reorganização, a qual tornará o processo mais adequado, com deslocamentos mais eficientes para transporte de materiais e com possibilidade de alocação novos

recursos (expansão), em todos os setores e em todas as linhas de atuação da empresa.

4 ANÁLISE DO PROCESSO ATUAL

A disposição atual dos recursos produtivos é consequência do crescimento do parque fabril e da necessidade de novos equipamentos, o que resultou na alocação dos mesmos sem as devidas análises de fluxo e de distribuição necessárias a fim de otimizar os roteiros e minimizar as distâncias para transporte de insumos e produtos.

Em razão do planejamento de entrada em novos segmentos de mercado, executou-se a ampliação da área produtiva. Assim, decidiu-se desenvolver um estudo completo e reorganizar todos os pontos críticos do fluxo atual.

A Figura 1 retrata a disposição do *layout* atual na planta, no qual identifica-se as principais áreas objeto do estudo.

As máquinas, equipamentos e áreas consideradas no *layout* seguem a seguinte designação:

- 1 – Laminadoras;
- 2 – Refiladeiras;
- 3 – Corte e Solda (Nylon);
- 4 – Corte e Solda (Lat. Simp.);
- 5 – Corte e Solda (F.R.);
- 6 – Corte e Solda (Wicket);
- 7 – Corte e Solda (Lat. Ref.);
- 8 – Corte e Solda (Rações);
- 9 – Corte e Solda (Pães);
- 10 – Expedição (área nova);
- 11 – Impressão;
- 12 – Estoque de Bobinas de Nylon;
- 13 – Estoque de Bobinas de Pães;
- 14 – Estoque de Capas para Laminação;
- 15 – Estoque de Bases para Laminação;
- 16 – Sala de Cura;
- 17 – Estoque de Películas (capas externas);
- 18 – Doca de descarga das capas internas.

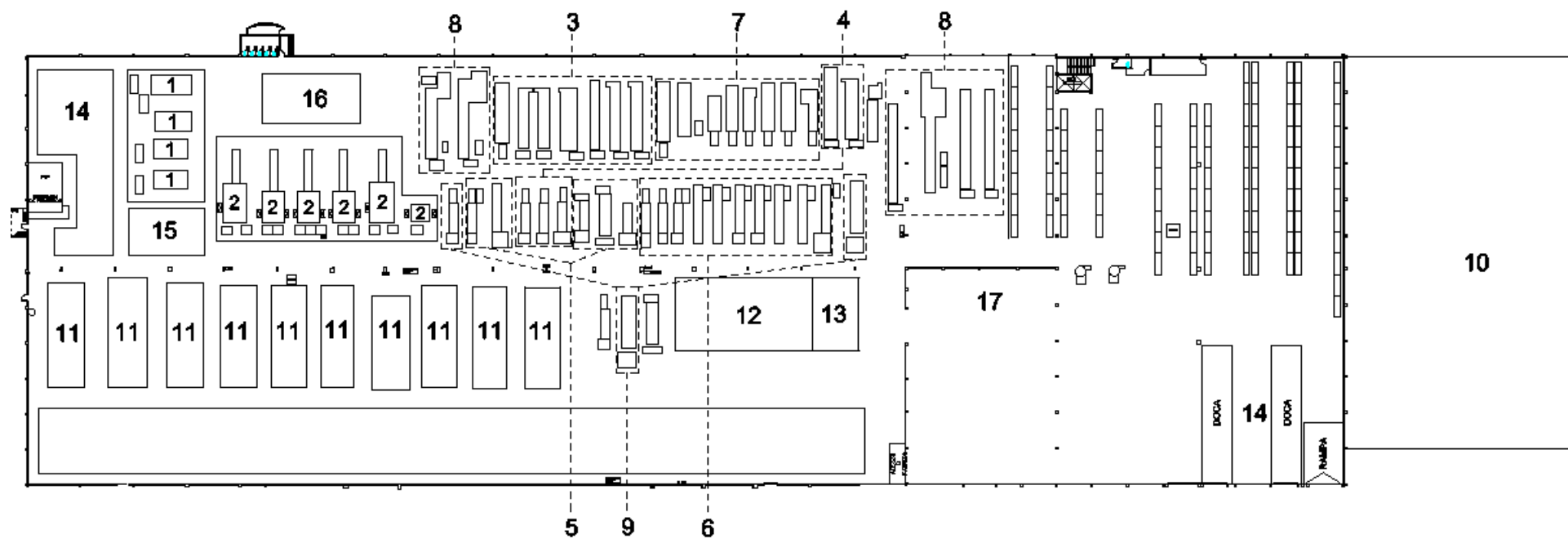


Figura 1: Disposição atual dos recursos

Fonte: O Autor

Através de análise *in loco* da situação atual, constatou-se visualmente vários pontos de melhoria, como cruzamento de fluxos no meio da produção, grande distância de deslocamento de matéria-prima e insumos entre os recursos produtivos, grande distância percorrida deslocando produto acabado entre as demais etapas da produção e também, a necessidade de alocar novos recursos sem a disponibilidade de espaço adequado. Estes e outros inconvenientes geraram a necessidade de novas alternativas para melhoria do *status* atual.

5 APLICAÇÃO DO MÉTODO SLP

Segundo Muther (1978), o método SLP é composto por uma sequência de fases estruturadas de forma a representar o nível de detalhamento que se deve utilizar no projeto de *layout*.

As fases são dependentes e se inter-relacionam entre si. Mesmo podendo serem desenvolvidas por diferentes pessoas, elas devem ser integradas. Todo arranjo físico deve estar sustentado por três conceitos:

- Inter-relações: grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades;
- Espaço: Quantidade e configuração dos itens a serem alocados;
- Ajuste: Arranjo das áreas e equipamentos da melhor maneira possível.

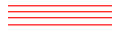



Esses três itens são a base para um bom planejamento de qualquer *layout*, sem considerar o tipo de produto, extensão do projeto ou processo (Muther 1978).

5.1 ETAPA 1: DIAGRAMA DE RELAÇÕES ENTRE AS ATIVIDADES

Conforme enfatizado anteriormente, seguiu-se todas as etapas do método para o desenvolvimento do projeto do novo *layout*. Sendo assim, todos os processos de maior importância foram abordados no diagrama de relações, cuja finalidade é determinar o grau de interação e proximidade entre cada atividade.

5.1.1 Critérios para desenvolvimento do diagrama de relações.

Segundo Herrera, et. al. (2005), os critérios de avaliação qualitativos se caracterizam por serem difíceis de mensurá-los, devido ao caráter fortemente subjetivo desse tipo de fator, e por essa razão, são os especialistas que determinam a importância dos mesmos. Os modelos que usam fatores de avaliação qualitativos, usam os denominados Graus de Proximidade (GP), que não são outra coisa mais que avaliações subjetivas sobre a proximidade (afastamento) entre os centros de trabalho, na forma de códigos como mostrados no Quadro 1.

CLASSIF.	INTER-RELAÇÃO	CRITÉRIO (Movimentação mensal – expressa em toneladas)	SIMBOLO	COR
A	Absolutamente Importante	500 a 1000		Vermelho
E	Especialmente Importante	200 a 500		Azul
I	Importante	50 a 200		Verde
O	Importância normal	1 a 50		Magenta
U	Sem Importância	0		

Quadro 1: Representação do grau de proximidade entre as áreas

Fonte: Adaptado de Herrera, et. al.

Na literatura observou-se que a classificação é determinada aleatoriamente, ou seja, sem a aplicação clara de um critério de enquadramento. Sendo assim, buscando minimizar o fator subjetivo de classificação, decidiu-se atribuir um critério com base no volume de material movimentado entre os processos (considerou-se o volume mensal, em toneladas), que é o fator de maior relevância para a análise em questão. Sendo assim, as rotas classificadas como “A”, devem ser priorizadas no estudo, pois são as mais impactantes, seguidas pelas demais pela ordem de importância atribuída.

5.1.2 Áreas analisadas e diagrama de relações

As razões utilizadas para elaboração do diagrama de relações foram adaptadas as necessidades deste estudo, conforme apresentadas no Quadro 2.

CÓD.	RAZÃO
1	FLUXO DE MATERIAIS / MATÉRIA-PRIMA
2	VÁRIAS PESSOAS ALOCADAS NO MESMO ESPAÇO
3	MOVIMENTAÇÃO DE SUPRIMENTOS/LIXO
4	SUJEIRA E CONTAMINAÇÃO
5	PRECISÃO
6	MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAS
7	INSPEÇÃO E CONTROLE
8	RISCO DE ACIDENTES
9	COMPARTILHAMENTO DE MESAS
10	MOVIMENTAÇÃO DE PRODUTO ACABADO
11	MESMA SUPERVISÃO

Quadro 2: Razões para manter a proximidade entre as áreas

Fonte: O Autor

Segundo Muther (1978), o diagrama de relações, também chamado de carta de interligações é uma matriz triangular onde se representa o grau de proximidade e o tipo de inter-relação entre certa atividade e cada uma das outras, conforme demonstrado na Figura 2.

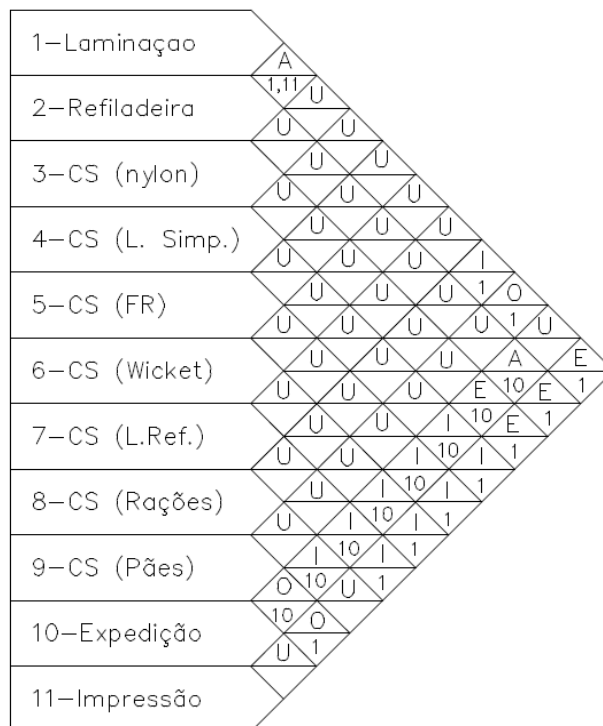


Figura 2: Diagrama de relações desenvolvido

Fonte: O Autor

É uma das ferramentas mais práticas e efetivas para o planejamento do *layout*, e a melhor maneira de integrar os serviços de apoio aos departamentos de produção.

Conforme já demonstrado no Quadro 1 e Quadro 2, as letras correspondem ao grau de importância de proximidade, onde A = Absolutamente importante, E = Especialmente Importante, I = Importante, O = Importância normal e U = Sem importância. Os números por sua vez, estão relacionados com a razão da necessidade, onde 1 = Fluxo de materiais ou matéria-prima, 10 = Movimentação de produto acabado e 11 = Pelo fato de ser o mesmo supervisor em mais de um setor.

5.2 ETAPA 2: DEFINIÇÃO DA NECESSIDADE DE ESPAÇO

Nesta fase do processo, buscou-se, considerar todas as necessidades de cada atividade, a fim de obter um ótimo projeto de melhoria do *layout*.

Foram analisados todos os equipamentos e suas respectivas demandas, a fim de definir a infraestrutura necessária. Também analisou-se a área necessária indicada pelos fabricantes de máquinas e equipamentos, respeitando também as

distâncias adequadas entre equipamentos exigida pela NR12 (Portaria n.º 857, de 25/06/2015), necessidades de locais para armazenamentos e estoques, procurando proporcionar condições adequadas aos trabalhadores, não prejudicando a produtividade e preservando a integridade física dos mesmos. A Tabela 1 demonstra os dados obtidos após as análises.

FICHA DAS ÁREAS E CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES						
Nº	LINHA DE ATIVIDADE	ÁREA NECES. (m²)	ESTOQUE EM PROCESSO (m²)	NECESSIDADE DE ÁREA DE EXPANSÃO?	ÁGUA FRIA?	ÁGUA GELADA?
1	Laminação	600	390	Sim	Sim	-
2	Refiladeira	634	165	Sim	-	-
3	CS (Nylon)	490	290	Sim	-	Sim
4	CS (L. Simp.)	220	80	Sim	Sim	-
5	CS (FR)	150	115	-	Sim	-
6	CS (Wicket)	395	240	Sim	Sim	-
7	CS (L.Ref.)	190	85	Sim	Sim	-
8	CS (Rações)	380	190	Sim	-	Sim
9	CS (Pães)	120	52	Sim	Sim	-
10	Expedição	2330	-	-	-	-
11	Impressão	-	-	-	-	-

Tabela 1: Espaços e características físicas necessárias
Fonte: O Autor

Nesta análise apresentam-se somente dados relevantes aos processos que serão afetados pelo rearranjo do *layout*. O processo de Impressão está presente na Tabela 1, devido este ser fornecedor interno para diversos outros processos, mostrados na Figura 3. Porém, como não será afetado pelo rearranjo, seus respectivos dados não estão informados.

5.3 ETAPA 3: DIAGRAMA DE FORÇAS ENTRE AS ÁREAS

O diagrama demonstrado na Figura 3 representa um esboço de localização elaborado com base na análise feita na etapa 01, o qual mostra esquematicamente, o quanto uma atividade se relaciona com outra, sugerindo para a análise quem deve estar próxima ou afastada.

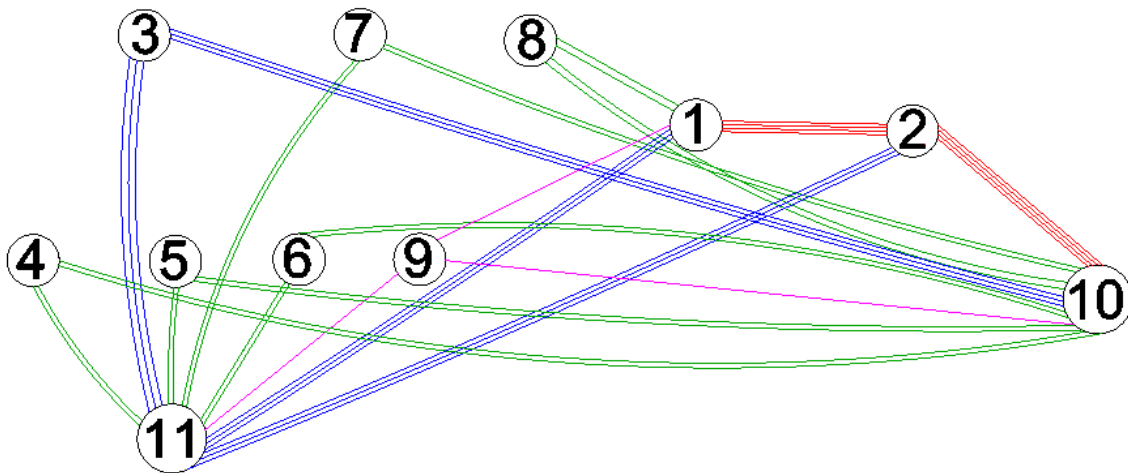


Figura 3: Diagrama de força entre as áreas

Fonte: O Autor

O número de linhas entre os processos representa o volume de produto em processo/acabado que necessita ser transportado de uma etapa para a outra.

No diagrama de forças entre as áreas, é possível perceber claramente que a maior interação ocorre entre os processos 01, 02 e 10, sendo entre estes, transitados/movimentados mais de 500 ton. ao mês, o que fortalece a importância destes processos serem posicionados com a menor distância possível entre eles. Isto visa minimizar o tempo dedicado para transportar materiais, consequentemente, aperfeiçoar as atividades da organização.

Entre cada uma das etapas 01, 02, 03, 10 e 11, circulam-se mensalmente entre 200 a 500 ton. de produto em processo, o que faz com que estes pontos também necessitem de muita atenção no momento de definição das suas áreas, a fim de contribuir beneficentemente na eficiência do modelo.

Os demais processos tem menor importância no resultado geral, visto que o volume deslocado nestes fluxos é menor que 200 ton. ao mês. Mesmo assim, não devem ser desprezados.

5.4 ETAPA 4: ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DE LAYOUT (MELHORIA)

A proposta do novo *layout* foi elaborada com base no diagrama de forças entre as áreas (Figura 3), que relaciona o nível de proximidade desejado entre as principais atividades.

Buscando otimizar ao máximo a movimentação entre os setores produtivos estudados, desenvolveu-se a proposta apresentada na Figura 4, que demonstra um dos modelos de layout desenvolvido, o qual posteriormente foi escolhido em razão de apresentar o índice mais baixo, significando o melhor resultado obtido. Também leva em conta a possibilidade de expansão futura (novas máquinas), para a fábrica em questão.

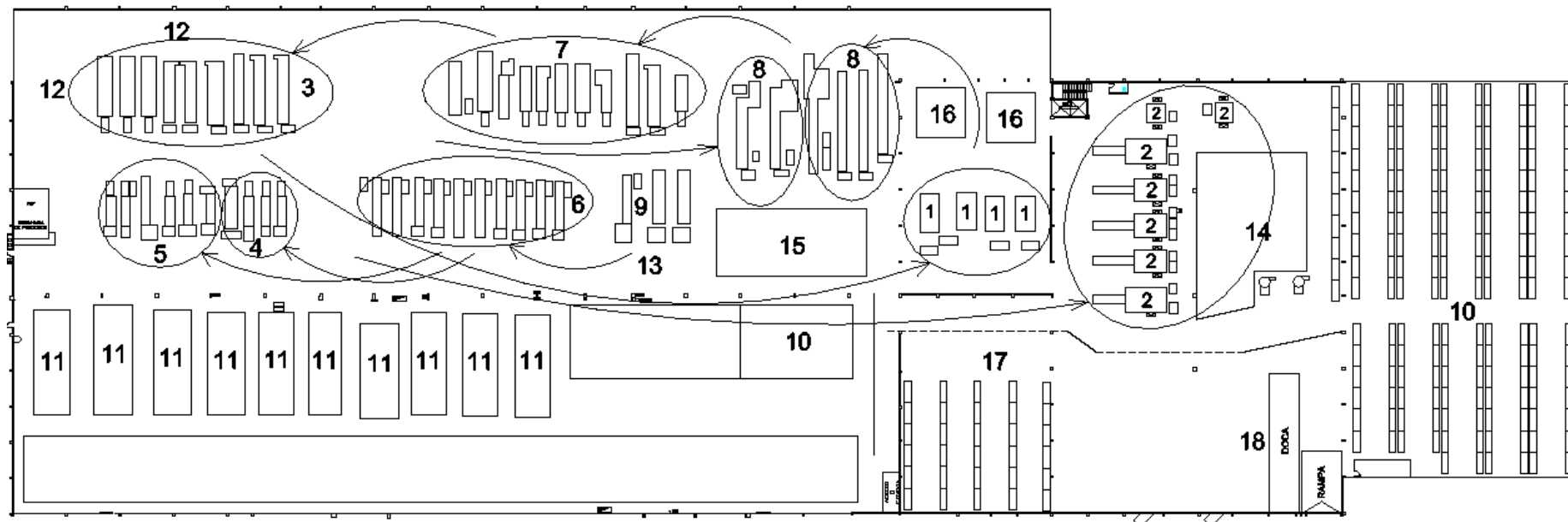


Figura 4: Disposição dos recursos no modelo escolhido

Fonte: O Autor

Ao analisar este arranjo e compará-lo com a disposição atual dos recursos produtivos, as principais alterações são evidenciadas nos setores de laminação e refiladeira (identificações 1 e 2), que foram completamente reposicionados em uma nova área. Esta posição oferece acesso facilitado na entrada de insumos para a laminação e melhor escoamento dos produtos acabados pela refiladeira, sendo estes deslocados para a expedição por um trajeto bem menor.

O setor de corte e solda (identificações 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9), também foi completamente reposicionado, ocupando a antiga área de laminação e refiladeira. Estes recursos foram agrupados conforme o segmento de produto processado. Para este setor também disponibilizou-se maior área na região de alimentação das máquinas, assim servindo também como estoque de materiais aguardando processamento.

Porém, para possibilitar a melhoria na alocação destes recursos (conforme Figura 4), identificou-se a necessidade de ampliar a área produtiva em mais de mil metros quadrados na planta fabril, a qual disponibilizará mais 10 metros lineares no sentido da largura do setor de Corte e Solda.

Segundo Goldratt (2002), nos sistemas de *layout* funcional (job shop), é indispensável a existência de estoque de produtos entre processos, o que maximiza a eficiência das atividades produtivas. Sendo assim, com esta nova área, objetiva-se criar locais para acondicionamento de materiais em estoque intermediário junto ao recurso que irá processá-lo, minimizando as manipulações não agregadoras de valor, no caso o deslocamento do estoque intermediário – que normalmente estava distante – até o seu respectivo recurso de transformação.

5.5 PASSO 5: COMPARAÇÃO ENTRE AS OPÇÕES DE *LAYOUT*

Nesta etapa da análise, efetuou-se a avaliação comparativa, de modo quantitativo, da situação atual, em relação ao *layout* proposto.

Foram considerados os valores de:

- Distância percorrida (metros) entre o ponto médio de partida até a chegada ao ponto médio de processamento;
- O número de eventos para movimentar o volume médio mensal transportado em cada rota;

- O percentual que o material movimentado em cada rota representa sobre o total, representando um fator de importância de determinada rota em relação as demais.

Entende-se que estes três fatores sejam os mais importantes quando se trata de deslocamento de materiais entre processos, para a organização em questão.

5.5.1 Cálculo da distância total relativa

Para chegar aos valores quantitativos em cada opção de *layout*, utilizou-se o Índice Avaliativo, expresso pela Equação 1, cuja definição foi proposta pelo autor:

$$\text{Índice Avaliativo} = \left(\frac{M \times N}{P} \right) / 1000 \quad (1)$$

Na qual:

- M = Distância percorrida (metros);
- N = Nº de eventos de transporte efetuados no período (mês), para transportar toda a carga movimentada na determinada rota;
- P = Percentual que o material movimentado em cada rota representa sobre o total, representando o fator de importância desta rota em relação as demais;

Dividiu-se por 1000, para tornar o valor mais fácil de ser comparado. Posteriormente fez-se a média aritmética para cada opção de *layout*, considerando os índices de todas as rotas que o compõe, obtendo assim os valores numéricos de cada cenário simulado.

De posse destes dados, elaborou-se a Tabela 2, que evidencia as distâncias percorridas para transportar o mesmo volume de carga em cada situação de *layout*. Além disso, mostra a melhora na eficiência da movimentação que será obtida.

ROTA	PARTIDA	CHEGADA	PRODUTO	LAYOUT ATUAL		LAYOUT FUTURO (ESCOLHIDO)		PESO TOTAL (kg/mês)	% PESO TOTAL	PESO/CARGA (kg)	N° DE EVENTOS
				DIST. (m)	ÍNDICE AVALIATIVO (EQ. 1)	DIST. (m)	ÍNDICE AVALIATIVO (EQ. 1)				
1	Almox. Películas	Laminação	Capa	139,29	15,52	47,67	5,31	60.000	1,7	155	194
2	Doca	Laminação	Capa	193,87	11,20	96,55	5,58	325.000	9,4	299	543
3	Impressão	Laminação	Base Impressa	34,35	2,73	103,00	8,20	290.000	8,4	217	668
4	Impressão	Refiladeira	Bob. Filme	51,46	3,50	118,38	8,05	250.000	7,2	254	492
5	Impressão	CS (Nylon)	Bob. Nylon	173,73	19,36	76,49	8,52	250.000	7,2	155	806
6	Impressão	CS (L. Simp.)	Bob. Saco	207,55	27,37	53,85	7,10	121.000	3,5	131	462
7	Impressão	CS (FR)	Bob. Saco	132,22	17,44	33,14	4,37	114.000	3,3	131	435
8	Impressão	CS (Wicket)	Bob. Saco	120,85	15,94	56,07	7,39	119.000	3,4	131	454
9	Impressão	CS (L.Ref.)	Bob. Saco	162,44	21,42	81,34	10,73	115.000	3,3	131	439
10	Laminação	Refiladeira	Filmes Laminados	37,37	2,37	38,32	2,43	539.000	15,6	272	991
11	Laminação	CS (21/37)	Bob. Rações	52,97	3,84	31,45	2,28	70.200	2,0	238	147
12	Laminação	CS (20/54/57)	Bob. Rações/Festa	124,19	9,01	31,45	2,28	93.900	2,7	238	197
13	Laminação	CS (Pães)	Bob. Pães (Laminada)	129,73	18,22	82,36	11,57	8.300	0,2	123	34
14	Refiladeira	Expedição	Filmes Acabados	171,74	16,95	56,33	5,56	700.000	20,3	350	2000
15	CS (21/37)	Expedição	Sacos Rações	162,28	16,02	97,43	9,62	64.500	1,9	350	184
16	CS (20/54/57)	Expedição	Sacos Rações/Festa	81,80	8,07	97,43	9,62	85.100	2,5	350	243
17	CS (Nylon)	Expedição	Sacos Nylon	144,46	14,26	207,45	20,48	250.000	7,2	350	714
MÉDIA DO ÍNDICE AVALIATIVO (EQ. 1)					13,13		7,59				
% DE MELHORIA SOBRE O ATUAL							-42,2				

Tabela 2: Avaliação comparativa entre os dois cenários - dados mensais

Fonte: O Autor

Através desta análise comparativa, conclui-se quantitativamente que o *layout* proposto é mais adequado para a empresa do que o atual, uma vez que o índice avaliativo apresentou melhora de 42%, quando comparado com o arranjo físico atual, comprovando a maior viabilidade técnica do *layout* proposto.

5.6 PASSO 6: DETALHAMENTO DA PROPOSTA DE LAYOUT

Nesta fase do projeto, busca-se demonstrar todos os detalhes ao arranjo físico proposto. Sendo assim, definiu-se e acrescentou-se as áreas que deverão ser destinadas a estoque intermediário (produto em processo), bem como corredores de circulação e alimentação de máquina; também acrescentou-se o esboço de uma sala que será destinada ao departamento de Controle de Qualidade, com o objetivo de centralizar este em meio a produção, facilitando o desempenho destas atividades, conforme demonstrado na Figura 5.

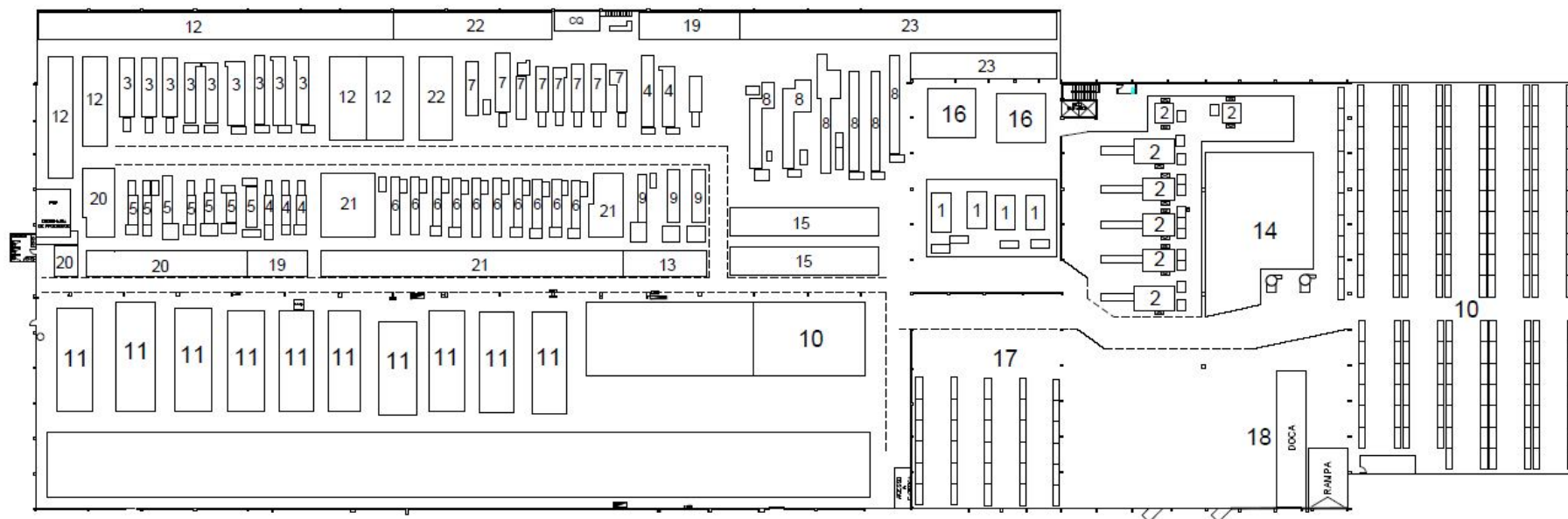


Figura 5: Disposição detalhada dos recursos

Fonte: O Autor

As identificações informadas no *layout* estão relacionadas com as seguintes situações:

- 1 – Laminadoras;
- 2 – Refiladeiras;
- 3 – Corte e Solda (Nylon);
- 4 – Corte e Solda (Lat. Simp.);
- 5 – Corte e Solda (F.R.);
- 6 – Corte e Solda (Wicket);
- 7 – Corte e Solda (Lat. Ref.);
- 8 – Corte e Solda (Rações);
- 9 – Corte e Solda (Pães);
- 10 – Expedição (área nova);
- 11 – Impressão;
- 12 – Estoque de Bobinas (Nylon);
- 13 – Estoque de Bobinas (Pães);
- 14 – Estoque de Capas para Laminação;
- 15 – Estoque de Bases para Laminação;
- 16 – Sala de Cura;
- 17 – Estoque de Películas (capas externas);
- 18 – Doca de descarga das capas internas;
- 19 – Estoque de Bobinas (Lat. Simples);
- 20 – Estoque de Bobinas (F.R.);
- 21 – Estoque de Bobinas (Wicket);
- 22 – Estoque de Bobinas (Lat. Ref.);
- 23 – Estoque de Bobinas (Rações).

5.6.1 Melhorias Iniciais

Após a conclusão destas análises, os resultados obtidos foram apresentados para os diretores da organização.

O projeto de melhoria de *layout* foi aprovado e os recursos financeiros para efetuar a ampliação da área fabril, foram liberados. Porém, como a execução da obra civil para a nova área terá duração estimada em 18 meses, foi solicitada pelos diretores, uma análise das opções e seus respectivos ganhos para alterar parcialmente a disposição dos equipamentos, a fim de possibilitar a instalação de novos recursos que foram adquiridos recentemente para dar continuidade ao projeto de expansão da indústria. Sendo assim, foram executadas algumas análises buscando determinar os melhores resultados, associados as menores alterações na disposição atual dos recursos produtivos.

Nesta busca por uma alternativa parcial de realocação, simulou-se então quatro opções de *layout*, analisando suas respectivas vantagens e desvantagens de cada uma, considerando-se:

Layout 1: em relação a situação atual, propõe-se realocar os recursos inerentes aos processos de laminação e refiladeira, sendo estes posicionados já em

seus locais definitivos. Obrigatoriamente, também será necessário reposicionar 03 máquinas de Corte e Solda (rações), em um local provisório, totalizando 14 recursos realocados;

Layout 2: comparando com a disposição atual, também propõe-se realocar os recursos pertencentes aos processos de laminação e refiladeira, estes já alocados em suas definitivas posições. Sugere-se também, alocar as máquinas de Corte e solda (Rações), em sua posição parcialmente definitiva, porém, neste cenário necessita-se realocar mais 08 máquinas, sendo 04 Corte e Solda (Lat. Ref.), mais 04 Corte e Solda (Wicket), totalizando 22 recursos realocados;

Layout 3: ao ser comparado com a situação atual, a proposta é realocar somente os recursos pertinentes ao processo de refiladeira, posicionando-os em seu local definitivo, sendo que somente 07 equipamentos seriam realocados;

Layout 4: em relação a alocação atual, propõe-se reposicionar os equipamentos responsáveis pelos processos de laminação e refiladeira, já em suas posições definitivas. Reposicionar também, 03 recursos inerentes a etapa de Corte e Solda (Rações), estes posicionados em local provisório. Assim, totaliza-se a proposta de realocação de 14 equipamentos.

Os resultados obtidos com estas propostas são demonstrados na Tabela 3.

ROTA	PARTIDA	CHEGADA	PRODUTO	LAYOUT ATUAL		LAYOUT 01		LAYOUT 02		LAYOUT 03		LAYOUT 04		LAYOUT FUTURO (ESCOLHIDO)		PESO TOTAL (kg/mês)	% PESO TOTAL	PESO/CARGA (kg)	N° DE EVENTOS
				DIST. (m)	INDICE AVALIATIVO (EQ. 1)	DIST. (m)	INDICE AVALIATIVO (EQ. 1)	DIST. (m)	INDICE AVALIATIVO (EQ. 1)	DIST. (m)	INDICE AVALIATIVO (EQ. 1)	DIST. (m)	INDICE AVALIATIVO (EQ. 1)	DIST. (m)	INDICE AVALIATIVO (EQ. 1)				
1	Almox. Películas	Laminação	Capa	139,29	15,52	47,67	5,31	47,67	5,31	139,29	15,52	47,67	5,31	47,67	5,31	60.000	1,7	155	194
2	Doca	Laminação	Capa	193,87	11,20	96,55	5,58	96,55	5,58	193,87	11,20	96,55	5,58	96,55	5,58	325.000	9,4	299	543
3	Impressão	Laminação	Base Impressa	34,35	2,73	89,16	7,10	89,16	7,10	34,35	2,73	89,16	7,10	103,00	8,20	290.000	8,4	217	668
4	Impressão	Refiladeira	Bob. Filme	51,46	3,50	118,38	8,05	118,38	8,05	118,38	8,05	118,38	8,05	118,38	8,05	250.000	7,2	254	492
5	Impressão	CS (Nylon)	Bob. Nylon	173,73	19,36	79,01	8,81	79,01	8,81	173,73	19,36	173,73	19,36	76,49	8,52	250.000	7,2	155	806
6	Impressão	CS (L. Simp.)	Bob. Saco	207,55	27,37	88,58	11,68	88,58	11,68	188,73	24,89	104,78	13,82	53,85	7,10	121.000	3,5	131	462
7	Impressão	CS (FR)	Bob. Saco	132,22	17,44	76,88	10,14	76,88	10,14	76,88	10,14	76,88	10,14	33,14	4,37	114.000	3,3	131	435
8	Impressão	CS (Wicket)	Bob. Saco	120,85	15,94	120,85	15,94	120,85	15,94	120,85	15,94	120,85	15,94	56,07	7,39	119.000	3,4	131	454
9	Impressão	CS (L. Ref.)	Bob. Saco	162,44	21,42	162,44	21,42	162,44	21,42	162,44	21,42	162,44	21,42	81,34	10,73	115.000	3,3	131	439
10	Laminação	Refiladeira	Filmes Laminados	37,37	2,37	38,32	2,43	38,32	2,43	168,50	10,70	38,32	2,43	38,32	2,43	539.000	15,6	272	991
11	Laminação	CS (21/37)	Bob. Rações	52,97	3,84	87,77	6,37	87,77	6,37	52,97	3,84	87,77	6,37	31,45	2,28	70.200	2,0	238	147
12	Laminação	CS (20/54/57)	Bob. Rações/Festa	124,19	9,01	91,06	6,61	31,45	2,28	124,19	9,01	109,88	7,98	31,45	2,28	93.900	2,7	238	197
13	Laminação	CS (Pães)	Bob. Pães (Laminada)	129,73	18,22	60,53	8,50	86,48	12,15	129,73	18,22	60,53	8,50	82,36	11,57	8.300	0,2	123	34
14	Refiladeira	Expedição	Filmes Acabados	171,74	16,95	56,33	5,56	56,33	5,56	56,33	5,56	56,33	5,56	56,33	5,56	700.000	20,3	350	2000
15	CS (21/37)	Expedição	Sacos Rações	162,28	16,02	161,64	15,96	161,64	15,96	160,64	15,86	160,64	15,86	97,43	9,62	64.500	1,9	350	184
16	CS (20/54/57)	Expedição	Sacos Rações/Festa	81,80	8,07	112,11	11,07	97,43	9,62	77,35	7,64	175,62	17,34	97,43	9,62	85.100	2,5	350	243
17	CS (Nylon)	Expedição	Sacos Nylon	144,46	14,26	143,46	14,16	143,46	14,16	142,83	14,10	142,83	14,10	207,45	20,48	250.000	7,2	350	714
MÉDIA DO ÍNDICE AVALIATIVO (EQ. 1)					13,13		9,69		9,56		12,60		10,87		7,59				
% DE MELHORIA SOBRE O ATUAL							-26,2		-27,2		-4,1		-17,2		-42,2				
RECURSOS A MOVIMENTAR							14		22		7		14		65				

Tabela 3: Comparativos entre opções, com base no Índice Avaliativo – dados mensais

Fonte: O Autor

Na Tabela 3, avalia-se a melhoria quantitativa prevista a ser obtida em cada opção de arranjo apresentada, onde também aplicou-se a Equação 1 (demonstrada acima), que leva em conta a distância percorrida (metros), o nº de eventos de transporte efetuados no período (mês) e o percentual que o material movimentado em cada rota representa sobre o total, podendo assim avaliar o percentual de melhora para cada opção.

Portanto, concluiu-se que inicialmente é vantajoso organizar a indústria conforme arranjo descrito e demonstrado no *Layout 1* (apresentado na Figura 6), onde verifica-se melhora de 26% na logística interna, em relação ao modo atual em que os recursos estão dispostos.

As demais opções de *layout* apresentaram ganhos menos significativos ao serem comparadas com a situação atual, e também a necessidade de realocar um número maior de recursos produtivos. Assim, momentaneamente decidiu-se movimentar 14 máquinas, alocando-as conforme *layout 1*, apresentado na Figura 6. Destes 14 recursos a reposicionar, 11 já serão alocadas em sua posição definitiva para o *Layout Futuro*.

Após a finalização da obra civil, as demais alterações serão efetuadas a fim de alocar os recursos produtivos conforme proposta de *Layout Futuro* (demonstrado na Figura 5), objetivando alcançar os ganhos de 42% em relação ao arranjo atual (conforme apresentado na Tabela 3 – Coluna *Layout Futuro*).

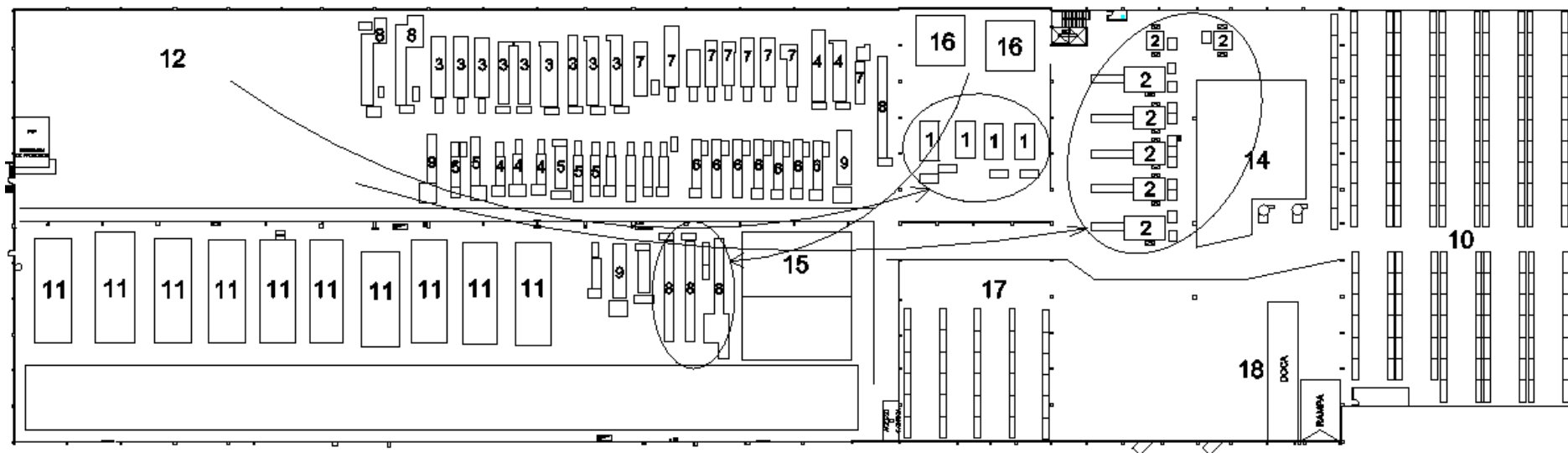


Figura 6: Alterações Iniciais
Fonte: O Autor

6 CONCLUSÃO

Este trabalho objetivou o desenvolvimento de um novo arranjo de *layout* através da aplicação estruturada do método SLP (*Systematic Layout Planning*), para uma indústria de embalagens flexíveis. Demonstrou-se assim a estruturação do método SLP e sua relevante importância nos estudos de *layouts* industriais, bem como a sequência de fases que deve ser seguida para obter um ótimo modelo de arranjo.

Além disso, objetivou-se comparar quantitativamente os cenários a fim de mensurar os possíveis ganhos a serem obtidos.

A proposta apresentada, que posteriormente foi aprovada, baseou-se em otimizar os fluxos de movimentação interna a fim de minimizar as rotas ineficientes, bem como proporcionar área para estoque de material a ser processado, próximo ao seu recurso processador, eliminando assim atividades/deslocamentos não agregadores de valor. Também prezou-se por disponibilizar área destinada a instalação de novos recursos, mantendo o agrupamento conforme o segmento de produtos processados.

Assim, no arranjo futuro, os setores de laminação e refiladeira serão deslocados para uma nova área. A etapa de Corte e Solda passará a ocupar a área que pertencia aos setores de laminação e refiladeira, tornando o setor mais amplo e flexível a futuros crescimentos.

Para mensurar quantitativamente a melhora obtida, elaborou-se uma equação matemática que leva em conta os fatores considerados mais relevantes para a organização em questão, sendo estes diretamente relacionados com as rotas e transportes internos.

Com estas mudanças, o *layout* futuro terá sua eficiência aumentada em 42%, em relação ao arranjo atual. Valor este que foi obtido ao aplicar a equação elaborada, baseando-se nos dados de distância obtidos através de software de simulação. Os valores referentes a produção, são valores médios do cenário atual. Assim comprova-se a melhora no arranjo físico e a funcionalidade da equação avaliativa desenvolvida.

Para trabalhos futuros, sugere-se principalmente, medir os ganhos obtidos após todas as alterações e a realocação definitiva dos recursos, para verificar e

comprovar a eficiência do método utilizado. Pode ser efetuado também um estudo de tempos e movimentos, para quantificar e analisar os ganhos obtidos na redução do tempo do processo, decorrentes da aplicação do novo layout. Uma terceira opção, porém não menos importantes, seria a análise da viabilidade financeira para executar as alterações propostas, através do estudo dos custos aplicados, comparando-os com os ganhos obtidos.

REFERÊNCIAS

- BEM, A. R.; SCARAVONATTI, R. M.; REIS, C. C. C.; NAUMANN, P. S. **Estudo do Arranjo Físico de uma Metalúrgica: Linha de Produção de Cercas - Estudo de Caso.** In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, 2013.
- CHIEN, T. **An empirical study of facility layout using a modified SLP procedure.** *Journal of Manufacturing Technology Management*, p. 455-465, 2004.
- DJASSEMI, M. **Improving factory layout under a mixed floor and overhead material handling condition.** *Journal of Manufacturing Technology Management*, p. 281-291, 2007.
- GILBERT, J. P. **Construction Office Design with Systematic Layout Planning.** 15th Annual Conference on POM. Cancun, 2004.
- GOLDRATT, E .M. **Manual da teoria das restrições.** Disponível em < https://books.google.com.br/books?id=4Cos_KANF8UC&pg=PA62&lpg=PA62&dq=estoques+no+processo+job+shop&source=bl&ots=QrAjxVjpQa&sig=_bXG15YaXj0NW9NexlGtNfs9vOE&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwi16aCi9-DRAhXBjZAKHWMTD44Q6AEIWTAJ#v=onepage&q=estoques%20no%20processo%20job%20shop&f=false > Acesso em: 26 jan. 2017.
- HERRERA, W.D.M.; COSTA, H.G. **Cálculo de graus de proximidade apoiados na teoria de conjuntos nebulosos.** XII Simpósio de Engenharia de Produção, São Paulo, 2005.
- IVANQUI, I. L. **Um modelo para a solução do problema de arranjo físico de instalações interligadas por corredores.** Tese de doutorado, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.
- KERNS, F. **Strategic facility planning (SFP),** *Work Study*, 176-181, 1999.
- LEE, Q. **Projeto de instalações e do local de trabalho,** IMAM, São Paulo, 1998.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P., **Administração da Produção.** 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- MARUJO, L. G.; CARVALHO, D.; LEITÃO, M. N. **Otimização de layout utilizando-se o SLP combinado com teoria das filas: um estudo de caso em uma oficina de rodas e freios de aeronaves,** *Revista Gestão Industrial*, p. 93-109, 2010.
- MELLER, R. D.; GAU, K. **The Facility Layout Problem: recent and emerging trends and perspectives.** *Journal of Manufacturing Systems*, v. 15, n. 5, p. 351, 1996.
- MONKS, J. G. **Administração da Produção.** São Paulo, Mgraw-Hill, 1987.

MUTHER, R. **Planejamento do *Layout*: Sistema SLP**. Tradução Elizabeth de Moura Vieira; Jorge Aiub Hijjar; Miguel de Simoni. São Paulo: Edgard Blücher; 1976.

NR-12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. Ministério do Trabalho e Emprego (Portaria n.º 857, de 25/06/2015). Disponível em <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12atualizada2015II.pdf>> Acesso em: 16 jan. 2017.

RITZMAN, L. P., KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

SILVA, M. G., MOREIRA, B. B. **Aplicação da Metodologia SLP na Reformulação do Layout de uma Micro Empresa do Setor Moveleiro**. Anais do XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 6–9 out. 2009.

SLACK, Nigel; et al.. **Administração da produção**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 1996.

TOMPKINS, J.A, WHITE, J.A, BOZER, Y.A, FRAZELLE, E.H, TANCHOCO, J.M.A & TREVINO, J. **Facilities Planning**. John Wiley & Sons, Inc. Copyright, 1996.

WILDE, E. **Functional Planning**. *Facilities*, v. 14, July-August, p. 35-39, 1996.

YANG, T.; SU, C.; HSU, Y. **Systematic *Layout Planning*: a study on semiconductor wafer fabrication facilities**. *International Journal of Operations Production Management*, v. 20, p.1359-1371, 2000.