

## ESTUDO E REVISÃO DE LAYOUT FABRIL DE UMA EMPRESA DE LIXAS

Carollina Mariana Lopes<sup>1</sup>, Douglas Gomes de Oliveira<sup>1</sup>, Eliezer Medeiros<sup>1</sup>, Rafael de Oliveira Medina<sup>1</sup>, Thyago Henrique Decimoni Pardal<sup>1</sup>, Renato Sabino Geribello<sup>2,3</sup>, Mayara dos Santos Amarante<sup>2,4</sup>

### RESUMO

Este estudo visa analisar o layout atual de uma empresa de lixas da região do alto Tietê o qual foram identificados um número alto de acidentes devido à movimentação de materiais no ambiente fabril e propor um novo arranjo para a otimização da produção, atendendo as necessidades – maximizar a produção gastando o mínimo, focando na realocação do maquinário e das áreas produtivas. Para tal, realizou-se um método de estudo de caso e coleta de dados in loco das condições que implicam prioritariamente no procedimento de operações identificando a causa raiz do problema. Após um breve estudo embasado na causa da elevação dos índices de acidentes, foram analisados os diferentes tipos de layout e o que melhor se adapta ao estilo e cultura da empresa, assim como ferramentas que auxiliaram o processo de decisão do melhor arranjo. A empresa em questão possui um processo que permite uma produção que atenda a demanda, porém para buscar expandir sua produção e consequentemente reduzir o número de riscos, a revisão do layout era de suma importância. Para o desenvolvimento do artigo, foi utilizado o método *SLP (Systematic Layout Planning – Planejamento Sistemático do Arranjo Físico)*, para propor técnicas a fim de realocar eficientemente a planta fabril baseando-se na inter-relação departamental mostrando a possibilidade de minimizar riscos e ainda assim maximizando lucros e minimizando desperdícios. Contudo, os resultados desta pesquisa trouxeram retornos visíveis de forma a concluir que a austeridade nos gastos e uma forma mais simples de se replanejar trazem resultados tão benéficos quanto o de uma grande reformulação com a aquisição de novos equipamentos.

**Palavras chave:** Arranjo, Layout, Lixa.

### ABSTRACT

This study aims at analyzing the current layout of a sandpaper company in the upper Tietê region which has identified a high number of accidents due to the movement of materials in the manufacturing environment and propose a new arrangement for optimizing production, meeting the needs - maximize the production spending the minimum, focusing on the reallocation of machinery and productive areas. For this purpose, a case study and in situ data collection method was carried out to determine the root cause of the problem. After a brief study based on the cause of the increase of accident rates, the different types of layout were analyzed and the one that best adapts to the style and culture of the company, as well as tools that aided the decision process of the best arrangement. The company in question has a process that allows a production that meets the demand, but to seek to expand its production and consequently reduce the number of risks, the layout revision was of paramount importance. For the development of the article, the *SLP (Systematic Layout Planning)* method was used to propose techniques in order to efficiently relocate the manufacturing plant based on the departmental interrelationship showing the possibility of minimizing risks and still thus maximizing profits and minimizing waste. However, the results of this research have yielded visible returns to conclude that cost austerity and a simpler way of replanning bring results as beneficial as that of a major overhaul with the acquisition of new equipment.

**Keywords:** Arrangement, Layout, Sandpaper.

## 1 Introdução

Muitos são os desafios dentro do ambiente fabril, no qual se encontram diversas variáveis que tornam a produtividade da empresa alta ou baixa. Para isso deve-se dar atenção a diversos quesitos que impactam no negócio. Um deles é a disposição das máquinas e setores dentro da organização. Para uma linha de produção bem arranjada levam-se em conta diversos fatores que devem ser bem analisados pelos engenheiros que necessitam buscar a melhor forma de arranjo, em que se dispõe de máquinas e setores bem alinhados e que conversem entre si. A ideia é de que a maximização da produção na economia de recursos (de todos os tipos dentro da unidade produtiva) mantenha a empresa competitiva em um nível global dentro de um mercado cada vez mais disputado, na qual encontramos produtos com qualidade e preço cada vez melhor a visão do consumidor final em um país que permite um número cada vez maior de produtos importados.

Uma empresa com um layout bem estruturado torna os recursos mais integrados entre si, de modo que a mão de obra esteja alinhada com a linha de produção, gastando o menor tempo possível produzindo cada vez mais e claro, mantendo a qualidade do produto, atendendo a especificação e expectativa do cliente, podemos observar um crescente no nível de exigência do cliente no que diz respeito a qualidade e preço, além de uma entrega cada vez mais rápida. Há uma importância enorme em diminuir a movimentação de

materiais a fim de que se racionalize o trabalho entre as áreas e contribua com a redução do *lead time* do processo.

O planejamento da distribuição e do arranjo físico da empresa é de fundamental importância para o bom funcionamento do sistema, tal que há uma enorme necessidade em atender a demanda planejada, segundo Tortorella e Fogliatto, este planejamento estabelece a organização fundamental da fábrica e os padrões de fluxo de materiais, além de grande parte dos custos estarem ligados ao material, pessoas e fluxos de trabalho. Para isso há métodos que levam em conta alguns modelos já predefinidos e até mesmo vários estudos sobre interações intersetoriais que levam em conta diversas decisões por parte da diretoria/gestão da empresa. Serão apresentados alguns modelos mais conhecidos nos tópicos seguintes, como o *Systematic Layout Planning (SLP)*, diagrama de relacionamento e *Close Neighbour Algorithm (CNA)*, conforme Figura 1.

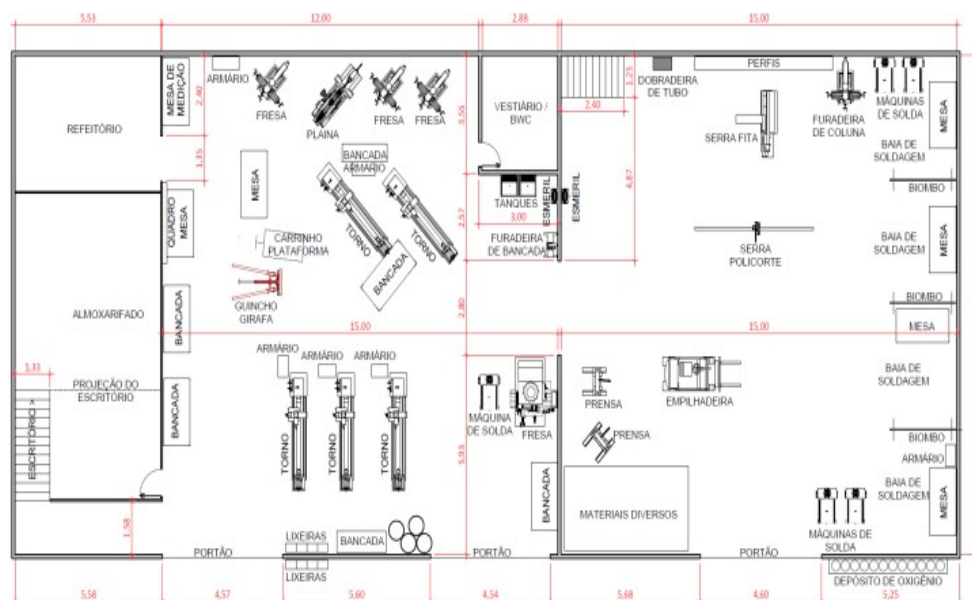


Figura 1 - Exemplo de arranjo físico de uma metalúrgica.

Fonte: Bauhaus

A empresa em questão é uma fabricante de lixas na região do alto Tietê, localizada no município de Ferraz de Vasconcelos e que produz uma vasta gama de produtos que variam desde o desbaste, até o acabamento passando inclusive pelo cuidado pessoal. A GK abrasivos, ou Lixas Tatu, possui uma grande oportunidade de melhoria no que se diz respeito ao rearranjo físico podendo aproveitar diversos espaços que são mal utilizados (setores que não se conversam em uma proximidade desnecessária, locais de expedição inadequados para a mobilidade de caminhões e etc.), além da oportunidade de um melhor aproveitamento de mão de obra e redução do lead time do processo. Para isso o objetivo do artigo dá-se em realizar um estudo em alguns dos modelos de arranjo mais conhecidos e uma análise de viabilidade da reestruturação do layout da empresa, em que a proposta será apresentada a diretoria para avaliação posterior.

## 2 Referencial teórico

### 2.1 Layout

Um assunto que traz preocupação dentro de um ambiente fabril é o de layout. O arranjo físico de uma empresa pode tornar uma linha de produção enxuta, em que nela haja uma otimização de tempo e espaço, economia financeira nos custos de movimentação interna de materiais, logo uma diminuição no valor final

do produto, visto que movimentações internas geram valor que agregam no produto, mas que não acrescentam na qualidade. Pontos que levam em conta a melhoria no fluxo do trabalho e em uma melhor utilização da mão de obra tornam um processo mais eficaz. Uma má organização na disposição de equipamentos e máquinas tornam um processo oneroso, cheio de falhas e que por vezes acabam diminuindo a qualidade. Desde o início, diversas ocasiões em que foi necessário buscar uma forma de organização do espaço em que se vivia. Com o advento da revolução industrial o problema foi trazido para o ambiente fabril e aos poucos foram identificados pontos de melhoria para o assunto. Ao passar do tempo iniciaram-se estudos baseados em modelos e algoritmos que buscavam otimizar o tempo e reduzir custos.

Segundo Slack et. al. (2002), definem arranjo físico de uma operação produtiva como a preocupação com a localização física dos recursos de transformação. De forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.

Há diversos pontos a serem considerados quando se precisa alterar o layout de uma fábrica e que são ocasiões pertinentes para a elaboração deste artigo. Peinado e Graeml (2004) consideram fatores como: necessidade de expansão da capacidade produtiva, uma carteira de pedidos muito maior que a capacidade de produção e uma das formas de aumentarmos a capacidade visando atender a demanda foca-se exatamente no arranjo físico, aquisição ou modernização do maquinário atual. Também citado pelos autores, podemos incluir custo operacional e melhoria do ambiente de trabalho – uma forma de organização inteligente pode se reduzir o custo e o quadro de pessoas que a empresa tem se considerar um fluxo de trabalho que integre operadores a atividades que demandem menor movimentação e maior engajamento com mais de uma função sem sobrecarrega-lo, além disso, as condições do trabalho são de fundamental importância, focando qualidade de vida, melhora no quesito ergonomia e principalmente na segurança dos colaboradores.

Dentro do planejamento do layout, há a necessidade de se definir um objetivo a cumprir e que ao final do planejamento e antes de sua execução, há um *checklist* que deve ter sido atendido, evitando assim que haja problemas ao longo de sua execução. Os objetivos de um planejamento correto de arranjo físico, segundo Villar e Junior (2014), é aquele em que há uma elevação da produtividade com conforto, segurança, qualidade e preservação do meio ambiente e das pessoas. Para isso os itens que devem ser checados ao final do planejamento são: aumento da moral e satisfação do trabalho do ponto de vista dos operadores diretos, em que haja uma organização e limpeza; melhor fluxo de trabalho atingindo uma satisfação na movimentação de materiais e evitando congestionamentos e pausas na produção; redução do *lead time* entre os processos; economia/racionalização do espaço aplicando um conceito de manufatura enxuta e com os maquinários bem localizados sem haver um excesso ou falta de espaço entre um processo e outro. É importante que se sigam alguns princípios para dar início ao desenho de um arranjo físico (Villar apud Porto, 2007, p. 3), como o da integração – dispor de máquinas e mão de obra que realizem serviços que sigam um fluxo de trabalho; o da mínima distância – minimizar para otimizar a movimentação dos materiais, obediência a ótimo planejamento do fluxo de trabalho, para evitar interrupções e cruzamentos, uso das três dimensões – conceito que visa reduzir a utilização total do espaço da fábrica.

De acordo com Villar e Junior (2014), a necessidade de diversos estudos no que se diz respeito ao ótimo arranjo físico é eminente, sendo assim busca-se integrar as áreas que compõem o ambiente produtivo harmoniosamente: equipamentos, mão de obra materiais, áreas de movimentação, estocagem, administração dos recursos, entre outras atividades que contribuem para o cumprimento dos objetivos da empresa. Seguindo as instruções acima podemos encontrar diversos tipos de soluções que se caracterizam como “ótima”, cada uma com um ponto de vista diferente, para isso é importante definirmos um modelo que se adequa perfeitamente a estrutura e ao tipo de produção que a empresa possui.

## **2.2 Fluxograma**

De acordo com Lucas et. al. (2015), o fluxograma aponta graficamente o mapeamento de um processo, frequentemente utilizado para fins de processamento de informações.

É um método representado através de símbolos específicos, indicando cada etapa de um processo de uma forma resumida, abrangendo tempos de espera e registros utilizados e gerados durante a sua execução. Para Mello (2008) as vantagens da utilização do fluxograma são:

- Permite verificar como se conectam e relacionam os componentes de um sistema, mecanizado ou não, facilitando a análise de sua eficácia;
- Facilita a localização das deficiências, pela fácil visualização dos passos, transportes, operações e formulários;
- Propicia o entendimento de qualquer alteração que se proponha nos sistemas existentes pela clara visualização das modificações introduzidas.

O fluxograma dispõe de um conjunto de símbolos para representar as etapas do processo, tal simbologia foi inicialmente proposta de 40 símbolos. Em 1947, a *American Society of Mechanical Engineers (ASME)* determinou cinco símbolos para o diagrama de fluxo de processo (RIBEIRO, FERNANDES E ALMEIDA, 2010), Figura 2:






	Operação.
	Transporte
	Inspeção
	Espera
	Estocagem / Armazenamento

Figura 2 – Simbologia diagrama de fluxo do processo.

Fonte: Inovarse

### 2.3 Systematic Layout Planning

O “*Systematic Layout Planning*” (*SLP*) ou, em português, Planejamento Sistemático de Instalações é um sistema implementado a mais de quarenta anos onde através de técnicas de reorganização consegue-se o layout mais eficiente para um determinado local de trabalho ou organização. O *SLP* é uma ferramenta altamente eficaz voltada para a mudança de equipamentos, produtos e em uma eventual expansão fabril. O *SLP* usa um sistema de taxa de relacionamento e busca arranjar os departamentos baseando-se na inter-relação departamental (Urban, 1989). É também muito eficiente e utilizado em situações complexas onde não há um fluxo eficiente de produção materiais ou há problemas de comunicação entre colaboradores ou intercâmbio de dados entre máquinas.

O *SLP* é constantemente usado pela gestão das empresas na implementação do sistema “*LEAN*”. Segundo Lee (1988), o planejamento do macro espaço de uma fábrica é frequentemente o nível mais importante do planejamento de uma instalação. O custo de uma ação para correção de disposição de equipamentos no futuro, já que são inclusos no processo as instalações de equipamentos, parte elétrica, painéis de controle e espaço para fluxo de material e pessoas são costumeiramente altíssimos o que justifica a preocupação com o planejamento. Um layout inicial correto é fundamental para a efetividade e eficiência operacional de uma empresa (Urban apud Tortorella, 2008).

O layout é um aspecto físico de uma estratégia de manufatura e reflete a quantidade e a qualidade de pensamento, inteligência e esforço que uma organização investe em seu planejamento estratégico (Lee, 1998).

A sistemática de planejamento de layout separa por etapas o processo de planejamento e depois uma a uma são solucionadas. Price (1997), afirma que o projeto do espaço de trabalho deve ser redirecionado para ajustar as constantes mudanças na natureza do trabalho. Para isso, é de extrema importância ao encaixe de três itens:

1. Colaboração: o espaço de trabalho deve oferecer um ambiente onde se dá apoio e condições de se realizar um bom trabalho, priorizando a colaboração e o trabalho em equipe.
2. Flexibilidade: tem se priorizado novos espaços de trabalho, sem a separação das áreas com paredes, de forma a promover a interação, comunicação e colaboração entre as equipes.
3. Ambiente: As equipes devem ser pró ativas e criativas, onde cada um deve ir além de suas responsabilidades, se antecipando inovando e trazendo os melhores resultados.

A partir destes fundamentos é possível elencar os modelos de procedimentos do *SLP*:

**Dados de entrada.** Para a análise do arranjo físico é essencial considerar antes os dados de entrada, o qual são as variáveis mais importantes. Constituem-se além das atividades de processo outros dados que são representados pelas letras *PQRST*: produto (P), quantidade ou volume de produção (Q), sequência do processo produtivo ®, serviços de suporte (S) e tempos e ciclos de produção (T).

**Fluxo de materiais.** Um dos fatores mais relevantes são os fluxos de materiais. Eles são identificáveis através dos setores associados, conforme o fluxo e frequência da movimentação do material. Para esta etapa as ferramentas mais comuns são: fluxograma de processo, carta de processos múltiplos, carta “de-para”, mapofluxograma, etc.

**Inter-relações de atividades.** A base de verificação, esta é uma análise mais qualitativa, que procura identificar a importância da proximidade relativa entre as áreas. A ferramenta indicada para essa tarefa é conhecida como carta de interligações preferenciais (ou simplesmente, diagrama de relações), na qual se utiliza a escala A, E, I, O, U, X para indicar a necessidade de proximidade entre os diferentes setores do layout. Cada combinação de pares de setores deve receber uma avaliação, sendo que a letra "A" denota a necessidade prioritária de proximidade, a letra "U" denota uma proximidade não importante e a letra "X" indica que a proximidade não é desejada.

**Diagrama de inter-relações.** O diagrama de inter-relações é uma ferramenta que procura integrar o mapeamento do fluxo de materiais com a avaliação das interligações preferenciais. Trata-se de uma representação gráfica na qual os círculos denotam as áreas do layout e as linhas, de diferentes tipos e dimensões, denotam o grau de importância das relações entre essas áreas.

**Espaço necessário.** É a determinação do espaço requerido para alocação de máquinas e equipamentos.

**Espaço disponível.** É a análise do espaço disponível para a instalação de máquinas e equipamentos.

**Diagrama de inter-relações de espaços.** Nesta fase o diagrama de inter-relações é aplicado com o objetivo de gerar um arranjo físico prévio, considerando que o espaço requerido já foi devidamente balanceado com o espaço disponível.

**Considerações de mudanças.** Nesta etapa ocorrem os ajustes necessários, levando-se em consideração fatores relativos a tipos de processos, métodos de movimentação de materiais, necessidades de pessoal, etc.

**Limitações práticas.** Para analisar a viabilidade dos projetos de layout, cada consideração de mudança que houver deve ser comparada com as limitações práticas referentes a custos, restrições técnicas, segurança, etc.

**Avaliação de alternativas.** Ao final do procedimento, os diferentes planos alternativos que forem gerados devem ser avaliados, ponderando seus benefícios e limitações.

## 2.4 Os 5 porquês

A ferramenta 5 porquês, tem como objetivo determinar as causas-raízes do problema repetindo-se por até 5 vezes a pergunta “por que isso ocorre? ”. Terner (2008) defende que os 5 por quês é um método importante, pois permite que através de múltiplos questionamentos se separe a causa do efeito, contribuindo para a construção de hipóteses plausíveis para a causa raiz do problema.

A ideia para utilizar a ferramenta de forma efetiva é através de um *brainstorming* obter respostas curtas com a perspectiva das falhas, considerando cada intenção, ainda que de forma superficial e visando solidificar o melhor caminho para a resolução final.

### 3 Empresa

A empresa, GK abrasivos, fabricante de lixas de vários modelos para diversas aplicações, também conhecida como Lixas Tatu, está localizada na região do Alto Tietê na cidade de Ferraz de Vasconcelos e possui uma estrutura de médio porte com aproximadamente 180 funcionários. Sua fundação foi em 1904, o que permitiu um longo caminho de evolução e experiência, agregando de forma crescente um profundo conhecimento em seu segmento. Hoje ela está entre as três maiores fabricantes nacionais e possui uma média produtiva de 300.000 m<sup>2</sup> de lixas por mês, o que lhe confere um sistema produtivo de processo contínuo e dedicado, com máquinas e etapas tipicamente projetadas ao longo dos anos para atender sua demanda com eficácia e qualidade. Embora alguns sistemas e maquinários sejam antigos, cumprem sua função e agregam excelente custo benefício, uma vez que seus equipamentos possuem longa duração.

#### 3.1 Produto

As lixas são materiais compostos por um costado (podem ser de papel, pano, ou até mesmo a combinação dos dois, além de costados de fibra, o mais resistente entre os mencionados), grãos abrasivos e adesivos, usado para unir os grãos ao costado. Sua utilização se dá em diversos materiais, variando de acordo com sua granulação, pode ser aplicada para o acabamento, polimento, desbaste, entre outras funções em materiais como superfícies metálicas, madeira e etc... A quantidade de grãos abrasivos é que vai definir a finalidade da lixa, para isso é necessário observar sua granulação e viscosidade, quanto menor o número de grãos, mais consistente e espessa será a lixa. Alguns dos tipos mais comuns são: lixas d'água, de ferro, para massa e para madeira. A figura 4 mostra um dos produtos fabricados pela empresa.



Figura 3 – Modelo de lixa ferro, para superfície metálica.

Fonte: Lixas Tatu

### 4 Metodologia

#### 4.1 Análise do problema

Através de uma revisão periódica de análise de acidentes, a equipe multidisciplinar da empresa constatou que os índices de movimento quase acidente haviam crescido de forma constante nos últimos anos. A fim de se elencar todos os pontos que estão influenciando nos riscos dentro da produção, foram realizados acompanhamentos operacionais durante um período produtivo estabelecido durante dois meses. Foram observados diversos pontos, dentre os quais se destacou a dificuldade durante a movimentação de materiais. Foram notadas um número muito grande de improvisações e adaptações que geravam riscos aos operadores, dificuldades que acarretavam em maior tempo de deslocamento, riscos ergonômicos e paradas desnecessárias de máquinas frente à necessidade produtiva.

Para dar início à análise levando em conta os problemas observados, os integrantes do grupo realizaram um diagrama de Ishikawa para definir um escopo ao que se deva seguir, primeiramente para que a equipe tivesse condições de focar em um ponto chave dentro do processo para realizar o estudo de caso. As coletas de dados primários foram sucedidas por meio de conhecimento por parte do autor e relatórios internos da empresa, Figura 4.

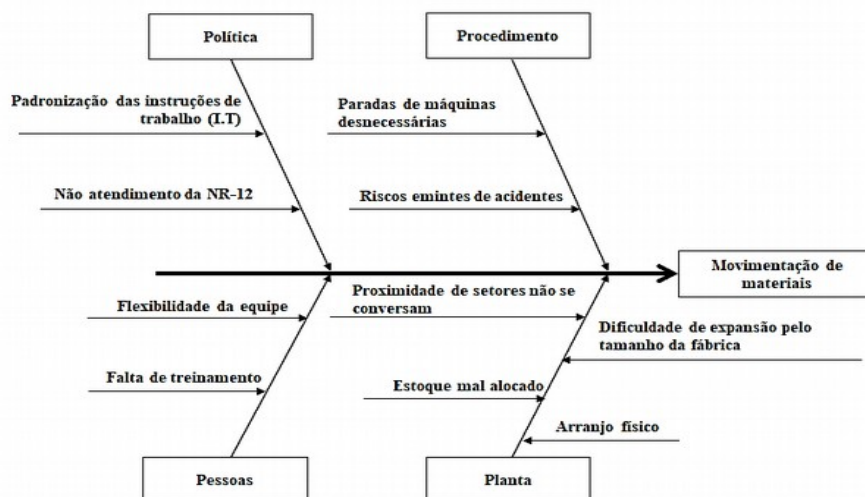


Figura 4 – Diagrama de Ishikawa  
Fonte: Autoria própria.

Através do diagrama de Ishikawa foi possível reconhecer de forma ampla os problemas que interferem de forma negativa na movimentação de materiais e impactam diretamente nos riscos dentro da empresa.

A partir desta análise serão definidas as falhas com maior criticidade para serem tratadas, procurou-se atuar inicialmente naquelas apontadas como sanáveis pelo grupo, isto é, causas com demanda elevada.

Sendo assim, com base nos dados levantados, foi feito a Matriz *GUT* para ponderar as causas potenciais, com a finalidade de identificar e estruturar as falhas de acordo com a criticidade, podendo assim contribuir para identificar considerando cada intenção, ainda que de forma superficial, a resolução final para o problema e por fim, atingir o objetivo proposto pelo trabalho, Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz GUT.

Problemas	G	U	T	GxUxT	Priorização
Riscos Eminentes de Acidente	5	5	5	125	1º
Arranjo físico	5	5	5	125	2º
Movimentação de materiais	5	5	4	100	3º
Proximidade de setores que não se conversam	5	5	4	100	4º
Estoques mal alocados	5	5	3	75	5º
Não Atendimento da NR-12	5	5	3	75	6º
Paradas de máquinas desnecessárias	4	4	4	64	7º
Estoques mal Alocados	3	4	2	24	8º
Padronização da instrução de trabalho (I.T)	3	4	2	24	9º
Falta de Treinamento Adequado	3	3	2	18	10º
Dificuldade de expansão pelo tamanho da fábrica	3	3	2	18	11º
Flexibilidade da equipe	2	3	2	12	12º

Fonte: Autoria própria.

É perceptível através do *Ishikawa* que a área que possui um maior número de falhas indagadas pelos colaboradores e analisadores, é a planta da empresa.

Através dos dados findados pelo conjunto da utilização das ferramentas a análise do *GUT*, concretizou a ideia acima visto que a pontuação com maior de nível de priorização está concatenada com as condições relacionadas ao *layout* da fábrica, sendo visivelmente o alvo o qual devemos investigar com cautela para que possamos solucionar e minimizar o índice de riscos dentro da empresa.

Porém, por que o *layout* da empresa está sendo um problema? Através do método 5 porquês a equipe identificou que embora a empresa tenha mais de 100 anos de atuação no mercado, seu *layout* possui elementos e pontos a serem melhorados uma vez que o crescimento ao longo dos anos impactou nas instalações de maneira tácita por parte dos dirigentes, em meio a limitação de espaço e urgência produtiva.

Abaixo podemos visualizar as hipóteses levantadas pelos integrantes baseado na teoria da ferramenta:

- Por que há movimentos quase acidentes na empresa?

Porque há problemas de movimentação de material e transporte de peças.

- Por que há problemas de movimentação de material e transporte de peças?

Porque o transporte de matéria prima é feito manualmente e existe a dificuldade para fazê-lo eficientemente.

- Por que existe a dificuldade para fazê-lo eficientemente?

Por conta das improvisações e adaptações, dificuldades que acarretavam em maior tempo de deslocamento, riscos ergonômicos e paradas desnecessárias de máquinas.

- Por que há improvisações e adaptações, dificuldades no deslocamento, riscos ergonômicos e paradas desnecessárias de máquinas?

Porque o *layout* da fábrica não é adequado.

- Por que há problemas com o *layout* da fábrica?

Porque é uma fábrica antiga, inicialmente com pequenas máquinas e uma produção inferior a atual e que ao longo dos anos foi se expandindo e estendendo as instalações pensando apenas em instalar as máquinas, sem pensar em um *layout* competitivo.

Desta forma, a seguir será apresentado o quadro estrutural da empresa atual referente sua infraestrutura a fim de reconhecer o melhor método para se implementar.

## 4.2 *Layout* atual

A empresa em questão, embora possua condições de atender as demandas atuais de produção, está suscetível a mudanças e melhorias baseadas em conceitos formalizados e sistemáticos, visando ajustes para atingir o seu melhor nível de produtividade, qualidade e segurança, e ainda se preparar para novos horizontes prevendo um aumento de sua produção.

As instalações atuais possuem características de *layout* misto, sendo algumas etapas por processo e outras em linha. Em geral, os setores de transformação estão dispostos por processo, em função de algumas diversificações nos produtos, sendo estes recursos afunilados e direcionados a linha principal para fabricação. Nesta etapa, toda a matriz do processo se concentra em operações sequenciadas com uma alta carga produtiva (peso e quantidade), em linha, não viabilizando qualquer outra expressão de *layout*. Na sequência, volta-se ao sistema de fluxo por processo para o corte e acabamento final, conforme variações e leve alternância do produto. Abaixo, está representada a planta existente:





### Legenda:

1	Depósito de madeira	16	Máquina matriz	31	Estoque de semiacabados
2	Depósito de máquinas velhas	17	Cabine primária	32	Estoque de bobina de pano
3	Depósito de resíduos de lixa	18	Depto. Matéria Prima	33	Setor de engomagem
4	Depósito de produtos químicos	19	Estoque de bobina	34	Depósito de tambores
5	Depósito	20	Laboratório de análise	35	Setor de moagem/lavagem
6	Setor de produtos de higiene e beleza	21	Laboratório	36	Setor de classificação dos grãos
7	Refeitório	22	Escritório	37	Depósito de ferro
8	Setor de colagem de disco de lixa	23	Estoque MP. Adesivos Maker	38	Estoque de abrasivos bruto
9	Cozinha	24	Setor de mistura e separação	39	Estoque de grãos classificados
10	Copa	25	Estoque Maker	40	Oficina
11	Estoque de acabados	26	Setor engomagem	41	Manutenção
12	Setor de rama	27	Produtos químicos	42	Geladeira
13	Administração	28	Setor de embalagem	43	Almojarifado
14	Espira adesivos/Maker	29	Setor de agrupamento	44	Acesso de carga e Descarga
15	Espira grãos	30	Setor de corte		

Figura 5 – planta baixa do Layout Atual  
Fonte: Autoria própria.

Somam-se quase 2200 m<sup>2</sup> de área, sendo 1850 m<sup>2</sup> aplicados à área de produção e estoque.

#### 4.2.1 Análise do layout atual

Atualmente a planta contém distribuições de maquinário e setores que em parte compartilham do mesmo galpão ou estão isolados em outro ponto de localização, mesmo quando possuem processo sequente, como é o caso do estoque de Grãos Classificados (em azul) com a Máquina Matriz (em verde) e Espera de Grãos (em amarelo). Ambas estão interligadas diretamente no processo, mas devido à longa distância, acabam por

gerar grande fluxo de movimentação de materiais. Outro ponto bastante crítico é a única via de movimentação interligando os setores de Estoque de Bobinas para Engomagem, Mistura e Separação do Maker, bem como o único acesso do estoque de grãos classificados supracitados. Tais espaços para movimentação são compartilhados entre empilhadeira, palete e carrinhos manuais acarretando em trânsito, gerando espera e ampliando as perdas de tempo de maneira considerável no processo.

Com outros problemas de fluxo e movimentação podemos também citar o produto acabado que ao sair do Setor de Embalagem, é transportado para o setor de Estoque Final, acarretando em uma operação que demanda excessiva atenção por parte dos operadores, uma vez que atravessam a Máquina Matriz em um estreito espaço com produtos de alto volume e peso, potencializando possíveis acidentes caso haja qualquer descuido ou falha operacional. Neste caso ainda vale expor outro exemplo: quando a bobina de costado, ao ser movimentado para acoplar na Máquina Matriz, coincide com os operadores movimentando os produtos acabados ao Estoque final citado acima. Ainda em outro momento em que os padrões de fluxo são afetados, se dá externamente no momento do recebimento de matérias primas como as Bobinas de pano para engomagem, o qual ao ser movimentado cruza o com todos dos itens citados anteriormente.

De forma geral, dentre os fatores que atrapalham ou impactam no fluxo, podemos citar: os meios de transporte externo (uma vez que a localização da planta está no centro urbano); sequência de operação para cada componente; fluxo necessário para as áreas de trabalho; localização de áreas de suporte e serviço bem como toda parte administrativa e técnica (laboratório, manutenção) e estoque de recebimento de matérias primas.

Por fim, tais congestionamentos impedem o livre acesso gerando atrasos significativos, em função da espera da chegada da matéria prima ou produto acabado, por conta da convergência das movimentações. Sendo assim, podemos dizer que toda a análise macro de problemas e melhorias se baseia em maior parte nos fluxos em índices quantitativos entre setores ou centro de atividades, uma vez que a leitura do processo prioritariamente revela etapas sequenciadas, relacionados ao produto, processo e programação.

Vale lembrar que a estrutura do prédio é antiga, não permitindo qualquer alteração estrutural de maior porte entre setores visando melhorar as condições para facilitar tais movimentações. Por se tratar de um prédio com instalações em conceitos do século passado, qualquer planejamento contemplando mudanças significativas deve antes ser consultada junto empresa específica de projetos de construção civil para avaliação, cálculo estrutural e aprovação, encarecendo assim o custo de implementação, podendo inviabilizar o projeto de rearranjo de layout, Figura 6.

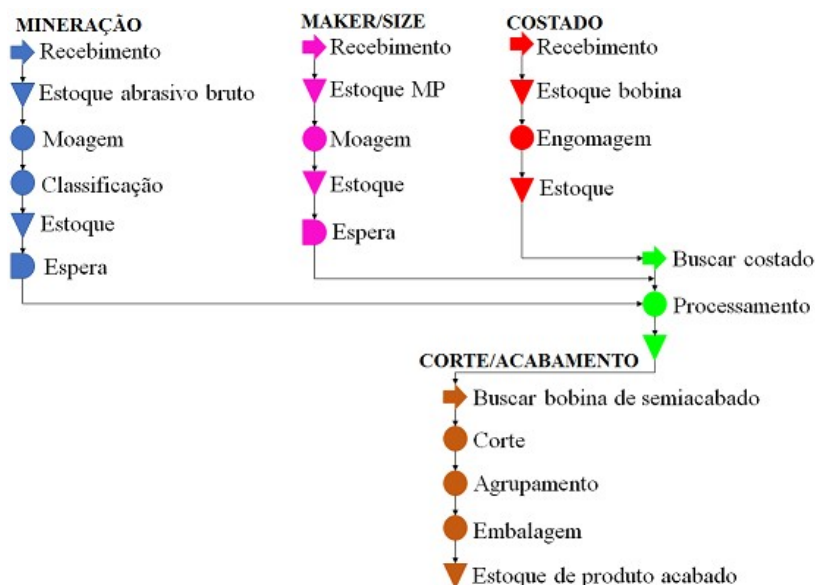


Figura 6 – Fluxograma genérico para o processo de produto.

Fonte: Autoria própria.

Para uma melhor compreensão, a figura 7 expõe a sequencia atual do processo, sendo possível dividi-los genericamente em cinco etapas: Mineração, Adesivo/Maker, Costado, Máquina Matriz e Corte e Acabamento, é possível identificá-las pelas cores, na mesma sequência: Azul, magenta, vermelho, verde e laranja.



### Legenda:

1 Acesso de carga e descarga	8 Separação e mistura do Maker	15 Estoque de costado
2 Estoque de abrasivos bruto	9 Estoque do Maker	16 Máquina cortadeira
3 Classificação dos grãos	10 Espera - Adesivo	17 Agrupador de lixas
4 Lavagem dos grãos	11 Máquina Matriz	18 Embaladeira
5 Estoque de grãos classificados	12 Estoque semi-acabados	19 Estoque de acabados
6 Espera - Grãos	13 Engomagem	
7 Estoque MP para adesivos	14 Estoque bobinas (Engomagem)	

Figura 7 – Mapofluxograma para o processo do produto lixa de pano.  
Fonte: Autoria própria.

Também é importante ressaltar que ao longo dos últimos 100 anos, as variações e inovações nos produtos juntamente com o surgimento de novas técnicas fabris, foram inclusas ao portfolio da empresa, sintetizando o processo e consolidando as etapas produtivas, das quais exigiram adaptabilidade do maquinário e adequação das disposições. Tais adaptações são frutos de projetos, modificações e *retrofitting's* feitos em máquinas e equipamentos, e ainda de aquisições de novos equipamentos.

Na tabela abaixo (2), encontra-se a lista de equipamentos com algumas características e, na sequência, tabela 3, capacidade produtiva:

Tabela 2 – Lista de equipamentos e maquinário.

Descrição do Equipamento	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Quantidade
Máquina Matriz	50	7	3	350	1
Embaladeira SMI	4	1,5	1,6	6	1
Esteira Transportadora	3	1	0,8	3	1
Cortadeira	2	2	1,9	4	3
Esteira do Agrupamento	2	1,5	0,8	3	3

<b>Máquina de Engomagem</b>	25	6	3	150	1
<b>Prensa</b>	2	2	2	4	1
<b>Batedor</b>	1,5	1,6	2	2,25	3
<b>Betoneira</b>	2	2	2	4	1
<b>Moinho</b>	2,5	1	2	2,5	3
<b>Selador Hotmelt</b>	2	1,5	1,8	3	1
<b>Peneira Vibratória</b>	1,5	2	2,1	3	4
<b>Área Total</b>				<b>671</b>	

Fonte: Autoria própria

Tabela 3 – Capacidade Produtiva do Maquinário.

<b>Equipamento</b>	<b>Capacidade Produtiva</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Total</b>
<b>Máquina Matriz</b>	390.000 m <sup>2</sup> de Bobinas Semiacabadas/mês	1	390.000 m <sup>2</sup> /mês
<b>Embaladeira SMI</b>	300 pacotes/minuto	1	300 pacotes/minuto
<b>Esteira Transportadora</b>	100 m/minuto	1	100 m/minuto
<b>Cortadeira</b>	80 m/minuto	3	240 m/minuto
<b>Esteira do Agrupamento</b>	200 m/minuto	3	600 m/minuto
<b>Máquina de Engomagem</b>	180.000 m <sup>2</sup> de Bobinas Pano/mês	1	180.000 m <sup>2</sup> /mês
<b>Prensa</b>	1 T	1	1 T
<b>Batedor</b>	3.000 Litros/hora	3	9.000 Litros/hora
<b>Betoneira</b>	500 Litros	1	500 Litros
<b>Moinho</b>	50 Kg/minuto	3	150 kg/min
<b>Peneira Vibratória</b>	50 Kg/minuto	4	200 Kg/min

Fonte: Autoria própria

Seguindo a ordem estabelecida, na próxima seção abaixo é descrito a aplicação do SLP ao estudo de layout.

## 5 Quantificando a melhoria

Visando propor melhorias de layout fabril de uma empresa de fabricação de lixas aplicando o método *SLP*, foi definida uma equipe de trabalho para inicialmente coletar e absorver informações necessárias do chão de fábrica. Em termos de metodologia, esta etapa seguiu a linha de abordagem pesquisa-ação, na qual o objeto de pesquisa foi trazido ao foco do objetivo da pesquisa (Coughlan, Coughlan, 2002; Eden, Huxham, 1996). Para tal, foi necessário envolver a equipe com o objeto de pesquisa para manter uma linha de qualidade na coleta dos dados bem como a participação de pessoas dentro e fora do contexto da empresa em questão.

O estudo de caso considerou apenas as áreas produtivas fabris, por ser observada maior necessidade quanto aos problemas listados, e as áreas administrativas não entraram no escopo de análise. Dentro do conceito SLP pode-se afirmar que foi aplicada a fase II na qual o foco é definir um layout que disponha boa aceitação e qualidade entre as áreas produtivas não sendo necessário um estudo e rearranjo entre equipamentos e máquinas integralmente, uma vez que não foram identificados maiores problemas consideráveis para aplicar a Fase III do SLP: estudo de micro *layout*.

Para início da aplicação, foi desenvolvido um roteiro de atividades com o objetivo de dar base para seguir uma linha de raciocínio. A medida que as informações foram coletadas, o roteiro foi se adaptando e se adequando as realidades da aplicação, resultando em uma metodologia aplicada em seis etapas, Tabela 4:

Tabela 4 – Relação das atividades.

<b>Etapas</b>	<b>Atividades</b>	<b>Técnica de Coleta de Dados</b>	<b>Ferramentas de Análise</b>
<b>Identificação de UPE's</b>	Desenhar Layout Atual	Análise de Documentos e Medição do Espaço	Planta baixa do Layout Atual
	Elencar as áreas que podem ser consideradas como unidades de espaço	Entrevistas Informais	<i>Checklist</i> de infraestrutura
<b>Análise de Fluxos</b>	Selecionar Produtos para Análise	Observação da Rotina	Fluxograma em Ramos
	Registrar Sequência de Processo	Cronometragem	Gráfico do Fluxo de Processos
	Medir Tempos de Operação	Entrevistas Informais	Mapofluxograma
<b>Análise de Afinidades</b>	Coletar Dados de Intensidade de Fluxo	Análise de Documentos	Diagrama de Configurações
	Montar Cartas "De - Para"	Entrevistas Informais	
	Elaborar Matriz de Afinidade		
<b>Identificar Necessidades de Espaço</b>	Calcular os Espaços atuais x previsto	Medição do Espaço Físico	Planilha para Cálculo
<b>Análise de Configuração</b>	Elaborar Diagrama de Configuração	Análise de Documentos	Diagrama de Configurações
	Reorganizar Configurações Alternativas	Entrevistas Informais	
<b>Proposta de Solução</b>	Projetar Layouts Alternativos	Análise de Documentos	Plantas Baixas de Layouts
	Escolher Melhor Layout	Entrevistas Informais	

Fonte: Autoria própria

Estas etapas da metodologia representam uma compilação de boas práticas de projeto de layout. As atividades ocorreram na sequência citada, entretanto os itens de Análise de Configurações e Identificação de Necessidade e Espaço tiveram que ser realizados de forma integrada considerando que o espaço do layout já existia por se tratar de um fábrica em produção. Logo, as alternativas de configurações geradas deveriam ser adaptadas para se testar em uma condição mais real.

Seguindo a ordem estabelecida, na próxima seção abaixo é descrito o estudo do layout.

## **6 Aplicação do SLP**

O início da análise se deu por meio da aquisição de planta e documentação específica original através da direção da empresa. O layout então foi desenhado com atualizações necessárias procurando manter as originalidades do ambiente e disposição de máquinas, efetuando as medições *in loco* com o auxílio de trena digital.

Após a atualização da planta, foram definidas as unidades de planejamento de maneira a focar os processos majoritários em níveis de importância: áreas atingidas diretamente pelo processo de transformação de matéria prima e produto final acabado. Paralelamente foi realizado um *check list* para elencar diretamente envolvidos na infraestrutura bem como dispositivos, paletizadores, troles, caldeira, compressor, etc. Em complemento foi feito o levantamento de máquinas e equipamentos das etapas produtivas com sua devida capacidade, para que pudesse ser mensurada a capacidade prevendo aumento de processo. Por fim, foram definidas as unidades de processo fabril, sendo excluída parte administrativa, uma vez que o escopo de projeto delimita a área fabril. Conforme esses princípios, no total foram definidos 19 setores.

Considerando que a fábrica possuía diferentes tipos de produtos, baseado em estatísticas de vendas foi levantado o produto com maior saída no período entre julho de 2017 a julho de 2018 para, a partir dessa informação, aplicar a análise de fluxo. Definido então o produto “lixas de número 120 com costado em pano”, foram aplicadas três ferramentas de análise de fluxo: Fluxograma, gráfico de fluxos e processo de mapofluxograma. Conforme apresentados, as ferramentas permitiram compreender o processo a partir de pontos de vistas diferentes, ambas se complementando. Foi possível compreender a relação entre as operações de processo, os tempos produtivos e a localização no chão de fábrica destes fluxos, conforme recomenda a 1ª fase da aplicação do método *SLP*, que se refere às letras dos dados de entrada: P (produto), Q (roteiro), S (serviços de suporte) e T (tempo).

Após a análise, foi possível obter compreensão do número de movimentações entre os setores e número de material transportado, sendo possível construir as cartas “de para”, a fim de serem convertidas em matrizes de afinidades.

A matriz foi baseada na inter-relação entre setores e razões pré-definidas conforme leitura do processo e infraestrutura de apoio. Os valores obtidos na matriz de afinidades foram utilizados para desenvolver o diagrama de configuração, sobre postos ao layout atual, Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Matriz de afinidade

Nº	Operação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Recebimento																		
2	Estoque de Abrasivos Bruto	E/2																	
3	Classificação dos Grãos	E	A/2																
4	Lavagem dos Grãos	I	E/1	A/2															
5	Estoque de Grãos Classificados	O	I	I	A/2														
6	Espera - Grãos	O	O	O	E	E													
7	Estoque MP para adesivos	E	U	U	U	U	U												
8	Separação e Mistura do Maker	E	U	X	X	U	U	A/2											
9	Estoque de Maker	O	U	U	X	U	Y	I	A/2										
10	Espera - Adesivo	O	U	U	X	U	A/2	O	O	E									
11	Máquina Matriz - Linha Contínua	X	O	O	O	A/2	A/2	O	O	A/2	A/2								
12	Estocagem Semi-Acabados	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	A/2							
13	Engomagem	O	U	U	U	U	U	U	U	U	O	E	O						
14	Estoque Bobinas - Engomagem	E	U	U	U	U	U	U	U	U	O	O	U	A/2					
15	Estoque de Costado (Bobinas)	U	U	U	U	U	U	U	U	E	I	A/2	O	A/2	I				
16	Máquina Cortadeira	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	I	A/2	U	U	U			
17	Agrupador de Lixas	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	I	E	U	U	U	A/2		
18	Máquina Embaladeira	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	I	E	U	U	U	E	A/2	
19	Estoque de Acabados	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	O	E	U	U	U	E	I	A/2

Tabela 6 – Razões

N. º	Razões
1	Movimentação de materiais
2	Sequência de processo
3	Risco de incêndio
4	Utilização de pessoas
5	Controle de estoque
6	Compartilha o mesmo galpão
7	Controle de serviços
8	Conveniência pessoal
9	Movimentação de Materiais

Fonte: Autoria própria

A base da aplicação se fundamenta nas letras, conforme grau de importância:

- A = Absolutamente necessário;
- E = muito importante;
- I = Importante;
- O = proximidade normal;
- U = sem importância
- X = Indesejado.

Os níveis de importância são vinculados às ponderações contempladas em função das variações dos dados de produtividade e condições pré-fixadas e relacionados aos serviços de suporte e apoio. No geral, são eles: pontos de ar, caldeira, riscos de contaminação envolvendo proximidade de setores não recomendados, facilidade de supervisão, etc. Os valores obtidos na matriz de afinidades, através da soma das importâncias, foram utilizados para desenvolver o diagrama de configuração, sobrepostos ao layout atual, conforme pontuação dos respectivos setores, dando prioridade à ordem estabelecida acima.

Abaixo, o rascunho do diagrama desenvolvido e disposto em primeira análise, como sugere o método, sem considerar tamanho de espaço necessário para cada setor, maquinário e limitação das divisões atuais, apenas de forma gráfica, Figura 8:

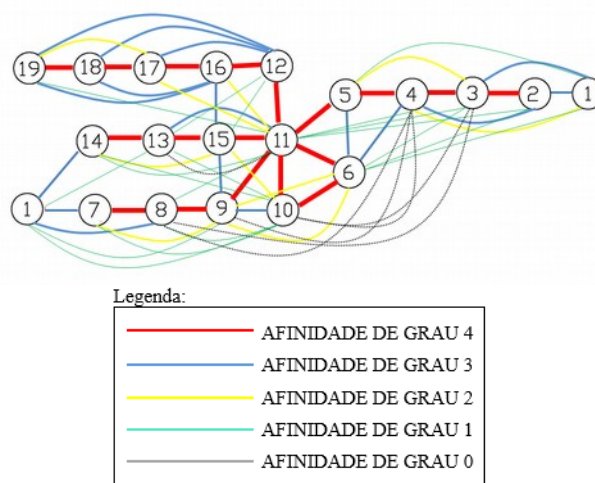
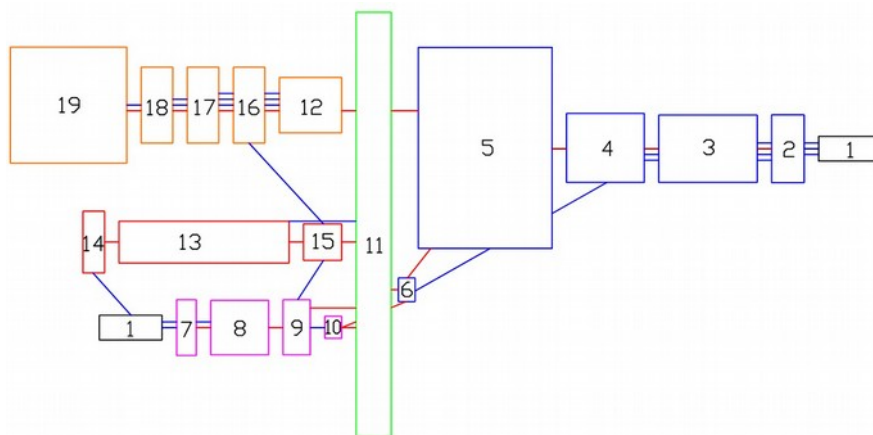


Figura 8 – Diagrama de Configuração  
Fonte: Autoria própria

Através da análise do Diagrama de Configuração foi possível tirar algumas conclusões: fica claro que o local com o maior número de relações fortes, o qual está no centro do processo, é a Máquina Matriz. As outras relações dependem e se relacionam quase que exclusivamente dentro de seu próprio processo, não mantendo vínculos importantes com outros setores.

Finalizados a primeira análise, focamos na próxima etapa referente à fase 3 do método *SLP*: A Análise de Espaços Necessários. Esta se faz com base na capacidade produtiva e percentual de importância, baseados em dados quantitativos e qualitativos, todos elencados conforme tabela 3 (capítulo anterior).

Contemplando o maquinário e movimentação, foi verificado que a disposição atual é suficiente para a realização das operações de processo na fábrica, não necessitando de alterações, inclusive para suprir as previsões de aumento da demanda futura com exceção do setor de Estoque de Grãos, o qual foi redimensionado. Considerando, então, os blocos dimensionados (*block layout*), teremos uma disposição pré-orientada, através do diagrama de inter-relação dos espaços, ainda sem considerar as limitações de espaço atuais, Figura 9:



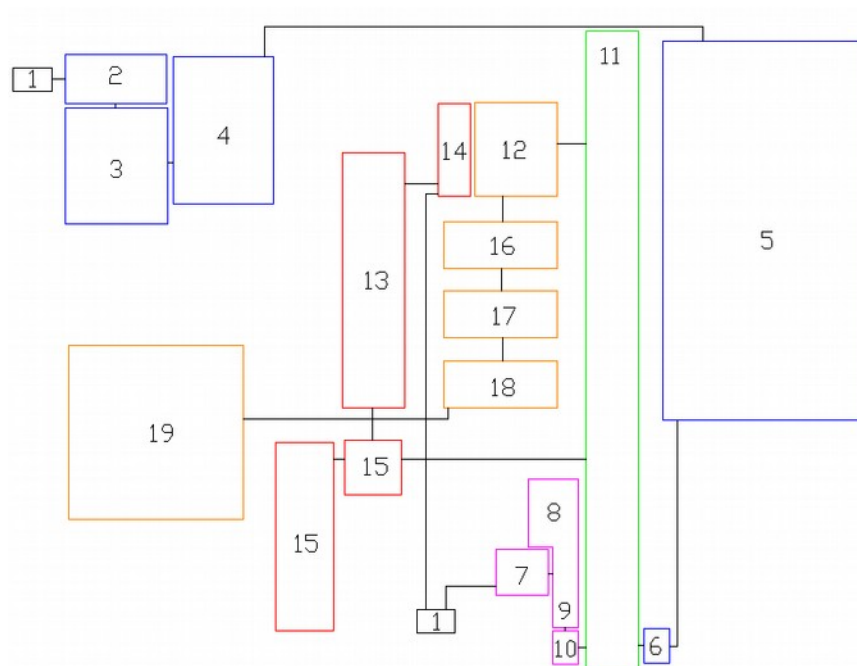
### Legenda:

1	Recebimento	8	Separação e mistura do Maker	15	Estoque de costado
2	Estoque de abrasivos bruto	9	Estoque do Maker	16	Máquina cortadeira
3	Classificação dos grãos	10	Espera - Adesivo	17	Agrupador de lixas
4	Lavagem dos grãos	11	Máquina Matriz	18	Embaladeira
5	Estoque de grãos classificados	12	Estoque semi-acabados	19	Estoque de acabados
6	Espera - Grãos	13	Engomagem		
7	Estoque MP para adesivos	14	Estoque bobinas (Engomagem)		

Figura 9 – Diagrama de configuração em bloco.  
Fonte: Aatoria própria

Como as simulações das alternativas de configurações do layout entre setores utilizou o dimensionamento existente (figura 15), concentrando-se apenas nas disposições dos intercâmbios de blocos que representavam a unidade de processo, a próxima etapa foi desenvolver algumas possibilidades considerando o contexto real da fábrica – não de espaço físico, mas também de investimento e adequação. As disposições dos setores se enquadraram conforme possibilidades nas Figuras 10, 11:

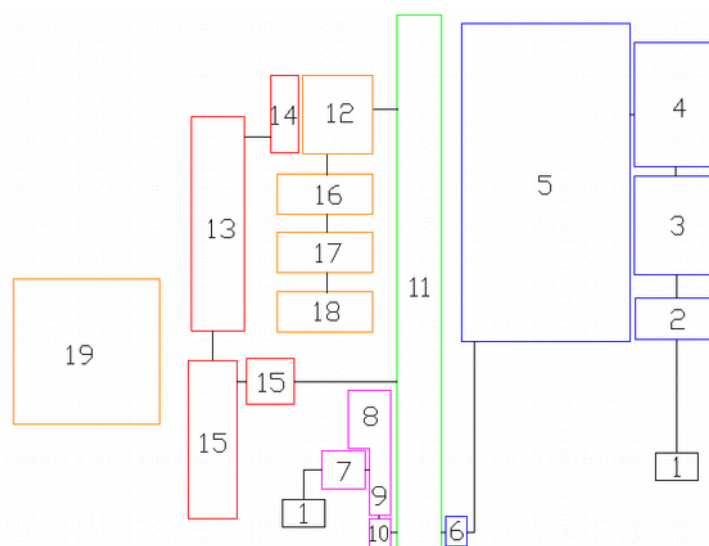


**Legenda:**

1	Recebimento	8	Separação e mistura do Maker	15	Estoque de costado
2	Estoque de abrasivos bruto	9	Estoque do Maker	16	Máquina cortadeira
3	Classificação dos grãos	10	Espera - Adesivo	17	Agrupador de lixas
4	Lavagem dos grãos	11	Máquina Matriz	18	Embaladeira
5	Estoque de grãos classificados	12	Estoque semi-acabados	19	Estoque de acabados
6	Espera - Grãos	13	Engomagem		
7	Estoque MP para adesivos	14	Estoque bobinas (Engomagem)		

Figura 10 – Diagrama de configuração em blocos B.

Fonte: Autoria própria

**Legenda:**

1	Recebimento	8	Separação e mistura do Maker	15	Estoque de costado
2	Estoque de abrasivos bruto	9	Estoque do Maker	16	Máquina cortadeira
3	Classificação dos grãos	10	Espera - Adesivo	17	Agrupador de lixas
4	Lavagem dos grãos	11	Máquina Matriz	18	Embaladeira
5	Estoque de grãos classificados	12	Estoque semi-acabados	19	Estoque de acabados
6	Espera - Grãos	13	Engomagem		
7	Estoque MP para adesivos	14	Estoque bobinas (Engomagem)		

Figura 11 – Diagrama de configuração em blocos C.  
Fonte: Autoria própria

Tais diagramas redefiniram algumas mudanças consideráveis, já dentro da escala original da planta, permitindo obter visão mais detalhada e crítica entre as perspectivas de rearranjo fabril, permitindo assim dar sequencia na etapa seguinte, a de escolher a melhor opção por meio de razões listadas através de tomada de decisão.

Para a seleção final da melhor proposta de layout, fez-se um *checklist*, conforme recomenda a ferramenta SLP, contendo graus de importância e valores de peso atribuídos conforme necessidade. As classificações são transformadas em números, sendo: A=4, E=3, I=2, O=1, U=0. A alternativa com maior pontuação é então selecionada:

Tabela 7 – Avaliação das Alternativas.

Nº	Fator/Consideração	Peso	Atual	A	B	C	Observação
1	Movimentação de Materiais	5	O/5	A/20	E/15	E/15	
2	Capacidade Produtiva	4	E/12	E/12	E/12	E/12	
3	Fluxo de Material	4	O/4	I/8	I/8	E/12	
4	Flexibilidade	2	O/2	I/4	O/2	O/2	
5	Investimento Mínimo	10	A/40	O/10	I/20	O/10	Menor custo
6	Supervisão	3	I/6	E/9	E/9	E/9	
			<b>63</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>60</b>	

<b>Valores</b>	A - Quase Perfeito	4
	E- Especialmente Bom	3
	I - Resultados Importantes	2
	O - Resultados Normais	1

Fonte: Autoria própria

Primordialmente, procurou-se privilegiar aquelas que apresentavam maior grau de afinidade entre si. Ambas as propostas possuíam prós e contras, entretanto o maior peso foi considerado na questão investimento. O layout C, a princípio, era o mais promissor, equilibrando custo do investimento e melhorias. Entretanto um fator decisivo alterou seu prognóstico: O prédio ao lado, no qual compartilharia o galpão do novo setor alocado (Mineração), seria alugado para Indústria alimentícia, em uma estratégia da própria empresa para aumentar seus ativos, visto que o espaço estava sem utilização. Sendo assim, por questões de higiene sanitária e contaminação, tal setor não poderia estar disposto naquele ambiente, caso contrário perderiam a efetivação do aluguel. Logo, através dos pesos em investimento mínimo na tabela 9 acima, foram consideradas tais perdas caso efetivássemos essa escolha de layout.

Por fim, entre as configurações analisadas, foi selecionado com melhor pontuação e condição o layout apresentado abaixo:



### Legenda:

1	Recebimento	8	Separação e mistura do Maker	15	Estoque de costado
2	Estoque de abrasivos bruto	9	Estoque do Maker	16	Máquina cortadeira
3	Classificação dos grãos	10	Espera - Adesivo	17	Agrupador de lixas
4	Lavagem dos grãos	11	Máquina Matriz	18	Embaladeira
5	Estoque de grãos classificados	12	Estoque semi-acabados	19	Estoque de acabados
6	Espera - Grãos	13	Engomagem		
7	Estoque MP para adesivos	14	Estoque bobinas (Engomagem)		

Figura 12 – Layout proposto.  
Fonte: Autoria própria

### 6.1 Análise da escolha de layout proposto.

Dentro do contexto de melhorias de processo, devemos levar em conta o maior motivador, o qual qualquer processo visa alcançar: lucratividade. Para tal é indiscutível que qualquer implementação deva impactar o mínimo possível as atuais operações e prever investimento equilibrado. Baseado nesse pressuposto observa-se que o layout escolhido obtém grande potencial de melhoria, principalmente para as que motivaram esse estudo - o risco de acidentes em 1º instância seguido por outros fatores elencados -, atuando com o mínimo de alterações possíveis para não atrapalhar as operações atuais e não impactar nos lucros da empresa. Por tal motivo, optamos em apresentar um layout com pequenas modificações, mas com grandes amostras de possibilidades associando um custo enxuto para ganhos consideráveis. Dentre as modificações, podemos citar:

- O setor de estoque de grãos classificados foi alterado para local mais amplo, possibilitando maior estoque e controle, bem como maior proximidade da máquina matriz, operação sequencial. Com isso a movimentação, até então acumulada em um único ponto, será aliviada diminuindo a circulação de empilhadeira, paletizadora e carros de transporte que convergiam por utilizar um

único caminho existente para outras operações. Importante citar que, mesmo locado distante do processo anterior, a classificação de grãos e moagem ganha um novo ponto de movimentação para circulação totalmente independente e exclusiva;

- O setor de Mistura e Separação foi alocado para mais próximo da máquina matriz, diminuindo a distancia de movimentação, inclusive diminuindo os riscos de perda do produto por conta do trajeto. Da mesma maneira que o setor citado acima, ele descongestiona o único caminho que hoje é utilizado para movimentação, possibilitando um acesso mais livre para as bobinas de costado (parte de outra etapa de processo);
- O Estoque de Acabados passa ficar mais próximo do fim do processo, o Setor de Acabamento. Com isso, equaliza-se o fluxo que até então convergia com outros setores, inclusive com a máquina matriz. É nesta operação atual que está a maior probabilidade de riscos de acidentes, uma vez que demanda grande habilidade do operador em transportar o produto em local estreito e pequeno. Ao efetivar essa modificação, o layout passa a ter uma sequencia mais coerente de andamento entre setores;
- Por meio das melhorias citadas acima, o fluxo de movimentações na via principal diminui, evitando cruzamentos desnecessários e esperas prolongadas no trânsito de movimentações.

Outras melhorias podem ser observadas na tabela abaixo:

Tabela 8 – Melhorias apontadas.

<b>Melhorias Apontadas</b>			
<b>Descrição</b>	<b>Atual</b>	<b>Proposto</b>	<b>Observação</b>
<b>1-) Movimentação de material na via principal</b>			
Mineração até a Máquina Matriz (nº de vezes/dia)	5	0	Serão produzidos ao lado da Máquina Matriz
Maker até a Máquina Matriz (nº de vezes/dia)	30	0	Serão produzidos ao lado da Máquina Matriz
Produto acabado até a Máquina Matriz (nº de vezes/dia)	5	0	Setor de Acabados realocado
<b>Total percorrido em 1 mês (nº de vezes)</b>	<b>880</b>	<b>0</b>	
<b>2-) Distância Percorrida</b>			
Mineração até a Máquina Matriz (m)	70	16	Realocado ao Lado da Máquina Matriz
Maker até a Máquina Matriz (m)	40	1,5	
<b>Distância percorrida em 1 mês (m)</b>	<b>2420</b>	<b>385</b>	

Fonte: Autoria própria

É possível verificar no mapofluxograma abaixo, a redução dos cruzamentos nas movimentações entre setores, bem como os novos trajetos propostos. Interessante notar que as bobinas de costado embora estejam locadas mais distantes da máquina matriz, elas não impactam diretamente no fluxo de movimentação, pois são solicitadas uma ou duas vezes ao dia, logo na primeira hora. Com isso, seu transporte não influencia nem impacta no decorrer da produtividade diária.



### Legenda:

1	Recebimento	8	Separação e mistura do Maker	15	Estoque de costado
2	Estoque de abrasivos bruto	9	Estoque do Maker	16	Máquina cortadeira
3	Classificação dos grãos	10	Espera - Adesivo	17	Agrupador de lixas
4	Lavagem dos grãos	11	Máquina Matriz	18	Embaladeira
5	Estoque de grãos classificados	12	Estoque semi-acabados	19	Estoque de acabados
6	Espera - Grãos	13	Engomagem		
7	Estoque MP para adesivos	14	Estoque bobinas (Engomagem)		

Figura 13 – Mapofluxograma proposto.  
Fonte: Autoria própria

De forma geral, ao propor modificações mais modestas, efetivamos a priori em executar as alterações em baixo custo, trazendo retornos visíveis como a movimentação de matérias, impactando na questão de segurança e obviamente, numa maior economia com melhor aproveitamento do espaço, o que possibilita, ainda, a implementação de futuras melhorias de maior porte.

## 7 Conclusão

A apresentação central deste artigo foi à aplicação do sistema *SLP* em polo fabril, após análises e aplicações de ferramentas que mostraram a necessidade da empresa em tomar ações visando sanar alguns dos problemas elencados. Ainda mostrou e constatou a efetividade da metodologia em propor novas soluções baseadas em conceitos amplamente utilizados no mercado, porém muitas vezes negligenciados em empresas de pequeno porte.

Apesar da experiência, conhecimento tácito e a criatividade individual somado as grandes intenções por parte dos diretores serem essenciais na ampliação e aprimoramento do layout fabril, o processo de reorganização de layout também é lógico, racional e metódico, sendo indispensável à efetivação das boas práticas juntamente com ferramentas técnicas sistemáticas que facilitem o processo. Embora a empresa

atualmente opere e consiga atender as demandas, a aplicação mostrou que é possível trabalhar em processo de melhoria contínua potencializando seus setores, maximizando lucros e minimizando desperdícios.

Quanto aos métodos utilizados, estes devem ser analisados e modificados conforme a necessidade de aplicação, mesmo possuindo roteiros suficientes e amplamente difundidos. Para cada aplicação deve-se analisar sempre o contexto dentro da realidade, objetivando e propondo soluções aplicáveis, com o bom-senso em compreender que por vezes o método em si é baseado em generalidades, necessitando de adequações em função da percepção e senso-crítico. Neste sentido este trabalho endossa uma metodologia que foi simplificada para um caso particular, mas que certamente pode encontrar semelhanças em outros processos na indústria.

A sequência deste trabalho se limita a aceitabilidade e aplicação da empresa citada, dando continuidade às fases seguintes do método: o monitoramento e novas possibilidades de melhoria. Contudo, o que foi explanado e exposto fica a critério da empresa em aderir, modificar ou mesmo rejeitar tal proposta de melhoria.

## REFERÊNCIAS

[1] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção, 2a ed., São Paulo: Atlas, 2002.

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

[3] 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. Revista “produção”, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v18n3/a15v18n3>>. Acesso em 09 de setembro de 2018.

[5] SEGUNDO, D. W.; FONTANA, M. E.; Estudo do Arranjo Físico Funcional de uma Pequena Empresa do Polo de Confecções do Agreste Pernambucano. 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_226\\_320\\_28996.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_320_28996.pdf)>. Acesso em 20 de setembro de 2018.

[6] VILLAR, A. M.; JUNIOR, C. L. N.; Planejamento das Instalações Industriais: 1 Ed. Paraíba: Editora da UFPB. 2014. Disponível em: <<http://www.univasf.edu.br/~anacristina.silva/disciplinas/PF/Livro%20Planejamento%20das%20instalacoes.pdf>>. Acesso em 20 de setembro de 2018.

[7] VILLAR, A. M.; PORTO, E. S.; Análise do Arranjo Físico Geral como Base para a Racionalização da Produção – Um Estudo de Caso. 2007. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007\\_tr570429\\_0377.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570429_0377.pdf)>. Acesso em 01 de outubro de 2018.

[8] PEINADO, J.; GRAEML, A. L.; Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços. 1 Ed. Curitiba: Editora UnicenP. 2004. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34490659/livro2folhas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1538256668&Signature=XRxp2Q8S7uLGeJGh5ayB0Sn2Gjg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dlivro6.pdf>>. Acesso em 12 de outubro de 2018.

[14] AGUIAR, G. F.; PEINADO, J.; GRAEML, A. L. Simulações de Arranjos Físicos por Produto e Balanceamento de Linha de Produção: O Estudo de um Caso Real no Ensino para Estudantes de

Engenharia. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 35. São Paulo: COBENGE, 2007. P: 3 – 12. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/12/artigos/117-Jurandir%20Peinado.pdf>>. Acesso em 25 de outubro de 2018.

[15] LUCAS, A. s. et al Mapeamento de Processos: um estudo no ramo de serviços IJIE: Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial. Florianópolis Vol. 7 2015. Disponível em: <[http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/viewFile/3667/pdf\\_107](http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/viewFile/3667/pdf_107)>. Acesso em 25 de outubro de 2018.

[16] MELLO, A. E. N. S. Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá 2008. Disponível em: <<https://www.iepg.unifei.edu.br/arnaldo/download/dissertacoes/Ana%20Emilia.pdf>>. Acesso em 02 de novembro de 2018.

[17] RIBEIRO, J. R.; FERNANDES B. C.; ALMEIDA D. A. A questão da agregação de valor no mapeamento de processo e no mapeamento de falhas In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30. 2010, São Carlos Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_tn\\_sto\\_113\\_740\\_16600.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_113_740_16600.pdf)>. Acesso em 02 de novembro de 2018.

[18] SILVA, Reinaldo Oliveira. Teorias da administração. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, 2001.

[19] TOLEDO, MARCELO. Diagrama de Ishikawa: entenda os princípios da espinha de peixe. Disponível em: <<http://marcelotoledo.com/diagrama-ishikawa-entenda-principios-espinha-peixe/>>. Acesso em 02 de novembro de 2018.

[20] TERNER, GILBERTO LUÍS KUPPER. Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metalomecânica. Porto Alegre. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/219\\_dissertacao%20mp%20gilberto%20turner.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/219_dissertacao%20mp%20gilberto%20turner.pdf)>. Acesso em 02 de novembro de 2018.

[21] ÁVILA, RAFAEL. O que é e como montar uma Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência). Disponível em: <<https://blog.luz.vc/o-que-e/matriz-gut-gravidade-urgencia-e-tendencia/>>. Acesso em 02 de novembro de 2018.

[22] NASCIMENTO, L. M; LINS, I. D; DROGUETT, E. L; MOURA, M. J. C. O Uso da Simulação Como Ferramenta de Apoio à Decisão em um Restaurante Universitário. In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016. João Pessoa. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_WIC\\_231\\_350\\_29744.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_231_350_29744.pdf)>. Acesso em 31 de março de 2019.