

## **PROPOSTA DE MELHORIA NO LAYOUT DE UMA FÁBRICA DE COLCHÕES – UM ESTUDO DE CASO**

ROBERTO LOPES DA SILVA JUNIOR

MARIA DE LOURDES SANTIAGO LUZ

### **Resumo**

*Este trabalho tem por finalidade apresentar uma proposta de melhoria de um layout, para o setor de montagem, costura e embalagens de colchões de mola de uma empresa fabricante de colchões, localizado na cidade de Maringá, norte do Paraná, com o intuito de se obter uma melhora de eficiência produtiva, diminuição de contra fluxos, aumento da segurança, e facilidade no acesso de pessoas e materiais pela linha de produção. O setor produtivo encontra-se com muitos problemas, como desorganização, fluxos confusos, excesso de esteiras, entre outros, tudo isso descendente de um aumento significativo na demanda, portanto se pretende mudar o cenário atual, visto que a competitividade nesse meio moveleiro é muito alta e requer processos altamente eficazes. Foi utilizada a metodologia SLP, e também as ferramentas de apoio como, carta multiprocessos, gráfico do fluxo de processo e fluxogramas, além do questionário de percepção dos colaboradores. Após a aplicação das ferramentas e técnicas, obteve-se uma diminuição da distância percorrida em 7%, visto que se percorria uma distância de 48,9m para o colchão de duas costuras e 46,4m para os colchões de 3 e 4 costuras, assim foi diminuído cerca de 3,5m de distância percorrida, além de ter proporcionado mais segurança e satisfação do trabalhador. A proposta também contemplou a escassez de contra fluxos e a simplificação dos processos produtivos.*

**Palavras-chave:** *layout; melhorias; metodologia SLP.*

### **1. Introdução**

O cenário econômico global é marcado pela competitividade entre as empresas, o que faz com que a busca por mecanismos que permitam o aperfeiçoamento dos processos, garantindo que a empresa possa ter significância frente ao cenário, tem sido alvo de preocupação constante dos empresários.

A busca pela eficácia no processo de produção deve ser considerada primordial, pois como se sabe, a disposição de máquinas tendo sido realizada de maneira impensada pode refletir negativamente no índice de produção (OLIVEIRA, 2011).

Um dos pontos que merecem atenção especial por parte das organizações, refere-se à escolha de *layouts* eficientes, pois, é certo que a escolha de um *layout* inadequado pode acarretar em baixa produção e desperdícios diversos, podendo afetar drasticamente o desenvolvimento da empresa, como diminuição do número de funcionários devido ao

aumento de custos e até mesmo a falência, além de também afetar na saúde e ergonomia do trabalhador (DRIRA et al., 2007).

Assim sendo, há grande necessidade de que a empresa esteja constantemente reavaliando o seu *layout*, pois num cenário marcado pela ampla concorrência, não se deve permitir margens para prejuízos, ou qualquer coisa que venha a afetar a quantidade e a qualidade do que se é produzido. De acordo com Drira (2007), Olivério (1985) e Slack (2002), o tipo de *layout* geralmente depende da variedade de produtos e do volume de produção, então é importante saber de antemão, esses aspectos da empresa.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o *layout* de um setor de montagem, costura e embalagem de colchões, a fim de que possa de fato ser verificado as não conformidades como, os contra fluxos, desperdícios de movimentação de pessoas e materiais, desperdícios de tempo, estoques intermediários e processamentos inapropriados.

A escolha da fábrica em questão deu-se a partir de constatada que a empresa havia a necessidade em ampliar a produção, e uma vez que o seu *layout* não permitia esse aumento, devido ao posicionamento de esteiras e máquinas. Também constatou-se a movimentação excessiva e contra fluxos, o que deixa a linha de produção com baixa eficiência, também será analisado a parte de segurança de movimentação, através da análise dos espaços de circulação. Assim sendo, as melhorias poderiam ser alcançada com o rearranjo do *layout*.

A partir dos problemas expostos, o objetivo será aplicar técnicas e ferramentas de análise para apontar as mudanças necessárias através da proposta para um novo *layout*. Também é almejado que a ocorrência dos problemas sejam sanadas, e o processo passe a ocorrer de uma forma mais adequada, ou seja, sem desperdícios (de tempo ou de material), garantindo o aproveitamento máximo dos recursos disponíveis.

Portanto diante do exposto, justifica-se o rearranjo no atual *layout* a fim de garantir que a linha de fabricação de colchões de mola passe a ter uma produção mais eficiente assim evitando contra fluxos, movimentações excessivas e que se torne mais flexível a fim de garantir a produção de colchões de forma segura e eficiente.

## **1.1 Objetivos**

Os objetivos do presente trabalho estão classificados em objetivo geral e objetivos específicos.

### **1.1.1 Objetivo geral**

Analisar o arranjo físico do setor de montagem, costura e embalagem de uma fábrica de colchões de mola e propor um *relayout* a fim de obter melhorias.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Mapear o processo produtivo;
- Elaborar árvore do produto;
- Elaborar o fluxograma dos processos;
- Aplicar as ferramentas de análise, como: curva ABC, estrutura analítica do produto, gráfico do fluxo de processo;
- Aplicar metodologia SLP;
- Elaborar o novo *layout*;

## **2. Revisão de literatura**

Neste tópico são apresentados o referencial de literatura acerca do desenvolvimento teórico e prático referentes ao arranjo físico (*layout*), os tipos existentes, sua importância e ferramentas de análise e projeto.

### **2.1 Layout**

O arranjo físico de máquinas é imprescindível para as empresas atualmente, por isso a engenharia de produção, trata deste assunto com muita importância, com isso deve ser estudado os tipos de *layout* e os principais fatores que determinam um projeto, são eles: Tipo de produto, tipo de processo de fabricação e volume de produção (NEUMANN & SCALICE, 2015.:

- Tipo de produto: Interessa saber se o produto é um bem ou um serviço, se é produzido para estoque ou para encomenda etc.
- Tipo de processo de fabricação: São questões relacionadas ao tipo de tecnologia utilizada na fabricação, que materiais são utilizados, e quais os meios utilizados para realizar esse tipo de serviço.
- Volume de produção: O volume de produção tem implicações no tamanho da fábrica a construir, e na capacidade de expansão.

Para Rocha (1995, p.60) há uma série de fatores que devem ser levados em conta no momento de elaboração de um *layout*:

- Produto e matéria-prima: dimensões, pesos, quantidades movimentadas e características físico-químicas;
- Máquinas e equipamentos: quantificados em função das suas capacidades, da eficiência e da quantidade a ser fabricada;
- Homem: na movimentação ao realizar tarefas junto às máquinas ou na supervisão, requer espaço compatível com seu bem-estar
- Transporte interno: tipo de transporte utilizado entre os setores. Tem influência na área reservada à circulação.

O *layout* pode ser definido como a forma na qual estão dispostas as máquinas, os postos de trabalhos, as áreas de circulação, entre diversos fatores que estão dispostos na fábrica (ROCHA, 1995 apud, GERLACH, 2013, p.23).

A compreensão de arranjo físico ou *layout* de uma indústria objetiva a disposição de como estão organizados os recursos de transformação, ou seja, a organização das máquinas, bem como as etapas e a forma na qual a mão de obra é inserida no processo. Enfatiza-se que o correto *layout* demonstra o equilíbrio entre toda a parte material da empresa e as pessoas que ali exercem suas funções. Caso haja uma deficiência no dimensionamento, um desequilíbrio pode comprometer a produtividade (PEINADO e GRAEML, 2007; DRIRA et al., 2007).

Tem-se a reorganização do arranjo físico como um significativo desafio industrial, uma vez que o mesmo demanda alto investimento de capital, o que pode vir a ser repassado no custo do produto, sendo assim, a elaboração de um arranjo que seja eficiente é primordial (RAWABDEH e TAHBOUB, 2005). Proporcionar o correto dimensionamento do *layout* contribuirá para (OLIVEIRA, 2011, p.34.:

- Proporcionar um fluxo de comunicações entre as unidades organizacionais de maneira eficiente, eficaz e efetiva;
- Proporcionar melhor utilização da área disponível da empresa;
- Tornar o fluxo de trabalho eficiente;
- Proporcionar redução da fadiga do funcionário no desempenho da tarefa, incluindo o isolamento contra ruídos;
- Ter um clima favorável para o trabalho e o aumento da produtividade.

Em linhas gerais, os *layouts* derivam de quatro tipos básicos: posicional, por processo, celular, por produto (SLACK et. al., 2002).

### **2.1.1 Princípios do *layout***

Olivério (1985) cita em sua obra o termo *plant layout* para nomear arranjo físico, que consiste em harmonizar os aspectos: satisfação no trabalho, diminuição do tempo de espera, aumento da produção, diminuição da ociosidade das máquinas, perda de espaços, redução de custos, entre outros. Ele ainda apresenta os princípios gerais de um arranjo físico.

- Princípio da integração: Organizar equipamentos, pessoas e matérias primas de uma forma compatível que não prejudique o fluxo do produto, assim toda a fábrica consegue trabalhar de uma forma harmoniosa.
- Princípio da mínima distância: Um arranjo físico ótimo é aquele que consegue minimizar a distância entre equipamentos, pessoas e materiais a fim de diminuir o espaço percorrido, pois movimentação é uma atividade que não agrega valor ao produto.
- Princípio de obediência ao fluxo de operações: Um fluxo progressivo é onde ocorre a movimentação contínua dos elementos de uma manufatura, assim podendo haver um constante deslocamento de matérias sem obstruções e cruzamentos.
- Princípio do uso das três dimensões: Deve-se pensar em ocupar os espaços nas três dimensões, ou seja, o volume dos elementos, visto que é de grande valia planejar a área de circulação de ar, espaços de movimentação, espaços para manutenção, segurança, estoque entre outros espaços, para que possa evitar cruzamentos, idas e vindas, assim facilitando trajetórias e as deixando mais curtas.
- Princípio da satisfação e segurança: Trata-se de pensar em um *layout* que atenda as condições de trabalho, onde-se obtenha a maior satisfação do colaborador. Mais objetivamente tem que se pensar no conforto e na segurança, assim evitando acidentes e aumentando a produtividade. Os principais fatores relacionados a esse tópico são: temperatura, ruídos, cores, limpeza, odor, entre outros.
- Princípio da flexibilização: É um princípio muito importante, em razão de que o mercado é muito flexível, tanto em questão de produto, quanto em inovações tecnológicas, portanto a empresa deve-se permitir modificações futuras resultantes de mudanças externas.

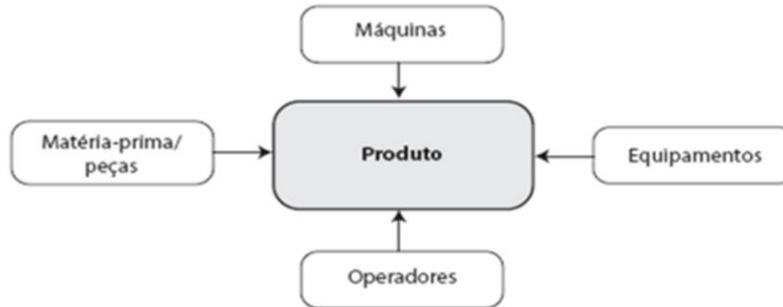
### **2.3 Layout posicional**

*Layout* posicional, ou conhecido também como *layout* fixo é o mais simples e básico dentre os utilizados, de modo a ser operado quando o produto tem dimensões muito grandes e seu deslocamento é muito difícil. Basicamente o produto fica parado em um local específico e os produtos, pessoas e processos se deslocam em volta do mesmo (NEUMANN & SCALICE, 2015).

No referido modelo (Figura 1) são os equipamentos, bem como as instalações e pessoas que se deslocam para a transformação e também se observa uma dificuldade na

movimentação de recursos, como é o caso da construção de uma rodovia, prédios, pontes, navios, cirurgias entre outros (NEUMANN & SCALICE, 2015).

Figura 1 – Arranjo físico posicional



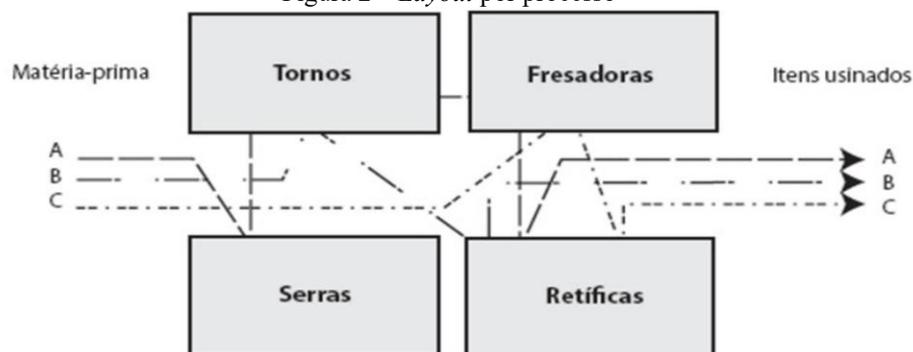
Fonte: NEUMANN & SCALICE (2015)

### 2.3.1 Layout por processo

O *layout* por processo ou também conhecido como *layout* funcional, organiza funcionalmente as máquinas de um mesmo grupo ou que desempenham as mesmas funções. Basicamente consiste em departamentalização dos setores criando uma área no qual serão realizados processos semelhantes, porém um fator a ser muito bem analisado é a alta movimentação de materiais (NEUMANN & SCALICE, 2015).

Nesta situação (Figura 2), há alocação e agrupamento de recursos e processos semelhantes com o intuito de beneficiar os recursos transformadores (SLACK et. al., 2002). Sabe-se que o tipo de arranjo físico em questão é utilizado em situações em que há muita variação entre o fluxo de produtos, de clientes e de informações (CORRÊA e CORRÊA, 2012). Pode-se citar como exemplo: hospital, usinagem de peças de motores de avião (NOMURA, 2013).

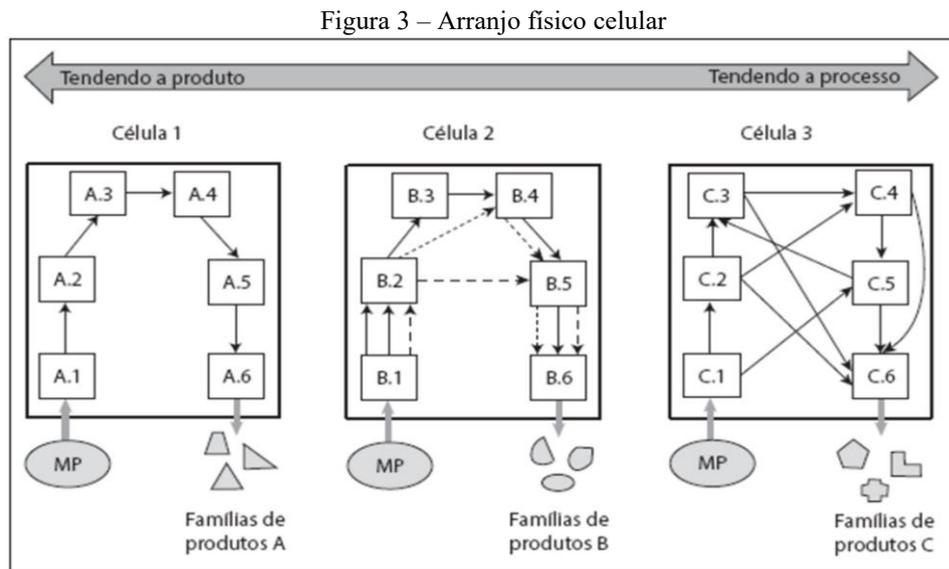
Figura 2 – Layout por processo



Fonte: NEUMANN & SCALICE (2015)

### 2.3.2 Layout celular

Há uma pré-seleção dos recursos transformados a fim de que se movimente em uma área específica, ou seja, movimente-se por uma célula, pois é nesta em que se encontram os recursos transformadores necessários à realização do processamento. Caso haja necessidade, o recurso transformado pode ser encaminhado por mais de uma célula. Exemplo: uma empresa manufatureira de peças de computador (SLACK et. al., 2002; NOMURA, 2013). Na Figura 3 tem-se a esquematização de um *layout* que possui três células distintas:

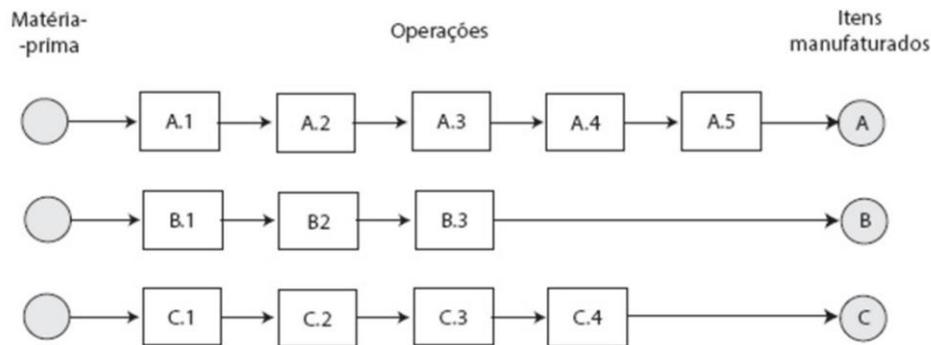


Fonte: NEUMANN & SCALICE (2015)

### 2.3.3 Layout por produto

No modelo apresentado na Figura 4, há um processo unidirecional, pois, o material desloca-se pelas diferentes estações de trabalho a fim de receber as transformações necessárias. Na situação em questão há o intuito em dispor os recursos produtivos em consonância às operações requeridas. Como exemplo pode-se citar a montagem de automóveis, um restaurante *self-service*, entre outros (SLACK et. al., 2002; NOMURA, 2013). A Figura 4 representa um *layout* por produto contendo 3 linhas:

Figura 4 – Layout por produto



Fonte: NEUMANN & SCALICE (2015)

Conforme Slack (et. al., 2002) evidência que é bastante comum que ocorra a utilização mista dos *layouts*, ou seja, há a combinação de elementos dos distintos modelos, ou ainda, pode ocorrer a utilização de diversos tipos de *layouts* nos diferentes setores da operação.

Torna-se necessário o estudo para a escolha do melhor tipo de *layout* a fim de promover benefícios durante o processo produtivo Quadro 1:

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens dos tipos de arranjo físico

TIPO DE LAYOUT	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Posicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexibilidade muito alta de mix e produto;</li> <li>- Produto ou cliente não movido ou perturbado;</li> <li>- Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custos unitários muito altos;</li> <li>- Programação de espaço ou atividades pode ser complexa;</li> <li>- Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra.</li> </ul>
Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta flexibilidade de mix e produto;</li> <li>- Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas;</li> <li>- Supervisão de equipamentos e instalações relativamente fácil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa utilização de recursos;</li> <li>- Pode ter alto estoque em processos ou filas de clientes;</li> <li>- Fluxo complexo pode ser difícil de controlar.</li> </ul>
Celular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode dar um bom equilíbrio entre custos e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta;</li> <li>- Atravessamento rápido;</li> <li>- Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual;</li> <li>- Pode requerer capacidade adicional;</li> <li>- Pode reduzir níveis de utilização de recursos.</li> </ul>
Produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixos custos unitários para altos volumes;</li> <li>- Dá oportunidade para especialização de equipamento;</li> <li>- Movimentação conveniente de clientes e materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode ter baixa flexibilidade de mix;</li> <li>- Não muito robusto contra interrupções;</li> <li>- Trabalho pode ser repetitivo.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Slack, Johnston & Chambers, (2002)

As observações e a efetivação de um *layout* adequado poderão garantir que aconteça, por exemplo, o melhor desempenho dos funcionários, uma vez que acontecerá a diminuição do deslocamento dos mesmos nas diversas fases da produção, além de evitar o retrabalho. A utilização de um arranjo físico adequado permitirá o adequado dimensionamento da área utilizada no processo produtivo, garantindo qualidade na produção (SILVA, 2009).

## 2.4 Metodologia SLP

O método proposto por Muther (1978) de análise e projeto de um *layout* funcional, que se difundiu muito rapidamente entre a população industrial, é chamado de método SLP (*Systematic Layout Plannig*), isso quer dizer um planejamento sistemático do *layout*, em outras palavras, diz respeito a um conjunto de técnicas e ferramentas para auxiliar e propor um novo *layout* ou *relayout* para a fabricação de produtos ou serviços (CORRÊA e CORRÊA, 2012).

Para que haja um entendimento do método e a aplicação prática, segundo CORRÊA (2012), Schonberger e Knood jr. (1994) desenvolveu as etapas pelo qual deve ser seguida afim de se obter a proposta de um *layout* ótimo e que satisfaça as necessidades da fábrica.

O Quadro 2 apresenta as etapas propostas.

Quadro 2 – Etapas do SLP

ETAPAS	POSSÍVEIS FERRAMENTAS
1. ANÁLISE DE FLUXOS DE PRODUTOS OU RECURSOS	FLUXOGRAMA, CARTA DE-PARA, MAPOFLUXOGRAMA
2. IDENTIFICAÇÃO E INCLUSÃO DE FATORES QUALITATIVOS	DIAGRAMA DE RELACIONAMENTO DE ATIVIDADES, 5W2H
3. AVALIAÇÃO DOS DADOS E ARRANJO DE ÁREAS DE TRABALHO	DIAGRAMA DE ARRANJO DE ATIVIDADES
4. DETERMINAÇÃO DE UM PLANO DE ARRANJO DOS ESPAÇOS	DIAGRAMA DE RELAÇÕES DE ESPAÇO
5. AJUSTE DO ARRANJO NO ESPAÇO DISPONÍVEL	PLANTA DO LOCAL E MODELOS (TEMPLATES)

Fonte: Adaptado CORRÊA E CORRÊA (2012)

As etapas e possíveis ferramentas para análise do *layout* do Quadro 2, não são fixas, podendo haver adaptações para que haja um melhor entendimento do local de trabalho e por fim um *layout* mais adequado e adaptado a realidade da empresa.

## 2.5 Fluxograma de processos

Diagramas que descrevem um fluxo contínuo de processo, ou algum sistema, podem ser chamados de fluxograma. Esse tipo de “gráfico” tem o objetivo de mostrar uma visão detalhada do processo produtivo, registram o caminho por onde percorre as informações,

produtos, trabalho ou consumidores ou qualquer outra coisa que possa correr por meio da operação (SLACK et. al., 2002).

Usam-se símbolos para cada atividade, a fim de se registrar um processo. O Quadro 3, explica a simbologia usada nos fluxogramas.

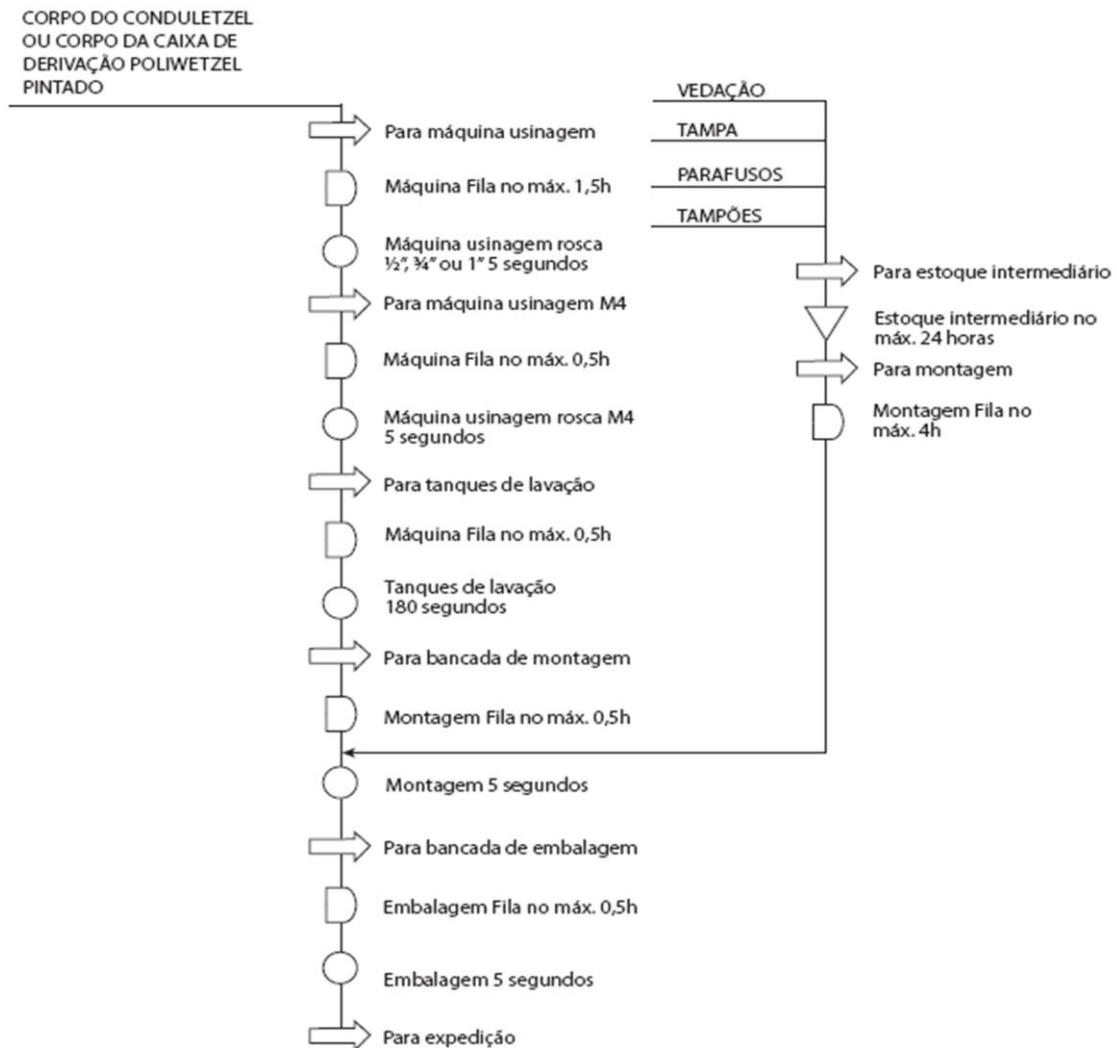
Quadro 3 – Simbologia de atividades do fluxograma

	Operação: Atividade ou operação exercida sobre o material: pintar, colar, costurar, etc;
	Inspeção: Verificação de uma determinada característica do material ou produto: Medir, verificar linhas soltas, pesar, etc;
	Demora: Espera por estar aguardando a próxima etapa, seja ela transporte ou uma operação;
	Transporte: Movimentação de material ou produto;
	Armazenamento: Colocação do material/produto em um lugar previamente definido, para estocagem.

Fonte: Adaptado SLACK (2002)

Assim tem-se um fluxograma de fabricação e montagem, na Figura 5.

Figura 5 – fluxograma no processo de fabricação de parafuso



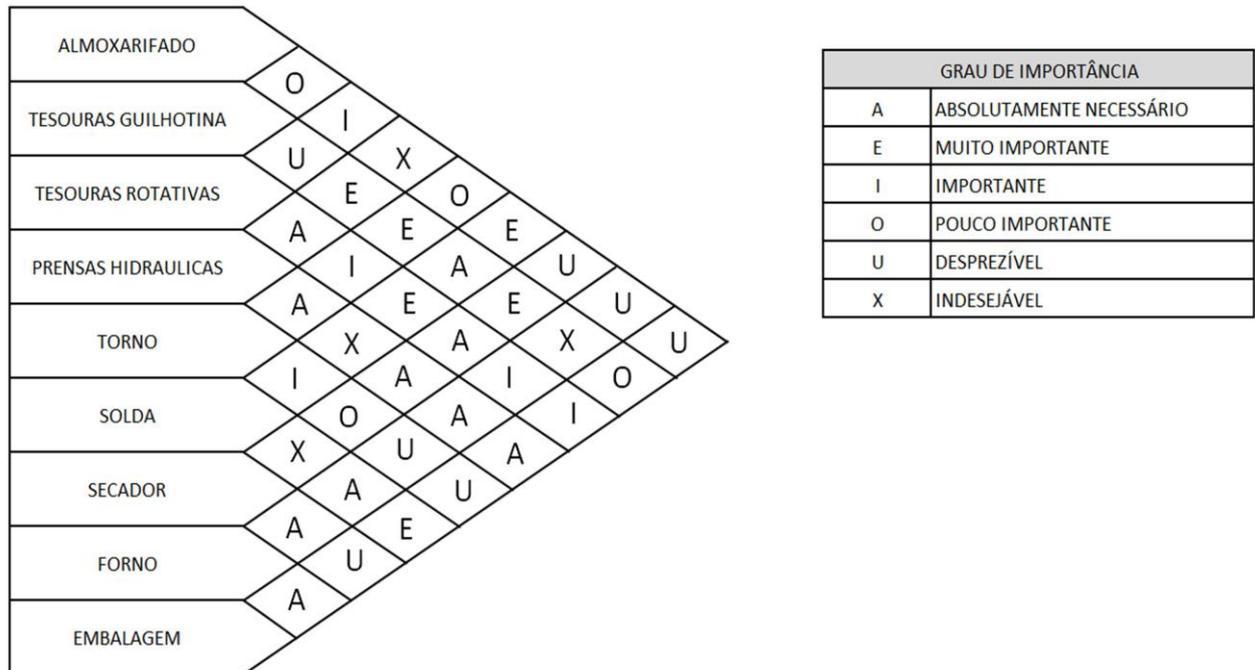
Fonte: NEUMANN & SCALICE (2015)

## 2.6 Diagrama de relacionamento de atividades

De acordo com Muther (1978), o diagrama de relacionamento de atividades, se trata de uma matriz que estabelece o relacionamento de importância e o tipo de fluxo entre setores ou processos produtivos. É uma ferramenta prática e objetiva cujo foco é entender a inter-relação entre as atividades e assim planejar o layout que atenda as necessidades do processo.

A Figura 6 apresenta um exemplo de diagrama de relacionamento de atividades, afim de exemplificar a aplicação da ferramenta.

Figura 6 – Diagrama de relacionamento de atividades



Fonte: Adaptado MUTHER (1978)

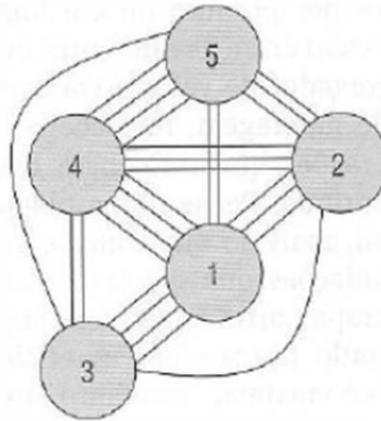
## 2.7 Diagrama de arranjo de atividades

O diagrama de arranjo de atividades é elaborado para representar graficamente a relação entre os setores. Eles são representados através de círculos (setores) e linhas (critérios de propriedade de proximidade) para que se possa facilitar a compreensão dos setores que deverão ficar mais próximos e os que deverão ficar mais distantes (CORRÊA e CORRÊA, 2012).

Os critérios estabelecidos por Muther (1978) para a definição da prioridade de proximidade são basicamente: nenhuma linha ligando dois círculos (setores), não importante; 1 linha ligando dois círculos (setores), proximidade regular; 2 linhas ligando dois círculos (setores), proximidade importante; 3 linhas ligando dois círculos (setores), proximidade especialmente necessária; 4 linhas ligando dois círculos (setores), proximidade absolutamente necessária e linhas tracejadas são as proximidades indesejadas.

A Figura 7 exemplifica o diagrama de arranjo de atividades.

Figura 7 – Diagrama de arranjo de atividades



Fonte: CORRÊA E CORRÊA (2012)

## 2.8 Estrutura do produto

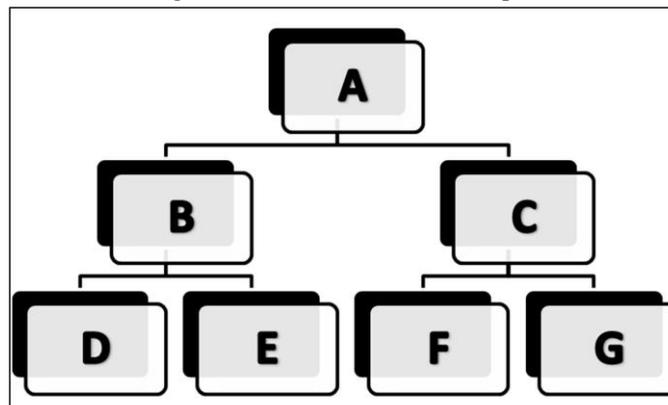
Em geral os produtos são criados para atender ou criar uma demanda em um determinado público, cada um tendo suas funcionalidades e características básicas. De certo modo eles terão que ser fabricados seguindo uma determinada regra, pois dependem de suprimentos e matérias primas (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Após o projeto final concluído, o produto deve passar pela engenharia, a fim de ser elaborada a ficha técnica, lista de matérias, e a explosão do produto, para que haja o conhecimento de como será a fabricação. Para a documentação necessária normalmente se faz: explosão do produto, diagrama de montagem, estrutura analítica e lista de materiais (MARTINS; LAUGENI, 2005).

De modo geral a estrutura analítica do produto é disposta em um formato de árvore, cujo objetivo é identificar quais são os subcomponentes (item filho) que compõe o componente (item pai).

A Figura 8 ilustra uma estrutura analítica para exemplificação:

Figura 8 – Estrutura analítica do produto



Fonte: Adaptado MARTINS; LAUGENI (2005)

Pode-se analisar e entender que o produto A, é composto por dois subprodutos, B e C, e que respectivamente dependem dos produtos D e E, F e G.

Na lista de materiais (Quadro 4) tem-se um exemplo onde destacam-se todos os materiais, subcomponentes e matérias primas, com as quantidades necessárias para se fabricar um produto.

Quadro 4 – Lista de materiais

LISTA DE MATERIAIS				
NOME	CÓDIGO	QUANTIDADE	FORNECEDORES	
			INTERNOS	EXTERNOS
PEÇA X	18650	2	X	
PEÇA Y	15236	3	X	
PEÇA Z	11774	1		X

Fonte: Adaptado MARTINS; LAUGENI (2005)

## 2.9 Carta multiprocesso

A carta multiprocesso (Figura 9) representa e indica a sequência e o roteiro em que as operações de fabricação de um produto ou serviço serão executadas. Em um único documento pode-se mostrar a fabricação de diferentes produtos, sendo que para isso, os produtos devem conter partes ou processos semelhantes entre si, a fim de se poder comparar e analisar o fluxo de operações, constatando quais as partes que podem ser melhoradas (NEUMANN & SCALICE, 2015).

Figura 9 – Carta multiprocesso

Operação	Produto A	Produto B	Produto C	Produto D	Produto E
Cortar	①	①	①		①
Centrar	②	②	②	①	
Tornear		③	④	②	
Mandrilar		④	③		
Fresar	③				②
Retificar	④			③	
Tratamento térmico		⑤	⑤	④	③

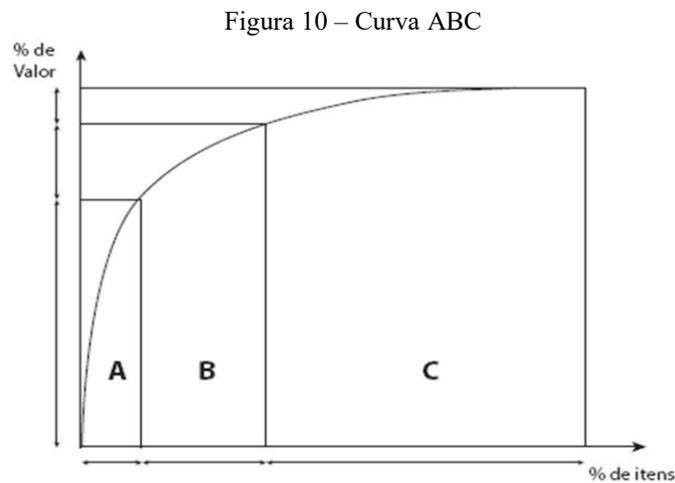
Fonte: NEUMANN & SCALICE (2015)

## 2.10 Curva ABC

De acordo com OLIVÉRIO (1985) deve-se analisar a gama de produtos existente na fábrica, antes de se começar a planejar o *layout*, a fim de torna-se possível à adequação dos espaços através do volume de venda, de determinados produtos.

A curva ABC pode auxiliar em saber quais são os produtos mais importantes ou os mais relevantes, e quais são os produtos que podem ser ignorados inicialmente. Assim propõem-se critérios a serem avaliados como: o produto com maior volume de produção, ou o produto que rende mais faturamento, e assim por diante. A partir das informações analisadas pode-se montar um *layout* para atender a demanda de determinado produto.

Temos um exemplo de curva ABC na Figura 10:



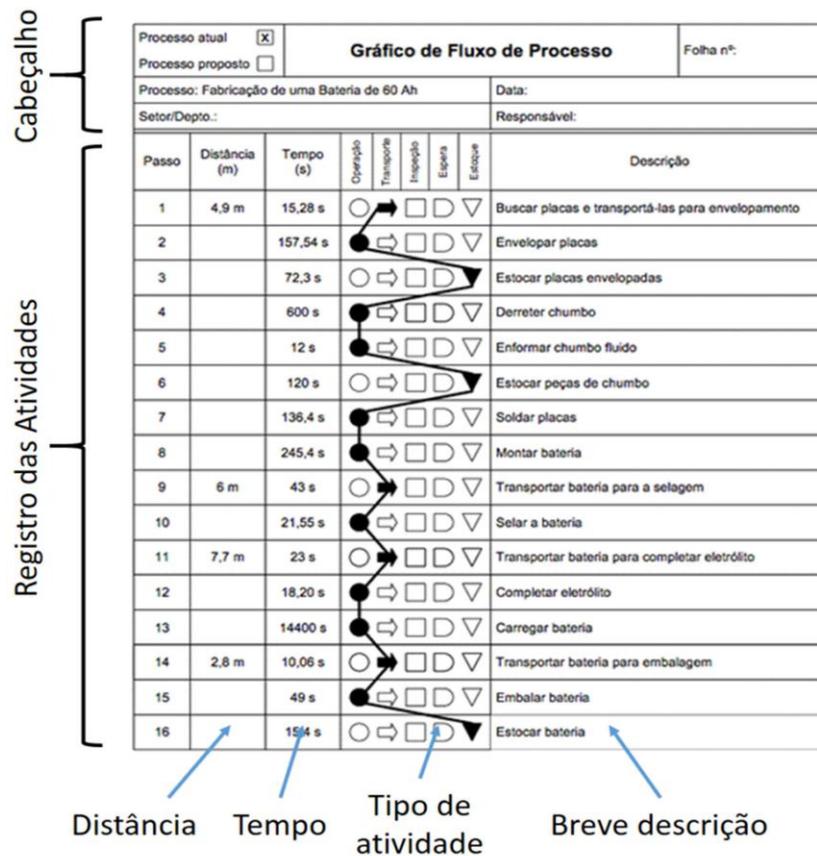
Fonte: NEUMANN & SCALICE (2015)

## 2.11 Gráfico do fluxo do processo

Conforme Barnes (1977) o gráfico do fluxo do processo é um tipo especial de gráfico que pode ser utilizado quando se tem um processo em que, partes de um determinado produto final, são montadas ou processadas separadamente e após um determinado processo são juntadas, assim formando o produto principal. Algumas vezes se faz necessário incluir fotos do processo e do local de trabalho, para complementar o estudo e assim tirar conclusões mais claras.

As principais características deste tipo de gráfico são: visualizar a sequência de atividades de processamento, medir distância, tempo e analisar as esperas, operações e transportes. Segue Figura 11, demonstrando o gráfico.

Figura 11 – Gráfico de fluxo de processo



Fonte: Adaptado Barnes (1977)

## 2.12 Dimensionamento de área

De acordo com Olivério (1985), um dos principais problemas que o engenheiro tem enfrentado, é a questão do correto dimensionamento das áreas, das máquinas e dos operadores. Desta forma, foram desenvolvidas técnicas a fim de se padronizar os espaços, fazendo com que o operador trabalhe com conforto e segurança.

O dimensionamento de área é estudado em vários níveis:

- Dimensionamento da área do centro de produção;

É o espaço onde se localiza uma unidade independente de fabricação, portanto são os operadores, equipamentos e todos os acessórios ao redor. Então será dimensionado todos esses aspectos afim de se garantir um perfeito desempenho.

- Dimensionamento da área para equipamentos;

É a projeção do equipamento no espaço em que ele será utilizado, afim de se prever possíveis deslocamentos ou projeções de determinadas peças acopladas a ela.

- Dimensionamento da área para o processo;

Área de processo pode-se entender, como a área em que é desenvolvida as operações de processamento, portanto considera-se a área de abastecimento das máquinas, componentes das máquina que se deslocam e o posicionamento de outros dispositivos na máquina.

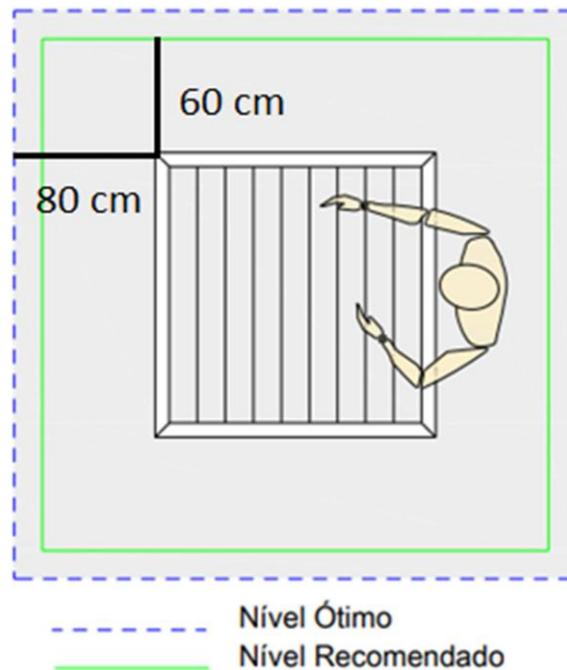
- Dimensionamento da área do operador na operação e o acesso.

Será analisado os movimentos do operador na máquina para que haja movimentos livres e sem interrupções, obtendo assim a perfeita operação industrial. Também analisa-se o acesso do operador a seu posto de trabalho, permitindo a movimentação com segurança e rapidez.

Os níveis de dimensionamentos citados acima foram propostos por Olivério (1985), que cita também a necessidade de se fazer a análise em arranjos já implantados, e adequar à área as necessidades do uso.

A Figura 12 ilustra uma pessoa executando uma determinada tarefa e que para isso, necessita de um determinado espaço mínimo.

Figura 12 – Dimensionamento de área



Fonte: Boueri Filho (2008)

O nível recomendado é 60cm, porém como o colaborador tende a fazer movimentos de braço com maior frequência, adiciona-se mais 20cm para que haja um espaço ótimo.

### **2.13 Revisão sistemática de publicações relacionadas a layout**

Esse tópico apresenta uma síntese da revisão sistemática das publicações científicas realizada no período de março a abril de 2018, por meio de artigos que traduz as discussões atuais acerca de propostas, ferramentas, tecnologias empregadas na melhoria dos arranjos físicos por autores que puderam de alguma forma contribuir com este trabalho.

Góes & Silva (2011) ao realizarem um trabalho em uma empresa beneficiadora de leite e, consideraram a necessidade de se utilizar a imaginação e a criatividade a fim de contemplar as mais diversas possibilidades de arranjos em cada situação específica. É necessário também que se conheça primeiro o que vai ser produzido, a fim de realizar os apontamentos pertinentes.

Outras contribuições referentes à melhoria no processo de produção também foram encontradas na literatura. Uma delas no trabalho de Fernandes (et.al., 2012) que considerou o método da Manufatura Responsiva (MR), baseada no tempo, a fim de proporcionar diminuição dos índices de retrabalho, redução do tempo de resposta e reduções dos custos produtivos. Com o novo *layout* foram construídos grupos de trabalho que poderiam produzir qualquer modelo, além da redução do número de funcionários (FERNANDES et.al., 2012).

Rodrigues (et. al, 2012) considerou como sendo benéfica a realocação dos recursos produtivos, a fim de proporcionar a existência de um fluxo otimizado e mais lógico, que refletirá na efetividade do processo.

Neumann & Fogliatto (2013) abordaram a dinâmica necessária em determinados ambientes, onde, em algumas situações, há de se considerar o desenvolvimento de *layouts* que “absorvam” com rapidez às diversas mudanças. O dinamismo refere-se às pressões externas (mercado) e internas - toda a estrutura de funcionamento.

Mariz & Picchi (2014) consideraram a inserção de células de produção através do *lean*, a fim de que se fossem reduzidos os desperdícios. No caso em questão, a utilização referia-se ao trabalho da construção de fachadas. No entanto, assim como aponta a literatura, esta forma é bastante propícia para a amenização das situações que apresentam o problema de perda de materiais.

Rosa (et.al., 2014) apontaram que, para que se tenha um *layout* eficiente são necessárias observações e sugestões de melhorias, caso sejam encontradas práticas que interfiram na produtividade e que venham ampliar os custos.

Rezende (et.al., 2016) abordaram a questão referente à maximização do uso do tempo e a questão dos movimentos a fim de ampliar a capacidade de produção considerando o atual

*layout* da empresa. Embora não tenham apontado nenhuma mudança no *layout*, consideraram o aproveitamento máximo da realidade apresentada pela disposição física da empresa.

Considerando a utilização do *layout* celular Rodriguez & Delgado (2016) apontaram as células de produção podem ser utilizadas, principalmente, em pequenas e médias empresas, e o modelo de *layout* referido pode vir a proporcionar significativa redução dos custos. Em seu trabalho, os autores afirmaram que ocorreu a redução 63% dos custos relacionados à movimentação de materiais.

Silva (et. al., 2016) visando propor mudanças que levariam a um maior desempenho de uma fábrica de colchões, fizeram um estudo baseado na Teoria das Restrições (TOC) – que permite a identificação e controle de gargalos em sistema produtivos. Com a aplicação da análise e os rearranjos no *layout*, obteve-se a redução do número de funcionários por setor, bem como ocorreu aumento significativo na produtividade.

Santos (et. al., 2017) consideraram a análise de práticas de Produção Enxuta, ou seja, onde ocorresse a produção de somente aquilo que é necessário, reduzindo os estoques. Ao considerar tal situação, os autores enfatizaram a importância do *layout* celular, pois o mesmo proporciona o agrupamento dos recursos necessários à produção.

Benitez (2017) que apontou a necessidade de rearranjar os espaços a fim de garantir maior fluidez e evitar desperdícios no processo. Como resultado teve se o apontamento da ineficiência do modelo atual e foi feita sugestão de melhoria de um novo modelo de *layout* que contemplasse os ideais da eficiência e do não desperdício de materiais e tempo.

Hanggi (2016) apontou em seu trabalho que há grande necessidade de que haja, por parte das empresas, mecanismos que garantam respostas rápidas às mudanças do mercado, pois o cliente cada dia que passa a ser mais exigente e a ter novas opções. Os rearranjos de *layout* fazem parte dessa “resposta ao mercado”, uma vez que a realização do mesmo poderá trazer inúmeros benefícios. O seu trabalho apresentou a nova proposta de *layout* a fim de que as situações de retrabalho pudessem ser extintas.

Ledis (2010) apontou que em situações em que os recursos devam percorrer através dos recursos transformadores é importante que o *layout* aplicado seja o processo a fim de garantir melhoria na produtividade. Além do mais, em seu trabalho apontou que o mesmo proporcionou a redução de distância percorrida e de gargalos de produção.

Gerlach (2013) considerando a necessidade de melhoria de *layout* de uma fábrica do ramo de soluções de *layout*, foi considerado a medição dos espaços da empresa com uma trena, ou ainda, considerou os registros que já mencionavam os dados referentes. Além do mais, fez uso de cronômetro a fim de realizar a tomada de tempos. Para o desenho do *layout* e

do mapa do fluxo de valor foram utilizados os softwares AutoCAD e Microsoft Office Visio. Para a obtenção de um melhor *layout*, o autor considerou em seu trabalho a aplicação dos princípios da produção enxuta. O tipo de processo utilizado pela empresa era o de lotes, distribuído em um *layout* por processos – no entanto, como foi observado pelo autor, não havia clareza em relação às áreas, além de ocorrer a existências de áreas sem uso.

Nomura (2013) em seu trabalho considerou as questões da garantia de segurança e dos princípios da ergonomia. Estas observações são fundamentais para a elaboração de uma proposta de arranjo significativo.

Destaca-se a monografia de Nomura (2013) que citou a importância da segurança e da ergonomia, além do artigo de Rosa (et. al.,2014) que aponta a observações e sugestões de melhoria, para que assim sejam encontradas soluções de *layout*.

### **3. Metodologia**

#### **3.1 Definição da metodologia**

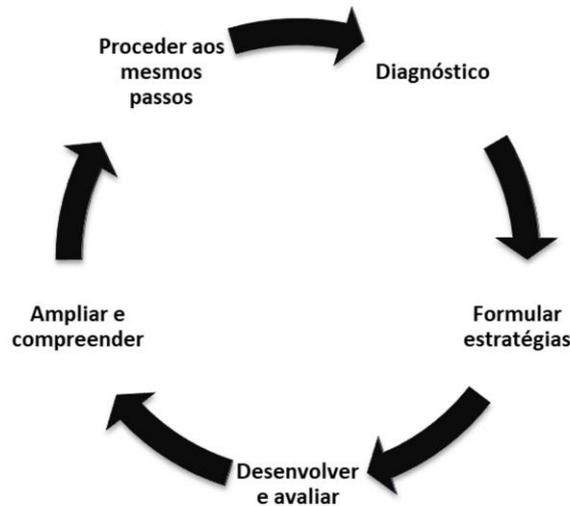
A pesquisa-ação é um procedimento de pesquisa que tem por objetivo de resolver um problema, para isso usa-se a ação, com o apoio de pesquisadores que o auxiliam de modo coparticipativo e utilizando uma relação com o estudo teórico (THIOLLENT, 2003).

De acordo com THIOLLENT (et. al., 2007), temos:

O projeto de pesquisa-ação não impõe uma ação transformadora aos grupos de modo predefinido. A ação ocorre somente se for do interesse dos grupos e concretamente elaborada e praticada por eles. O papel dos pesquisadores é modesto: apenas acompanhar, estimular certos aspectos da mudança decidida pelos grupos interessados. Se esses grupos não estiveram em condição de desencadear as ações, os pesquisadores não podem substituí-los; só procurarão entender por que tal situação ocorre. De modo geral, deve-se abandonar a ideia de mudar unilateralmente os comportamentos dos outros. São os próprios atores que decidem se querem ou não mudar. No plano ético, é permitido ao pesquisador-ator auxiliar ou facilitar uma mudança somente se houver consentimento dos atores diretamente implicados.

Segundo Elliot (1997) a pesquisa-ação é um procedimento que se transforma constantemente em “espirais de reflexão e ação” ou melhor dizendo, em um ciclo:

Figura 13 – Espiral da pesquisa-ação



Fonte: Adaptado Elliot (1997)

### 3.2 Método

O presente trabalho apresenta-se elaborado como uma pesquisa-ação pois tem o objetivo de diagnosticar um problema específico afim de que possa ser estudado, pesquisado, e que haja uma ação prática, para a solução. Adota uma abordagem qualitativa, uma vez que serão realizadas pesquisas e ouvidas opiniões, a fim de se fazer uma investigação científica com caráter subjetivo sobre o objeto estudado. É de natureza aplicada e de objetivo exploratório, pois assume um caráter de planejamento flexível e que permite o estudo do assunto por vários ângulos.

O trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa de campo, observando o setor de colchões de mola da fábrica, aplicando questionários aos colaboradores, fazendo entrevistas e ouvindo opiniões de pessoas que trabalham na linha de produção. Portanto a partir das respostas adquiridas, serão analisadas e estudadas para que se possa agrega-las ao desenvolvimento do novo *layout*.

As informações coletadas foram registradas em planilhas, áudios e arquivos no formato .dwg (autoCAD). A sigla CAD corresponde a (*Computer Aided Design*) ou desenho auxiliado por computador. É um software amplamente aplicado na área de desenvolvimento de projetos, pois é de alta precisão e de fácil manuseio.

Etapas metodológicas deste trabalho são:

- a) Apresentação da empresa e caracterização dos produtos: Foi observado, caracterizado e explicado através de fotos e da árvore do produto os principais itens fabricados na linha de produção, a fim de se familiarizar com as matérias

primas e os diferentes tipos de produtos, assim como a utilização da curva ABC, para identificar o produto com maior volume de venda.

- b) Análise do *layout* atual: A avaliação do *layout* atual é muito importante para se compreender a necessidade de um rearranjo. Foi considerado as necessidades (alta movimentação, contra fluxos e segurança) e as restrições (área). Foi utilizado as ferramentas de fluxograma, gráfico do fluxo de processos, carta multiprocessos e o mapofluxograma para a elaboração desta etapa.
- c) Detalhamento do processo produtivo: Os diferentes processos serão estudados, *in loco*, através de observação e conversas com o gerente de produção, para que se possa ser desenvolvido um fluxograma de processo, compreendendo o fluxo de materiais e pessoas.
- d) Aplicação de questionário: Após a análise do *layout*, por meio das técnicas de registro de movimentação será aplicado um questionário com questões abertas, com o objetivo de saber qual a percepção dos funcionários sobre o que pode melhorar, quais os problemas e dificuldades dos colaboradores que trabalham no setor de fabricação de colchões de mola. As questões elaboradas foram:
- 1º questão: como você define o setor de colchão de mola?
- 2º questão: quais são as principais dificuldades que você consegue enxergar no setor do colchão de mola?
- 3º questão: o que poderia ser melhorado no setor de colchão de mola?
- A partir das respostas obtidas será analisado e incorporado as opiniões na melhoria do *layout*.
- e) Dimensionamento dos equipamentos: Os equipamentos serão dimensionados, a partir das técnicas de Olivério (1985) para que se possa apresentar a proposta de novo *layout* considerando uma área adequada.
- f) Elaboração da proposta de *relayout*: Foi elaborado por meio da utilização das técnicas de desenvolvimento de *layout*, e a técnica do SLP, para que se haja um embasamento teórico sobre o novo local de trabalho.

## **4. Desenvolvimento**

### **4.1 Caracterização da empresa**

A empresa estudada iniciou suas atividades em 1964, em um pavilhão de aproximadamente 250 m<sup>2</sup> e fabricando cerca de 220 acolchoados/dia. A partir de 1970, já

instalada em um terreno de 10.000 m<sup>2</sup>, diversificou seus produtos com a implantação de uma unidade industrial no setor de espumas de poliuretano, colchões e travesseiros, com uma produção inicial de 300 colchões dia. Em 1980 sua unidade no setor de acolchoados aperfeiçoou sua linha, passando a fabricar edredons. Hoje conta com uma segunda unidade industrial, onde modernizou sua fábrica de espuma, colchões, travesseiros e edredons, ampliando sua produção para 2.000.000 de peças anuais.

Desde sua criação, têm a seguinte missão: "Contribuir para a qualidade de vida com produtos que proporcionem conforto e a tranquilidade do sono." e a visão de ser reconhecido como a empresa que melhor faz as pessoas descansarem e dormirem bem.

A empresa prioriza qualidade, através de ações como a busca por novas tecnologias e matérias primas, profissionais capacitados, adequação às preferências de conforto de cada cliente e constante controle de qualidade, buscando sempre as causas e respectivas soluções de eventuais não conformidades.

Através desta característica, a empresa conquistou algumas certificações, como uma das cinco empresas nacionais a possuírem a certificação de qualidade do INER (Instituto Nacional de Estudos do Repouso, Figura 14), que adota normas técnicas bastante rígidas, mais rigorosas do que os parâmetros estipulados pelo próprio Inmetro, e um sistema de gestão certificado pela ISO 9001:2015.

Figura 14 – Selo INER



Fonte: Site Instituto nacional de estudos do repouso

Os principais produtos da fábrica são os colchões, tanto de mola quanto de espuma, espumas industriais, destinadas a clientes como fabricantes de estofados, por exemplo. Mas além destes, a empresa produz também colchonetes, *box* para colchões, travesseiros, cabeceiras, roupa de cama e complementos.

#### **4.2 Caracterização do produto**

A fábrica de colchões tem em sua linha de produção, vários modelos, de preços variados, desde os mais básicos, até os mais luxuosos. Porém os colchões se distinguem em 3 modelos: duas costuras, três costuras e quatro costuras.

Colchões com duas costuras, são mais rápidos e mais simples de se fabricar, pois não necessitam de colagem extra, além das que já são padrão, como a colagem das mantas de espumas e dos tampos.

A Figura 15 ilustra o colchão com duas costuras somente.

Figura 15 – Colchão com duas costuras



Fonte: Fábrica de colchões

Já os colchões com três costuras (Figura 16), são mais elaborados, pois além de se ter uma costura a mais do que o padrão de duas, necessita da colagem do *pillow*, que se trata do tecido entre a primeira e a segunda costura.

Figura 16 – Colchão com três costuras



Fonte: Fábrica de colchões

Os colchões de quatro costuras (Figura 17), são mais complexos de serem produzidos, e levam mais tempo, pois existe nesse colchão dois *pillow*'s, que são colados e costurados.

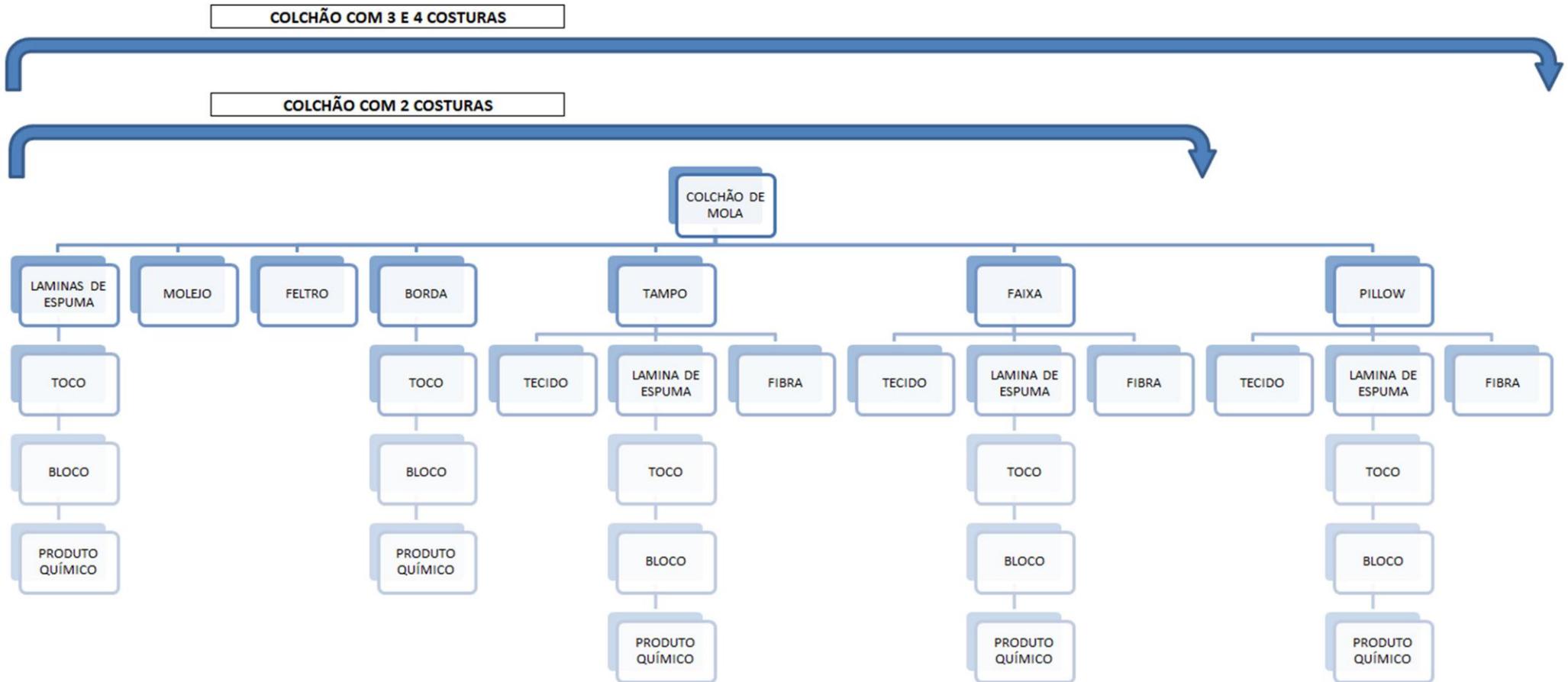
Figura 17 – Colchão com quatro costuras



Fonte: Fábrica de colchões

Para se entender melhor como funciona a estrutura do produto em geral, e quais são os subprodutos, foi elaborado a estrutura analítica do colchão de mola (Figura 18).

Figura 18 – Estrutura analítica do colchão de mola



Fonte: Autoria própria (2018)

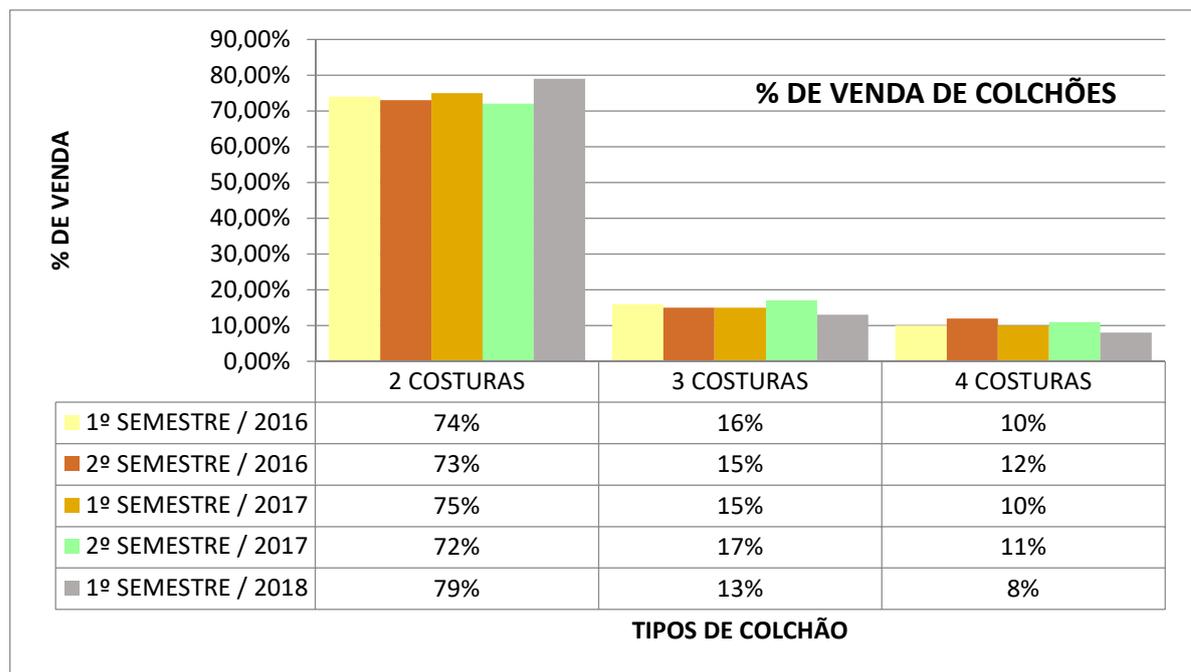
Analisando a estrutura do produto, percebe-se que para se fabricar um colchão de mola são necessários alguns subprodutos, como lâminas de espuma, molejo (molas), feltro, bordas de espuma, tampo, *pillow* (quando são de 3 ou 4 costuras) e a faixa, e que esses subprodutos também são dependente de outros subprodutos e assim por diante.

Diante do cenário proposto, será estudado o espaço para alocação do estoque de subprodutos intermediários do colchão de mola que são: lâminas de espuma, molejo, feltro, bordas de espuma, tampo, *pillow* e faixa, visto que os subprodutos devem chegar prontos a linha de montagem, e serem encaminhados diretamente ao lugar destinado a produtos intermediários.

### 4.3 Curva ABC

De acordo com dados de vendas da empresa o Quadro 5, demonstra em um gráfico o percentual de venda de cada tipo de colchão, nos últimos cinco semestres, e assim pode-se analisar quais serão os produtos com maior volume de produção.

Quadro 5 – Venda dos últimos cinco semestres.



Fonte: Autoria própria (2018)

Tendo como critério estabelecido para o *relayout* o volume de produção, pode-se notar que o maior volume, é o colchão com duas costuras, tendo mais 70% da produção em média, priorizando o estudo do *relayout* voltado principalmente para os colchões de duas costuras.

#### 4.4 Processo produtivo e fluxograma do processo

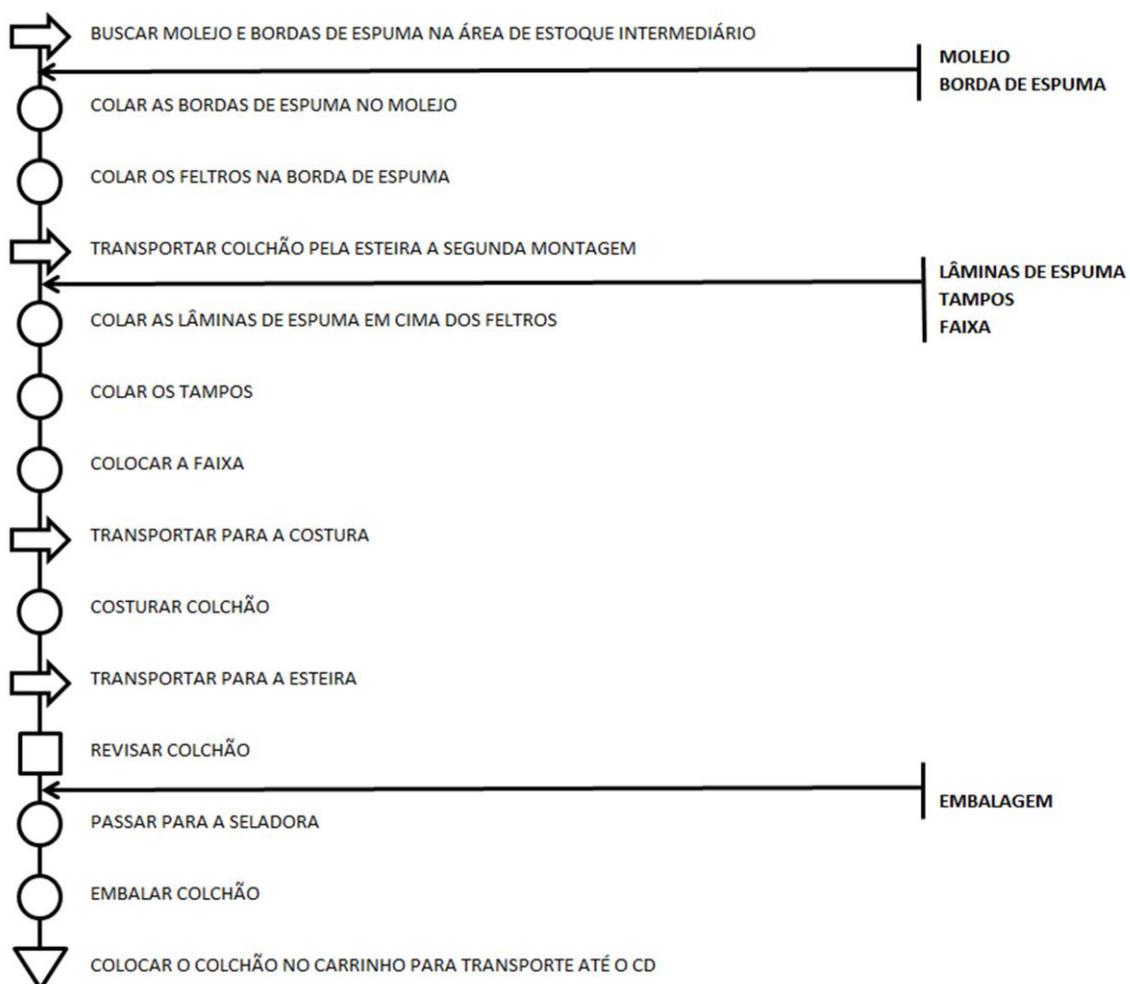
O processo produtivo de colchões de mola é simples. Possui basicamente 3 processos, montagem, costura e embalagem.

A montagem do colchão: o colchão de mola de 2 costuras, é montado a partir de materiais intermediários como o molejo, bordas, feltros, lâminas de espuma, tampo e faixa, já os colchões de 3 e 4 costuras, além dos materiais citados, entra na lista o pillow. Estes materiais são colados, cada um em seu respectivo lugar, respeitando uma ordem e para finalizar, os tampos são costurados com uma fita a faixa, assim fechando o colchão. Então é embalado e enviado para o centro de distribuição.

A seguir Figura 19, 20 tem-se os fluxos do processo produtivo, simplificando o entendimento da montagem do colchão de 2, 3 e 4 costuras.

Figura 19 – Fluxograma colchões 2 costuras

#### FLUXOGRAMA COLCHÕES 2 COSTURAS

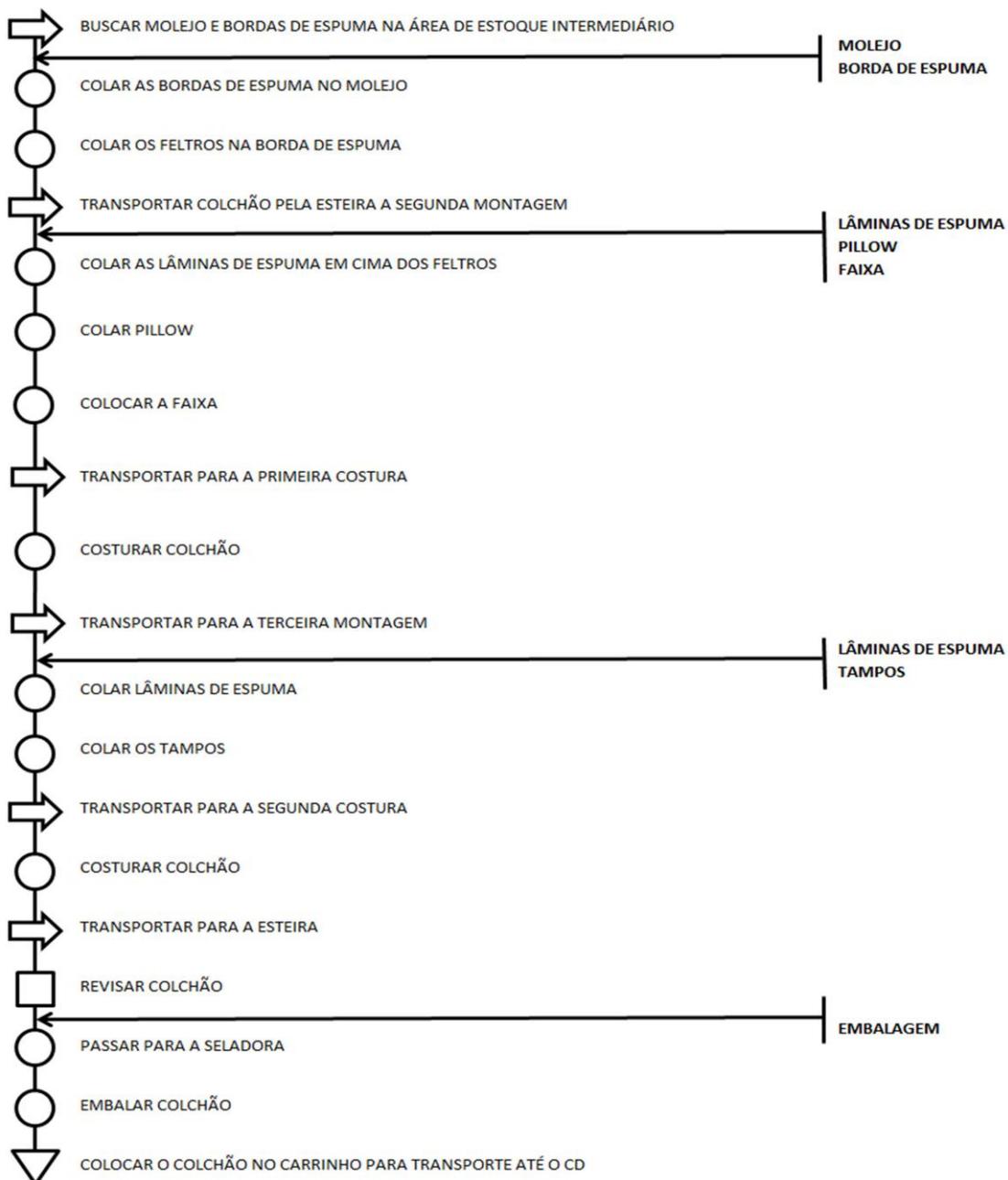


Fonte: Autoria própria (2018)

Para a fabricação do colchão de mola de duas costuras, se começa com o colaborador buscando o molejo e as bordas de espuma no estoque de produtos intermediários, assim é colado as bordas ao molejo, após é colado os feltros, então o colchão é transportado para a segunda montagem, que são colados as laminas de espuma, o tampo e colocado a faixa. Assim é transportado para a costura, que por sequencia é transportado a esteira, onde é feito a revisão do colchão e embalado, que por sua vez vai para o centro e distribuição.

Figura 20 – Fluxograma colchões 3 e 4 costuras

**FLUXOGRAMA COLCHÕES 3 E 4 COSTURAS**



Fonte: Autoria própria (2018)

Já para a fabricação do colchão de três e quatro costuras, o colaborador começa buscando o molejo e as bordas de espuma no estoque intermediário, que após isso são colados juntamente com o feltro e passado para a segunda montagem. Na segunda montagem é colado as lâminas de espuma, colocado o pillow e a faixa, então é transportado para a primeira costura, que após ser costurado passará para terceira montagem que faz o processo de colagem do tampo e outras lâminas de espuma, que por sua vez para a segunda e ultima costura. Após o processo é transportado para a esteira afim de se revisar e embalar o colchão e transportado até o centro de distribuição.

#### 4.4.1 Levantamento e análise dos dados.

Foi cronometrado o processo e definido o fluxo ,e a partir da planta baixa mediu-se a distância percorrida pelo colchão, de acordo com o caminho de maior distância. Com isso obteve-se dados para posteriormente haver uma comparação do *layout* antes e depois.

As Figuras 21, 22 e 23 são dos gráficos do fluxo do processo dos colchões de 2, 3 e 4 costuras.

Figura 21 – Gráfico do fluxo do processo do colchão de 2 costuras

GRÁFICO DO FLUXO DO PROCESSO							
MÉTODO ATUAL		X	OPERAÇÃO: MONTAGEM DE COLCHÃO DE MOLA				RESUMO
MÉTODO PROPOSTO			PRODUTO: COLCHÃO DE MOLA DUAS COSTURAS				OPERAÇÃO
			DEPARTAMENTO: COLCHÃO				TRANSPORTE
							INSPEÇÃO
							ESPERA
							ARMAZENAMENTO
DIST. EM (m)	TEMPO EM (segundos)	TIPO DE ATIVIDADE					DESCRIÇÃO DO PROCESSO
		O	→	□	D	▽	
2,7		O	→	□	D	▽	BUSCAR MOLEJO E BORDAS DE ESPUMA NA ÁREA DE ESTOQUE INTERMEDIÁRIO
	60	●	→	□	D	▽	COLAR AS BORDAS DE ESPUMA NO MOLEJO
	130	●	→	□	D	▽	COLAR OS FELTROS NA BORDA DE ESPUMA
4,45		O	→	□	D	▽	TRANSPORTAR COLCHÃO PELA ESTEIRA A SEGUNDA MONTAGEM
	75	●	→	□	D	▽	COLAR AS LÂMINAS DE ESPUMA EM CIMA DOS FELTROS
	75	●	→	□	D	▽	COLAR OS TAMPOS
	30	●	→	□	D	▽	COLOCAR A FAIXA
3,65		O	→	□	D	▽	TRANSPORTAR PARA A COSTURA
	200	●	→	□	D	▽	COSTURAR COLCHÃO
30,56		O	→	□	D	▽	TRANSPORTAR PARA A ESTEIRA
	45	●	→	■	D	▽	REVISAR COLCHÃO
3	5	●	→	□	D	▽	PASSAR PARA A SELADORA
	30	●	→	□	D	▽	EMBALAR COLCHÃO
4,5		O	→	□	D	▽	COLOCAR O COLCHÃO NO CARRINHO PARA TRANSPORTE ATÉ O CD

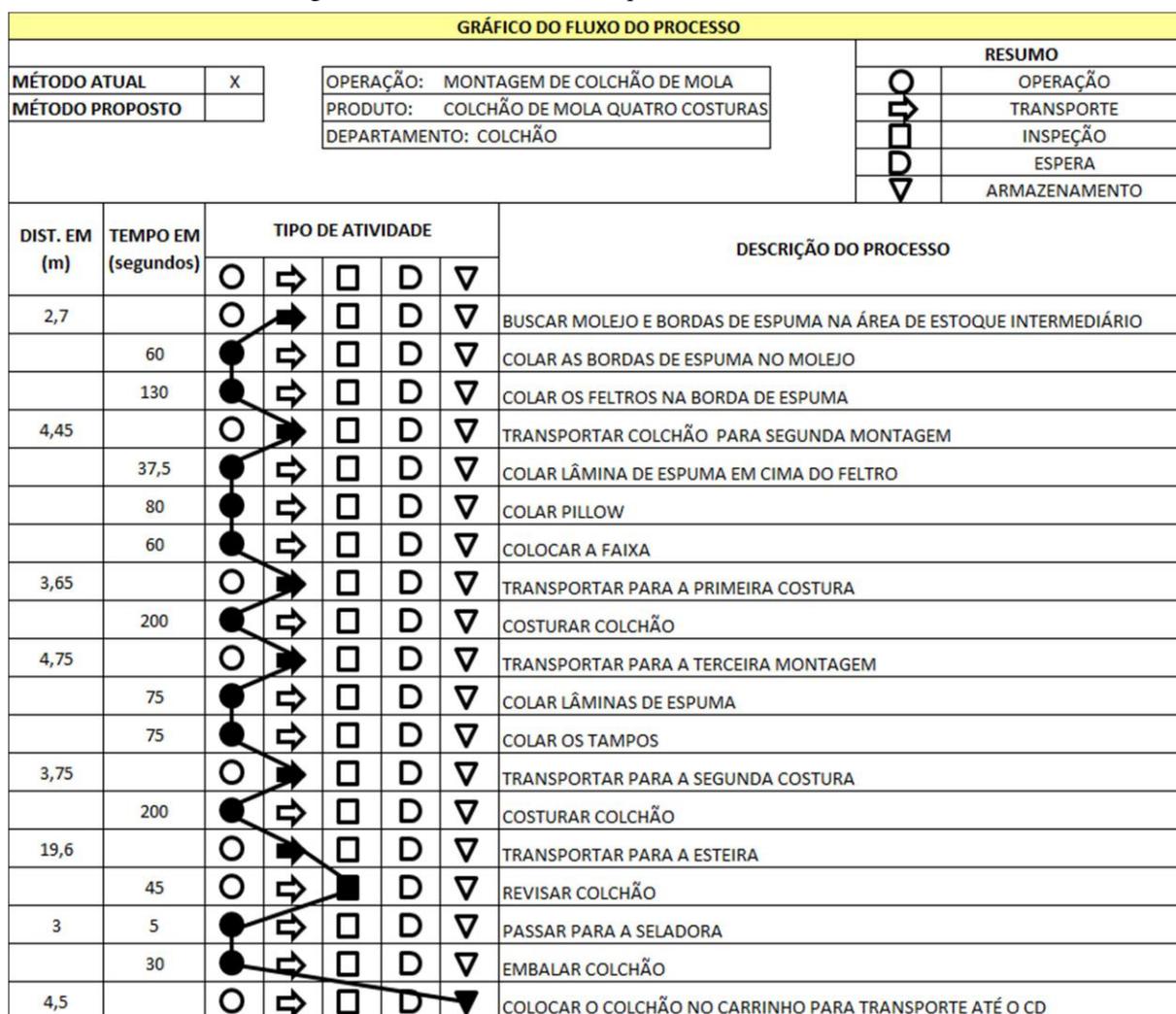
Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 22 – Gráfico do fluxo do processo do colchão de 3 costuras

GRÁFICO DO FLUXO DO PROCESSO							
MÉTODOS		OPERACIONAIS				RESUMO	
MÉTODO ATUAL	X	OPERAÇÃO: MONTAGEM DE COLCHÃO DE MOLA				○	OPERAÇÃO
MÉTODO PROPOSTO		PRODUTO: COLCHÃO DE MOLA TRÊS COSTURAS				→	TRANSPORTE
		DEPARTAMENTO: COLCHÃO				□	INSPEÇÃO
						D	ESPERA
						▽	ARMAZENAMENTO
DIST. EM (m)	TEMPO EM (segundos)	TIPO DE ATIVIDADE					DESCRIÇÃO DO PROCESSO
		○	→	□	D	▽	
2,7		○	→	□	D	▽	BUSCAR MOLEJO E BORDAS DE ESPUMA NA ÁREA DE ESTOQUE INTERMEDIÁRIO
	60	●	→	□	D	▽	COLAR AS BORDAS DE ESPUMA NO MOLEJO
	130	●	→	□	D	▽	COLAR OS FELTROS NA BORDA DE ESPUMA
4,45		○	→	□	D	▽	TRANSPORTAR COLCHÃO PARA SEGUNDA MONTAGEM
	37,5	●	→	□	D	▽	COLAR LÂMINA DE ESPUMA EM CIMA DO FELTRO
	80	●	→	□	D	▽	COLAR PILLOW
	30	●	→	□	D	▽	COLOCAR A FAIXA
3,65		○	→	□	D	▽	TRANSPORTAR PARA A PRIMEIRA COSTURA
	100	●	→	□	D	▽	COSTURAR COLCHÃO
4,75		○	→	□	D	▽	TRANSPORTAR PARA A TERCEIRA MONTAGEM
	37,5	●	→	□	D	▽	COLAR LÂMINAS DE ESPUMA
	75	●	→	□	D	▽	COLAR OS TAMPOS
3,75		○	→	□	D	▽	TRANSPORTAR PARA A SEGUNDA COSTURA
	100	●	→	□	D	▽	COSTURAR COLCHÃO
19,6		○	→	□	D	▽	TRANSPORTAR PARA A ESTEIRA
	45	○	→	■	D	▽	REVISAR COLCHÃO
3	5	●	→	□	D	▽	PASSAR PARA A SELADORA
	30	●	→	□	D	▽	EMBALAR COLCHÃO
4,5		○	→	□	D	▽	COLOCAR O COLCHÃO NO CARRINHO PARA TRANSPORTE ATÉ O CD

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 23 – Gráfico do fluxo do processo do colchão de 4 costuras



Fonte: Autoria própria (2018)

O gráfico contempla o fluxo e o tempo de processamento do colchão, frente ao layout atual, que pode-se observar todos os tipos de atividades que são necessárias para a fabricação do colchão.

Após a observação dos gráficos do fluxo do processo, foi elaborado o resumo no Quadro 6, para facilitar a comparação.

Quadro 6 – Resumo do gráfico do fluxo do processo

RESUMO	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)
COLCHÃO 2 COSTURAS	48,9	650
COLCHÃO 3 COSTURAS	46,4	730
COLCHÃO 4 COSTURAS	46,4	997,5

Fonte: Autoria própria (2018)

#### 4.5 Carta multiprocessos

Para entendimento do roteiro de fabricação dos colchões de 2, 3 e 4, foi elaborado a carta multiprocessos (Figura 24), afim de ilustrar o fluxo dos produtos nos recursos produtivos (setores e equipamentos).

Figura 24 – Carta multiprocessos do colchão de mola

OPERAÇÃO	COLCHÃO 2 COSTURAS	COLCHÃO 3 COSTURAS	COLCHÃO 4 COSTURAS
MONTAGEM 1	①	①	①
MONTAGEM 2	②	②	②
MONTAGEM 3		④	④
COSTURA 1	③	③	③
COSTURA 2		⑤	⑤
EMBALAGEM	④	⑥	⑥

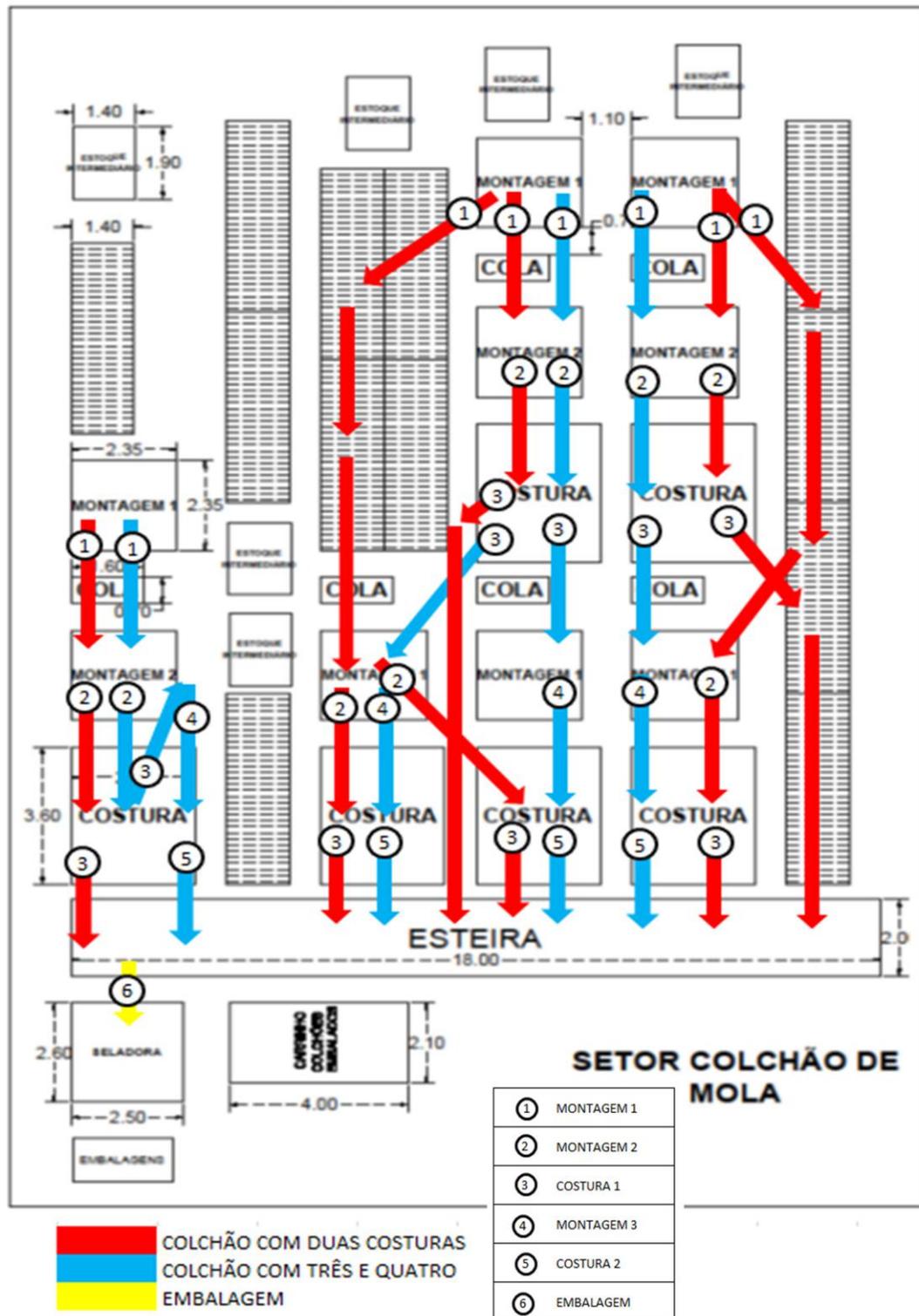
Fonte: Autoria própria (2018)

Analisando a carta multiprocessos, para os colchões de 3 e 4 costuras pode-se observar que existe um contra fluxo dentro do processo, que é a volta da primeira costura para a terceira montagem. Esse contra fluxo deve ser analisado para que no layout consiga solucionar o problema.

#### 4.6 Mapofluxograma

A Figura 25, apresenta o mapofluxograma do setor de colchão de mola. Observa-se que o *layout* conta com alguns problemas, como contrafluxos, fluxos confusos, esteiras que estão sendo utilizadas para estoque intermediário, e a impossibilidade de aumento de linhas de produção, que conseqüentemente impossibilita o aumento de produção, sendo que também os contrafluxos diminuem a eficiência das linhas de montagem. Observa-se também a falta de espaço entre as máquinas, e o acesso até elas, o que é dificultado pelo espaço reduzido de movimentação, que em alguns casos pode ocasionar acidentes de trabalho como esbarros e choques entre pessoas e máquinas.

Figura 25 – Layout atual do setor



Fonte: Autoria própria (2018).

Outra observação muito importante é a quantidade de esteiras, muitas não estão sendo utilizadas ou utilizadas incorretamente como um lugar para armazenar produtos em processo. Cabe ressaltar que as esteiras não causam problemas no fluxo, porém acrescentam para um distanciamento excessivo entre os diversos processos existentes.

Por outro lado, analisando o setor como um todo, pode-se observar que existe um espaço relativamente grande e que pode ser mais bem aproveitado, se organizado corretamente.

Ressalta-se que as setas vermelhas é o caminho que o colchão de mola com duas costuras percorre para ser fabricado, o produto percorre os processos 1, 2, 3 e 6 que são respectivamente, montagem 1, montagem 2, costura e embalagem. Já as linhas azuis, são os colchões com 3 e 4 costuras, que se analisado, somente duas linhas de produção são lineares. Os colhões de 3 e 4 costuras percorre os processos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 que são respectivamente, montagem 1, montagem 2, costura , montagem 3, costura e embalagem.

Segue visão geral do setor de colchão de mola em relação ao seu redor, pode-se observar a Figura 26.

Figura 26 – Visão geral do setor de produção de colchões



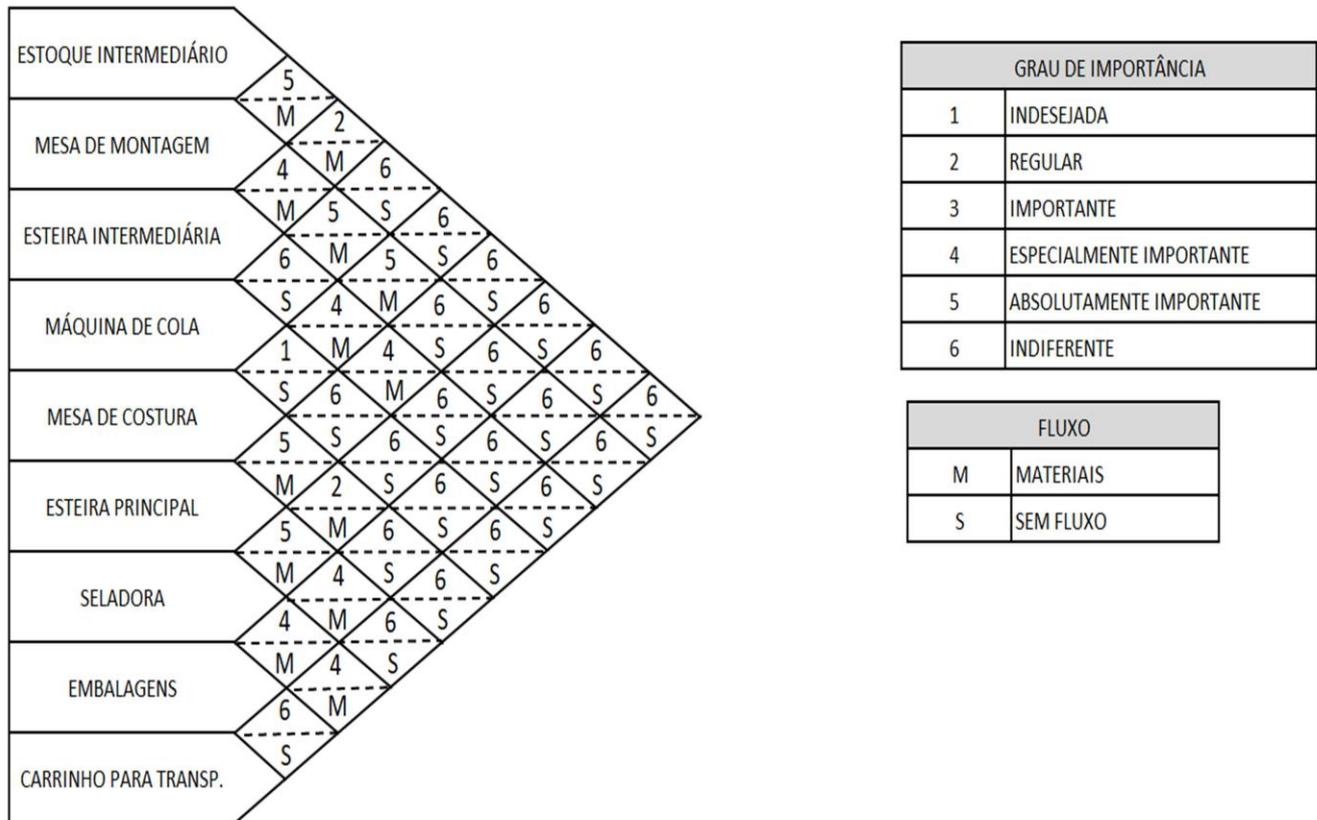
Fonte: Autoria própria (2018)

O setor de colchao de mola, está localizado ao lado do setor de colchão de espuma, e suas esteiras estão alocadas perpendicularmente.

#### **4.7 Diagrama de relacionamento de atividades**

Através do diagrama de relacionamento de atividades (Figura 27), pode-se indentificar o grau de importancia e o tipo de fluxo entre os setores, afim de que o planejamento da localização possa ser o mais preciso possível, sem que haja setores indesejados próximos um do outro.

Figura 27 – Diagrama de relacionamento de atividades



Fonte: Autoria própria (2018)

Com o diagrama de relacionamento pode-se destacar o fluxo encontrado entre os setores que são o de materiais, ou não existe fluxo entre eles. O grau de importância elaborado contempla os seguintes aspectos: indesejada (1), regular (2), importante (3), especialmente importante (4), absolutamente importante (5), indiferente (6).

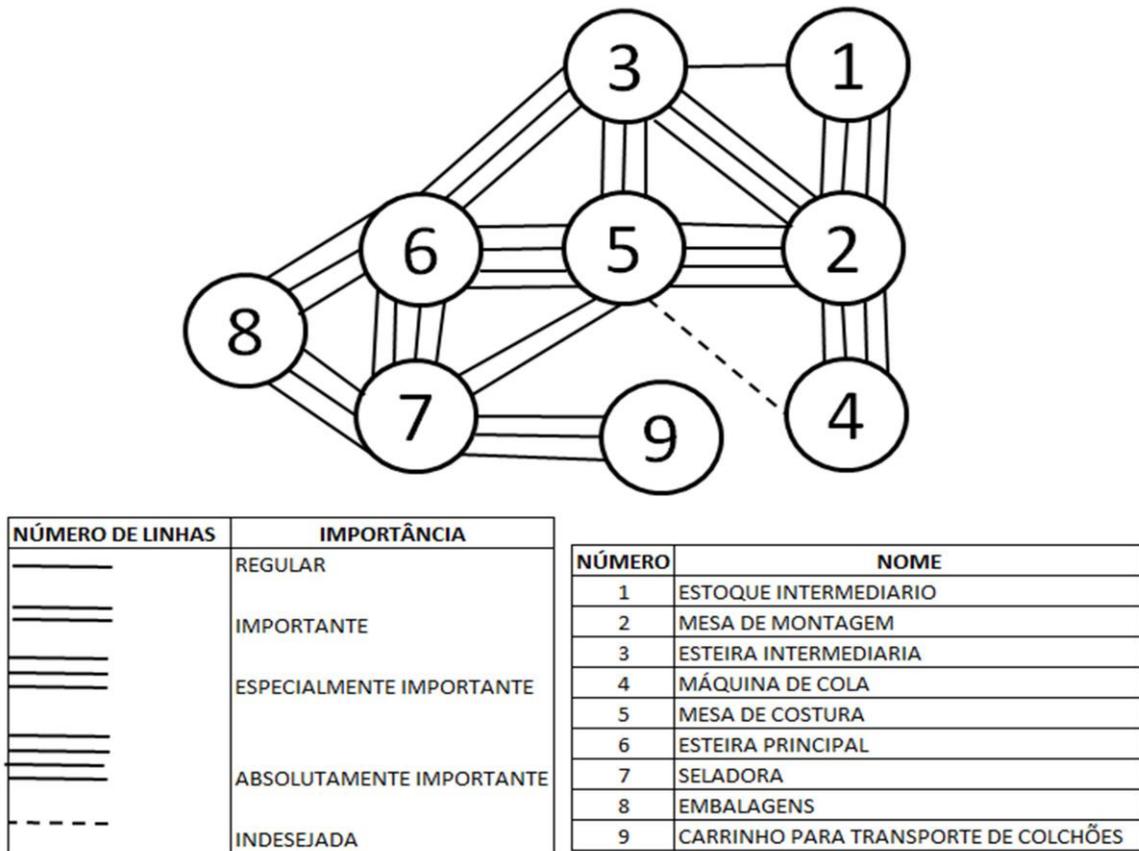
Em relação ao diagrama da figura 27, pode-se ressaltar o grau de importância entre os processos de costura e máquina de cola, que apesar de não haver fluxo entre eles a máquina de cola deve ficar o mais longe possível da mesa de costura, visto que o colchão na mesa de costura já está em processo de finalização e a máquina de cola pode espirrar na hora que estiver em funcionamento, assim danificando a peça quase pronta.

#### 4.8 Diagrama de arranjo de atividades

Por meio das informações levantadas para a construção do fluxograma, do gráfico do fluxo de processo e observando o chão de fábrica, pode-se integrar as informações e elaborar o diagrama de arranjo de atividades, que tem por finalidade representar a relação entre os setores produtivos, pois são fundamentais para tal processo.

A Figura 28 apresenta o diagrama de relação de atividades dos setores de fabricação de colchão de mola.

Figura 28 – Diagrama de arranjo de atividades



Fonte: Autoria própria (2018)

Com a elaboração do diagrama de arranjo de atividades pode-se observar como poderá ser alocado cada processo na linha produção. Assim tem-se o grau de importância representado por regular (1 linha), importante (2 linhas), especialmente importante (3 linhas), absolutamente importante (4 linhas) e indesejada (linha tracejada). E com isso partindo do mesmo princípio da figura 27, os setores 4 (máquina de cola) e 5 (mesa de costura) devem permanecer o mais longe possível.

#### 4.9 Questionário de percepção

Para que haja a participação dos funcionários, nesse projeto de *relayout* do setor de colchão de mola, foi aplicado um questionário, com 3 perguntas simples, para saber o que eles pensam sobre o *layout* atual da empresa, quais são suas principais queixas e as oportunidades de melhoria que possam futuramente ser estudadas e implementadas no setor.

Foram escolhidos um grupo de 5 pessoas, 2 costureiros, 2 montadores e 1 revisor, e aplicado um questionário com as seguintes perguntas:

1º Como você define o setor do colchão de mola?

<b>Costureiro 1</b>	Um pouco bagunçado
<b>Costureiro 2</b>	Meio desorganizado
<b>Montador 1</b>	Ruim
<b>Montador 2</b>	As vezes confuso
<b>Revisor</b>	Desorganizado

2º Quais são as principais dificuldades que você consegue enxergar no setor do colchão de mola?

<b>Costureiro 1</b>	Muita movimentação
<b>Costureiro 2</b>	Movimentação inadequada de colchões, eles são transportados na cabeça dos montadores
<b>Montador 1</b>	Dificuldade em movimentação dos materiais
<b>Montador 2</b>	Poucos lugares para estoque de materiais intermediários
<b>Revisor</b>	Movimentação confusa dos materiais

3º O que poderia ser melhorado no setor de colchão de mola?

<b>Costureiro 1</b>	Esteiras melhores alocadas
<b>Costureiro 2</b>	Retirada de muitas esteiras que não são usadas
<b>Montador 1</b>	Muitas esteiras em lugares que não precisa
<b>Montador 2</b>	Mais lugares para armazenar estoque de intermediários
<b>Revisor</b>	A esteira do colchão de espuma poderia ser ao lado da esteira do colchão de mola

A partir da percepção dos colaboradores, destaca-se as principais observações que há necessidade de readequar-se em relação a organização do *layout*, como o fluxo de materiais e pessoas, espaços inadequados para circulação, etc.

#### **4.10 Dimensionamento da área dos equipamentos/centro de produção**

O dimensionamento correto das áreas de processo, áreas para o equipamento, área para o operador na operação e área para o acesso dos operadores e da manutenção, é um ponto muito importante para a certeza de um *layout* competitivo e eficiente.

Como se observa na Figura 25, o espaço para circulação de pessoas está restrito e com muitos obstáculos, por conta do excesso de esteiras, e visto que existe um espaço mínimo necessário para a movimentação de pessoas de 60 cm de acordo com Olivério (1985).

O processo de produção de colchões exige, equipamentos como, mesas para alocação do produto em processo, montagem e costura do colchão, também se exige esteiras com roletes, pra facilitar na movimentação de colchoões pesados, máquina de costura e máquina de cola.

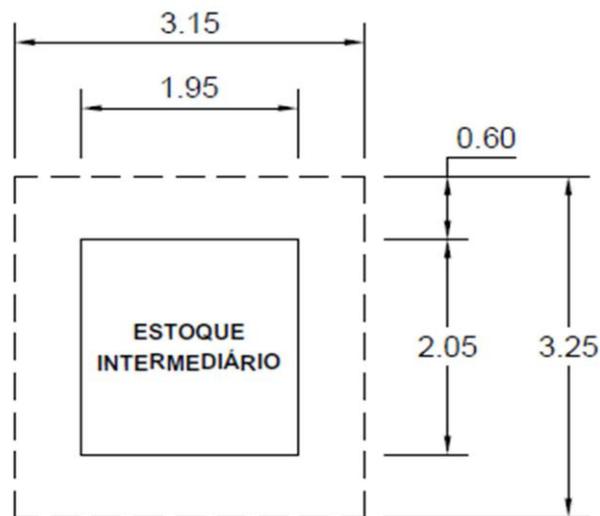
Assim foi feito o dimensionamento de cada centro produtivo separadamente, afim de obter o melhor aproveitamento dos espaços e verificando a exigência do entorno de cada equipamento, quanto a movimentação, manutenção, processamento e segurança.

O primeiro item a ser analisado será o espaço para o estoque intermediário. Esse espaço conta com uma mesa de medida 1,95m X 2,05m, sabendo que a medida do maior colchão é 1,93m X 2,03m, assim sendo, essa mesa é o suficiente para que o material intermediário não caia no chão. Por se tratar de uma mesa, não necessita de manutenção, então deve-se dimensionar somente o espaço para a movimentação de pessoas em volta da mesa (60cm).

Todas as cotas estão representadas na unidade medida internacional metro (m).

Segue Figura 29, ilustrando a mesa de materiais intermediários e sua respectiva tolerância (linha tracejada) para a movimentação de pessoas.

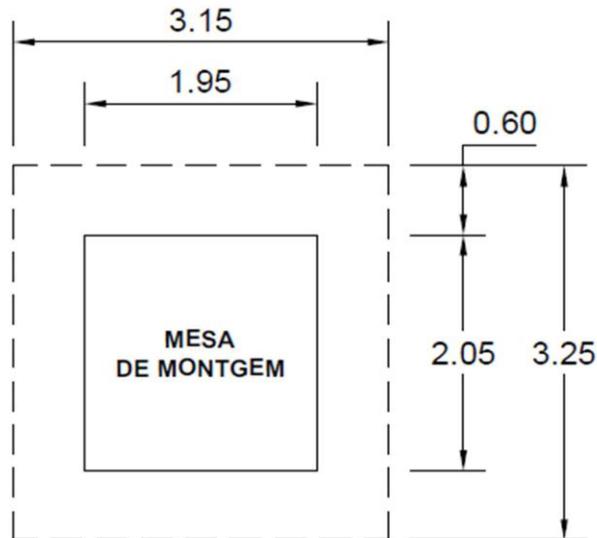
Figura 29 – Área de estoque intermediário



Fonte: Autoria própria (2018)

O segundo item a ser avaliado é a mesa de montagem, Figura 30, que se trata de uma mesa onde os materiais são colocados para a devida montagem. Não requer manutenção e é usada por um colaborador, visto que único espaço a ser dimensionado será a movimentação de pessoas.

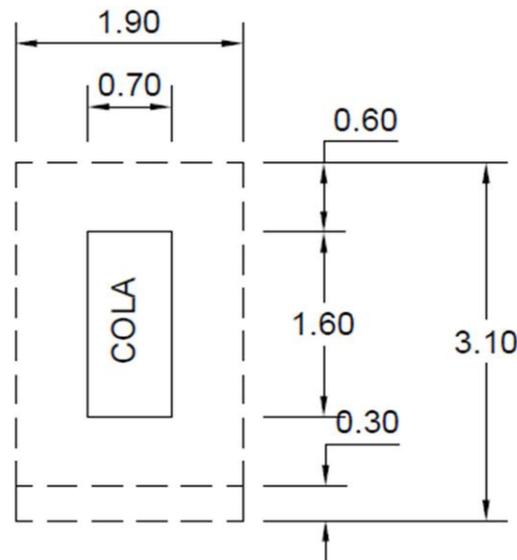
Figura 30 – Mesa de montagem



Fonte: Autoria própria (2018)

O terceiro item avaliado é a máquina de cola, que tem a dimensão 0,70m X 1,60m, e é usada para aquecer a cola usada nos colchões. Essa máquina necessita de uma manutenção quando necessário e também de movimentação em volta para o abastecimento com cola. Ela possui um sistema de mangueiras na parte da frente, e por isso além do dimensionamento de movimentação (60cm), foi adicionado 30cm para facilitar o acesso da manutenção das mangueiras na parte da frente da máquina, com isso ficando ilustrado na Figura 31.

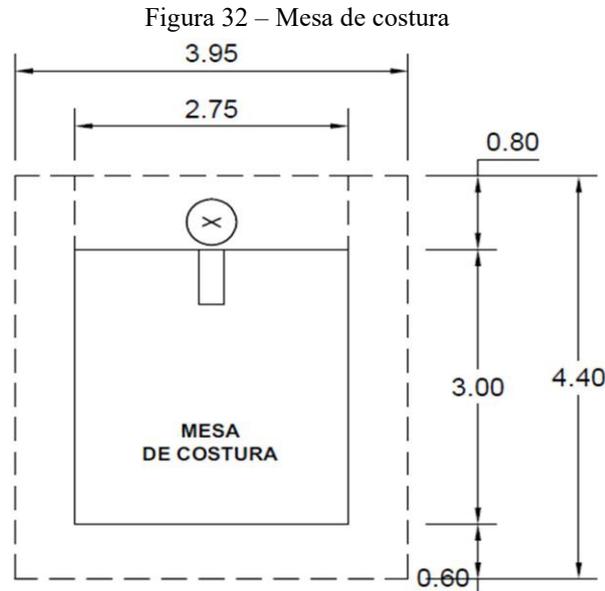
Figura 31 – Máquina de cola



Fonte: Autoria própria (2018)

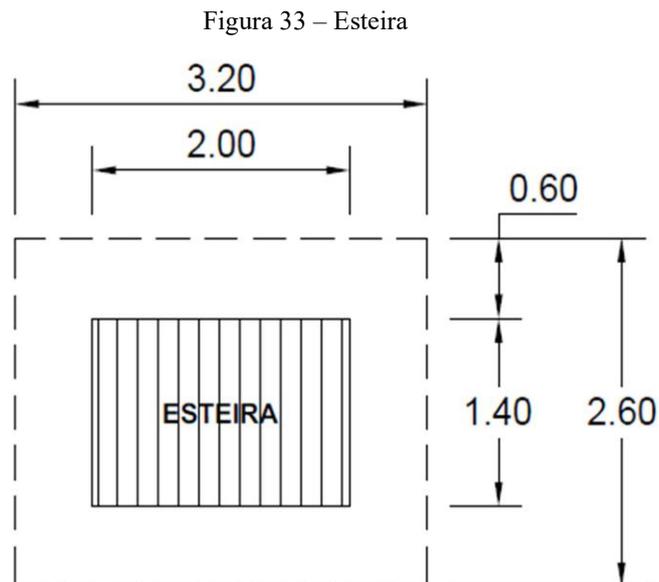
O quarto item avaliado é a mesa de costura. É nessa mesa onde se costura os colchões, portanto nela é acoplada uma máquina de costura, e logo atrás da máquina, fica o operador, onde tem um espaço de 80cm, para livre movimentação, tanto no processo quanto para a

circulação de pessoas, e manutenção. Já em volta da mesa necessita somente do espaço para a circulação de pessoas (60cm). A Figura 32 ilustra a mesa de costura.



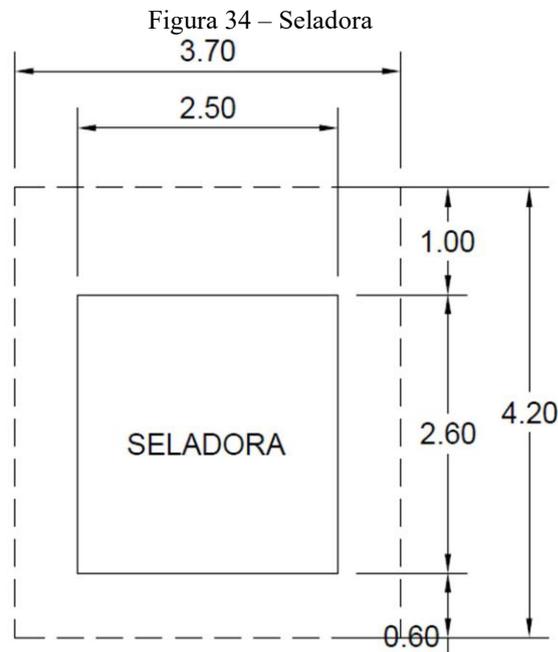
Fonte: Autoria própria (2018)

O quinta item a ser avaliado é a esteira. Ela possui roletes para a melhor movimentação do colchão com o mínimo esforço possível, possui dimensão de 1,40m X 2,00m e o espaço requerido é somando o de movimentação de pessoas em volta, pois ela é usada somente para o deslocamento de colchões em curtos espaços. A Figura 33 ilustra o espaço.



Fonte: Autoria própria (2018)

O sexto item avaliado é a seladora, onde se embala e sela a embalagem dos colchões, para que ele fique protegido de sujeiras a avarias durante o transporte. Nesta área será necessário ter uma distância de um metro da esteira, para que haja espaço para a colocação da embalagem e a movimentação do colchão a seladora.



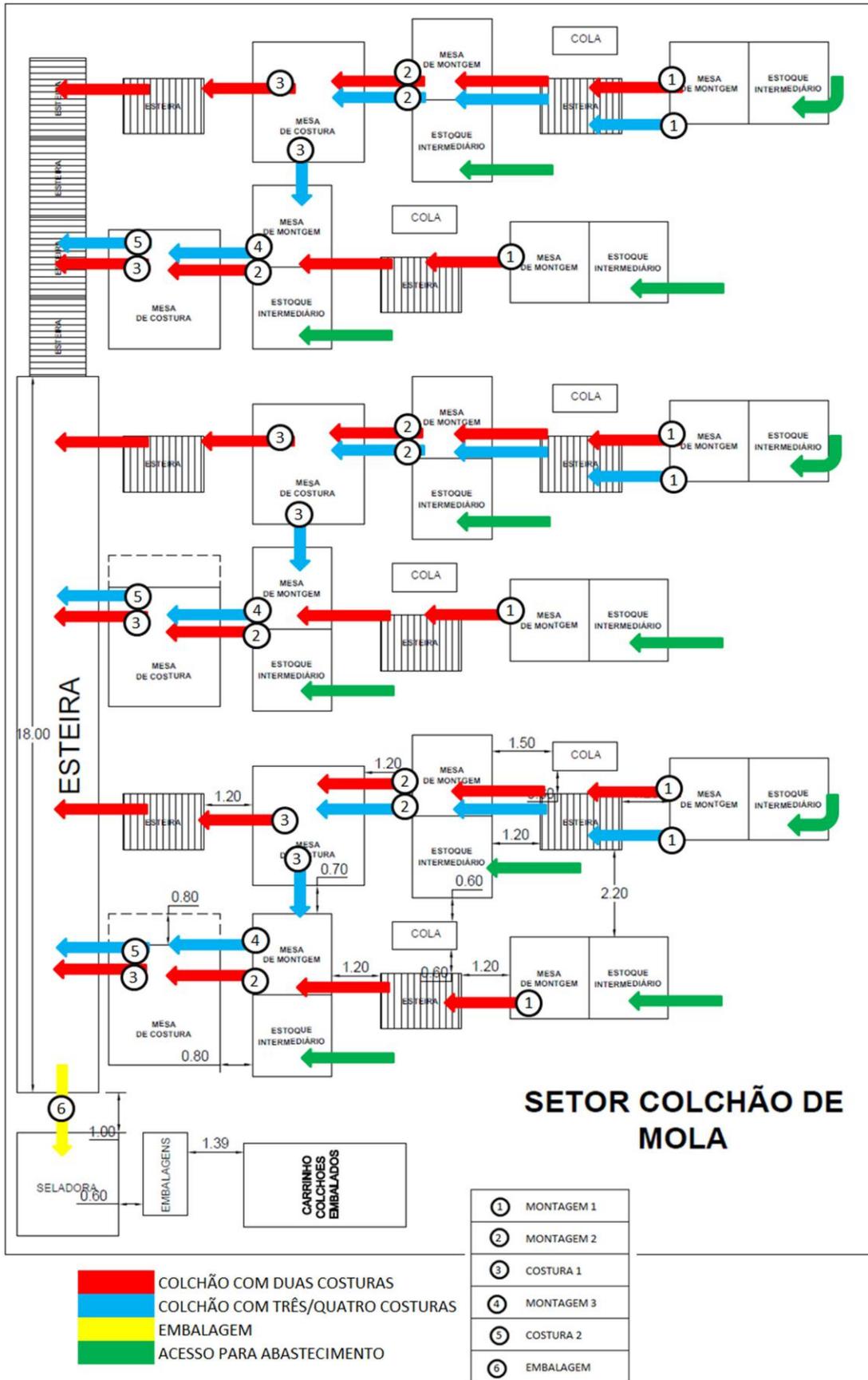
Fonte: Autoria própria (2018)

#### 4.11 Proposta de *relayout*

Nesta etapa, foi analisado as informações. com base em todos os conhecimentos obtidos nas etapas anteriores, foi elaborado uma proposta de *relayout*.

A Figura 35 ilustra o *layout* proposto para o setor.

Figura 35 – Proposta de layout setor colchão de mola



Fonte: Autoria própria (2018)

Foi inserido as cotas na unidade de media em metros (m) e para não poluir a planta baixa foi colocado somente em uma linha de produção. Observa-se algumas mudanças no *layout* proposto, dentre as principais modificações, podem-se destacar a mudança da esteira principal do setor de colchão de mola, ao lado da esteira principal do setor de colchão de espuma. Essa mudança se deve aos princípios da integração do *layout* e a entrevista feita com os colaboradores, assim os operadores das esteiras podem se ajudar quando há algum gargalo na esteira, ou também quando algum funcionário tende a faltar naquele determinado dia. Além disso as operações de revisão ficarão localizadas em espaços semelhantes.

Na Figura 36 apresenta-se a visão geral dos *layouts* de colchão de mola e espuma, com destaque as esteiras, comparando e destacando a proposta de melhoria do *layout*.

Figura 36 – Esteiras setor de colchão mola e espuma



Fonte: Autoria própria (2018)

Constata-se segundo Neumann e Scalice (2015) que o *layout* elaborado se trata de um *layout* celular tendendo ao produto pois os recursos transformados se movimentam em uma área específica onde se encontram os recursos transformadores, e tendencioso ao produto pois

como na Figura 3 há uma sequência linear dos processos sem contra fluxos ou fluxos alternativos. Outra mudança importante foi a adequação dos estoques de produtos intermediários e o acesso a eles. Isso se deu através da observação do *layout* atual, e também foi de suma importância a entrevista com os colaboradores visto que estava com muitas esteiras sem uso e o acesso ao abastecimento muito dificultado. Com essas informações e analisando o diagrama de arranjo de atividades pode-se perceber que há uma necessidade de um local para os produtos intermediários imediatamente ao lado da mesa de montagem, facilitando a obtenção dos produtos e evitando a movimentação excessiva.

Há de ressaltar a importância do dimensionamento das máquinas e equipamentos usados na linha de produção, onde é apresentado pela linha pontilhada, e com o intuito de não poluir o projeto, foi colocado o dimensionamento somente em uma parte do desenho, então de acordo com os princípios de satisfação e segurança estabelecidos por Olivério (1985), pode-se projetar o *relayout* de forma segura e que mantenha os acessos e passagens sem obstruções.

É importante evidenciar que não há mais contra fluxos e fluxos confusos, tendo que ser acrescentado a linha de produção somente algumas mesas e realocando esteiras, desta forma foram acrescentados 3 mesas de montagem e 6 mesas para estoque intermediário. Tais mesas podem ser substituídas por paletes de madeira, assim não causando custo a empresa, entretanto também pode ser comprado, porém não se entrará no âmbito de custeio desses materiais.

Após a análise das distâncias percorridas, pelo maior caminho em que o colchão pode passar, temos o Quadro 7 para a comparação das distâncias e do tempo do *layout* atual e o proposto.

Quadro 7 – Comparação das distâncias e tempos

	LAYOUT ATUAL	LAYOUT PROPOSTO
RESUMO	DISTÂNCIA (m)	DISTÂNCIA (m)
COLCHÃO 2 COSTURAS	48,9	45,5
COLCHÃO 3 COSTURAS	46,4	43,1
COLCHÃO 4 COSTURAS	46,4	43,1

Fonte: Autoria própria (2018)

Pode-se perceber que se teve uma redução na distância percorrida de 7%, que é em média é 3,5 metros. Já no tempo de processo não houve redução, visto que o tempo permaneceu os mesmos, pois como o *layout* não será implantado em tempo hábil para análise, logo não foi possível a comparação dos tempos.

Entretanto ressalta-se que a redução em 7% da distância, é pouco significativa, porém houve adequação do distanciamento entre os equipamentos e máquinas para melhor circulação e segurança dos colaboradores, assim aumentando em determinados processos o espaço percorrido.

Vale salientar que ainda deve ser avaliada a prioridade de implantação do *layout* proposto, ou seja, quais serão as datas que se deve fazer a mudança do *layout*. Esse fator aponta a continuidade do estudo e também as próximas tomadas de decisão da empresa.

## **5. Conclusão**

Atualmente as fábricas têm demandado um esforço além do necessário para se produzir uma determinada quantidade de produto ou prestação de serviço, pois estão basicamente desorganizadas. O fato de estar desorganizada se refere à questão de se adequar ao mercado, em razão de que a tecnologia e os métodos são atualizados constantemente e quem não se adequa acaba perdendo mercado e vendas.

Afim de se adequar ao mercado, e organizar o setor produtivo da fábrica o presente estudo conclui que, a implantação do *layout* proposto será benéfico para o setor de colchão de mola, e principalmente para a empresa, pois irá trazer as vantagens de um fluxo contínuo, sem contra fluxos, materiais intermediários altamente organizados em seus devidos lugares, abastecimento, circulação e acesso a máquinas facilitados e principalmente a segurança e satisfação dos colaboradores.

Neste estudo se adotou ferramentas e técnicas como o SLP, para a obtenção e análise de dados, e o SLP se mostrou muito eficiente e capaz de ajudar na tomada de decisão, pois tem embasamento teórico e ferramentas práticas para auxiliar o engenheiro de produção na resolução de problemas.

Cabe ressaltar que a entrevista feita com os colaboradores, foi de grande valia e ofereceu um conhecimento da realidade do chão de fábrica e o que realmente os colaboradores pensam. E em razão das respostas obtidas pode-se perceber que muitas das soluções que são almejadas pelo engenheiro de produção orienta-se com a colaboração de quem executa o trabalho. No entanto, nunca será descartada a avaliação e análise sistemática de acordo com as ferramentas e teorias que aprende-se durante o curso, visto que no artigo de Góes & Silva (2011), ressalta-se a importância da imaginação e da criatividade do engenheiro diante dos problemas para que se possa contemplar as mais diversas possibilidades de arranjos em cada situação específica.

A partir desse estudo cabe a empresa dar continuidade na implantação do novo *layout* na fábrica.

## 6. Referências

- BENITEZ, Guilherme Brittes. **Estudo de *layout* e avaliação de desempenho na área hospitalar**. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [online] [2017] Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/156476>.
- BOUERI FILHO, José Jorge. **Projeto e dimensionamento dos espaços da habitação**. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2008.
- CORREA, H; CORRÊA, Carlos. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços**: São Paulo: Atlas, 2012.
- DRIRA, A.; PIERREVAL, H.; HAJRI-GABOUJ, S. **Facility layout problems: A survey**. Annual Reviews in Control, v. 31, n. 2, 2007.
- ELLIOT, J. (1997). **La Investigación Acción en Educación**. Madrid: Morata.
- FERNANDES, F.C.F.; GRACIA, E.; SILVA, F.M.; FILHO. M.G. **Proposta de um método para atingir a manufatura responsiva na indústria de calçados: implantação e avaliação por meio de uma pesquisa-ação**. Gest. Prod., v. 19, n.3, p.509-529, São Carlos: 2012. Disponível em [www.scielo.br/pdf/gp/v19n3/06.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp/v19n3/06.pdf).
- GERLACH, Gustavo. **Proposta de melhoria de *layout* visando em uma empresa de pequeno porte**. [online] [2013] Disponível em <[www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2013/Pro\\_Gustavo.pdf](http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2013/Pro_Gustavo.pdf)>.
- GÓES, B.C. & SILVA, C.E. **Análise de *layout* do sistema produtivo de beneficiadora de leite: o caso dos empreendimentos do município de Antas, Bahia**. Revista Gestão Industrial, v.07, n. 03, p. 41-59, 2011. Disponível em <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/692>.
- HANGGI, Simone Aparecida Moresco. **Método proposto de melhoria de arranjo físico para área de montagem de painéis eletrônicos de uma indústria montadora de grupo gerador**. Trabalho de graduação em Engenharia da Produção da Universidade federal do Paraná. Disponível em <[acervodigital.ufpr.br/.../R%20-%20E%20-%20SIMONE%20APARECIDA%20MORESCO](http://acervodigital.ufpr.br/.../R%20-%20E%20-%20SIMONE%20APARECIDA%20MORESCO)>.
- LEDIS, Esmailen Cardozo. **Análise e proposta de *layout* para uma serralheria: estudo de caso**. Trabalho de graduação em Engenharia da Produção. UEM: Maringá, 2012. Disponível em: <[www.dep.uem.br/tcc/arquivos/TG-EP-23-12.pdf](http://www.dep.uem.br/tcc/arquivos/TG-EP-23-12.pdf)> Acesso em 30 de julho e 2017.
- MARIZ, R.N. & PICCHI, F.A. **Aplicação de células de produção no serviço de execução de fachada: um estudo de caso na construção civil**. Revista Produção Online, v.14, n.2, p. 703-719. Florianópolis, 2014.
- MUTHER, R. **Planejamento do Layout: O sistema SLP**, Edgard Blücher, São Paulo, 1978).
- NEUMANN, Clóvis & SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de fábrica e *layout***. 1. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- NEUMANN, C.S.R. & FOGLIATTO, F.S. Sistemático para avaliação e melhoria da flexibilidade de *layout* em ambientes dinâmicos. Gest. Prod., São Carlos, v.20, n.2, p. 235 – 254, 2013. Disponível em [www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2013000200001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000200001).
- NOMURA, Danilo Massato. **Planejamento do arranjo físico e das normas de segurança e utilização da nova sala de projeto do PRO**. Trabalho de graduação em Engenharia da Produção. USP: São Paulo, 2013. Disponível em <[teses.usp.br](http://teses.usp.br)>.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem regencial**. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

OLIVÉRIO, J. **Apostila: produtos, processos e instalações industriais.** São Bernardo do Campo, SP: Ivan Rossi Editora, 1985.

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

RALPH M. BARNES. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** 6.a ed. Americana. São Paulo, Edgard Blucher, 1977.

RAWABDEH I. TAHBOUB, K. **A new heuristic approach for a computer-aided facility layout.** Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 17 No. 7. 2005.

REZENDE, P.A.; MARTINS, T.L.R.; ROCHA, M.F. **Aplicação do estudo de tempos e movimentos no setor administrativo: estudo de caso de uma empresa mineradora.** Revista Eletrônica Produção & Engenharia, v.8, n.1. p.653-665, jul/dez. 2016. Disponível em [www.fmepro.org/ojs/index.php/rpe/article/view/101/57](http://www.fmepro.org/ojs/index.php/rpe/article/view/101/57).

ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção** – São Paulo: Makron Books, 1995.

RODRIGUES, E.F.; FORMIGONO, A.; DELIBERADOR, L.R.; TSUJ, E.R.; ALENCAR, S.R. **A interferência do Arranjo Físico nas operações de uma lavanderia Industrial.** IX – SEGeT 2012 - Simpósio de Excelência em Gestão e tecnologia, 2012. Disponível em [www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/59916745.pdf](http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/59916745.pdf).

RODRIGUEZ, F.H. & DELGADO, J.F.T. **Desenvolvimento e Implementação de uma metodologia para o desenho de células de manufatura em pequenas e médias empresas.** Revista latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, v.4, n.6, p. 20-34, 2016. Disponível em [revistas.ufpr.br/relainep/article/download/49746/29884](http://revistas.ufpr.br/relainep/article/download/49746/29884).

ROSA, G. P.; CRACO, T.; REIS, Z. C.; NODARI, C. H. A reorganização do *layout* como estratégia de otimização da produção. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 9, nº 2, abr-jun/2014, p. 139-154. Disponível em [revista.feb.unesp.br](http://revista.feb.unesp.br).

SANTOS, L.C.; GORH, C.F.; GONÇALVES, J.M.S.; VILAR, F.M.M.; ARANAUD, L.M. **Identificação e avaliação de práticas de produção enxuta em empresas calçadistas do estado da Paraíba.** Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v. 17, n.1, p. 176-199, jan-mar. 2017. Disponível em <https://producaoonline.org.br/rpo/article/download/2403/1499>.

SINGH, A. P .; YILMA, M. **Layout do assoalho da produção usando o planejamento de disposição sistemático na companhia industrial da lata.** Em: IEEE Conferência Internacional sobre Controle, Decisão e Informação Tecnológicas. CODIT, Hammamet, Tunísia: 2013.

SILVA, Alessandro Lucas da. **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de Layout Industrial em ambientes de alta variedade de peças, orientação para a produção enxuta.** Tese de Doutorado. USP. 2009.

SILVA, A.L.E.; SILVA, V.C.; KIPPER, L.M., CARVALHO, F.S.; MORAES, J.A.R. **Aumento do desempenho fabril sob a luz da Teoria das Restrições: o caso de uma fábrica de colchões.** Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v. 17, n.1, p. 3 -25, jan/mar. 2017. Disponível em <https://producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/2321/1493>.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A. e JOHNSTON, R., **Administração da Produção.** São Paulo, Editora Atlas S.A., 2002.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação.** 12. Ed. São Paulo: Cortez, 2003.

THIOLLENT, M.; SILVA, O, G. **Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais.** Revista eletrônica de comunicação: informação e inovação em saúde. Disponível em: [http://basessibi.c3sl.ufpr.br/brapci/\\_repositorio/2015/12/pdf\\_62b6f2a2cc\\_0000018338.pdf](http://basessibi.c3sl.ufpr.br/brapci/_repositorio/2015/12/pdf_62b6f2a2cc_0000018338.pdf).