



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Proposta de novo layout para uma empresa do ramo moveleiro**

José Roberto Neto Junior

**TCC-2014**

**Universidade estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção**

**Proposta de um novo layout para uma empresa do ramo marceneiro**

José Roberto Neto Junior

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador (a): Franciely Velozo Aragão

MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
2014

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me deu a oportunidade de realizar uma graduação e permitiu a realização deste trabalho.

Aos meus pais, José Roberto e Marta, que me educaram e me prepararam para enfrentar as dificuldades ao longo de minha vida.

Ao meu irmão Rodrigo, que me incentivou e deu condições para que eu conseguisse cursar uma graduação.

A minha namorada Mônica, que sempre me deu força e me fez sorrir nas horas mais difíceis.

A minha tia, Rosângela, que tornou possível a minha vinda e permanência na cidade de Maringá.

Aos meus amigos, Patrick e José Giovani, que me proporcionaram momentos de alegria e descontração que fizeram com que as tensões provocadas pelo trabalho e pela graduação fossem minimizadas.

A minha professora orientadora Franciely, que tornou possível a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos de classe que me acompanharam durante toda a graduação, compartilhando momentos de amizade, estudos e amadurecimento profissional.

## RESUMO

O presente trabalho desenvolveu um novo modelo de layout para uma marcenaria, utilizando um espaço físico maior, dividindo as áreas de produção por tipo de operação, com foco na fluidez e flexibilidade do fluxo produtivo apresentando uma proposta de arranjo físico do setor produtivo visando a melhoria do fluxo de processos com a diminuição dos percursos entre os centros produtivos e possibilitando que as operações ocorram simultaneamente. Foram elaborados fluxogramas dos processos para três tipos de produto, que serviram de base para as outras ferramentas de projeto de layout. A nova proposta de layout foi elaborada a partir do diagrama “DE-PARA” e foi utilizada para analisar os impactos da nova proposta nas distâncias percorridas durante a produção. Os resultados indicam uma redução de 40% na distância percorrida. Este resultado evidencia que a utilização de uma área maior e de um layout mais estruturado poderá deixar o sistema produtivo mais dinâmico e flexível proporcionando o aumento da produtividade.

Palavras-chave: arranjo físico, marcenaria, fluxo de processo, layout.

## **ABSTRACT**

This work will develop a new layout template for a joinery, using a larger physical space, dividing the production areas by type of operation, focusing on the fluidity and flexibility of the production flow.

Submit a proposal for the physical arrangement of the productive sector in order to improve process flow with decreasing paths between production centers and enabling operations occur simultaneously. Flowcharts of processes have been developed for three types of product, which served as the basis for other tools layout design. The proposed new layout was drawn from the diagram-for and was used to analyze the impacts of the new proposal in distance traveled during production. The results indicate a 40% reduction in distance traveled.

This result demonstrates that the use of a larger area and for a more structured layout can make more dynamic and flexible production system providing increased productivity.

Keywords: physical layout, joinery, process flow, layout.

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA .....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 Objetivo geral .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....	4
2.1 TIPOS DE SISTEMA PRODUTIVOS .....	4
2.2 PROCESSOS PRODUTIVOS.....	5
2.2.1 Tipos de processo produtivo .....	6
2.3 TIPOS DE LAYOUT .....	7
2.3.1 Layout posicional .....	7
2.3.2 Layout funcional .....	8
2.3.3 Layout linear ou por produto.....	10
2.3.4 Arranjo físico celular .....	11
2.4 PROJETO DE ARRANJO FÍSICO.....	12
2.4.1 Matriz de correlação.....	13
2.4.2 Método das sequencias fictícias .....	13
2.4.3 Tecnologia de grupo .....	14
2.4.4 Fluxograma de processo.....	15
2.4.4.1 Fluxograma singular.....	16
2.4.4.2 Fluxograma de montagem.....	16
2.4.4.3 Fluxograma de fabricação e montagem.....	16
2.4.4.4 Fluxograma de setores .....	17
2.4.5 Mapeamento de processos .....	17
2.4.6 Matriz DE-PARA .....	17
2.4.7 Métodos de amostragem do trabalho .....	20
3 Metodologia .....	22
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA .....	22
3.2 COLETA DE DADOS .....	22

4 DESENVOLVIMENTO .....	25
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....	25
4.1.1 Mix de produção.....	28
4.1.2 Tecnologia instalada .....	31
5 Resultados .....	32
5.1 PROCESSO PRODUTIVO .....	32
5.1.1 Matriz de correlação.....	37
5.1.2 Mapeamento de processos .....	37
5.1.3 Método das sequências fictícias .....	39
5.1.4 Carta DE-PARA .....	40
5.2 PROPOSTA DE NOVO LAYOUT .....	43
6 CONCLUSÃO .....	49
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	49
6.2 TRABALHOS FUTUROS .....	49
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 8: Matriz de correlação .....37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de sistema produtivo.....	5
Figura 2: Layout posicional .....	8
Figura 3: Layout funcional .....	9
Figura 4: Layout linear .....	11
Figura 5: Layout celular .....	12
Figura 6: Distância entre centros de produção .....	20
Figura 8: Ordem de produção.....	23
Figura 9: Fachada da empresa .....	26
Figura 10: Planta da marcenaria atual (medidas em metros) .....	27
Figura 11: Distribuição dos barracões pelo terreno da empresa .....	28
Figura 13: Sofá Sande .....	29
Figura 14: Poltrona Caripé .....	29
Figura 15: Cadeira ingá toda em madeira.....	30
Figura 16: Cadeira Ingá .....	30
Figura 17: Cadeira Tauari .....	30
Figura 18: Mesa de jantar Tajibo.....	31
Figura 19: Representação dos maquinários (medidas em metros).....	32
Figura 20: Caminhos percorridos pelos colaboradores e matéria prima (medidas em metros) .....	33
Figura 21: Intensidade de peças transportadas .....	34
Figura 22: Pequenos estoques ao longo do setor .....	35
Figura 23: Limitação dos espaço físico pelo excesso de produtos estocados no setor .....	35
Figura 24: Excesso de produtos impossibilitam a movimentação no setor .....	36
Figura 25: Proximidade dos maquinários impossibilita operações simultâneas.....	36
Figura 26: Fluxograma da montagem de sofás e cadeiras .....	38
Figura 27: Fluxograma da montagem de mesas .....	39
Figura 28: Representação do fluxo produtivo e distância entre os maquinários .....	42
Figura 29: Barracão onde será propostas a instalação da marcenaria .....	43
Figura 31: Distância entre maquinários e intensidade do fluxo produtivo .....	45
Figura 32: Layout proposto .....	47
Figura 33: Fluxo produtivo do novo layout.....	48

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Matriz de correlação .....	13
Quadro 2: Aplicação do método de sequencias fictícias .....	13
Quadro 3: Método da tecnologia de grupo .....	14
Quadro 4: Aplicação do método de tecnologia de grupo .....	14
Quadro 5: Simbologia utilizada em fluxogramas.....	15
Quadro 6: Distância entre as locações.....	17
Quadro 7: Fluxo entre setores.....	18
Quadro 8: Carregamentos /dia .....	18
Quadro 9: Carregamentos / dia .....	19
Quadro 10:Maquinário e mesas presentes no setor de marcenaria .....	31
Quadro 11: Sequências de operações .....	40
Quadro 12: Método de sequencias fictícias.....	40
Quadro 13: Produção observada no período estudado .....	41
Quadro 14: Carta DE-PARA ( fluxo de produtos entre as máquinas).....	41
Quadro 15: Distância entre os maquinários e mesas (distancias em metros).....	41
Quadro 16: Carta DE-PARA (fluxo de produtos entre as máquinas) .....	44
Quadro 17: Distância entre as maquinas e mesas (distâncias em metros) .....	44

## LISTA DE SIGLAS

DSP - Desempeno

FB – Furadeira de bancada

LC - lixa de cinta

MA – Mesa de acabamento

MM – Mesa de montagem

MP – Mesa de pintura

RE - Respigadeira

REA – Respigadeira semiautomática

SC – Serra circular

SF – Serra fita

TP – Tupia

# 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais o sucesso das empresas é reflexo de sua organização e da forma como seus setores interagem, sendo que a utilização do espaço físico deve ser feita de acordo com o tipo processo de manufatura praticado. Além disso, para que a empresa mantenha competitividade no mercado é preciso, muitas vezes, expandir o negócio para atender a demanda em tempo hábil e com qualidade aceitável.

O layout de uma operação produtiva diz respeito ao arranjo físico de seus recursos transformadores. Isso significa onde colocar todas as instalações, máquinas, e pessoal da operação. A organização do centro de produção é geralmente aquilo que a maioria de nós nota ao entrar em uma unidade produtiva, porque ele determina a aparência da operação (SLACK et al 2009).

Segundo Canem e Williamson (1998), o planejamento do *layout* é importante, pois normalmente representa os maiores e mais caros recursos da organização. Além disso, a localização e disposição física dos equipamentos no chão de fábrica têm impacto sob diversos fatores. Portanto, o estudo de conceitos de arranjo físico e o desenvolvimento de modelos de projeto do *layout*, que visem à otimização dos recursos de produção, são de vital importância na busca pela melhoria do sistema produtivo.

Este estudo analisará uma marcenaria que tem um espaço físico reduzido onde se apresenta um arranjo físico com muita proximidade entre os maquinários, dificultando o tráfego de pessoas e matéria prima durante o processo produtivo. Além disso, as máquinas estão posicionadas de forma inadequada, tornando confuso o sequenciamento do processo e causando intersessões nas rotas de fabricação. A área de conhecimento da engenharia de produção que estuda esse tipo de problema é a Engenharia de métodos e processos e a subárea é projeto de fábrica e de instalações industriais: organização industrial, layout/ arranjo físico.

Este estudo foi realizado em uma empresa do ramo moveleiro, que possui três barracões destinados à produção, sendo um de 1200 metros quadrados (onde é beneficiada a madeira para a fabricação e montagem de decks, pergolados, assoalhos), um barracão de 203 metros quadrados onde esta situado o setor de

marcenaria e um barracão de 540 metros quadrados que foi recém- construído e atualmente encontra-se desativado.

Dessa forma o objetivo deste trabalho será propor a transferência do setor de marcenaria do barracão onde se encontra atualmente (203 m<sup>2</sup>) para o barracão maior (540 m<sup>2</sup>) onde se apresentará um novo arranjo físico onde os maquinários serão alocados visando a melhor utilização do espaço físico e maior fluidez das operações para que um possível aumento futuro na produção não seja limitado pelas instalações físicas reduzidas observadas nos dias de hoje.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A importância do estudo do layout baseia-se no fato de que organização do espaço físico influencia diretamente nas atividades exercidas pelos colaboradores, pois a escolha de um posicionamento ideal de maquinários, ferramentas e operadores pode tornar o fluxo produtivo mais rápido, eliminar movimentos excessivos, dar flexibilidade ao sistema produtivo, evitar a concentração de máquinas e pessoas facilitando o fluxo de informações e a supervisão.

Devido à necessidade da empresa em implantar um sistema de produção de móveis em série para atender a demanda consumidora, faz-se necessária a reestruturação do layout fabril em uma área com maiores dimensões para tornar o sequenciamento de operações mais dinâmico possibilitando o aumento do número de unidades produzidas por lote.

## 1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Este trabalho será realizado no setor de marcenaria da empresa, localizada no Parque industrial Bandeirantes na cidade de Maringá-PR. Nesta marcenaria observa-se que a má utilização do espaço físico ocasiona movimentações excessivas de matéria prima e funcionários, tornando o processo confuso dificultando a supervisão e implantação de melhorias. O mau posicionamento dos maquinários causa várias intercessões nos fluxos de produção que aumentam o lead time de produção. Além disso, as dimensões reduzidas do barracão onde se localiza

o setor dificulta a movimentação dos colaboradores devido à presença de pequenos estoques de peças pré-processadas ao longo da linha de montagem e acabamento e impossibilita o uso simultâneo dos maquinários que se encontram muito próximos.

O problema desta pesquisa está em como diminuir as perdas do processo produtivo ocasionado por movimentações em excesso que ocorrem devido ao posicionamento das máquinas não coincidir com o sequenciamento das operações, de forma a alocar os maquinários para que possam ser utilizados simultaneamente, diminuindo os pequenos estoques de peças pré-processadas dispersas pela linha de produção.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 *Objetivo geral*

Desenvolver um novo modelo de layout para uma marcenaria, utilizando um espaço físico maior, com foco na fluidez e flexibilidade do fluxo produtivo.

#### 1.3.2 *Objetivos específicos*

1. Analisar a disposição física de materiais e maquinários no atual layout;
2. Utilizar a matriz de correlação para se estabelecer a porcentagem de utilização dos maquinários e apontar possíveis gargalos e restrições do sistema produtivo;
3. Mapear o processo;
4. Propor melhorias como a realocação de maquinários em um espaço físico maior;
5. Redesenhar o layout.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 TIPOS DE SISTEMA PRODUTIVOS

Segundo Camarotto (2009), o sistema de produção contínuo é utilizado no processamento de produtos que não tem interrupção de fabricação.

Conforme Tubino (1999), o processo contínuo é utilizado quando existe uma alta uniformidade na produção e demanda de bens ou serviços, fazendo com que os processos e produtos se tornem independentes, favorecendo a automatização e deixando o sistema sem flexibilidade.

Gaither e Frazier (2004), ressaltam que na produção contínua os produtos tendem a avançar ao longo do sistema de produção sem sofrer interrupções percorrendo caminhos lineares diretos sem sofrer desvios.

Segundo e Tubino (1999), o sistema de produção repetitivo é utilizado na produção em larga escala de produtos padronizados, o que pode diminuir os custos de produção.

Para Menegon (2003), o sistema repetitivo por lotes é caracterizado pela produção de produtos em lotes onde os itens são movimentados através do processo e cada unidade segue o processo de transformação idêntico aos itens processados no restante do lote.

Conforme Menegon (2003), no sistema de produção intermitente há produção de apenas um produto ou de pequenos lotes.

Para Gaither e Frazier (2004), no sistema de produção intermitente os produtos se movem de departamento em departamento em lotes que comumente são determinados conforme o pedido dos clientes.

A figura 1 relaciona os diferentes tipos de sistemas produtivos com o volume de produtos e a variedade ou grau de padronização entre eles:

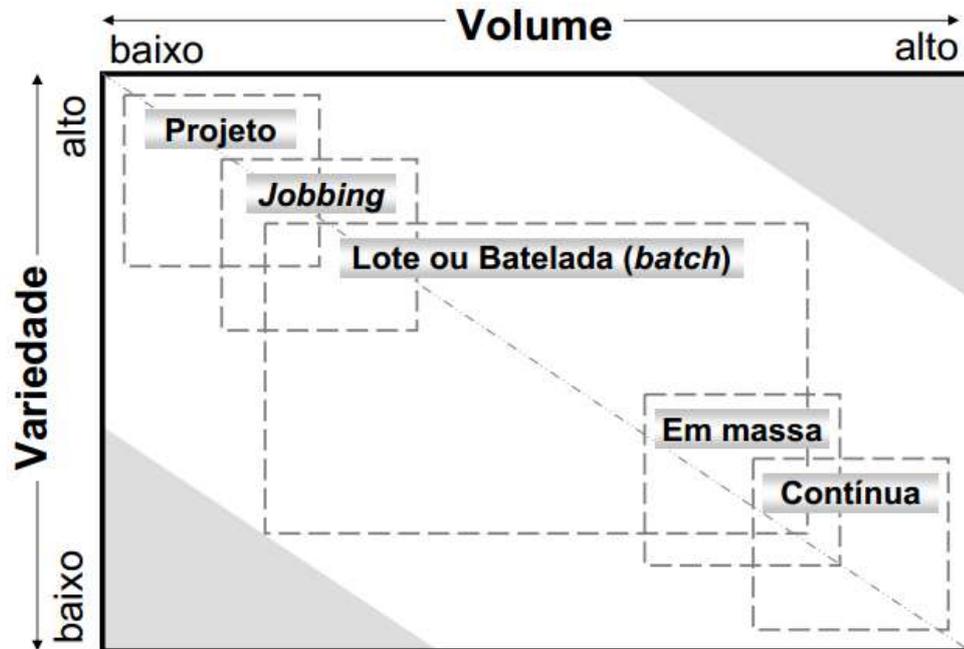


Figura 1: Tipos de sistema produtivo

Fonte: Camaroto 2006

## 2.2 PROCESSOS PRODUTIVOS

Para Corrêa e Corrêa (2007), existem certas características que fazem com que os centros de produção se diferenciem originando diferentes tipos de processos. Alguns desses aspectos que caracterizam o tipo de processo são o volume de fluxo processado, a variedade de fluxo processado, o tipo de recurso dominante (humano, tecnológico), incrementos de capacidade (há processos que conseguem aumentar a capacidade produtiva gradualmente enquanto outros só o fazem em grande escala), critério competitivo de vocação (processos com grande eficiência possuem baixa flexibilidade).

Slack (2009) ressalta que os tipos de processos tratam-se de uma abordagem geral para designar e administrar processos produtivos segundo suas características.

Segundo Camarotto (2006) existe uma relação entre os processos produtivos e o tipo de layout, sendo que tais associações consideram variáveis como a quantidade de produtos produzidos, as operações realizadas sobre os materiais.

### 2.2.1 Tipos de processo produtivo

Para Slack (2009), processo em lote é aquele em que toda vez que se é produzido um produto, fabrica-se mais de uma unidade, fazendo com que no prazo de produção do lote as operações se tornem repetitivas.

Segundo Corrêa e Corrêa (2007), no processo em lotes existe alto grau de flexibilidade visto que deve ser usado por empresas que possuem produtos com variedade alta além de requerer certo grau de especialização dos funcionários.

Túbino (2000), ressalta que nesse tipo de processo é caracterizado pela produção de volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes.

Camarotto (2006) ainda diz que nos processos em lotes as inter relações entre os diferentes produtos proporcionam um maior grau de repetição das operações.

Segundo Tubino (2000), o processo de produção em massa é utilizado para produção em grande escala de produtos com alto grau de padronização devido à demanda ser padronizada.

Conforme Slack (2009), neste processo diferentes variantes nos tipos de produtos não alteram o processo básico de produção tornando as operações repetitivas e previsíveis.

Camarotto (2006), ressalta que em processos de produção contínuos existem operações com altos volumes e baixa flexibilidade.

Segundo Slack (2009) nos processos de produção contínuo não há interrupção do fluxo produtivo devido ao grande volume de produção.

Conforme Camarotto (2006), em processos por projetos cada trabalho tem seu fim bem definido, sendo que a cada novo produto os recursos transformadores tem que ser organizados de forma diferente.

Para Tubino (1999), os processos por projeto tem por finalidade atender a uma necessidade específica do cliente, com todas as suas atividades voltadas para esta meta. O produto a ser produzido tem uma data específica para ser concluído, e uma vez concluído, o sistema de produção se volta para um novo projeto.

Camarotto (2006), ressalta que o processo por jobbing é caracterizado pela produção em pequenos lotes, sendo que os produtos processados no mesmo lote compartilham os mesmos processos.

Slack (20096), ainda diz que neste processo cada produto deve compartilhar os recursos de produção com vários outros, já que este tipo de processo é destinado para sistemas produtivos onde há alta variedade de produtos.

## 2.3 TIPOS DE LAYOUT

Para Camarotto (2006), os tipos de layout estão relacionados com variáveis do sistema produtivo como o tipo de movimentação, característica da matéria prima e a diversidade de produtos produzidos. Para o autor a divisão do layout em tipos básicos fundamentais é feita para facilitar o entendimento e a aplicação de cada variação do arranjo físico de acordo com cada tipo de sistema produtivo.

Segundo Gaither e Frazier (2004), o tipo de layout das instalações é diretamente afetado pela natureza dos materiais que serão manuseados durante a manufatura. Esses materiais são matérias prima, componentes comprados, materiais em processo, produtos acabados, materiais de embalagem, materiais de manutenção e conserto, sucata e resíduos.

### 2.3.1 *Layout posicional*

Para Moreira (2008), este arranjo físico é utilizado na realização de projetos onde não existe um fluxo de produto e sim um aglutinado de pessoas e ferramentas e materiais em volta do recurso transformado.

Para Stivenson (2001), neste tipo de arranjo físico o item trabalhado permanece estacionário, enquanto os trabalhadores, materiais e equipamentos são deslocados conforme a necessidade.

Conforme Menegon (2003), o layout posicional é caracterizado pelo posicionamento dos elementos de produção em torno do produto.

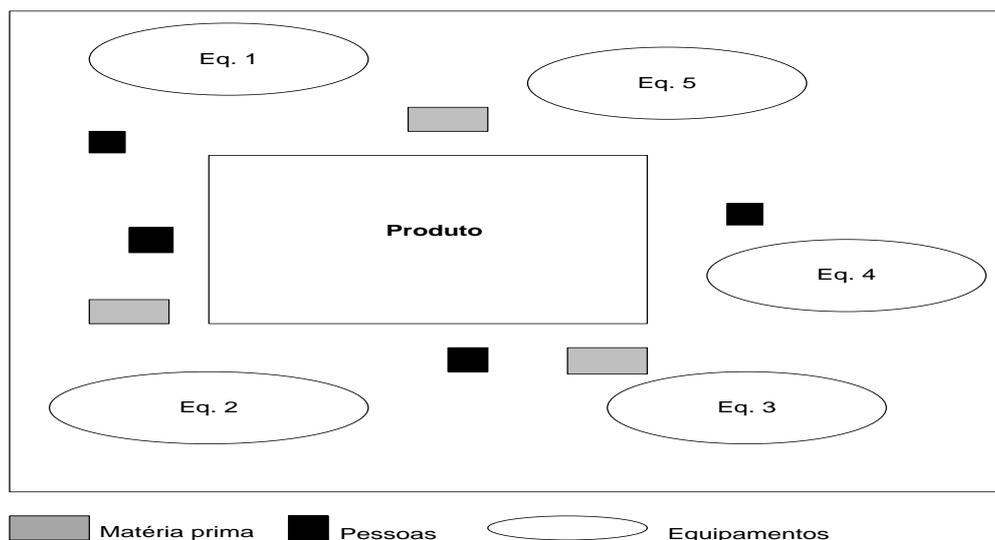
Segundo Camarotto (2006), este tipo de arranjo foi bastante usado no sistema de produção artesanal, pois apresenta uma configuração onde recursos transformadores (equipamentos e colaboradores) se movimentam ao redor dos recursos a serem transformados.

Para Francischini (2004), esse tipo de layout caracteriza-se por:

- Produto fabricado de grandes dimensões
- Poucas unidades produzidas;

- Produto mantém-se fixo e os recursos se dirigem até ele;
- Utilização de equipamentos de alta flexibilidade.

Slack (2009), ainda diz arranjo físico posicional ou de posição fixa é aquele em que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário. A figura 2 ilustra o posicionamento dos recursos em um arranjo posicional:



**Figura 2: Layout posicional**

Fonte: Menegon, 2003

### 2.3.2 Layout funcional

Conforme Camarotto (2006), neste tipo de layout os equipamentos são agrupados de acordo com a similaridade de suas operações no processo produtivo criando muitas vezes departamentos ou setores. Neste tipo de arranjo, os produtos se deslocam entre os equipamentos que ficam fixos. Ainda segundo o autor este tipo de processo é direcionado a produtos que possuem incerteza de demanda e variedade de itens produzidos, apresentando como característica principal a flexibilidade.

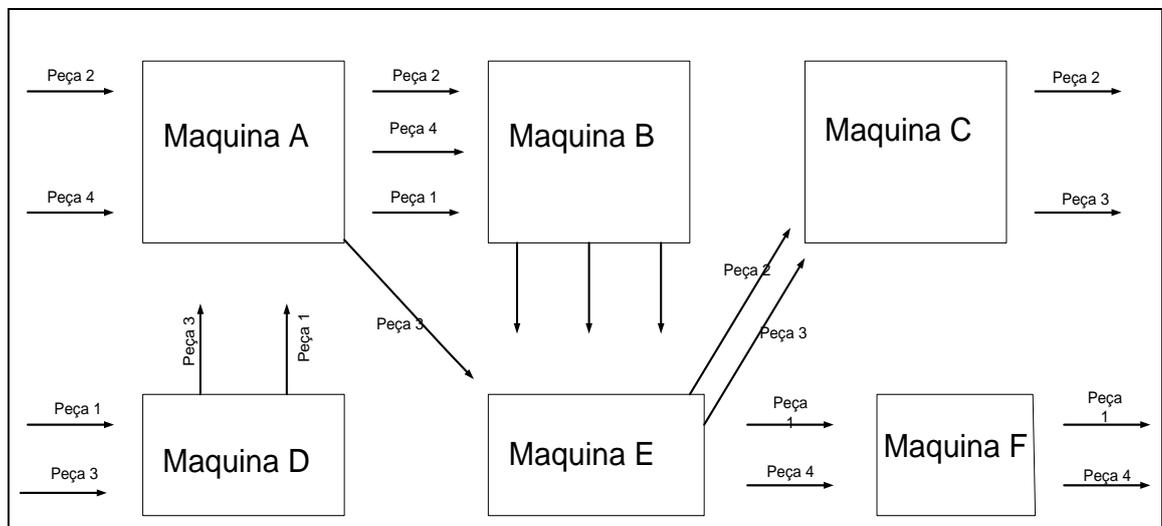
Para Martins e Laugeni (2006), nesse tipo de layout os equipamentos do mesmo tipo, operações ou montagens semelhantes são desenvolvidos na mesma área. O autor ainda diz que este tipo de processo apresenta as seguintes características:

- Flexível para atender as mudanças no mercado;
- Apresenta um fluxo longo dentro da fábrica;
- Adequado à produção diversificada em pequenas ou médias quantidades.

Segundo Corrêa e Corrêa (2007), o arranjo físico funcional é usado quando há variabilidade e intermitência nos fluxos que passam pelos setores.

Francischini (2004) ainda diz que esse tipo de arranjo é utilizado em empresas industriais e é caracterizado por máquinas e equipamento fixos e os produtos em movimento, produtos e roteiros variados, utilização em sistemas intermitentes, máquinas e equipamentos agrupados por função, equipamentos de média flexibilidade, programação e controle da produção complexo, não conformidades detectadas após a produção do lote inteiro, formação de filas de lotes nas máquinas.

A figura 3 ilustra a disposição de maquinários em um layout funcional:



**Figura 3: Layout funcional**

Fonte: Moreira, 2008

Conforme Gaither e Frazier (2004), nos layouts por processo são usadas máquinas de uso geral que podem ser mudadas rapidamente para diferentes operações para novos projetos de produto.

### 2.3.3 *Layout linear ou por produto*

Para Stevenson (2001) este tipo de layout é utilizado para se obter um fluxo suave e veloz dos bens pelo sistema cujo fluxo ocorre em grande escala.

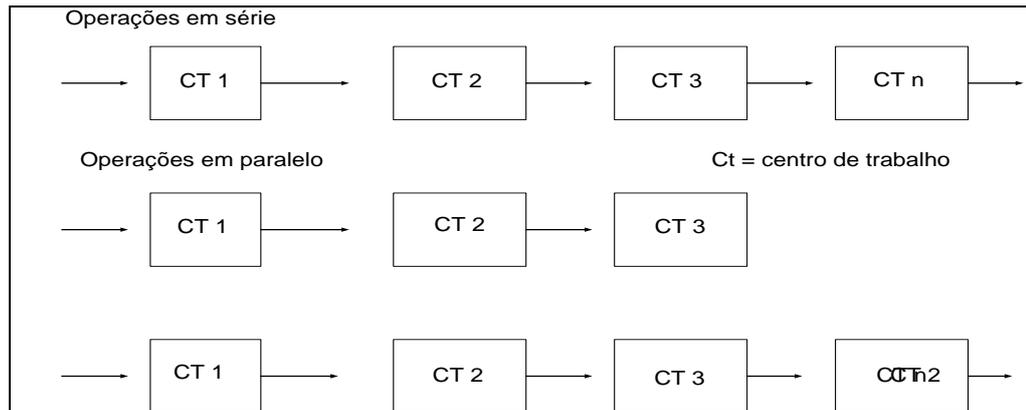
Slack (2009) ainda diz que o arranjo físico por produto localiza os recursos produtivos transformadores de acordo com a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado.

Camarotto (2006) afirma que neste tipo de layout os maquinários e mão de obra são dispostos pelo chão de fábrica de acordo com o sequenciamento das operações de produção dos produtos, onde os materiais se movem e os equipamentos ficam parados se relacionado com a indústria de processo contínuo e produção em massa pois visa à uniformidade dos produtos.

Para Martins e Laugeni (2006), o layout linear ou por produto apresenta um arranjo físico onde as máquinas são colocadas de acordo com a sequência das operações e são executadas de acordo com uma sequência estabelecida sem caminhos alternativos.

Segundo Gaither e Frazier (2004), os arranjos físicos por produto usam máquinas especializadas que são configuradas uma só vez para executar uma operação específica em um produto durante o tempo de duração do projeto.

Francischini (2004) ressalta que esse tipo de arranjo é utilizado para produção em grande escala, que apresentam produtos semelhantes, sistemas de produção contínuo, balanceamento na linha de produção e equipamentos dispostos de acordo com a sequência de operações. A figura 4 mostra o arranjo físico linear:



**Figura 4: Layout linear**

Fonte: Moreira, 2008

#### 2.3.4 Arranjo físico celular

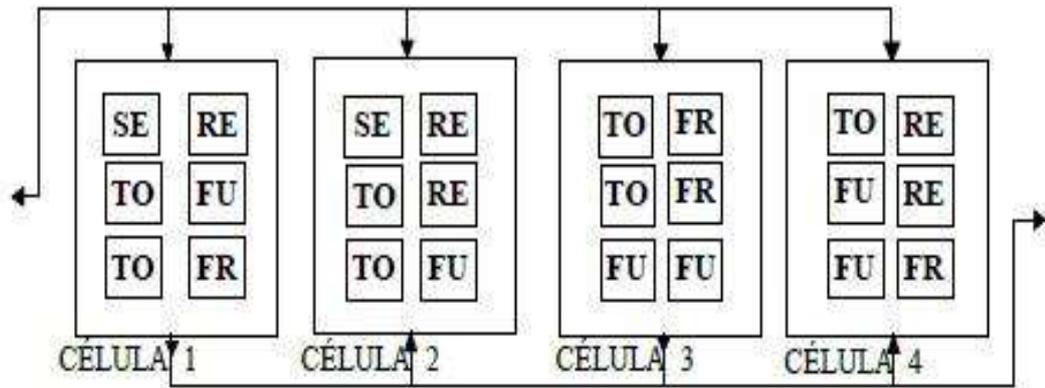
Segundo Slack (2009), o arranjo físico celular é aquele em que os recursos que entram na operação são pré-selecionados para movimentarem-se para partes específicas da operação (células) onde os recursos transformadores necessários para o seu processamento se encontram.

Corrêa e Corrêa (2007), ressalta que no arranjo celular recursos não similares são agrupados de forma que com suficiência consigam processar um grupo de itens que requeiram similares etapas de processamento.

Para Martins e Laugeni (2006), este tipo de arranjo físico apresenta células de manufatura onde que consiste em arranjar em um só local máquinas diferentes que possam fabricar um produto inteiro.

Para Francischini (2004), o objetivo do arranjo físico celular é montar minifábricas dentro da fabrica para diferentes famílias de produtos (grupos de produtos com características semelhantes).

A figura 5 mostra o arranjo físico celular:



**Figura 5: Layout celular**

Fonte: Borba, 1999

## 2.4 PROJETO DE ARRANJO FÍSICO

Para Stevenson (1999), necessidade de um planejamento de arranjo físico surge tanto durante o projeto de novas instalações tanto como se formulam projetos de instalação já existentes. Segundo a autor, os motivos mais comuns para o projeto de layout são os seguintes:

- I. A ineficiência do sistema produtivo;
- II. Acidentes, ou riscos a integridade física e a segurança;
- III. Mudanças no projeto de produtos;
- IV. Introdução de novos produtos;
- V. Mudança no volume de produção;
- VI. Mudança nos métodos ou equipamentos;
- VII. Mudanças em requisitos ambientais ou outros;
- VIII. Problemas relacionados com a moral do pessoal.

Conforme Slack (2009), antes de começar o processo de projeto de arranjo físico funcional devem ser colhidas algumas informações essenciais:

- A área requerida por centro de trabalho;
- O nível de direção de fluxo entre cada centro de trabalho;
- O quão desejado é manter os centros de trabalho próximos de si ou próximos de algum ponto fixo do arranjo físico.

### 2.4.1 Matriz de correlação

Para Francischini (2004), esta é uma ferramenta de tecnologia de grupos menos precisa, porém mais ágil e eficaz. Segundo o autor esta ferramenta deve ser desenvolvida em conjunto com os funcionários mais antigos, pois estes conhecem bem os fluxos de processos. Essa matriz é obtida através do sequenciamento dos maquinários por onde um produto deve passar para ficar pronto.

O quadro 1 apresenta a matriz de correlação:

**Quadro 1: Matriz de correlação**

Peças	Máquinas					
	Fresa	Torno	Mandril	Plaina	Retífica	Furadeira
1	X	X	X	X	X	X
2	X	X			X	
3		X	X	X	X	
4		X		X	X	X

Fonte: Francischini, 2004 pag.163

### 2.4.2 Método das sequencias fictícias

Conforme Menegon (2003), este método é usado quando o mix de produção de corresponde a um pequeno número de produtos com processamento produtivo semelhante. Para obter-se a sequencia fictícia basta partir-se de um produto do mix inserindo na sequencia do mesmo as operações demandadas pelos demais produtos.

O quadro 2 apresenta o sequenciamento de operações de um sistema de produção:

**Quadro 2: Aplicação do método de sequencias fictícias**

Produtos	Sequencia de operações
1	ABCDAEFDGH
2	ACDAEDGJM
3	BCLAFDGHJ
Fictício 1	BCDLAEFDJM



10									X
----	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Fonte: Menegon, 2003

#### 2.4.4 Fluxograma de processo

Conforme Camarotto (2006), o objetivo do fluxograma de processo é representar analiticamente as operações de produção através do sequenciamento das atividades necessárias para a transformação dos itens de produção.

Para Fransischini (2004), o registro analítico dos fluxos de processo mostra a sequencia das tarefas realizadas em determinado processo, buscando-se diminuir os transportes de materiais entre as atividades.

A simbologia utilizada nos fluxogramas de processo é padronizada pela ASME e representada pelo quadro 5:

**Quadro 5: Simbologia utilizada em fluxogramas**

Símbolo	Operação	Definição da operação
	Transformação	Significa uma mudança intencional de estado, forma, ou condição sobre um material ou informação como: montagem, desmontagem, transcrição, fabricação, embalagem, processamento, etc.
	Inspeção	Identificação ou comparação de alguma característica de um objeto ou de um conjunto de informações com um padrão de qualidade ou de quantidade.
	Transporte	Movimento de um objeto ou de um registro de informação de um local para outro, exceto os movimentos inerentes à operação ou inspeção.
	Espera	Quando há um lapso de tempo entre duas atividades do processo gerando estoque intermediário no local de trabalho e que para ser removido não necessita de controle formal.
	Armazenamento	Retenção de um objeto ou de um registro de informação em determinado local exclusivamente dedicado a este fim e que para ser removido necessita de controle formal.

Fonte : Camarotto, 2006

#### *2.4.4.1 Fluxograma singular*

Para Camarotto (2006), este fluxograma tem por finalidade representar as atividades de processamento de um item singular (item que durante o processo de produção não sofre integração ou desintegração de produtos).

#### *2.4.4.2 Fluxograma de montagem*

Conforme Camarotto (2006), o fluxograma de montagem representa o processo de montagem de um item composto onde seus componentes são integrados. Essas integrações das partes são feitas sobre um componente denominado corpo principal. Para o autor informações visuais básicas deste esquema são as sequencias de montagem do corpo principal e das sub-montagens componentes, quais componentes constituem cada sub-montagem, o estado de entrada dos componentes no processo de montagem, os pontos de entrada de cada componente e submontagem, na montagem principal.

Segundo Gaither e Frazier (2004), os fluxogramas de montagem só utilizados para fornecer uma macrovisão de como os materiais e submontagens se unem para formar produtos acabados. Nesses gráficos estão relacionados todos os materiais importantes para a operação

#### *2.4.4.3 Fluxograma de fabricação e montagem*

Para Camarotto (2006), o fluxograma de fabricação e montagem mostra o processamento de itens compostos onde diversos componentes são processados e reunidos para a obtenção de um produto completo ilustrando o sequenciamento das atividades de processamento das partes, a introdução de partes compradas ou que possuem processamento externo ao processo registrado.

Segundo Gaither e Frazier (2004), fluxogramas de fabricação e montagem oferecem uma análise detalhada das operações necessárias para a produção de um produto. Segundo os autores este fluxograma fornece mais detalhes para planejadores de processos do que os fluxogramas de montagem.

#### 2.4.4.4 Fluxograma de setores

Camarotto (2006), ressalta que o fluxograma de setores tem por finalidade representar analiticamente o posicionamento de máquinas, homens ou equipamentos através da sequência de atividades da produção mostrando onde é realizada cada fase ou atividade do processamento.

#### 2.4.5 Mapeamento de processos

Conforme Menegon (2003), os fluxogramas se apresentam como formas clássicas de representar processos, pois conseguem abordar todas as operações necessárias ao processo (fluxos de transporte, espera, armazenagem e etc.).

Para Slack (2009), mapeamento de processo envolve a descrição de processos em termos de como as atividades se relacionam dentro de um processo.

#### 2.4.6 Matriz DE-PARA

Para Stevenson (1999), os objetivos mais usuais no projeto de arranjos físicos são a minimização do custo ou do percurso de transporte. Para isso é muito útil a utilização de tabelas origem-destino e de indicação do fluxo.

O quadro 6 mostra a matriz DE-PARA que especifica as distâncias entre os centros de produção:

**Quadro 6: Distância entre as locações**

		Localização		
De	Para	A	B	C
A		-----	20	40
B		20	-----	30
C		40	30	-----

Fonte: Stevenson, 1999

O quadro 7 representa o fluxo de trabalho entre os departamentos:

**Quadro 7: Fluxo entre setores**

		Departamento		
DE	PARA	1	2	3
1		-----	10	80
2		20	-----	30
3		40	70	-----

Fonte: Stevenson, 1999

A partir da análise das tabelas 6 e 7, que aponta quais são os centros de trabalho mais próximos e os departamentos que possuem maior fluxo entre si, pode-se fazer as modificações necessárias para a aproximação dos centro de trabalho que possuem maior fluxo entre si.

Para Slack (2009), o nível e a direção do fluxo de trabalho são em geral representados por diagramas de fluxo (cartas DE-PARA) que registram o número de carregamentos transportados no setor. As informações necessárias para a montagem do diagrama pode ser obtida através da observação das rotas percorridas pelos produtos/matérias prima dentro do setor estudado.

O quadro 8 apresenta uma carta DE-PARA que aponta os carregamentos diários em um devido centro de trabalho:

**Quadro 8: Carregamentos /dia**

DE \ PARA	A	B	C	D	E
A		17	----	30	10
B	13		20	----	20
C	----	10		----	70
D	30	----	----		30
E	10	10	10	10	

Fonte : Slack, 2009

Se a direção do fluxo não é relevante, o quadro 9 pode ser simplificado conforme mostra o quadro 9:

**Quadro 9: Carregamentos / dia**

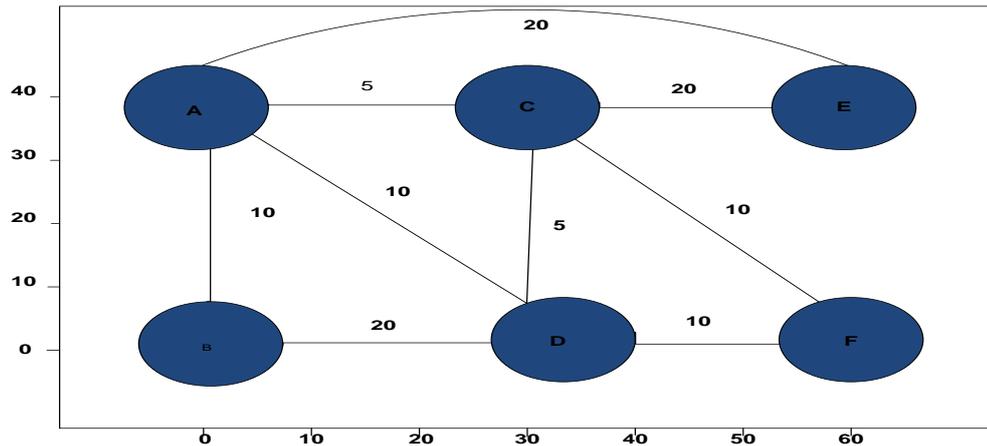
DE \ PARA	A	B	C	D	E
A		30	----	60	20
B			30	----	30
C				----	80
D					40
E					

Fonte: Slack, 2008

Para Slack (2008), a abordagem geral para a determinação da posição dos maquinários dentro do espaço físico segue os seguintes passos:

- Coleta de dados sobre os centros de trabalho e os fluxos entre eles;
- Desenho do arranjo do arranjo físico mostrando as distâncias e os carregamentos entre eles;
- Desenho do arranjo físico mostrando as áreas reais dos centros de trabalho e a distância que as pessoas e os materiais devem percorrer;
- Checar se a troca feita diminui as distâncias percorridas

A figura 6 apresenta um arranjo do layout onde a distância total percorrida é de 4450 metros.



**Figura 6: Distância entre centros de produção**

Fonte: Slack, 2009

Segundo Camarotto (2006), a matriz DE-PARA é utilizada para indicar o sentido do fluxo de produção a fim de minimizar os desperdícios com transporte e manuseio de materiais.

Conforme Borba (1999), a elaboração da matriz DE-PARA segue as seguintes etapas:

- a) Determinar para cada produto ou serviço a sequência de operação e a quantidade de transporte para cada produto;
- b) Construir o Diagrama DE-PARA, onde cada elemento do diagrama mede a quantidade de transporte total entre as unidades da linha e da coluna;
- c) Elaborar a representação gráfica do Diagrama DE-PARA, onde as setas indicam o sentido do fluxo e o número a quantidade de transporte do mesmo;
- d) Racionalizar o fluxo do item anterior. Aproximar as unidades de maior intensidade de fluxo, evitar ligações diagonais e dar uma ideia do fluxo geral. As setas (Figura 6) são de largura proporcional aos fluxos entre os postos de trabalho;
- e) Elaborar o *layout* que será uma reprodução do esquema apresentado.

#### 2.4.7 Métodos de amostragem do trabalho

Segundo Francischini (2004), a técnica de amostragem de trabalho é utilizada para observar-se os tempos produtivos e improdutivos, atividade e espera. Para a utilização desta técnica deve-se definir o objeto de observação e os estados

possíveis, as observações devem ser espaçadas e feitas em tempos escolhidos aleatoriamente e o percurso do analista deve ser variável.

Para Corrêa e Corrêa (2007), a amostragem do trabalho é uma técnica em que se permite tirar conclusões sobre os padrões de trabalho.

### 3 Metodologia

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA

O presente trabalho se classifica sob ponto de vista de sua natureza como pesquisa aplicada do tipo exploratória. Sua abordagem será qualitativa e não requer o uso de métodos técnicos estatísticos. Os procedimentos técnicos abrangerão pesquisa bibliográfica, constituído de livros, artigos e material disponibilizado na internet.

#### 3.2 COLETA DE DADOS

Com a finalidade de reorganizar o layout da marcenaria estudada serão seguidos os seguintes passos:

- I. Caracterizar a empresa: Essa caracterização ocorrerá a partir do histórico da empresa, da análise de plantas fabris, organização da empresa, mix de produção do setor de marcenaria (alvo deste trabalho) e tecnologia instalada. Esta etapa tem o objetivo de apresentar as instalações atuais da empresa e mostrar o ramo de atuação da mesma.
- II. Utilizar método de observação para identificar excessos de movimentação no setor e situações onde há espera excessiva para a utilização dos maquinários. Esta identificação ocorrerá a partir dos seguintes passos:
  - a) Observar o setor produtivo utilizando o método de observação sistemática pelo período de vinte dias úteis ( 03/07/2014 a 27/07/2014). Esta técnica caracterizada pelo fato de ser realizada sob condições controladas para se responder a propósitos pré-definidos. Neste estudo as observações serão feitas com o propósito de identificar deficiências do layout devido ao espaço físico reduzido e o motivo causador da criação de pequenos estoques de produtos ao longo da linha de produção. A observação foi feita no setor de marcenaria da empresa no período citado,

quando a empresa produziu uma quantidade significativa de produtos. Para a identificação do fluxo produtivo foi utilizada uma prancheta e uma lapiseira para se esboçar os caminhos percorridos pelos colaboradores ao longo do processo de transformação.

b) Utilização do software Microsoft Visio 2007 para ilustrar esses movimentos;

III. Utilizar a matriz de correlação para se estabelecer a porcentagem de utilização dos maquinários e apontar possíveis gargalos/restrições do sistema produtivo. Esta matriz de correlação será montada a partir das ordens de produção lançadas que contém a relação de máquinas pelas quais os produtos devem passar durante o processo de fabricação. A figura 8 ilustra a ordem de produção que contém o sequenciamento de operações de cada produto para ficar pronto:



## Tropiso exportações

Ordem de montagem  
nº:20140046

Emissão: 16/07/2014  
Encerramento: \_\_\_\_\_

Produto	Código	Qtde		total m <sup>3</sup>
poltrona marupa	70	2		0,037056

Matéria prima (medidas em metro)

Qtde.	comprim.	largura	espessura	Qtde fin.	m <sup>3</sup> parcial
4	0,65	0,05	0,05	8	0,013
2	0,64	0,07	0,02	4	0,003584
2	0,66	0,05	0,02	4	0,00264
2	0,69	0,04	0,03	4	0,003312
2	0,53	0,05	0,02	4	0,00212
2	0,58	0,05	0,02	4	0,00232
9	0,7	0,04	0,02	18	0,01008
				0	0
				0	0
				0	0
				0	0

**Processo**

desengrosso	x	desenpeno	x
serra fita		furadeira bancada	x
destopadeira	x	calibradeira	x
serra circular	x	respigadeira	x

Figura 7: Ordem de produção

- IV. Mapear o processo utilizando fluxograma criado no software Microsoft Visio 2007. Este mapeamento será feito a partir das observações feitas no setor;
- V. A partir do mapeamento dos processos utilizar o método de sequências fictícias, tomando o produto com mais etapas de transformação no processo de produção para modelar um sequenciamento de operações comum a todos os produtos;
- VI. Criar uma carta DE-PARA para indicar o sentido do fluxo;
- VII. A partir dos resultados obtidos nas etapas 1 a 6 será proposto o novo layout através de desenho no software Visio 2007;
- VIII. Propôr a implantação do projeto.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa onde foi realizado o estudo atua no ramo madeireiro, e foi fundada em 1995 estruturando-se com base na exportação. Aproveitando o crescimento do mercado da construção civil começou a atuar no mercado interno a partir da contratação e treinamento de equipes de instalação de decks, pergolados, assoalhos e acabamentos decorativos feitos em madeira. A fim de utilizar a madeira com menores dimensões e produzir um produto com maior valor agregado foi criada o setor de marcenaria, que começou com uma pequena produção, atendendo aos pedidos por encomenda e hoje esta passando por um processo de adaptação para que seja implantada a produção em série de móveis que atenda as classes econômicas mais exigentes. Para expandir o negócio foi criado um catálogo com os móveis mais vendidos (cadeiras, mesas, bancos, sofás, poltronas) e firmadas parcerias com representantes em diversos estados do Brasil.

Esta situada no município de Maringá no estado do Paraná, no parque industrial Bandeirantes dois na rua Manuel Prudêncio de Brito número 161.

Atualmente a empresa tem sofrido com a falta de mão de obra especializada, que torna mais difícil manter a meta de qualidade estabelecida de seus produtos. Para minimizar este problema a empresa adquiriu uma metodologia de treinamento, que nem sempre é eficaz, onde os funcionários mais experientes são responsáveis pelo treinamento dos novatos.

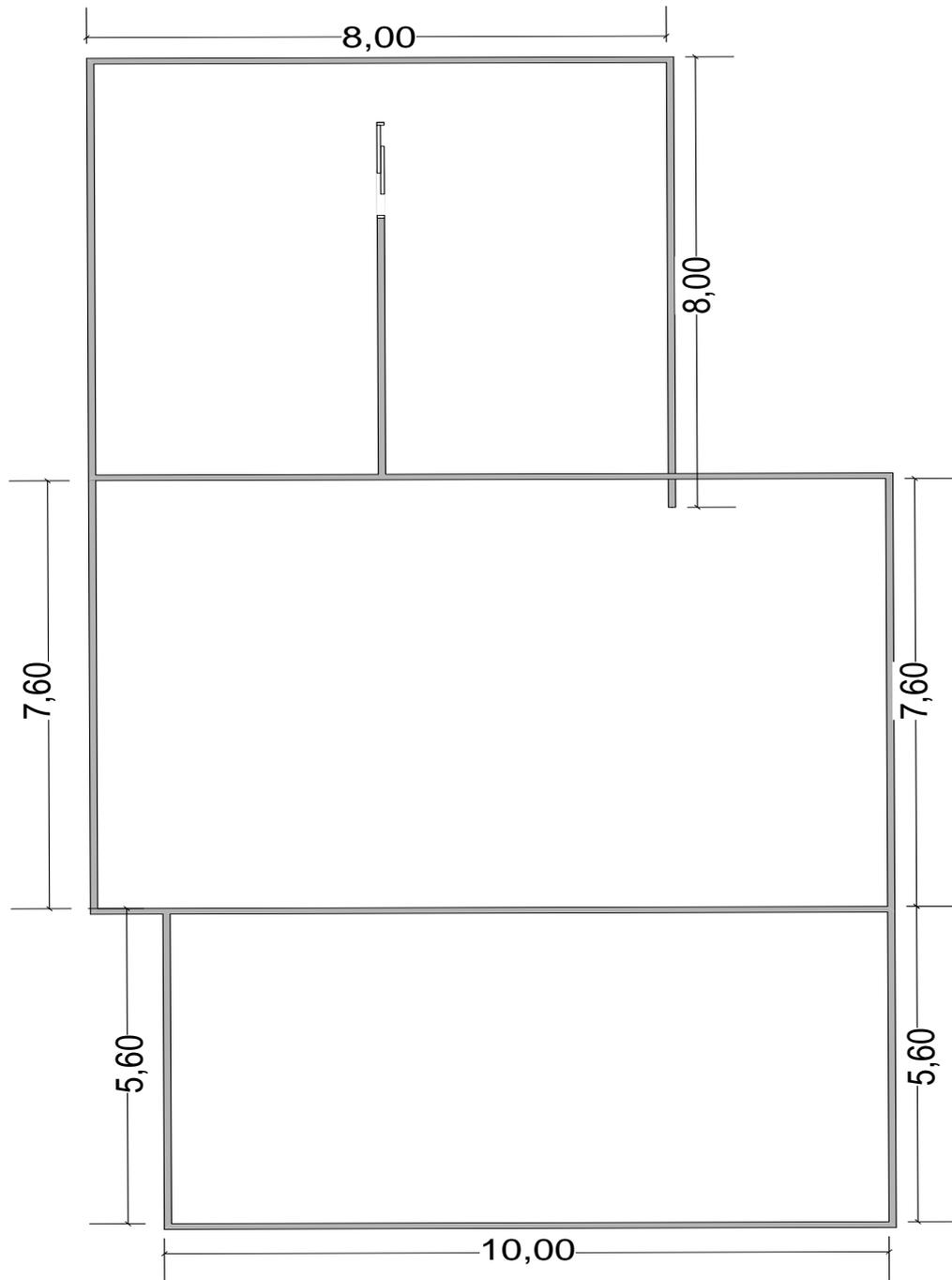
Além disso, devido à baixa escolaridade dos funcionários contratados, muitos funcionários encontram dificuldade para interpretar projetos e até em trabalhar com diferentes unidades de medidas. Este é um problema que tem gerado altos índices de retrabalho, perda de matéria prima e insatisfação dos clientes. Para diminuir estes problemas a empresa contratou estagiários de engenharia de produção para efetuar o planejamento e detalhamento das atividades.

A figura 9 apresenta a fachada da empresa:



**Figura 8: Fachada da empresa**

Hoje a empresa conta com um barracão de 1200 m<sup>2</sup>, onde estão situados o escritório (que engloba os setores de RH, engenharia, contabilidade e marketing), o setor produtivo onde são produzidos e montados os módulos de deck, os componentes dos pergolados, o assoalho para exportação, um barracão de aproximadamente 200 metros quadrados onde se localiza o setor de marcenaria atualmente e um barracão de 750 metros quadrados onde foi realizado o estudo do layout para que seja expandido o setor de marcenaria que nos dias de hoje tem sua produção limitada pelo espaço físico reduzido. A figura 10 apresenta a planta baixa da instalação onde se encontra o setor de marcenaria atualmente:



**Figura 9: Planta da marcenaria atual (medidas em metros)**

Na figura 11 pode-se observar a posição que o setor de marcenaria ocupa no terreno em relação aos outros setores:



Figura 10: Distribuição dos barracões pelo terreno da empresa

#### 4.1.1 Mix de produção

Atualmente a empresa produz móveis que podem ser usados na área externa e interna das residências, dando ênfase a qualidade para buscar maior competitividade junto ao mercado. Buscando a satisfação do cliente, a Tropiso

desenvolveu sua linha de móveis com auxílio de arquitetos e de designers de interiores ligados ao ramo moveleiro. Seu mix de produção é composto por sete tipos de cadeiras, dois modelos de mesa de jantar, três modelos de mesa de centro, três modelos de sofá e três modelos de poltronas.

Nas figuras 13 a 18 são apresentados os produtos mais fabricados pelo setor de marcenaria:



**Figura 11: Sofá Sande**



**Figura 12: Poltrona Caripé**



**Figura 13: Cadeira ingá toda em madeira**



**Figura 14: Cadeira Ingá**



**Figura 15: Cadeira Tauari**



**Figura 16: Mesa de jantar Tajibo**

#### 4.1.2 Tecnologia instalada

O setor de marcenaria da empresa conta com o maquinário e mesas de trabalho apresentado no quadro a seguir:

**Quadro 10: Maquinário e mesas presentes no setor de marcenaria**

Código	Descrição	Função
TP	Tupia	Modelagem
DSP	Desempeno	Esquadrejamento
SC	Serra circular de bancada	Esquadrejamento
FB	Furadeira de bancada	Respigagem
LC	Lixadeira de cinta	Lixar (acabamento pré montagem)
SF	Serra fita	Modelagem
RE	Respigadeira	Fazer espigas
REA	Respigadeira semi automática	Fazer espigas
MP	Mesa de pintura	Pintura
MA	Mesa de acabamento	Lixar (pós montagem)
MM	Mesa de montagem	Montar as peças

O maquinário e mesas de trabalho estão distribuídos pela instalação fabril como mostra a figura 19:

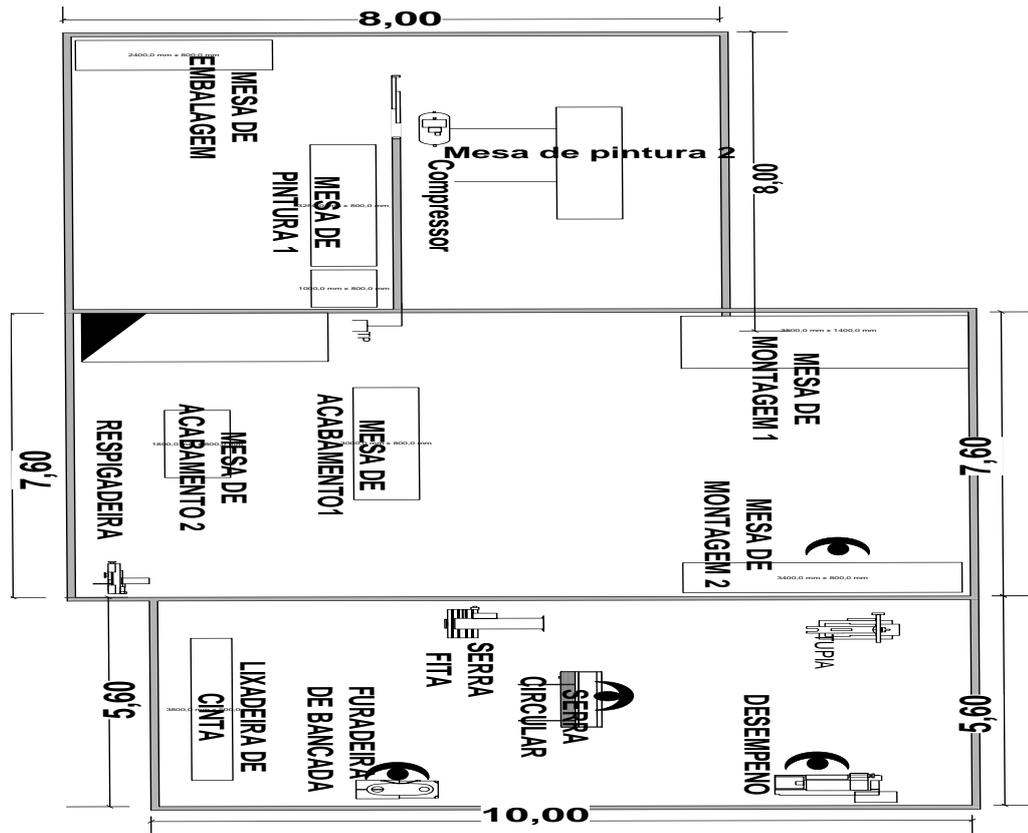


Figura 17: Representação dos maquinários (medidas em metros)

## 5 Resultados

### 5.1 PROCESSO PRODUTIVO

A partir das ferramentas de observação descritas na metodologia foi observado e registrado as movimentações dos funcionários e matérias primas ao longo das instalações físicas do setor. A partir de tais observações foi possível registrar-se as movimentações excessivas e os cruzamentos de fluxo no setor.

Essas movimentações estão ilustradas na figura 20:

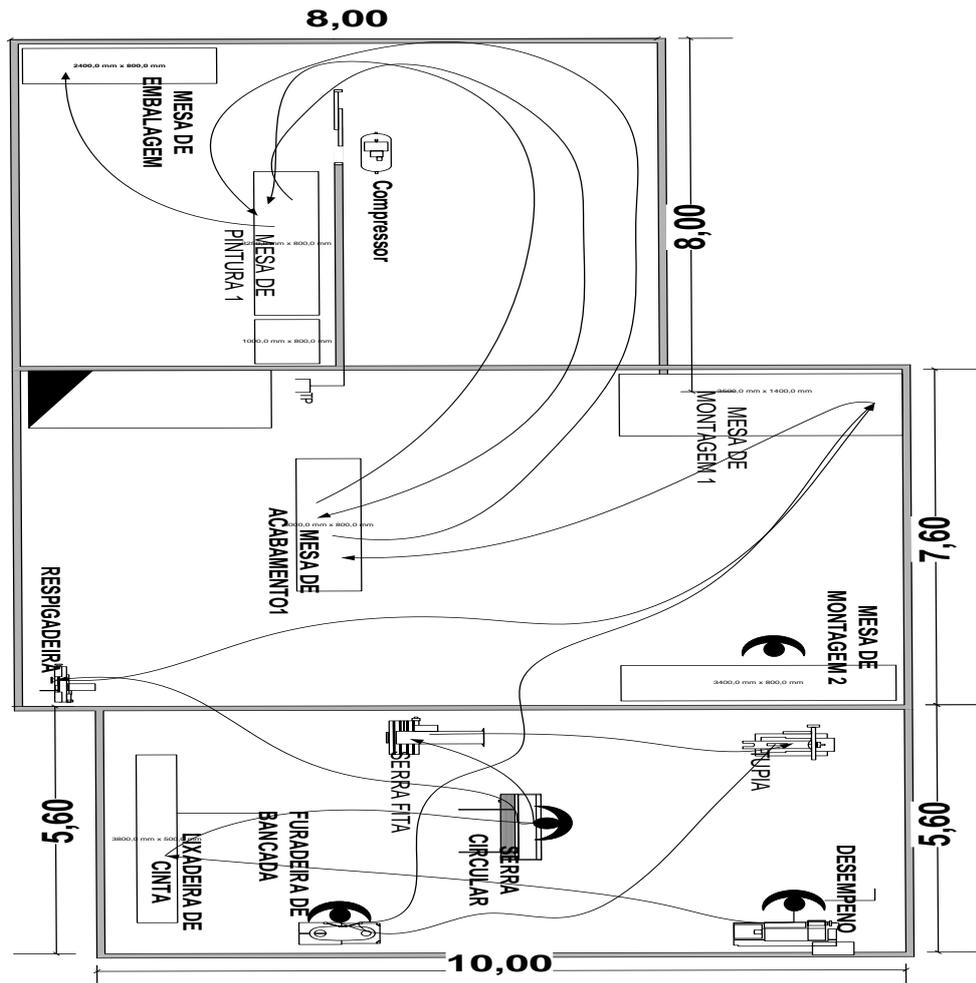
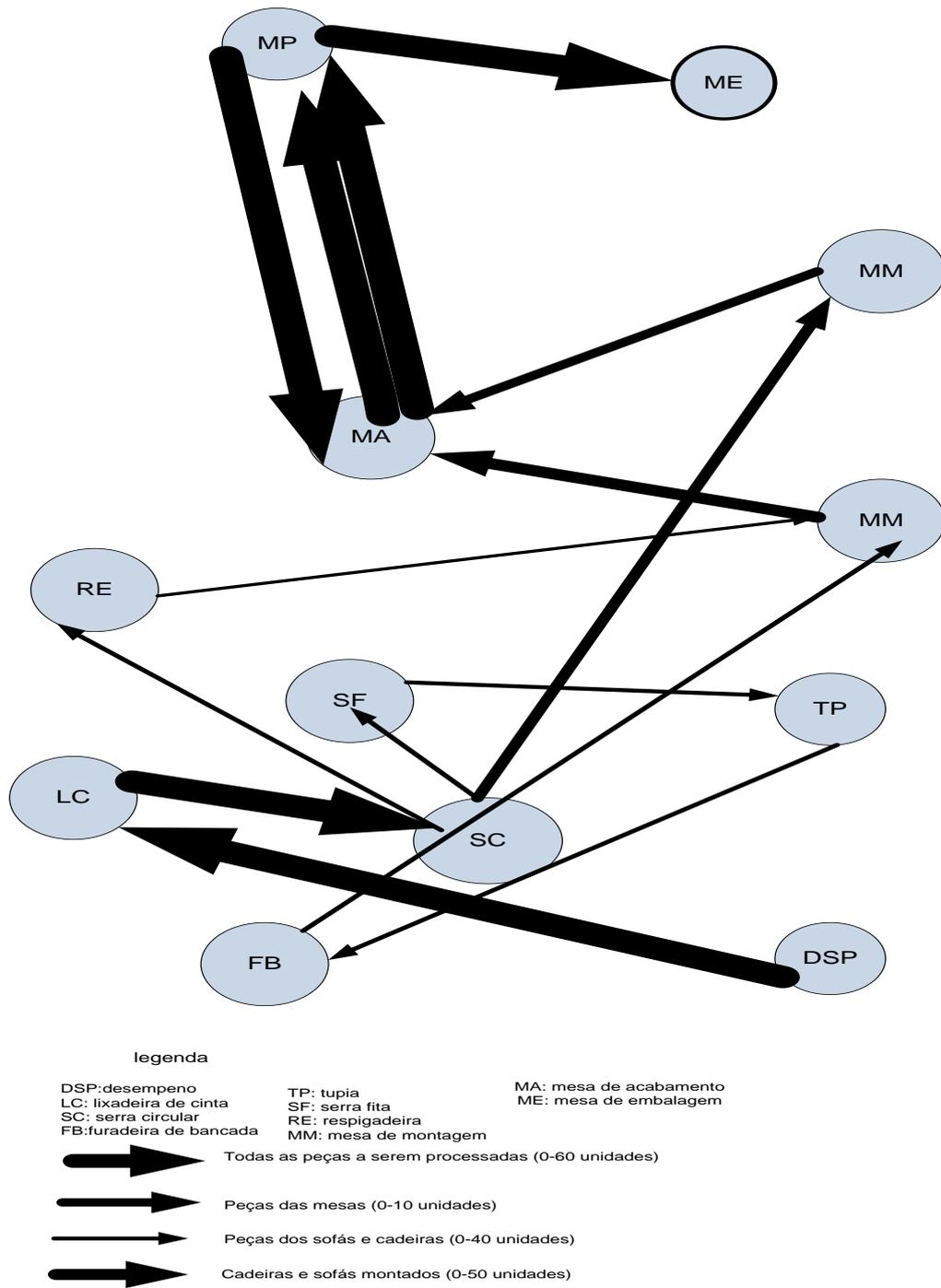


Figura 18: Caminhos percorridos pelos colaboradores e matéria prima (medidas em metros)

Ao analisar os dados coletados foi possível identificar a intensidade dos fluxos produtivos, pois se notou que em alguns caminhos a quantidade de peças transportada é maior do que em outros. A figura 21 indica a intensidade de peças transportadas em cada caminho dentro do setor:



**Figura 19: Intensidade de peças transportadas**

Além do registro do fluxo produtivo foram registradas situações em que o espaço físico limita a velocidade com que as operações ocorrem.

Na figura 22 pode-se observar que há mais de um tipo de produto esperando pelo acabamento evidenciando a existência de um gargalo entre as operações:



**Figura 20: Pequenos estoques ao longo do setor**

Na figura 23 pode-se observar a dificuldade do marceneiro para se movimentar devido a grande quantidade de produtos pré acabados no setor, que limita as movimentações dos colaboradores e torna o fluxo produtivo mais lento, pois se o marceneiro precisar pegar uma ferramenta que fica do outro lado do setor precisara dar a volta em torno dos produtos. Essa movimentação caracteriza um desperdício de tempo pois torna as operações mais demoradas.



**Figura 21: Limitação dos espaço físico pelo excesso de produtos estocados no setor**

Na figura 24 pode-se observar a presença de mais de um tipo de produto semi acabado no setor de marcenaria. Esses estoques estão obstruindo a passagem dos colaboradores pelo setor e o acesso à mesa de montagem número 2:



**Figura 22: Excesso de produtos impossibilitam a movimentação no setor**

Na figura 25 foi registrada a situação onde a operação da serra circular impede com que o colaborador que esta operando a furadeira de bancada execute suas atividades:



**Figura 23: Proximidade dos maquinários impossibilita operações simultâneas**

### 5.1.1 Matriz de correlação

A tabela 8 relaciona cada produto com as máquinas pelas quais estes produtos de vem passar durante o processo produtivo :

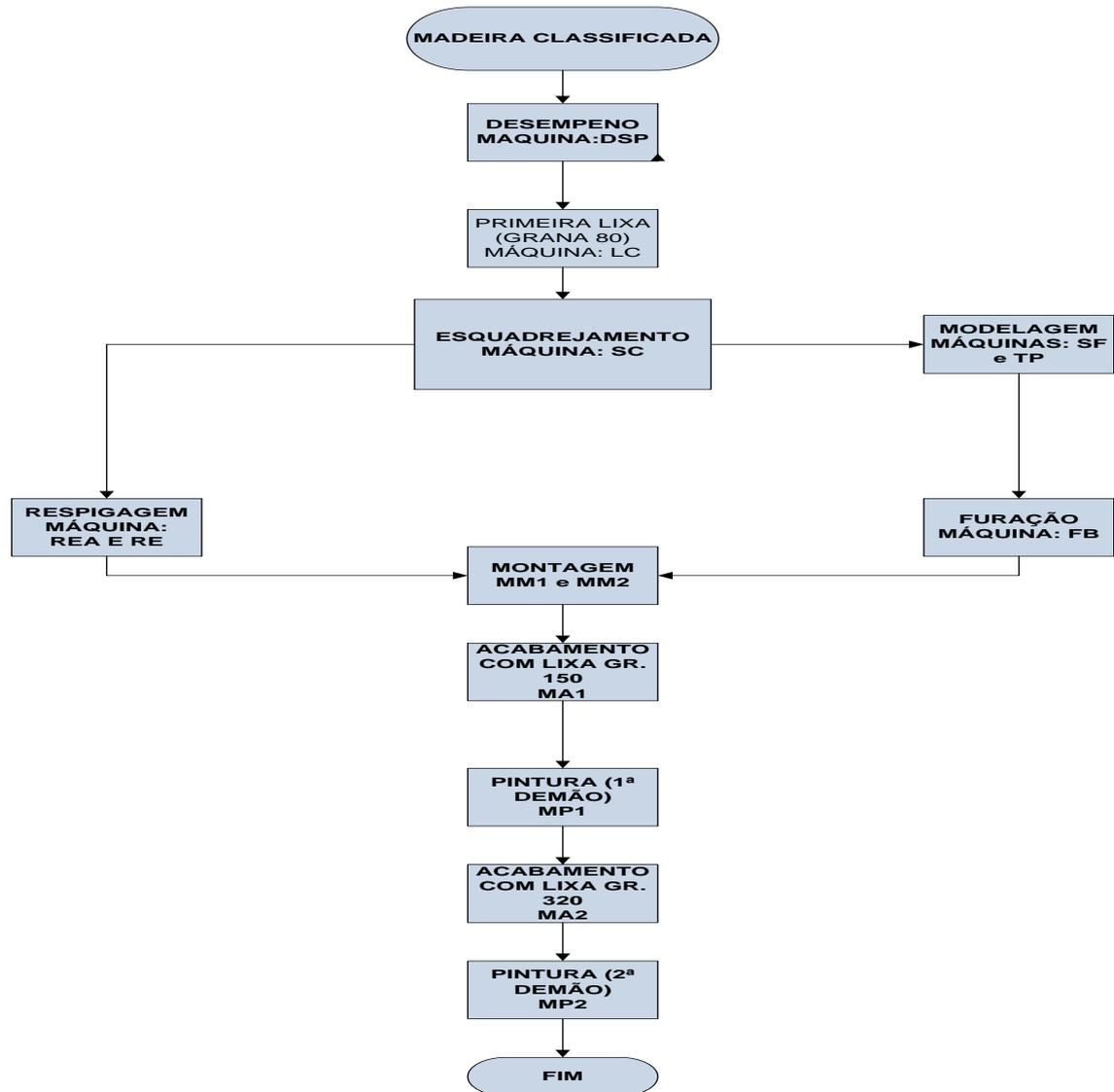
**Tabela 1: Matriz de correlação**

Produtos	Máquinas					
	Lixadeira de cinta	Desempeno	Serra circular	Tupia	Furadeira de bancada	Respigadeira
A	X	X	X	X	X	X
B	X	X	X			
C	X	X	X	X	X	X

Como pode-se observar na tabela, as únicas peças que não passam por todas as máquinas são as que compõem as mesas, pois não necessitam ser furadas nem respigadas. Estes maquinários com alto percentual de utilização devem ser alocados de maneira que não criem gargalos no fluxo produtivo.

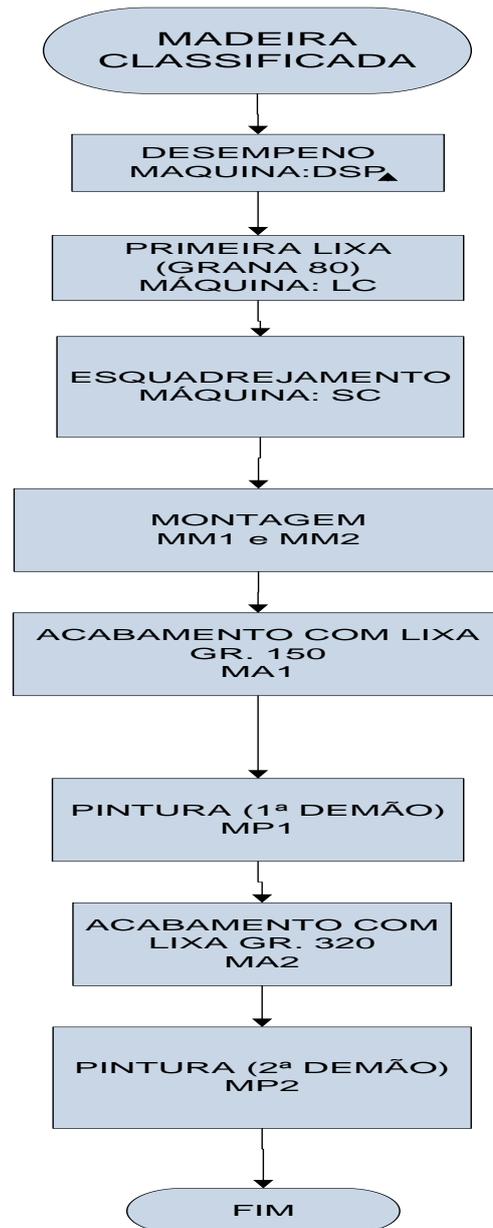
### 5.1.2 Mapeamento de processos

Cada família de produtos segue uma sequência de processamento semelhante com pouca variação nas atividades. Na figura 26 esta representado o fluxograma de produção de cadeiras e sofás, que compreendem etapas de corte e modelagem das peças antes da montagem:



**Figura 24: Fluxograma da montagem de sofás e cadeiras**

Na figura 27 esta representado o fluxograma de produção de mesas, que tem menos operações porque suas peças não precisam de modelagem:



**Figura 25: Fluxograma da montagem de mesas**

O mapeamento de processos foi realizado com três produtos pois estes apresentam o sequenciamento de atividades de seus fluxos produtivos similares aos demais produtos.

### 5.1.3 Método das sequências fictícias

Este método é usado quando o mix de produção corresponde a um pequeno número de produtos com processamento produtivo semelhante. Como se pode

observar os produtos fabricados na marcenaria da empresa tem o processo produtivo similar, sendo que alguns tipos de móveis dispensam algumas operações. Esta característica possibilita o uso deste método. Baseado nos fluxogramas de processo obteve-se a representação dos fluxos de produção que estão representados no quadro 11:

**Quadro 11: Sequências de operações**

Código	Descrição	Fluxo de produção
A	Cadeiras	DSP-LC-SC-SF-TP-RE-FB-MM2-MA-MP-MA-MP-ME
B	Mesas	DSP-LC-SC-MM2-MA-MP-MA-MP-ME
C	Sofá Sande	DSP-LC-SC-SF-TP-RE-FB-MM2-MA-MP-MA-MP-ME

No quadro 12 foi aplicado o método das sequencias fictícias nos dados do quadro 6 para facilitar a aplicação dos métodos seguintes:

**Quadro 12: Método de sequencias fictícias**

Código	Descrição	Fluxo de produção
A	Cadeiras	DSP-LC-SC-SF-TP-RE-FB-MM2-MA-MP-MA-MP-ME
B	Mesas	DSP-LC-SC-SF-TP-RE-FB-MM2-MA-MP-MA-MP-ME
C	Sofás/ Poltronas	DSP-LC-SC-SF-TP-RE-FB-MM2-MA-MP-MA-MP-ME

A partir da sequência fictícia obtida, que representará os processos de fabricação presentes no setor estudado construiremos a carta de para.

#### 5.1.4 Carta DE-PARA

A carta de-para é utilizada para indicar o sentido e o nível do fluxo de produção. Este diagrama de fluxo foi montado a partir da observação da produção durante o período de estudo foi produzida a quantidade de móveis apresentada no quadro 13:

**Quadro 13: Produção observada no período estudado**

Descrição	Quantidade (unidades)
Sofá	10
Cadeira	40
Mesa	10

Após a coleta dos dados é estabelecida a relação da quantidade de produtos que passa por cada máquina e o sentido do fluxo. O quadro 14 traz a carta DE-PARA que indica o sentido do fluxo produtivo e a quantidade de produtos/ matéria prima movimentados no setor:

**Quadro 14: Carta DE-PARA ( fluxo de produtos entre as máquinas)**

Para De	DSP	LC	SC	SF	TP	RE	FB	MM	MA	MP
DSP	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
LC	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	50	0	50	0	10	0	0
SF	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0
TP	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0
RE	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
FB	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
MM	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0
MA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180
MP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

No quadro 15 é indicada a distância entre os maquinários e as mesas de trabalho de acordo com o sequenciamento do processo, sendo estas distâncias as percorridas pelos funcionários e matéria prima:

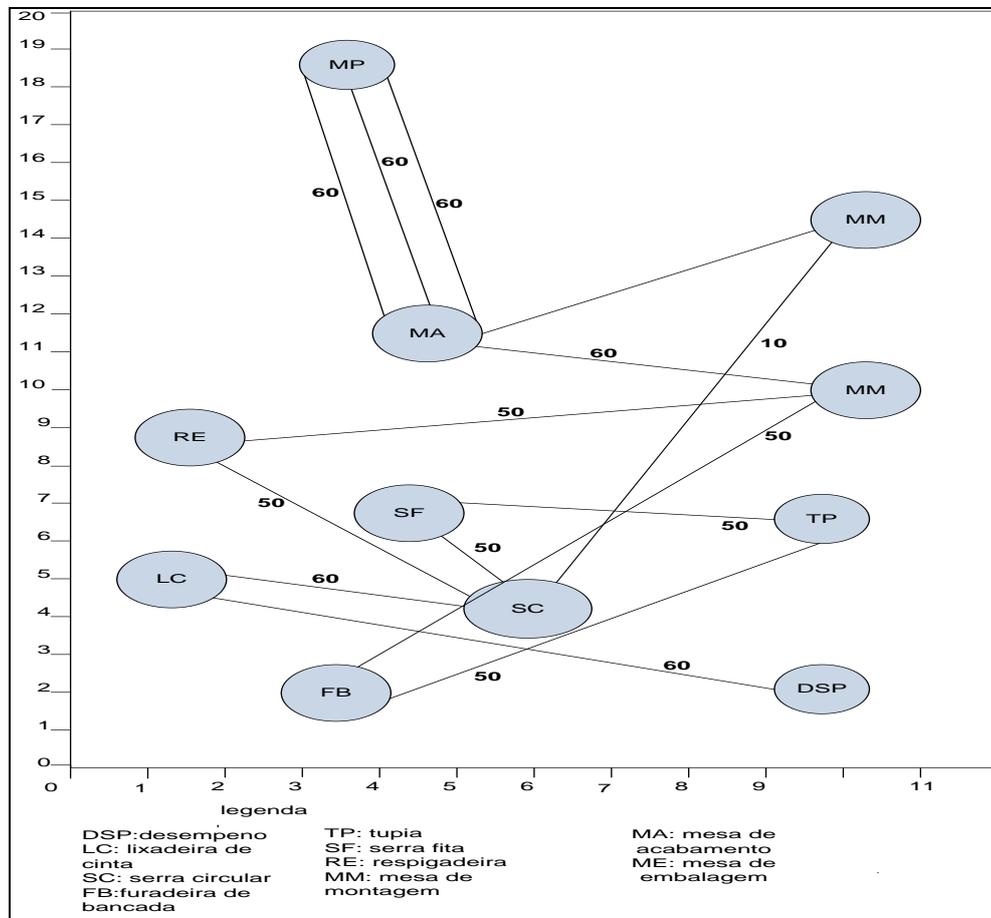
**Quadro 15: Distância entre os maquinários e mesas (distancias em metros)**

	DSP	LC	SC	SF	TP	RE	FB	MM	MA	MP
DSP	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
LC	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	2	0	4	0	7,7	0	0
SF	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0

TP	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
RE	0	0	0	0	0	0	0	7,9	0	0
FB	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
MM	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
MA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,2
MP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Como se pode observar, o fluxo produção tem algumas deficiências principalmente nas operações que se realizam entre o desempenho e a lixadeira de cinta (DSP-LC) e entre as etapas de acabamento e pintura (MA-MP), que se repetem duas vezes.

A figura 28 mostra o distanciamento entre os maquinários e o fluxo produtivo:



**Figura 26: Representação do fluxo produtivo e distância entre os maquinários (distância em metros)**

Após somar as distâncias entre os maquinários e relacioná-las com as movimentações no setor observou-se que a distância percorrida pelos colaboradores e matéria prima no layout atual é de 86,20 metros para cada peça produzida. Como o total de peças produzida no intervalo de tempo observado é de 60 unidades, a distância total percorrida dentro do setor após a montagem de todas as peças é de 172 metros.

## 5.2 PROPOSTA DE NOVO LAYOUT

A partir das informações coletas nas fases anteriores será proposta a transferência das instalações atuais do setor de marcenaria para um barracão maior, onde será criado um novo arranjo físico que objetivara diminuir os excessos de movimentação e possibilitar o uso simultâneo dos maquinários. O barracão para onde ira se transferir o setor esta ilustrado na figura 29 e 30:



**Figura 27: Barracão onde será propostas a instalação da marcenaria**

Utilizando- se a mesma quantidade de produtos produzidos observados durante a coleta de dados pode-se observar que o fluxo de produtos no setor continuou o mesmo, mudando apenas a distância entre as maquinas e mesas de trabalho, como pode ser visualizado a seguir no diagrama de fluxo no quadro 16:

**Quadro 16: Carta DE-PARA (fluxo de produtos entre as máquinas)**

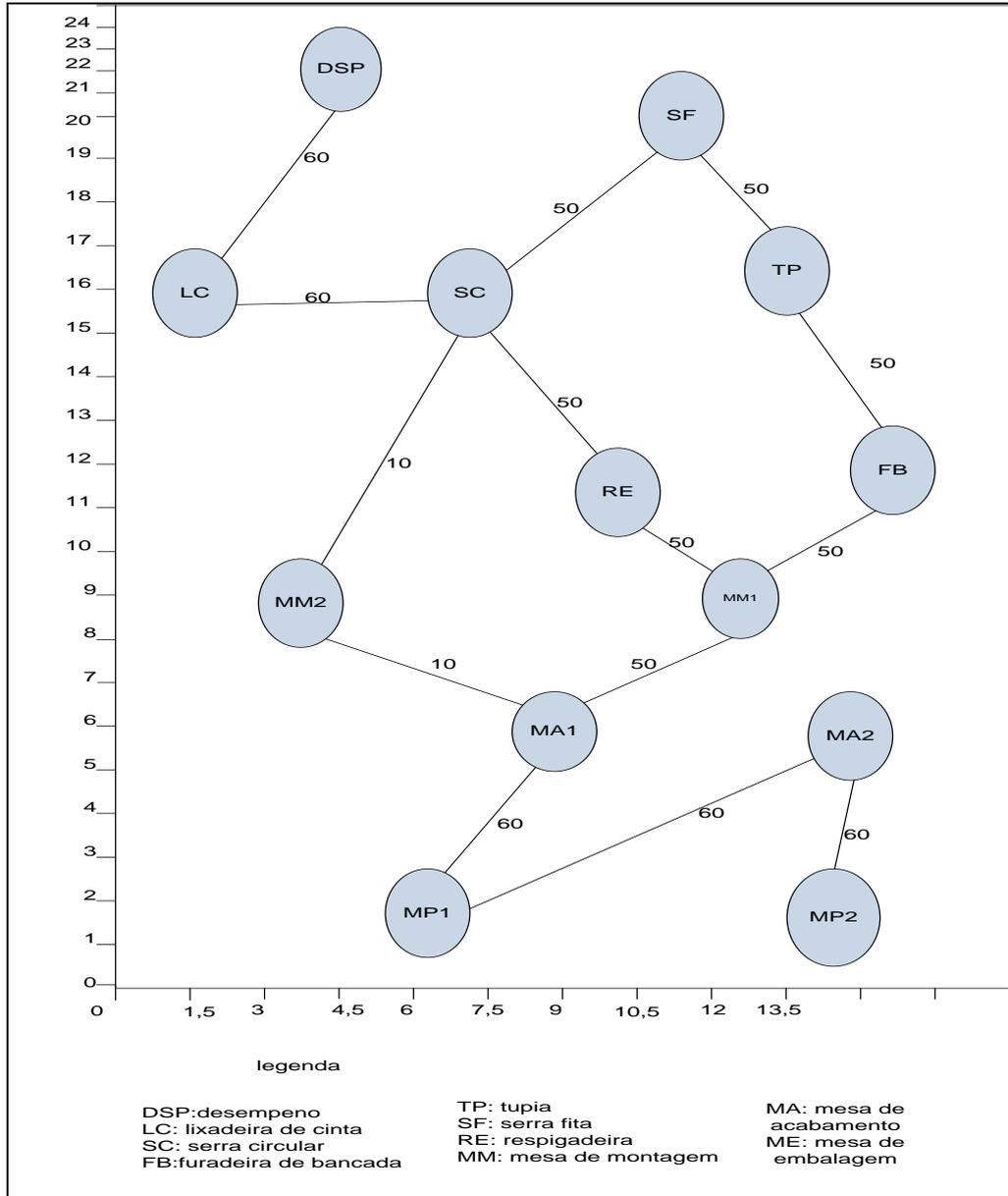
Para De	DSP	LC	SC	SF	TP	RE	FB	MM1	MM2	MA1	MP1	MA2	MP2
DSP	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LC	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	50	0	0	0	0	10	0	0	0	0
SF	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
TP	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
RE	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0
FB	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0
MM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0
MM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
MA1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0
MP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0
MA2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
MP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

O distanciamento dos maquinários e mesas foi alterado buscando alocar os maquinários de acordo com a similaridade de suas funções e com o sequenciamento de processo. Essas distâncias são apresentadas no quadro 17 onde são relacionadas as distâncias entre os maquinários de acordo com o sequenciamento do processo:

**Quadro 17: Distância entre as máquinas e mesas (distâncias em metros)**

Para DE	DSP	LC	SC	SF	TP	RE	FB	MM1	MM2	MA1	MP1	MA2	MP2
DSP	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LC	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0
SF	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0
TP	0	0	0	0		2	0	0	0	0	0	0	0
RE	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
FB	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0
MM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
MM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
MA1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
MP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
MA2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
MP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

O distanciamento dos maquinários e intensidade do novo fluxo de produção esta ilustrado na figura 31:



**Figura 28: Distância entre maquinários e intensidade do fluxo produtivo**

Depois das modificações feitas no layout usando a distância total percorrida diminuiu de 86,20 metros para 34,50 metros havendo uma redução de 40% na distância percorrida pelos colaboradores, gerando uma redução no custo de produção e diminuindo o tempo de produção dos produtos.

A partir das cartas DE-PARA, observações realizadas, do mapeamento do processo e dos desenhos de arranjo físico esquemáticos foi construído um arranjo físico do tipo funcional onde foram realocados os maquinários e mesas de trabalho de acordo com o sequenciamento das operações. Para melhorar o fluxo nas etapas de acabamento e pintura foram inseridas mais uma mesa de pintura e uma mesa de

acabamento. Para que os produtos já envernizados não sejam expostos ao pó proveniente das áreas de montagem será proposta a construção de salas de pintura que terão portas de correr lateralmente para que esta operação se realize em um ambiente isolado.

Também será proposta a mudança da sala de gerência e engenharia do setor do barracão atual (onde se encontra a recepção, copa e salas da diretoria) para o novo barracão.

O novo layout ocupará uma área de aproximadamente trezentos metros quadrados sendo que o restante do barracão será utilizado para a estocagem dos produtos acabados. A figura 32 apresenta o layout proposto:

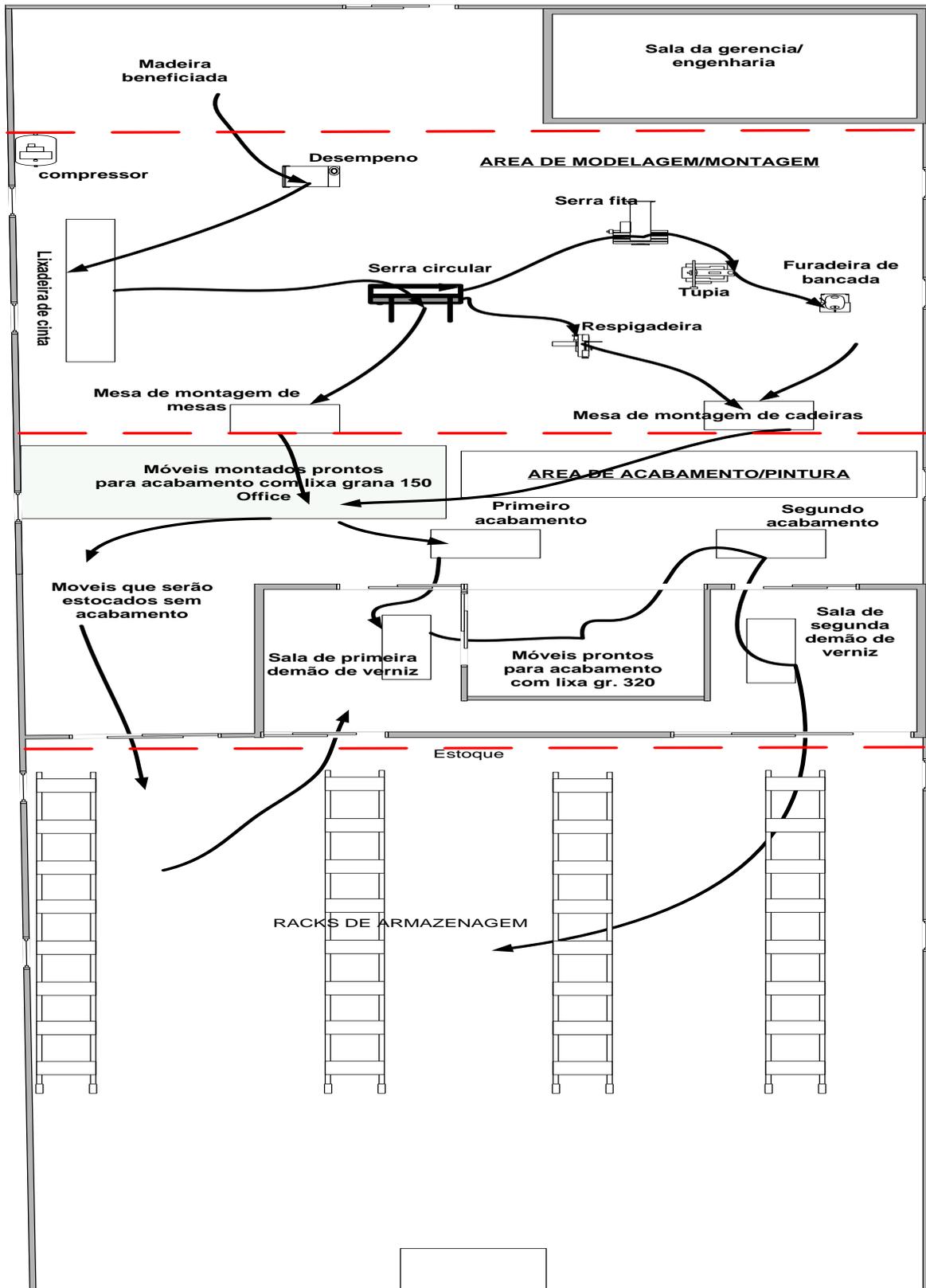
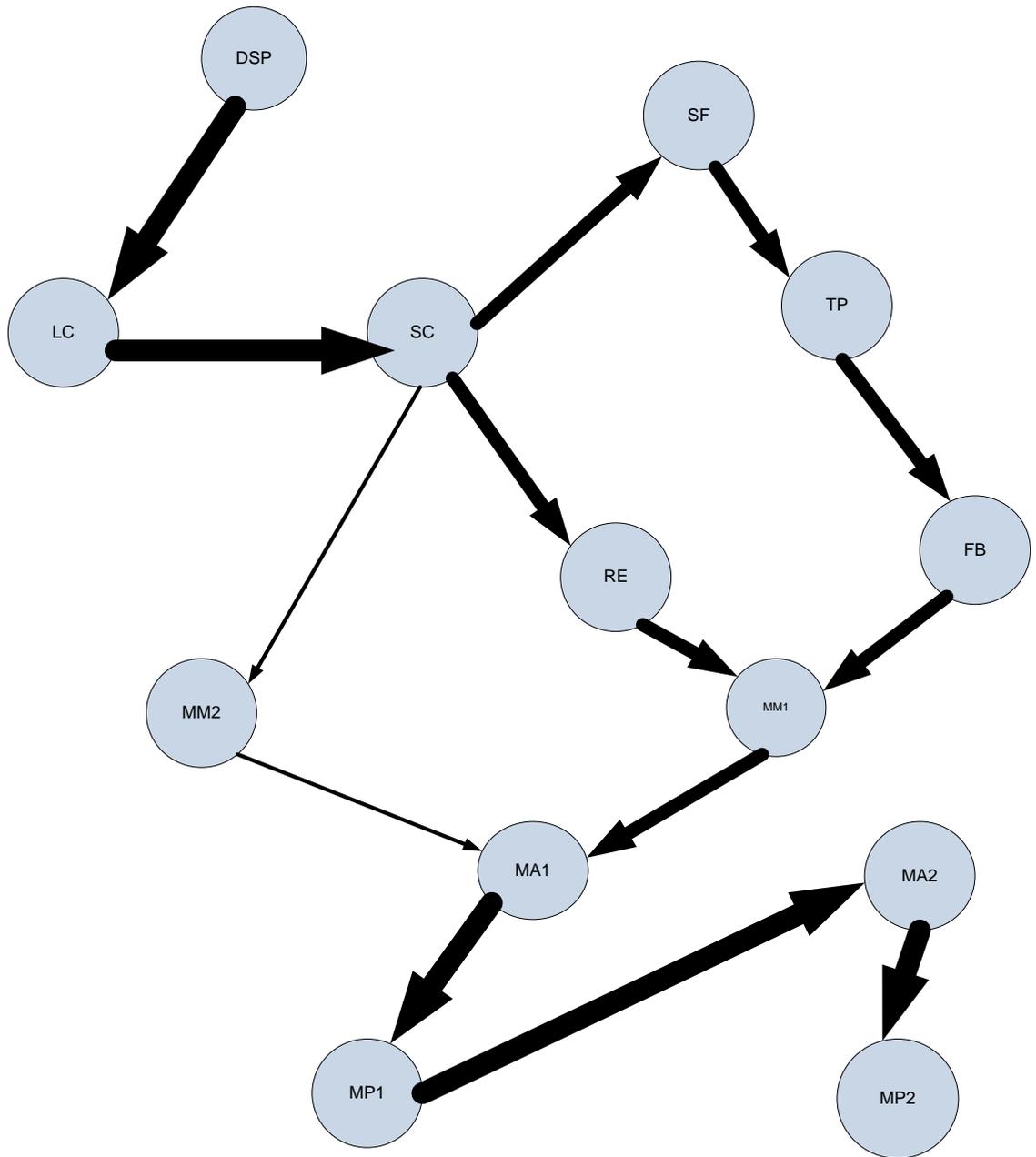


Figura 29: Layout proposto

A intensidade com que o fluxo de produção ocorre esta ilustrado na figura 33:



**legenda**

DSP:desempeno	TP: tupia	MA: mesa de acabamento
LC: lixadeira de cinta	SF: serra fita	ME: mesa de embalagem
SC: serra circular	RE: respigadeira	
FB: furadeira de bancada	MM: mesa de montagem	

<b>→</b> Todas as peças a serem processadas (0 - 60 unidades)	<b>→</b> Peças das mesas (0 -10 unidades)
<b>→</b> Peças dos sofás e cadeiras (0 - 50 unidades)	<b>→</b> Cadeiras e sofás montados (0 -50 unidades)

**Figura 30: Fluxo produtivo do novo layout**

## 6 CONCLUSÃO

### 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o objetivo de propor um novo layout que será implantado em um novo barracão com espaço físico maior visando o aumento da produção diminuindo as distâncias percorridas pelos colaboradores e pela matéria prima tornando o ciclo produtivo mais rápido e menos confuso devido ao cruzamento de caminhos percorridos pelos recursos dentro do setor.

Além da diminuição distâncias percorridas também serão resolvidos problemas relacionados a área de pintura e acabamento com a proposta de instalação de uma sala de pintura em um local estratégico, entre as áreas de acabamento primário e secundário, que impede que o pó de serra vindo das áreas de corte de madeira atinjam os produtos em processo de secagem, o que ocasiona em retrabalho de acabamento e pintura.

Conclui-se que o trabalho atingiu seus objetivos, pois através da aplicação das ferramentas para projeto de arranjo físico, o maquinário tornou-se melhor disposto, aumentando talvez a rapidez do fluxo. Também foram eliminadas situações onde o produto faz o mesmo caminho mais de uma vez em sentidos contrários (entre as mesas de pintura e acabamento), deixando o fluxo produtivo menos confuso.

A partir da comparação entre o layout atual e o layout proposto pode-se perceber que a alocação correta dos maquinários e mesas de trabalho tem grande influencia sobre o ciclo produtivo trazendo ganhos econômicos com a eliminação de desperdícios de tempo, movimentações desnecessárias e retrabalho.

Portanto, com o investimento necessário e com as técnicas apropriadas para o projeto de instalações pode-se obter um grande ganho econômico a partir do aumento da produtividade através da diminuição dos tempos de produção e índices de retrabalho.

### 6.2 TRABALHOS FUTUROS

Além disso, poderia ser instalado um sistema de mapeamento da matéria prima destinada a marcenaria, desenvolvendo sistema para que este recurso seja preparado e armazenado em locais mais próximos da setor de destino, pois hoje a madeira fica armazenada em um único local, dificultando o trabalho de seleção e classificação, o que ocasiona em um maior tempo de produção dos móveis.

Muitas técnicas da Engenharia de Produção podem ser aplicadas no local, como padronização dos processos, aplicação da metodologia 5s, controle de qualidade, ergonomia e segurança no trabalho, implantação de um sistema de planejamento e controle de produção.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANTON, C. I.; EIDELWEIN, H.; DIEDRICH, H. **Proposta de Melhoria no Layout da Produção de uma Empresa do Vale do Taquari**. Revista Destaques Acadêmicos, vol. 4, n.1, 2012 – CGO/Univates. 20p. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/287/230>>. Acesso em 3 set. 2014.

BORBA, Mirna. **Arranjo físico**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 1999.

CAMAROTTO, João Alberto. **Projeto de Unidades Produtivas**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2006.

Corrêa, Henrique L. Corrêa, Carlos A., **Administração da produção**, 2ª Edição, São Paulo, SP, Brasil, editora Atlas, 2007.

Francischini, Paulino G., **Gestão de operações**, 2ª edição, São Paulo, SP, Brasil, Editora Edgard Bluncher LTDA.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8 ed. – São Paulo: Pioneira, 2001.

Martins, Luis Petrônio/ Laugeni, Fernando Piero, **Administração da produção**, primeira edição, São Paulo, SP, Brasil, editora Saraiva, 1999.

**Mapeamento de Processo**. S.d. Disponível em: <[www.pdp.org.br/ModeloLivroWeb/modelo/material\\_apoio/doc/Lean/M006-A03%20v4.pdf](http://www.pdp.org.br/ModeloLivroWeb/modelo/material_apoio/doc/Lean/M006-A03%20v4.pdf)>. Acesso em: 1 set. 2014.

Moreira, Daniel Augusto, **Administração da produção e operações**, segunda edição, São Paulo, SP, Brasil, editora cengage learning, 2008.

Menegon, Nilton Luiz. **Instalações Industriais**. São Carlos, (apostila) 2006.

OLIVERIO, José Luiz. **Projeto de Fábrica: Produtos processos e instalações industriais**. São Paulo: IBLC, 1985.

ROCHA, L. **Organogramas, Fluxogramas e Funcionogramas**. 2012, 33p. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/ravthallion/aula-4-organogramas-fluxogramas-e-funcionograma>>. Acessado em 17 ago. 2014.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

Stivenson, William J., administração das operações de produção, sexta edição, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, editora LTC, 2001.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. primeira edição, Porto Alegre, RS, Brasil, editora Bookman, 1999.