

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

Desenvolvimento do *Layout* Através do Método de *Fac Plan*

Celio Shoiti Miura

TCC-EP-22-2011

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

Desenvolvimento do *Layout* Através do Método de *Fac Plan*

Celio Shoiti Miura

TCC-EP-22-2011

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientador(a): Prof.^(a): Esp. Marcia Fernanda Pappa

**Maringá - Paraná
2011**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele, nenhum de nós teria a oportunidade de almejar qualquer realização, quando tal, realizar este tipo de trabalho ou mesmo possuir a oportunidade de cursar uma faculdade, a fim de alcançar o objetivo tanto sonhado.

Agradeço também aos meus pais, Senhores Celio K. Miura e Dolores S. Miura, por todo amor, carinho, suporte e apoio que oferecem, confiando plenamente nas decisões tomadas assim como oferecendo uma oportunidade que não tiveram, para realização do sonho de me graduar e formar Engenheiro de Produção.

À Professora Marcia Fernanda Pappa, devo-lhe os agradecimentos por me oferecer o suporte necessário para realização deste trabalho, além de sanar qualquer dúvida apresentada sempre de ótimo humor e com uma educação digna de poucos.

Também devo meus agradecimentos aos Senhores Sergio Bott, Marcelo Bott e Murilo Bott por me permitirem a realização deste trabalho na empresa Ipiranga Equipamentos, me oferecendo todo o suporte necessário.

Por fim, agradeço o apoio dos meus amigos, tanto por me auxiliarem com dúvidas mediante a bibliografia quanto ao auxílio prático, como em medições e visitas realizadas na empresa.

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo sobre a determinação e estabelecimento de um novo layout na empresa Ipiranga Equipamentos, atuante no mercado de equipamentos de *Fitness*, através da utilização do método de macro-espço da metodologia de *Fac Plan*, com o auxílio de técnicas da metodologia SLP (*Systematic Layout Planning*), para solucionar problemas resultantes de cruzamentos no fluxo do processo produtivo, assim como virtuais acidentes e uma conseqüente queda de produtividade. Para isto, foram utilizadas as informações dos cinco equipamentos mais vendidos no período de Janeiro a Agosto do ano de 2011.

Palavras - Chave: Layout, Arranjo Físico e Fluxo de Processo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	ix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	x
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 <i>Objetivo Geral</i>	13
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO	15
2.2 ARRANJO FÍSICO	18
2.3 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO	20
2.3.1 <i>Arranjo Físico por Processo</i>	20
2.3.2 <i>Arranjo Físico em Linha</i>	22
2.3.3 <i>Arranjo Físico Posicional</i>	24
2.3.4 <i>Arranjo Físico Celular</i>	25
2.4 ESTRUTURAÇÃO DE PRODUÇÃO	26
2.5 FLUXO DE PROCESSO.....	27
2.5.1 <i>Fluxo de Informações</i>	28
2.5.2 <i>Fluxo de Materiais</i>	29
2.5.2.1 <i>Estratégia Competitiva do Sistema de Manufatura, Fatores Críticos de Sucesso</i>	30
2.5.2.2 <i>Estratégia do Sistema de Manufatura</i>	31
2.5.2.3 <i>Mapeamento do Fluxo de Processo</i>	33
2.6 FERRAMENTAS DO LAYOUT	36
2.6.1 <i>Método Fac Plan</i>	36
2.6.2 <i>SLP - Systematic Layout Planning</i>	38
3 DESENVOLVIMENTO.....	42
3.1 A EMPRESA	42
3.2 LINHAS DE PRODUTOS.....	42
3.2.1 <i>Linha Academia Hard</i>	43
3.2.2 <i>Linha Academia Super</i>	43
3.2.3 <i>Linha Academia Titan</i>	44
3.2.4 <i>Linha Academia Vip</i>	44
3.2.5 <i>Linha Semi Profissional e Aglomerados</i>	45
3.3 PRINCIPAIS PRODUTOS	45
3.3.1 <i>Cross Over Angulado</i>	46
3.3.2 <i>Cross Over</i>	47
3.3.3 <i>Leg 45° Com Carga e Anilhas</i>	48
3.3.4 <i>Adutor/Abdutor Conjugado</i>	49
3.3.5 <i>Conjugado Pulley Alto e Baixo Com 02 Jogos de Peso</i>	50
3.4 METODOLOGIA.....	51
3.5 INFORMAÇÕES DA EMPRESA.....	53
3.5.1 <i>Principais Matérias Primas</i>	53
3.5.2 <i>Informações Gerais</i>	55

3.6	LAYOUT ATUAL.....	59
3.7	OPERAÇÕES.....	64
3.8	FLUXO GERAL.....	73
3.8.1	<i>Barras, Tubos e Chapas</i>	75
3.8.2	<i>Polias e Jogos de Peso</i>	75
3.8.3	<i>Acentos, Encostos e Apoios</i>	76
3.8.4	<i>Componentes Gerais</i>	76
3.8.5	<i>Cabo de Aço</i>	77
3.8.6	<i>Luvas e Cochos</i>	77
3.8.7	<i>Fluxograma Geral</i>	78
3.9	RESULTADOS.....	79
3.9.1	<i>Divisão das Famílias</i>	79
3.9.2	<i>Tempos de Processo</i>	80
3.9.3	<i>Operações Realizadas na Produção de Cada Aparelho</i>	85
3.9.4	<i>Definição das UPE's</i>	87
3.9.5	<i>Dimensionamentos das UPE's</i>	87
3.9.6	<i>Novo Layout</i>	92
3.9.7	<i>Viabilidade de Custo</i>	93
3.10	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	94
4	CONCLUSÃO	97
4.1	DIFICULDADES ENCONTRADAS	98
4.2	PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS	98
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS		

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: ARRANJO FÍSICO POR PROCESSO.....	22
FIGURA 02: ARRANJO FÍSICO EM LINHA	23
FIGURA 03: ARRANJO FÍSICO POSICIONAL.....	24
FIGURA 04: ARRANJO FÍSICO CELULAR	25
FIGURA 05: DIAGRAMA DA ÁRVORE	27
FIGURA 06: INTER-RELAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS.....	31
FIGURA 07: INTER-RELAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS NO CHÃO DE FÁBRICA.....	33
FIGURA 08: SÍMBOLOS PADRONIZADOS PARA O FLUXOGRAMA DE PROCESSO.....	35
FIGURA 09: PLANEJAMENTO DO MACRO-ESPAÇO	37
FIGURA 10: FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE PROCEDIMENTOS SLP	41
FIGURA 11: <i>CROSS OVER</i> ANGULADO	46
FIGURA 12: <i>CROSS OVER</i>	47
FIGURA 13: <i>LEG 45°</i> COM CARGA E ANILHAS.....	48
FIGURA 14: ADUTOR/ABDUTOR CONJUGADO	49
FIGURA 15: CONJUGADO <i>PULLEY</i> ALTO E BAIXO COM 02 JOGOS DE PESO.....	50
FIGURA 16: DIAGRAMA DA ÁRVORE GERAL	55
FIGURA 17: GRÁFICO DE PRODUTIVIDADE MENSAL.....	59
FIGURA 18: <i>LAYOUT</i> DO BARRACÃO	60
FIGURA 19: ÁREAS DE PROCESSAMENTO	62
FIGURA 20: <i>LAYOUT</i> DE MÁQUINAS	63
FIGURA 21: PROCESSO PRODUTIVO NO BLOCO 1.....	64
FIGURA 22: PROCESSO DE CORTE.....	65
FIGURA 23: PROCESSO DE DOBRA.....	65
FIGURA 24: PROCESSO DE PONTEAMENTO	66
FIGURA 25: PROCESSO DE SOLDA.....	67
FIGURA 26: PROCESSO DE ACABAMENTO.....	67
FIGURA 27: PROCESSO DE JATEAMENTO	68
FIGURA 28: PROCESSO DE PINTURA	69
FIGURA 29: PROCESSO DE TORNO	69
FIGURA 30: PROCESSO DE TAPEÇARIA	70
FIGURA 31: PROCESSO DE FURAÇÃO	71
FIGURA 32: PROCESSO DE MONTAGEM E EMBALAGEM.....	72
FIGURA 33: PONTOS DE ESTOQUE	72
FIGURA 34: PONTOS DE ESTOQUE	73
FIGURA 35: PONTOS DE ESTOQUE	73
FIGURA 36: FLUXO INTERNO DE MATERIAIS	74
FIGURA 37: PROCESSOS SOFRIDOS POR BARRAS, TUBOS E CHAPAS.....	75
FIGURA 38: PROCESSOS SOFRIDOS POR POLIAS E JOGOS DE PESO	75
FIGURA 39: PROCESSOS PARA ACENTOS, ENCOSTOS E APOIOS	76
FIGURA 40: PROCESSO DOS COMPONENTES GERAIS.....	76
FIGURA 41: PROCESSOS PARA O CABO DE AÇO	77
FIGURA 42: PROCESSOS PARA LUVAS E COCHOS.....	77
FIGURA 43: FLUXOGRAMA GERAL	78
FIGURA 44: GRÁFICO DE TEMPOS DE OPERAÇÕES DE CADA APARELHO	83
FIGURA 45: RELAÇÃO DE TEMPOS ENTRE OPERAÇÕES, PROCESSOS E TRANSPORTE.....	84
FIGURA 46: DIAGRAMA DE RELAÇÕES ENTRE AS UPE'S.....	90
FIGURA 47: POSICIONAMENTO DAS UPE'S	90
FIGURA 48: FLUXO ENTRE AS UPE'S.....	91
FIGURA 49: NOVO <i>LAYOUT</i> PROPOSTO.....	92

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: PARTE DA PLANILHA DE INFORMAÇÕES	56
TABELA 02: PARTE DO CONTROLE DE PEDIDOS	57
TABELA 03: CONTROLE DE MATERIAL EM PROCESSO.....	58
TABELA 04: VOLUME MÉDIO DE PRODUÇÃO	58
TABELA 05: DIVISÃO DAS FAMÍLIAS DE PRODUTOS	79
TABELA 06: TEMPO DE OPERAÇÕES <i>CROSS OVER</i> ANGULADO	80
TABELA 07: TEMPO DE OPERAÇÕES <i>CROSS OVER</i>	81
TABELA 08: TEMPO DE OPERAÇÕES <i>LEG 45°</i> COM CARGA E ANILHAS	81
TABELA 09: TEMPO DE OPERAÇÕES ADUTOR/ABDUTOR CONJUGADO.....	82
TABELA 10: TEMPO DE OPERAÇÕES CONJUGADO <i>PULLEY</i> COM 02 JOGOS DE PESO.....	82
TABELA 11: TEMPO DE TRANSPORTE ENTRE OPERAÇÕES.....	84
TABELA 12: OPERAÇÕES REALIZADAS PARA CADA APARELHO	85
TABELA 13: TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE OPERAÇÕES.....	86
TABELA 14: DIAGRAMA DE RELAÇÕES ENTRE OPERAÇÕES	86
TABELA 15: DEFINIÇÃO DAS UPE'S	87
TABELA 16: ESPAÇO OCUPADO PELOS PRODUTOS ESTUDADOS.....	88
TABELA 17: ESPAÇO OCUPADO PELAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DO PROCESSO.....	88
TABELA 18: DIMENSÃO DAS UPE'S	89
TABELA 19: CUSTO DIRETO DA ALTERAÇÃO DE <i>LAYOUT</i>	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASME *American Society of Mechanical Engineers*

ERP *Enterprise resource planning*

FL *Flange*

MIG *Metal Inert Gas*

PVC Policloreto de Vinila

SLP *Systematic Layout Planning*

UPE Unidades de Planejamento de Espaço

LISTA DE SÍMBOLOS

\$ Cifrão

% Porcentagem

°C Grau Celsius

mm Milímetro

m² Metro Quadrado

kg Quilograma

1. INTRODUÇÃO

O mundo apresenta um novo contexto de mudanças constantes, onde o desenvolvimento de melhores produtos, com menores custos, com níveis de segurança elevados, com menores prazos de entrega e outros benefícios, se faz necessário para a sobrevivência e evolução das empresas. Desta forma para que seja possível produzir tais produtos, são necessários processos mais eficientes, mais baratos, seguros, com menores perdas, de execução mais fácil e com menor *lead time*. Este processo é caracterizado por uma inovação contínua usando como referência as necessidades do cliente e as características da concorrência. Em outras palavras, para prosperar e sobreviver a este novo cenário, a empresa necessita de uma preocupação constante com a redução de custos no processo produtivo (CAMPOS, 1992).

A técnica de desenvolvimento de novos *layouts* representa uma ferramenta bastante eficaz na redução de custos, na organização do setor produtivo e também na redução do *lead time*.

O *layout* industrial é a disposição física dos elementos produtivos assim como dos recursos em transformação. Este arranjo define o espaço necessário para movimentação de material e dos recursos, para o armazenamento, além de todo o equipamento de operação e dos operadores. O *layout* pode ser dividido em quatro tipos básicos: o *layout* posicional ou fixo; o *layout* funcional; o *layout* celular; e o *layout* linear.

Das inúmeras técnicas de estabelecimento de *layout*, será empregado o método de planejamento *Fac Plan*, sob o nível de planejamento do macro espaço que se organiza em informação, estratégia e *layout*.

O projeto visa um estudo detalhado de todo o processo produtivo, analisando os recursos disponíveis e os processos de transformação para o estabelecimento de um *layout* adequado a produção de modo que esta possa atingir sua capacidade máxima, reduzindo os cruzamentos na linha produtiva e conseqüentemente os custos

desnecessários. Deste modo é reduzido o tempo de transição de uma operação para outra e evita-se os pontos de gargalo.

Para que a produção seja eficiente, esta deve apresentar um fluxo produtivo adequado e ininterrupto, reduzindo o tempo de operação e principalmente o tempo gasto no transporte de uma operação a outra, além de reduzir os cruzamentos no processo que geram atrasos e podem causar acidentes, assim com a redução destes aspectos resulta em um aumento da demanda e uma redução dos custos na produção.

A empresa estudada apresenta problemas com a capacidade produtiva que ocorrem pelo fato de se perder muito tempo com transporte de recursos desnecessário, além de não possuir um fluxo organizado e custos elevados na produção, desta forma através da criação de um *layout* adequado, existe uma redução nos custos e no tempo de movimentação de recursos e uma maior rotatividade no fluxo produtivo resultante de uma melhor organização e um conseqüente aumento da produção.

1.1. JUSTIFICATIVA

O *layout* mostra e define, da melhor maneira possível, a disposição de todo o processo produtivo, seus recursos, equipamentos e operadores, desta forma a empresa possui um modo pelo qual consegue observar e analisar todo o seu processo, para que se possa atingir a máxima capacidade produtiva. Assim a criação de um *layout* adequado, proporcionara uma redução no tempo perdido com movimentação desnecessária, otimizando o fluxo de produção, reduzindo os custos unitários e conseqüentemente aumentando a capacidade organizacional produtiva.

1.2. DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Este projeto será realizado na empresa Ipiranga Equipamentos, situada na cidade de Presidente Prudente, na qual disponibiliza para o mercado toda a linha de equipamentos de *fitness*, assim como artigos esportivos e outras linhas de produtos. A definição de um novo *layout* será realizada através da ferramenta de planejamento de macro-espço, que é um nível do método de planejamento *Fac Plan* e visa um aumento

da capacidade produtiva, através da redução de tempo gasto com movimentação, organização e delimitação dos postos de serviço, definição de um fluxo de produção e a diminuição dos custos unitários. Isso será realizado pelo fato da empresa passar por algumas dificuldades com relação ao trânsito de materiais e recursos dentro de seu espaço físico, que acaba resultando em percas com transporte, cruzamentos excessivos na linha produtiva, além de aumentar o *lead time* de processo e causar pequenos acidentes no chão de fábrica.

1.3. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são analisar e estudar novas possibilidades de *layout*, baseadas em informações e características da empresa, através da utilização de diversas ferramentas de *layout* encontradas na literatura.

1.3.1. Objetivo Geral

Analisar a implantação de um novo layout em uma empresa do ramo de equipamentos de *fitness* e artigos esportivos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recolher informações através do mapeamento das principais características dos produtos a serem fabricados e da definição das operações pelas quais passarão, sua seqüência, relação e tempo padrão;
- Determinar quais equipamentos são utilizados e definir o número de máquinas e de operários utilizados na produção. Além de delimitar a área disponível para a implantação e o volume de produção;
- Traçar uma estratégia baseada na seqüência de operações e na arquitetura da empresa;
- Por fim, estabelecer o *layout* através do fluxo de materiais, afinidades no fluxo, cálculos e planejamento de espaço.

2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Slack et al. (2002), dentre todos os tipos de arranjos físicos distintos, a maioria destes derivam de quatro tipos básicos de *layout*, que podem ser organizados correspondendo a seus diferentes níveis de variedade e de volume de produtos e serviços, onde com o aumento do volume, existe uma maior importância no gerenciamento de fluxos, que gera uma redução na variedade e também mostra a necessidade de um arranjo físico baseado em um fluxo evidente e regular.

Segundo Slack et al. (2002), os quatro tipos básicos de *layout* são: o *layout* posicional ou fixo é contraditório, pois clientes, materiais e informações se encontram fixos na operação, enquanto o maquinário, equipamentos, pessoas e instalações movem-se quando necessário; *layout* funcional ou arranjo por processo mostra que as decisões sobre o arranjo físico são controladas pelas necessidades dos recursos que constituem o processo; o *layout* celular se caracteriza quando os recursos transformados são selecionados para se movimentar para um setor específico da operação, onde se encontram outros recursos necessários no processamento, isso gera um agrupamento de peças que formam uma família de produtos; e o *layout* linear envolve localizar os recursos produtivos em função da matéria-prima que está sendo transformada, ou seja, existe uma seqüência pré-definida dos processos na qual produtos, clientes e informações seguem este roteiro.

De acordo com Harmon e Peterson (1991), o *layout* e o fluxo produtivo de muitas empresas são imperfeitos. Geralmente essas imperfeições costumam ser bastante consideráveis, assim aperfeiçoamentos no *layout* e fluxo de materiais e informações, são essenciais para a melhoria do desempenho operacional das empresas. Desta forma, as técnicas de análise e melhoria de arranjos físicos são cada vez mais empregadas no mercado mundial, visando o aperfeiçoamento dos processos produtivos, além de minimizar os investimentos necessários e aproveitar seus recursos de forma mais eficiente e segura.

Ao se estudar o *layout* industrial, são propostas soluções que visam melhorar o processo de trabalho, através do uso eficiente da mão-de-obra, de promover o conforto e

a segurança para os operadores, minimizando a movimentação de materiais, pessoas e recursos. Isso acontece pela aproximação de equipamentos e pontos de estocagem, realização de cálculos de medidas para economia de área e pela maximização de flexibilidade e da produtividade. Os estudos de *layout* são aplicados para otimização de instalações já existentes, ampliações de área produtiva, transferência de instalações, novas instalações, reduções de custos de produção e aumento de capacidade (GAITHER, FRAZIER, 2001).

2.1. SISTEMA DE PRODUÇÃO

Para Camarotto (2005), para que seja possível realizar um estudo detalhado de um fenômeno, é necessário que seja realizada uma classificação contínua de suas principais características e possíveis variações. Essa classificação auxilia no entendimento do foco do estudo, relacionando as características mais importantes e relevantes, para que assim, possam ser determinadas as ferramentas de análise mais apropriadas, os principais problemas, as soluções peculiares, e outras categorias com cada uma das classes e subclasses propostas.

As classificações dos sistemas de produção apresentam utilidades, como permitir discriminar os melhores grupos de técnicas de planejamento e gestão da produção para cada tipo particular de sistema. Isto de certa forma auxilia na definição a razão da escolha e da tomada de decisão sobre qual delas deve ser adotada sob diferentes circunstâncias, além de facilitar a apresentação do assunto (CAMAROTTO, 2005).

Camarotto (2005) afirma que, os sistemas de produção podem ser divididos em:

- Sistemas Contínuos são caracterizados por processos que não sofrem interrupções durante as etapas do sistema de produção, como no exemplo dos processos químicos, onde não podem existir paradas entre seus processos produtivos. Para este tipo de processo o *layout* é totalmente influenciado por suas implantações tecnológicas e sua lógica é definida pelas etapas de produção;

- Já para os Sistemas Repetitivos, os produtos são processados em lotes dentro de processos repetitivos. Desta forma, os produtos são fabricados, analisados e movimentados em quantidades fixas, tendo que este mesmo é repetido para todos os componentes de um lote, durante as etapas do processo;
- Por fim, os Sistemas Intermitentes, são caracterizados por não existirem regularidades entre suas etapas, dentro de processos intermitentes. Desta forma, estes sistemas, apresentam produtos únicos ou em pequenos lotes variáveis, assim, a produção só tem início depois de o pedido ter sido realizado, podendo sofrer alterações durante a produção e seguindo as mesmas características de layout de empresas de serviços e documentos.

Segundo Moreira (2001), sistemas de produção são um conjunto de operações e atividades inter-relacionadas que estão diretamente envolvidos no sistema produtivo de bens e serviços, através da utilização de recursos (*inputs*) que são transformados com intuito de gerar saídas (*outputs*). Desta forma estes sistemas são divididos em três categorias, que são produção contínua, produção intermitente e produção por grandes projetos.

- Sistemas de Produção Contínua, também conhecido como Fluxo em Linha apresentam uma seqüência de fluxo linear que trabalha com produtos padronizados, e podem ser divididas em:
 - i) Produção contínua propriamente dita, que se apresenta quando a produção apresenta um alto grau de automatização e produto altamente padronizados, como no caso de indústrias de processos;
 - ii) Produção em massa que apresenta produtos com grau de diferenciação relativamente baixo, linhas de produção em larga escala e pequena variedade de produtos.
- Sistemas de Produção Intermitente, também chamado de Fluxo Intermitente apresentam baixo grau de padronização e relativa variedade de produtos, que podem ser divididas em:

- i)* Produção por Lotes, onde novos produtos entram em processo de fabricação assim que um determinado produto é terminado, sendo que este só volta a ser fabricado depois de um longo período de tempo;
 - ii)* Produção por Encomenda, onde o projeto do produto é determinado pelo cliente e toda a produção deve atender as especificações desejadas pelo cliente.
- Sistemas de Produção por Grandes Projetos, onde não existe um fluxo de produtos e de operações, as operações já são predeterminadas e possuem sua seqüência apresentando pouca ou nenhuma repetição, além do produto ser único.

De acordo com Tubino (1997), a classificação dos sistemas de produção pode ser discutido de forma mais ampla, onde a identificação dos critérios podem ser classificados em três categorias, pelo grau de padronização, pelo tipo de operação e pela natureza do produto.

- Pelo Grau de Padronização, onde são classificados os níveis de padronização dos produtos, e são divididos em:
- i)* Sistemas que Produzem Produtos Padronizados, onde bens e serviços são produzidos em larga escala e apresentam um elevado grau de uniformidade;
 - ii)* Sistemas que Produzem Produtos Sob Medida, onde bens e serviços são projetados e desenvolvidos de acordo com as especificações do cliente, resultando em produtos únicos.
- Pelo Tipo de Operação, que são classificados de acordo com o tipo de processo e são divididos em:
- i)* Processos Contínuos, que envolvem a produção de bens e serviços que não podem ser identificados individualmente;
 - ii)* Processos Discretos, que envolvem a produção de bens e serviços que não podem ser identificados em relação aos demais ou mesmo ser isolado em lotes ou unidades, e podem ser subdivididos em:
 - a) Processos Repetitivos em Massa, que é caracterizado pela produção de bens e serviços altamente padronizados e em larga escala;
 - b) Processos Repetitivos em Lote, caracterizado pela produção de bens e serviços padronizados em lotes com volume mediano;

- c) Processos por Projeto, que é caracterizado pelo atendimento das necessidades específicas do cliente, onde o produto é concebido em estreita ligação com o cliente além de apresentar data de conclusão. Desta forma, assim que concluído, o sistema dá início a um novo projeto.
- Pela Natureza do Produto, que varia de acordo com as características dos produtos, sendo diferenciados em:
- i) Manufatura de Bens, quando o produto fabricado é de natureza tangível;
 - ii) Prestador de Serviços, quando o produto gerado é de natureza intangível.

2.2. ARRANJO FÍSICO

Segundo Alves e Borba (2000), a localização dos postos de trabalho e de cada máquina em uma empresa é definida após ter-se a visualização dos fluxos de operações e das inter-relações entre as diversas áreas ou atividades. Além disso, existem fatores essenciais para o desenvolvimento do *layout*, que são o conhecimento dos produtos fabricados, a quantidade ou demanda necessária, os serviços auxiliares que darão suporte à produção, o espaço disponível e o fator tempo. Também existem fatores isolados como material, maquinário, recursos humanos, movimentação, prazos, serviços auxiliares e instalações, que são geralmente analisados durante o processo de planejamento. No entanto, mesmo analisando-se cada fator isoladamente, não é possível chegar a um projeto de *layout* considerado ideal, quando comparado a cada um.

De acordo com Aguiar et al. (2007), o arranjo físico é um estudo realizado através das preocupações com a localização física dos recursos e transformação e é justificada através de como as decisões de organizar a produção possuem impacto direto nos custos de uma operação produtiva. Também mostra que o balanceamento da linha de produção se define pela atribuição de tarefas e operações aos diferentes postos de trabalho de forma que as mesmas demandem sempre tempos semelhantes para a realização e execução das operações designadas.

O arranjo físico tem como função, propor o bem estar e a satisfação das pessoas envolvidas, proporcionando máxima eficiência na produção, desta forma, se tornou

usual, nos dias atuais, o envolvimento de arquitetos, decoradores ou paisagistas na elaboração de arranjos físicos industriais, na tentativa de tornar o ambiente de trabalho mais agradável. Já em função do aumento da produtividade e eficiência do maquinário, acontece uma conseqüente redução da mão-de-obra operacional o que resulta em arranjos físicos mais compactos e eficientes, resultando em uma menor ocupação das áreas físicas (AGUIAR et al., 2007).

Por Aguiar et al. (2007), o modo como a empresa opera é definido de acordo com as decisões de arranjo físico, onde este se torna a parte mais visível e exposta de uma organização. As decisões ocorrem em três níveis básicos; o nível estratégico, onde as decisões são tomadas com base nos estudos realizados na empresa; o nível tático, quando as decisões não se apresentam tão representativas ou envolvem baixos custos; e de nível operacional, uma vez que para tal a produção seja interrompida ou envolvem custos extremamente elevados.

Segundo Moore (1962), as atividades de determinação de layout buscam obter uma maximização dos lucros oriundos do empreendimento através da eliminação de disfunções do sistema produtivo, tais como: a alocação de recursos produtivos a uma determinada atividade, em quantidades superiores às necessárias, o que gera uma ociosidade na utilização desses recursos; a existência de transportes em quantidade e distâncias superiores às indispensáveis (não elimináveis), representando dispêndio inútil de recursos produtivos, já que a simples movimentação de materiais não os modifica e, logo, não lhes agrega valor; a ocorrência de pausas não programadas no processo, em decorrência da ausência do trabalhador em seu posto, ou mesmo devido a um ritmo de trabalho mais lento que o planejado; e por fim a ocorrência de acidentes e/ou doenças do trabalho, devidos ao transporte, manuseio e armazenagem de materiais feitos de forma inadequada.

Muitas destas disfunções podem ser eliminadas no momento da elaboração do projeto de arranjo físico que, segundo Moore (1962), é o plano ou ato de planejar um arranjo ótimo dos recursos produtivos, incluindo pessoal, equipamentos de operação, espaço para estoque, equipamentos de movimentação de materiais e todos os demais serviços envolvidos. Em termos gerais, um projeto de *layout* ótimo é aquele que fornece máxima satisfação para todas as partes envolvidas, resultando nos seguintes objetivos:

simplificação total; minimização de custos de movimentação de materiais; implementação de alta rotatividade de trabalho em processo; prover a efetiva utilização do espaço; prover a satisfação e segurança do trabalhador; evitar investimentos desnecessários de capital; e também estimular a efetiva utilização da mão-de-obra.

2.3. TIPOS DE ARRANJO FÍSICO

Slack et al. (2002), afirma que a diferenciação dos tipos de arranjo físico acontecem principalmente quando são analisados e estudados os tipos de processos que são utilizados pelas empresas, como processo por projeto, *jobbing*, lotes ou bateladas, em massa e contínuos, que estão relacionados ao volume e a variedade de produção. Assim, considerando os principais objetivos de desempenho estratégicos, juntamente com a seqüência e organização das operações e materiais, podem ser definidos quatro tipos básicos de arranjo físico.

2.3.1. Arranjo Físico por Processo

Este tipo de arranjo físico é caracterizado pelo fato de que todos os processos e equipamentos do mesmo tipo são alocados em uma mesma área e também por suas operações de montagem semelhante serem agrupadas em um mesmo local (MOREIRA, 2001).

Para Moreira (2001), este tipo de arranjo físico apresenta algumas vantagens e dentre elas, as principais são:

- Maior flexibilidade de produção para uma determinada variedade de produtos;
- Todos os itens de um produto passam por seus determinados processos, formando assim uma rede de fluxos;
- Uma vantagem bastante considerável é o fato de que os custos envolvidos neste tipo de produção serem baixos quando comparados a outros arranjos físicos;
- Também existe a grande flexibilidade das ferramentas de trabalho, ou seja, não existe a necessidade de um projeto específico para utilização das mesmas.

Segundo Moreira (2001), para todo arranjo físico existem vantagens e desvantagens, e dentre estas, as principais são:

- Neste tipo de arranjo físico, os estoques de materiais que passaram por algum tipo de processo tendem a ser elevados e com isso impedem a produtividade do sistema;
- Existe uma grande complexidade na programação e no controle da produção pelo fato de ser considerada uma grande variedade de produtos e também suas características;
- O processamento da matéria prima tende a não ser muito eficiente;
- A flexibilidade apresenta a desvantagem de gerar volumes mais modestos de produção, e também geram custos unitários maiores quando comparados a outros arranjos físicos.

O arranjo físico por processo é apresentado na Figura 01, e neste verifica-se um sistema dividido de acordo com o tipo de processo, que gera maior flexibilidade para adaptar-se a vários produtos, também mostra o fato de requerer ferramentas com custos inferiores aos utilizados em outros arranjos físicos e também mostra uma redução na importância das faltas durante a produção, pelo fato das operações possuírem certa independência produtiva (PEINADO, 2004).

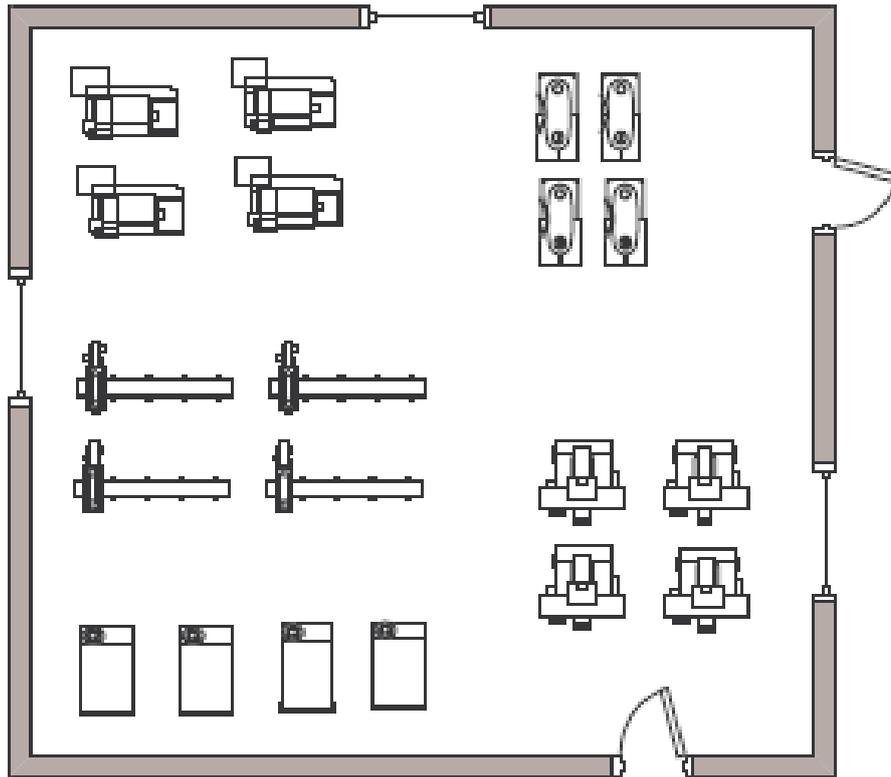


Figura 01: Arranjo Físico por Processo

Fonte: Peinado (2004)

2.3.2. Arranjo Físico em Linha

Neste tipo de arranjo físico, as máquinas e equipamentos são posicionados de acordo com uma sequência de operações que são executadas de acordo com a sequência determinada, conforme apresentado na Figura 02. Desta forma, o material percorre um caminho previamente determinado (TOMPKINS, 1996).

Este tipo de arranjo, segundo Tompkins (1996), apresenta as seguintes vantagens:

- Lógica, simplicidade e um fluxo direto como resultado;
- Baixa quantidade de materiais em processo e conseqüente redução do inventário em processo;
- Apresenta baixo tempo de produção por unidade;
- Redução na movimentação de matéria prima;

- Não necessita de mão de obra especializada;
- Facilidade do controle de produção.

Para Tompkins (1996), o arranjo físico em linha apresenta limitações, como:

- Uma eventual parada nas máquinas pode resultar na interrupção da linha;
- Mudanças no ciclo do produto podem tornar o produto obsoleto;
- Estações de trabalho que apresentam lentidão no processo podem limitar o trabalho da linha de produção;
- Este tipo de arranjo necessita de uma supervisão geral;
- Necessita de grandes investimentos em equipamentos;
- Existe a necessidade de equipamentos específicos.

Slack et al. (2002), define arranjo físico em linha como arranjo físico por produto, que é caracterizado por localizar os recursos produtivos transformadores seguindo a melhor conveniência dos recursos que estão sendo transformados. Assim, cada cliente, informação ou produto segue um roteiro predefinido, onde a seqüência de atividades requeridas, seguem a mesma seqüência de operações que foram arranjadas fisicamente.

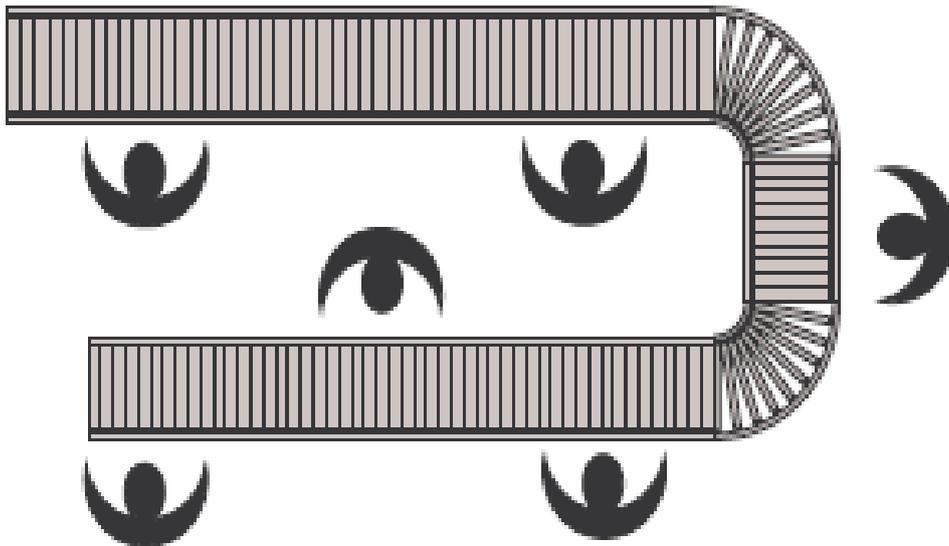


Figura 02: Arranjo Físico em Linha

Fonte: Peinado (2004)

2.3.3. Arranjo Físico Posicional

Este tipo de arranjo físico é caracterizado fundamentalmente pela organização dos fatores e insumos de produção em torno do produto. Este processo, mostrado na Figura 03, possui a concepção que remonta ao artesanato, ou seja, desempenha as características do serviço manual e, classicamente, está associado às grandes montagens e obras civis de grande porte como a construção de navios e edifícios (CAMAROTTO, 2005).

Para Slack et al. (2002), o arranjo físico posicional ou arranjo físico por posição fixa é, de certa forma, contraditório, sendo que os recursos transformados não se movem. Desta forma, em vez de informações e materiais seguirem o fluxo de operações, são as operações, maquinário, equipamentos e até instalações que se movem quando necessário, sendo que o recurso transformado fica estacionário, enquanto sofre processamento.

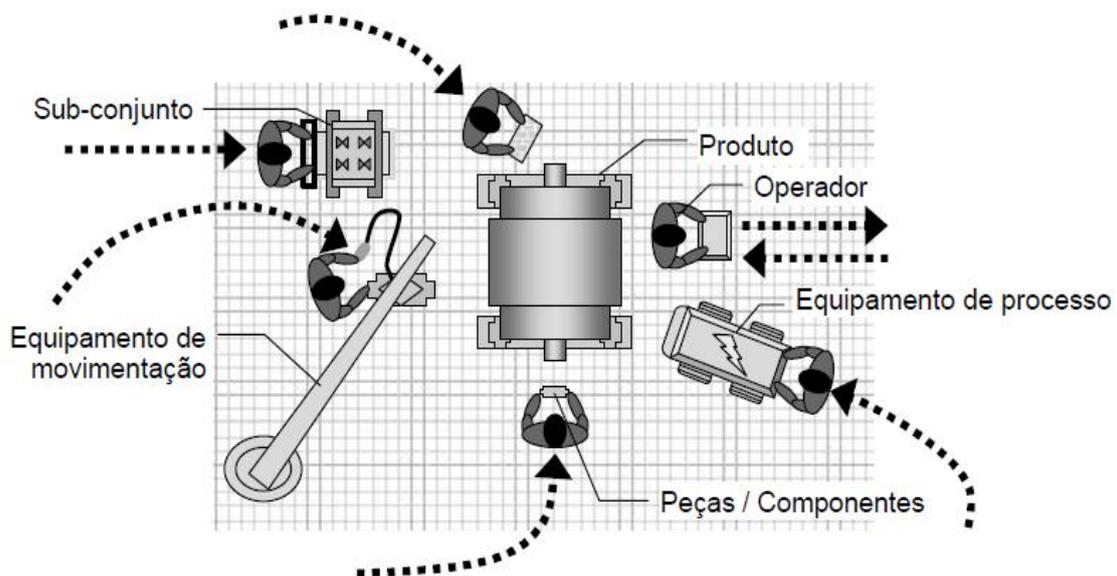


Figura 03: Arranjo Físico Posicional

Fonte: Netto (2009)

2.3.4. Arranjo Físico Celular

O arranjo físico do tipo celular tem como característica a união das vantagens do arranjo físico por processo, com as vantagens do arranjo físico por produto. Este sistema cria células de manufatura que aloca em um só local, chamado de célula, máquinas diferentes que possam fabricar o produto completo, conforme apresentado na Figura 04. O material se desloca apenas dentro da célula buscando os processos necessários, no entanto este deslocamento ocorre em linha. Para alguns gerentes e técnicos de produção, o arranjo celular pode ser comparado a uma pequena linha de produção, como se fossem varias pequenas fábricas dentro de uma empresa (PEINADO, 2004).

Para Slack et al. (2002), o arranjo físico celular, é caracterizado quando os recursos transformados são pré-selecionados ou se pré-selecionam, no momento que entram na operação, na qual se movimentam para uma parte específica da operação, onde insumos, materiais e recursos necessários no processo de transformação se encontram alocados no mesmo local, no qual é denominado célula.

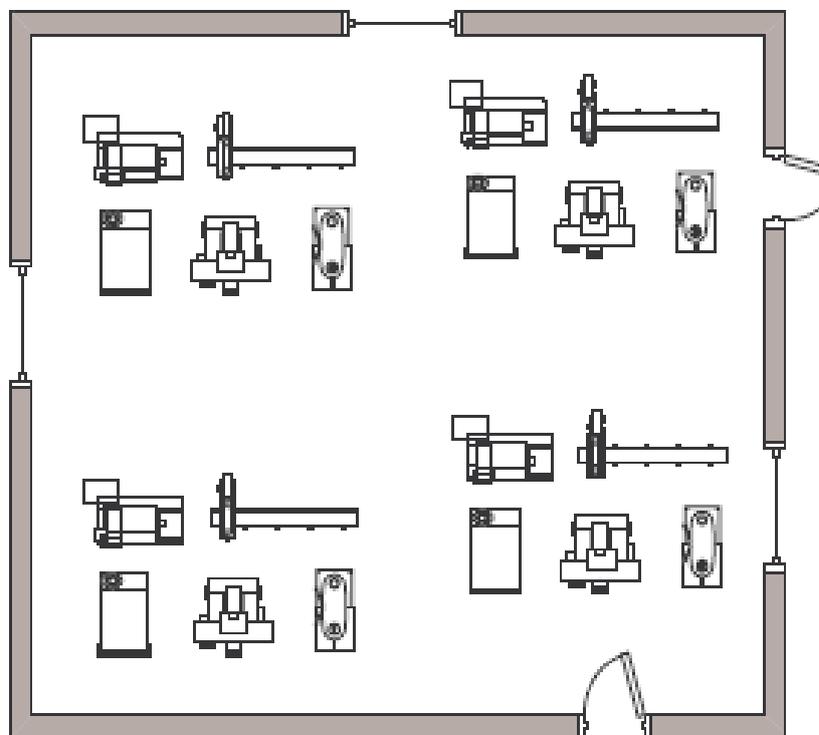


Figura 04: Arranjo Físico Celular

Fonte: Peinado (2004)

2.4. ESTRUTURAÇÃO DO PRODUTO

De acordo com Vollmann (1997), quando o fluxo de materiais é analisado, nota-se que em cada uma das ordens de produção possui previamente especificado, um grupo de materiais que serão utilizados nas operações, processos e em cada ponto da linha de montagem. Estes materiais podem ser classificados como matérias primas, insumos, componentes e produtos em processo. Na maior parte dos casos, estes materiais são adquiridos de fornecedores externos, no entanto também existem outros, que resultam de processos dentro da própria fábrica. Estas informações sobre o registro dos materiais que compõe a estrutura do produto é denominada como lista de materiais.

Esta lista de materiais é composta não somente da descrição dos itens de composição do produto, ela também define as quantidades necessárias de item e sua utilidade para cada um dos processos existentes na fabricação de um novo item classificado como produto final. A Figura 05 apresenta uma estrutura de produto bastante usual de uma caneta esferográfica em duas formas bastante comuns, que são o diagrama da árvore e lista indentada. O planejamento da lista de materiais destaca a importância da organização e conhecimento para que se possa realizar, da melhor maneira possível, a modelagem da estrutura dos produtos (VOLLMANN, 1997).

Segundo Vollmann (1997), um aumento na complexidade e na variedade de produtos no sistema de produção gera mais problemas para o fluxo de materiais, tornando mais complexa sua coordenação, sendo este indispensável pela continuidade do sistema de produção. Assim, uma forma possível e bastante simples de ser aplicada é o gerenciamento de materiais, bastante usual até a década de 60, que consistia em utilizar políticas tradicionais de reposição de estoques para os componentes, insumos e matérias-primas mais comuns, como compras padronizadas e planejadas; além de garantir que os fornecedores sempre tenham a sua disposição aqueles materiais mais específicos, conforme as necessidades de produção.

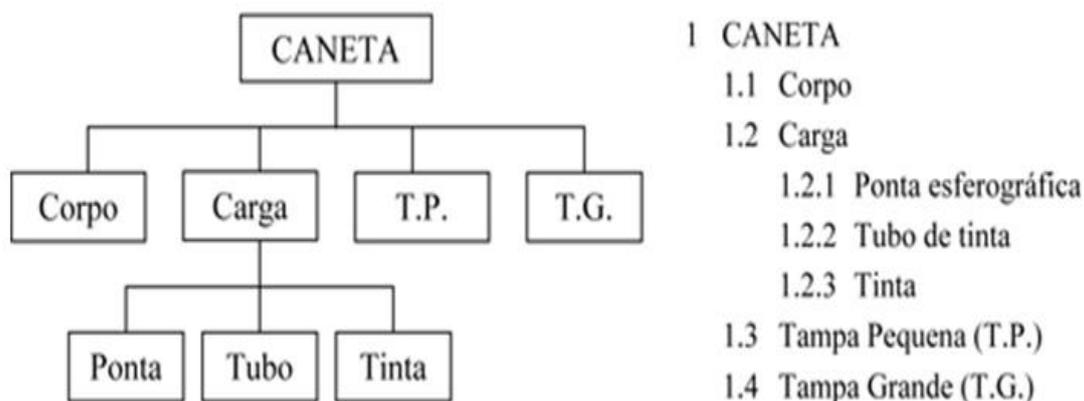


Figura 05: Diagrama da Árvore

Fonte: Vollmann (1997)

2.5. FLUXO DE PROCESSO

Proposto por Francischini (1997), grande parte das micro e pequenas empresas passam por grandes dificuldades de adequação de seus sistemas produtivos. Isso ocorre basicamente devido ao histórico dessas empresas, que nascem com pouco capital e conhecimento, em pequenos galpões ou mesmo nos fundos de uma casa, com poucos funcionários e maquinário inadequado. Com seu crescimento, as empresas tendem a apresentar problemas com estocagem de materiais, e principalmente com movimentos dos trabalhadores e fluxo de materiais, que causam uma perda considerável de produtividade e gera maiores custos.

Em um ambiente organizacional, existe a presença de inúmeros agentes com níveis distintos de formação e especialização, que gera informações provenientes de suas atividades que fluem continuamente dentro da empresa. Estas informações são das mais diversificadas com origem, processamento, utilização e destino ocorrendo de forma imprópria dentro da organização. Quando se menciona a forma imprópria de estruturação destas informações, salienta-se a pouca importância dada a estas por parte de quem as manipula e conseqüentemente a despreocupação com a qualidade das informações geradas (NASCIMENTO, 1999).

Segundo Nascimento (1999), a comunicação entre os vários subsistemas de uma organização constitui o objeto de grande preocupação e atenção dado que a mesma é

responsável pela geração de um fluxo de informações. Este fluxo de informações adquire considerável importância visto que constitui instrumento de avaliação do funcionamento de determinados processos empresariais.

Para que uma organização possa atingir os seus objetivos é essencial que os elementos da cadeia produtiva estejam em perfeita sintonia, minimizando assim as perdas. Estas perdas são ocasionadas, na maioria das vezes, pela transferência de informações desconexas, imprecisas e ilógicas, durante o processo, entre os fornecedores e os clientes da cadeia, principalmente nas interfaces críticas, onde os maiores desperdícios se concentram exatamente nas interfaces funcionais, isto é, nos pontos em que as informações são passadas de um departamento para outro (CORREIA E ALMEIDA, 2002).

A grande melhoria dos processos organizacionais são normalmente gerados a partir da melhoria dos processos dos fluxos de materiais e informações. A medida que são implementadas melhorias no fluxo de informações, automaticamente promovem-se melhorias no processo como um todo e sendo este fluxo registrado, certamente existe o auxílio na visualização das deficiências de funcionamento e conseqüentemente nas alterações possíveis de se implementar tanto para os processos como para o sistema de comunicação (NASCIMENTO, 1999).

2.5.1. Fluxo de Informações

As informações são recursos indispensáveis nas organizações, que vem cada vez mais estabelecendo e consolidando sua importância na economia e nos mercados globalizados, estando presente ao longo de todo o processo, seja ele produtivo ou empresarial (NASCIMENTO, 1999).

Segundo Correia e Almeida (2002), a informação se apresenta como um produto de um processamento de dados, resultantes dos fatos do cotidiano da organização que procuram viabilizar os sistemas produtivos e gerenciais para os quais é insumo indispensável. Geralmente este tipo de informação se apresenta sob a forma de fluxos contínuos que são gerados do desenvolvimento das atividades das organizações.

Os fluxos de informações em uma organização se apresentam sob determinadas formas (CORREIA E ALMEIDA, 2002):

- Fluxo de informações externas, onde as informações são coletadas externamente à empresa e utilizados por ela. Este tipo de fluxo se refere as informações coletadas de agentes externos como fornecedores, clientes e concorrentes, que influenciam diretamente na existência e funcionamento da organização assim como em suas ações e decisões;
- Fluxo de informações internas, que é produzido pela empresa e destinado ao mercado, é o fluxo que se refere as informações que são produzidas pela organização e destinadas aos agentes externos de mercado, como pedidos de compra, fatura para os clientes, campanhas publicitárias, entre outras;
- Fluxo de informações produzido pela empresa e destinado a ela própria representa o fluxo que é gerado e consumido internamente como informações contábeis, relatórios de produção, comunicações internas formais e informais entre os elos da cadeia.

2.5.2. Fluxo de Materiais

Para Rodrigues (2006), o fluxo de materiais estabelece padrões de competitividade no sistema de negócios, quando bem aplicado em um chão de fábrica. Os diferenciais competitivos definidos pelo meio exterior, estão focados nos produtos e serviços e exercem influência nos padrões internos de competitividade do sistema de negócios. O meio exterior está de forma incessante sendo estimulado a mudanças em suas preferências através de informações e condutas ditadas pelos meios científicos e tecnológicos, que com o passar das décadas estão cada vez mais dinâmicos e inovadores e em intervalos de tempos menores.

Desta forma os padrões de competitividade em um chão de fábrica, para o fluxo de materiais, são estratégia competitiva do sistema de manufatura, fatores críticos de sucesso e estratégias do sistema de manufatura.

2.5.2.1. Estratégia Competitiva do Sistema de Manufatura, Fatores Críticos de Sucesso

Rodrigues (2006), afirma que a contribuição que o sistema de manufatura no chão de fábrica exerce na competitividade do sistema de negócio, é o fato de analisar e entender as necessidades do mercado consumidor, traduzindo-as em ações práticas, através da adoção de técnicas experimentadas aprovadas, para que seja possível obter melhorias de desempenho e devolver ao meio externo resultados com maior aceitabilidade e gerando um ganho de competitividade. Desta forma, o meio exterior pode identificar no produto um novo diferencial competitivo. Dentro do sistema, a escolha de quais indicadores devem ser medidos e monitorados, estão diretamente ligados a uma decisão anterior acerca da estratégia competitiva e dos fatores críticos de sucesso. Além disso, a meta do fluxo é desenvolver práticas no chão de fábrica, que forneçam ao sistema, vantagens preponderantes no mercado, em relação a concorrência exemplificado na Figura 06.

O sistema de manufatura tem influência direta sobre os aspectos de desempenho competitivo, como: produção de produtos sem erro, entregas rápidas ao consumidor, manutenção invariável dos prazos de entregas prometidos, habilidade de lançar ao mercado novos produtos em tempos adequados, oferecimento de uma grande gama de produtos ao mercado que seja suficiente para satisfazer as necessidades dos clientes, habilidade de modificar quantidades a serem produzidas e/ou datas de entregas conforme a demanda do meio exterior (RODRIGUES, 2006).

Para Slack (2002), o sistema de manufatura no chão de fábrica contribui para a competitividade do sistema de negócio, entendendo e classificando as necessidades do mercado consumidor, traduzindo ações práticas, a partir de adoções de técnicas para obter melhorias de desempenho além de devolver ao meio externo com maior aceitabilidade adquirindo um ganho de competitividade. Desta forma, o mercado consumidor por meio de seu julgamento, identifica no produto um diferencial competitivo.

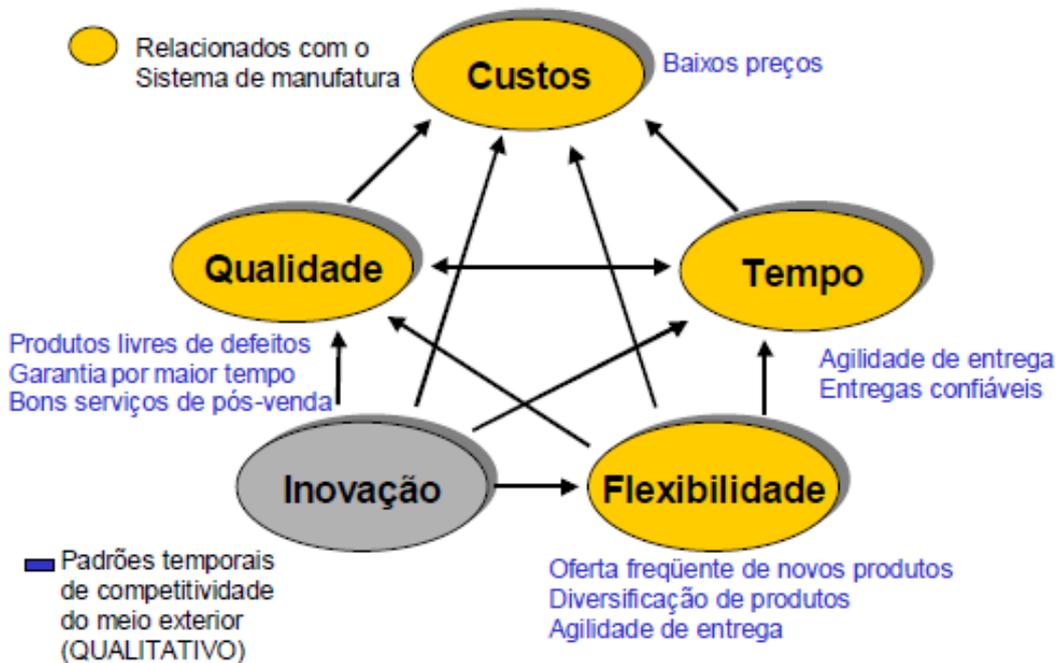


Figura 06: Inter-relação Entre Estratégias Competitivas

Fonte: Adaptado de Slack (2002)

2.5.2.2. Estratégias do Sistema de Manufatura

Rodrigues (2006), também afirma que existem cinco elementos básicos da competitividade do sistema de manufatura quando o foco é o chão de fábrica, e estas são os custos, a qualidade, a velocidade, a confiabilidade e a flexibilidade.

Segundo Rodrigues (2006), um fluxo produtivo eficiente possui uma movimentação de materiais mais rápida, esta velocidade tem como conseqüências, melhores e mais prováveis previsões, com redução total no ciclo de manufatura, onde os erros de previsão ficam dentro do planejamento. Existe uma redução nas despesas indiretas, onde o pedido tem uma movimentação mais rápida entre as estações de trabalho, requerendo menos espaço disponível para estocagem de produtos intermediários e necessitam de menos atenção gerencial. Conseqüentemente existe uma redução no material em processo, que não ficam parados esperando por processos que resultam em menos capital de giro comprometido. O sistema também apresenta a vantagem de expor problemas pela redução de estoque em processo, onde problemas não ficam mais escondidos e melhorias não são suprimidas, por não mais existirem diferentes pontos de estoque em processo espalhados no chão de fábrica.

A confiabilidade representa um cumprimento nos prazos de entrega ao meio exterior pelo sistema de negócio, que esta diretamente ligada à velocidade e este fato gera uma maior estabilidade para os processos do chão de fábrica abrindo espaço para projetos de melhorias de desempenho futuro. Desta forma, sem confiabilidade no sistema de manufatura os melhoramentos em velocidade, flexibilidade, qualidade e produtividade nunca alcançarão o seu inteiro potencial. Desta estabilidade derivam-se benefícios inerentes no chão de fábrica, como gerar menos estoques, não sendo necessário criar estoques de segurança entre os postos de trabalho ou criar prevenções entre os processos. Outra vantagem é o fato de estabelecer um fluxo mais rápido entre as estações de trabalho, ou seja, os bens gastam menos tempo esperando entre os postos de trabalho (RODRIGUES, 2006).

De acordo com Rodrigues (2006), a flexibilidade do chão de fábrica em um sistema de manufatura é atualmente o que as empresas mais buscam, com o objetivo de trabalhar com as suas incertezas do dia a dia, ou seja, a curto prazo. É definido como a habilidade que o sistema possui para obter respostas mais rápidas as exigências de mudanças internas ou externas. Simplificação de processos e produtos, redução de inventários, adaptação rápida às variações de demanda, adaptação por produtos, quebras de equipamento, adaptação às mudanças, falhas de fornecimento e melhoria de qualidade, são fatores indispensáveis para a flexibilidade. Desta forma esta é uma estratégia que pode auxiliar na falta de confiabilidade.

Finalmente, para Rodrigues (2006), nenhuma ferramenta estratégica deve ser utilizada para compensar a ausência de outra, no entanto, o custo se tornou o centro dos objetivos do sistema de manufatura, pelo fato de causar impacto direto nas finanças do sistema de negocio. Melhorar a qualidade dos produtos, o tempo de entrega, a pontualidade de entrega e a flexibilidade operacional, tem certamente impacto nos padrões internos de competitividade do sistema de negócios, mas a influência da redução dos custos do sistema de manufatura é imediata e direta, sendo responsável por parte significativa do desempenho do sistema de negócios. Ainda, o autor afirma que os custos de manufatura são os maiores custos do valor de venda do produto e que dentro desta, os maiores custo são os relacionados aos materiais que chegam a representar cerca de 50 % da manufatura. Dentro destes custos relacionados aos materiais, estão

inclusos custos de capital, de estocagem e de movimentação, confirmando a importância desta análise de fluxo de materiais dentro do chão de fábrica, representado na Figura 07.

Para Slack et al. (2002), o custo está no centro dos objetivos do sistema de manufatura como um atributo que causa impacto direto no resultado financeiro do sistema de negócios, apesar de muitos afirmarem que custo é uma lição de casa que a organização já teria que ter feito para estar competitiva. Melhorar a qualidade dos produtos, o tempo de entrega, a pontualidade de entrega e a flexibilidade operacional, terá certamente impacto nos padrões internos de competitividade do sistema de negócios, mas a influência da redução dos custos do sistema de manufatura é imediata e direta, sendo responsável por parte significativa do desempenho do sistema de negócios.

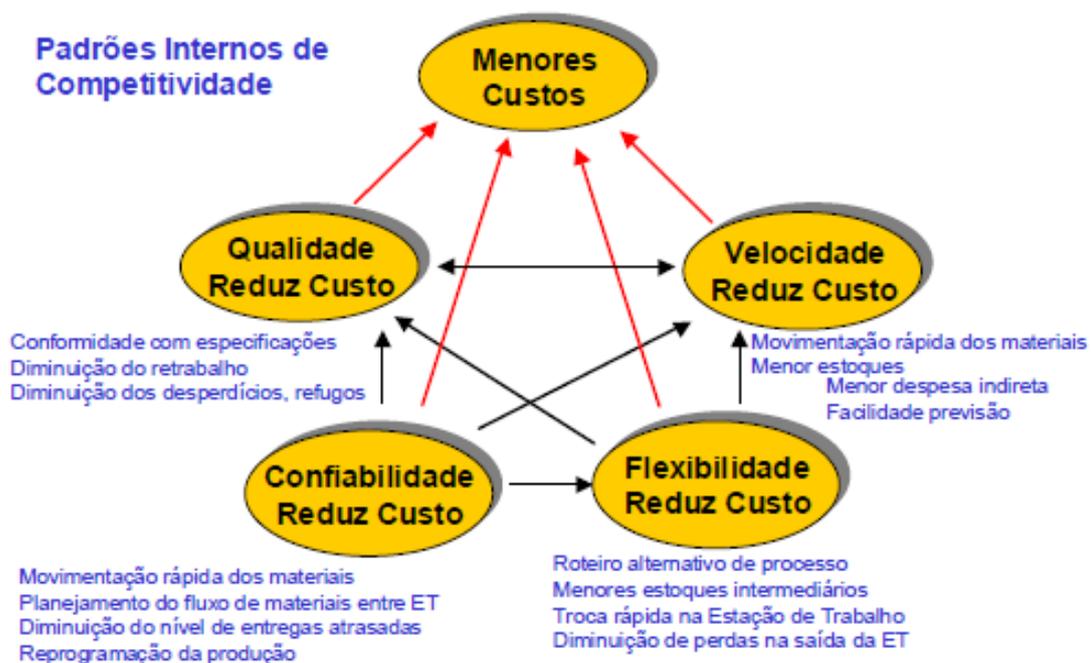


Figura 07: Inter-relação Entre Estratégias Competitivas no Chão de Fábrica

Fonte: Rodrigues (2006)

2.5.2.3. Mapeamento do Fluxo de Processo

O mapeamento de processo é uma ferramenta utilizada para a visualização completa e conseqüentemente para a compreensão das atividades executadas num processo, assim como para a inter-relação entre elas e o processo. Através do processo de mapeamento de fluxo, a determinação de onde e como melhorar o processo, se torna

mais simples e evidente. Também foi dito que o mapeamento de processo é uma técnica utilizada para detalhar o processo de negócios focando os elementos mais importantes que influenciam o seu comportamento atual (CORREIA E ALMEIDA, 2002).

Mareth et al. (2009) afirma que, “o mapeamento de processos é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação que tem a intenção de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos.” A sua análise estruturada ainda permite a redução de custos no desenvolvimento de produtos e serviços, a redução nas falhas de integração entre sistemas e melhora do desempenho da organização, além de ser uma excelente ferramenta para possibilitar o melhor entendimento dos processos atuais e eliminar ou simplificar aqueles que necessitam de mudanças.

O relacionamento *input-output*, quando apresentado em um mapa de processos, pode mostrar uma grande quantidade de informações que proporcionam o aprendizado e melhoria dos processos, através de documentações e de análises. Afinal, a realização deste mapa possibilita a identificação das interfaces críticas, a definição de oportunidades para simulações de processos, a implantação do custeio baseado em atividades e a identificação de pontos desconexos ou ilógicos nos processos (BARNES, 1982).

“Desta forma, o mapeamento desempenha o papel essencial na organização, que tem como característica, desafiar os processos existentes, ajudando a formular uma variedade de perguntas críticas, como por exemplo: Esta complexidade é necessária? São possíveis simplificações? Existe excesso de transferências interdepartamentais? As pessoas estão preparadas para as suas funções? O processo é eficaz? O trabalho é eficiente? Os custos são adequados?” (MARETH et al. 2009). Desta forma, em um mapa de processos são consideradas atividades, informações e restrições de interface de forma simultânea. A sua representação inicia-se em todo o sistema de processos como uma única unidade modular, que será expandida em diversas outras unidades mais detalhadas, que, conectadas por setas e linhas, serão decompostas em maiores detalhes de forma sucessiva (CORREIA E ALMEIDA, 2002).

A ferramenta utilizada para a visualização do processo é o diagrama de fluxo de processo ou fluxograma de processo, onde se representam os diversos passos ou eventos que ocorrem durante a execução de uma tarefa específica, ou durante uma série de ações através de alguns dos símbolos padronizados pela ASME (*American Society of Mechanical Engineers*), conforme apresentado em Barnes (1982). Este fluxograma é construído através de figuras padronizadas, mostradas na Figura 08.

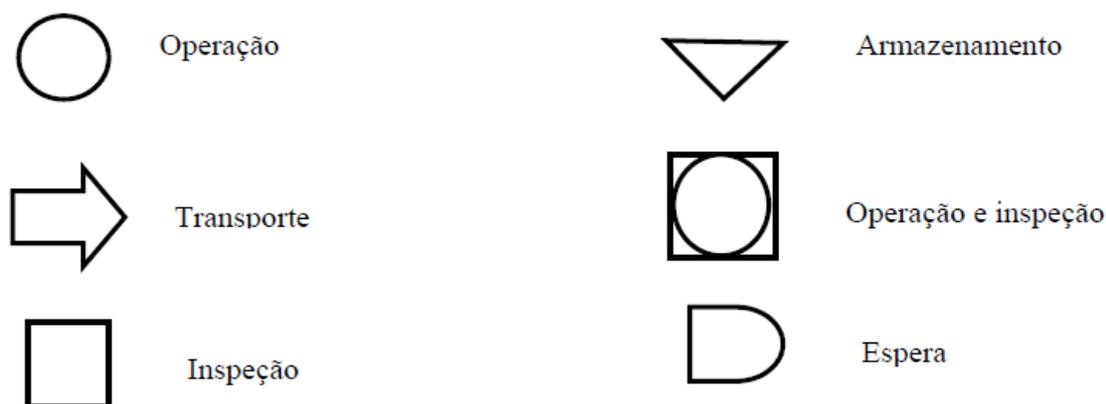


Figura 08 – Símbolos Padronizados Para o Fluxograma de Processo

Fonte: Barnes (1982)

O fluxograma do processo tem como objeto a representação esquemática do processo de produção, utilizando seqüências de atividades de transformação, manipulação, movimentação, exame e estocagem, pois assim passam os fluxos de itens de produção. Este tipo de modelo registra exclusivamente seqüências fixas e determinísticas das atividades. As atividades distintas são representadas nos modelos de símbolos gráficos e o fluxo de itens entre as atividades sucessivas, por segmentos que unem os símbolos correspondentes. Este modelo esquemático permite um entendimento global e compacto do processo de produção, ao destacar e identificar as etapas constituintes e a sua ordem de execução (CAMAROTTO, 2005).

Para Barnes (1982), a técnica de mapeamento de fluxo de processo proposta faz parte de uma metodologia para análise de processo de negócio. Este consiste basicamente de três etapas:

- A primeira etapa consiste em projetar uma matriz de recursos versus necessidades, onde o analista irá identificar as atividades a serem realizadas dentro do processo (eixo vertical) e os recursos necessários à realização dessas atividades (eixo horizontal);
- A segunda etapa consiste em registrar o fluxo de processo, ou seja, desenhar o fluxograma do processo;
- Por fim, a terceira e última etapa consiste em definir os procedimentos necessários para a realização das atividades.

2.6. FERRAMENTAS DO LAYOUT

Para Slack et al. (2002), um *layout* inadequado pode causar estoques desnecessários de materiais, tempos mais longos de processamentos, padrões longos de fluxo, fluxos imprevisíveis, operações inflexíveis, atrasos na entrega, insatisfação de clientes e altos custos, no entanto, mudanças de *layout* frequentemente são atividades muito trabalhosas e longa duração. Assim as ferramentas de *layout* são metodologias e estratégias desenvolvidas para facilitar o estudo e análise da implantação de novos *layouts* através das características existentes nas empresas.

2.6.1. Método *Fac Plan*

De acordo com Lee (1998), se o projeto de *layout* envolver desde as estações de trabalho até a localização global; resultando em um ambiente que integrado de pessoas, serviços, produtos, tecnologias, recursos e informações; este se torna a essência da eficiência na produção. Também devem ser considerados fatores de gerenciamento visual, variedade de produtos, segurança e aspectos quantitativos no processo de tomada de decisão. Ainda existe o fato de que a estratégia é considerada como a filosofia ou abordagem dominante, que coordena o projeto dos sistemas de produção ou negócios, além de determinarem o foco, a competitividade e o destino da empresa. Desta forma, para se desenvolver a estratégia adequada no planejamento das instalações, deve-se identificar as necessidades das instalações em todos os níveis.

Também proposto por Lee (1998), o método de planejamento sistemático *Fac Plan* possui algumas características: o planejamento do *layout* é realizado de forma sistemática, onde este é dividido em etapas onde são definidos responsáveis e prazos para a execução; este tipo de planejamento considera aspectos qualitativos e quantitativos do projeto, assim não dependendo exclusivamente da experiência ou conhecimentos da equipe envolvida. Este método é composto por cinco níveis de planejamento (Global, Supra, Macro, Micro e Sub-Micro) que vão desde o projeto das estações de trabalho até a localização global da empresa. O planejamento de macro-espço consiste na definição dos prédios e das estruturas ou sub-unidades da instalação e por estabelecer um foco na organização básica da fábrica definindo setores e o fluxo geral de materiais e pessoas, é considerado o nível de maior importância no planejamento *Fac Plan*. O planejamento do macro-espço é organizado em três fases básicas que estão divididas em 21 etapas, conforme pode-se observar na Figura 09 (LEE, 1998).

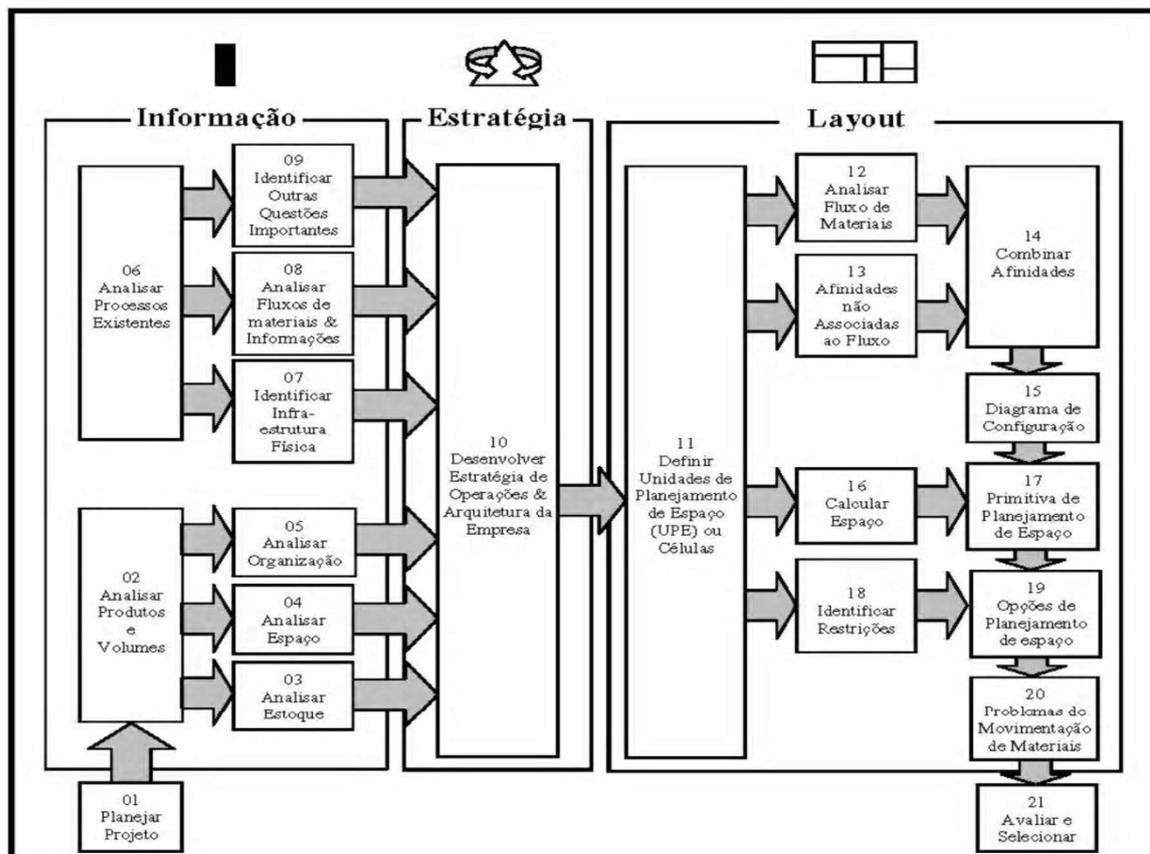


Figura 09: Planejamento do Macro-Espaço

Fonte: Lee (1998)

Na etapa de informação é realizada uma coleta e análise dos dados, quantitativos e qualitativos, que são necessários para desenvolver o planejamento do macro espaço. Esta fase também é responsável em repensar a estratégia global da empresa através da realização de questionamentos e análises menos óbvias. Na etapa da estratégia são analisadas as estratégias de operação, definindo os tipos de *layout* que serão utilizados, assim como a utilização de recursos e a minimização de perdas nas operações. Esta etapa também determina o nível de competitividade da empresa no mercado. Na etapa de *layout*, são projetados modelos de layout com base nos dados e informações recolhidos e com uma estratégia bem definida, assim o projeto pode ser construído com apoio sobre questões técnicas graças a compreensão de todos (LEE, 1998).

2.6.2. SLP - *Systematic Layout Planning*

O planejamento de macro espaço de uma empresa frequentemente é o nível mais importante do planejamento de uma instalação (LEE, 1998). Este estabelece a organização fundamental da fábrica e os padrões de fluxo de materiais, com efeitos que se farão presentes a médio e longo prazo. Sabe-se que os recursos de muitas organizações são destinados primeiramente a equipamentos e instalações físicas, e que grande parte dos custos de produção estão diretamente relacionados a matéria primas, pessoas ou fluxo de trabalho. A importância da distribuição física de uma empresa é reforçada pelas consequências em longo prazo das decisões e do custo de re-projetar a planta de layout. Assim, um *layout* inicial correto é fundamental para a efetividade e eficiência operacional de uma empresa.

Uma abordagem sistemática que tem sido amplamente aplicada é o Planejamento Sistemático de *Layout* ou SLP (*Systematic Layout Planning*), desenvolvido para analisar ligação entre os departamentos. Esse método usa um sistema de taxas de relacionamento que buscam organizar os departamentos baseando-se na inter-relação departamental. Assim, um *layout* que minimize o *work-in-process* também minimiza o manuseio de materiais, a movimentação de materiais e o *lead time* do processo (TORTORELLA E FOGLIATTO, 2008).

Para Tortorella e Fogliatto (2008), os problemas do *layout* de uma planta estão relacionados com a definição do arranjo físico mais eficiente de um número de departamentos indivisíveis com diferentes requisitos de área. O procedimento do SLP pode ser usado seqüencialmente para desenvolver inicialmente um *layout* de blocos e, a partir deste, obter um detalhamento de cada setor planejado. Antes de se iniciar qualquer nova etapa do planejamento de *layout*, todos os detalhes relacionados com processos produtivos e fluxo de materiais devem ser obtidos. O SLP se inicia com uma análise designada pelas seguintes necessidades, produto, quantidade, rota, suporte e tempo; desta forma a análise auxilia na coleta organizada dos dados de entrada do problema, que constitui a etapa inicial da determinação do fluxograma.

Ainda segundo Tortorella e Fogliatto (2008), o método do SLP é composto por três fases. A primeira é a fase de *Análise*, que se inicia com a avaliação do fluxo de materiais, onde todos os fluxos da produção são agregados em uma planilha que representa a intensidade de fluxo entre os diferentes departamentos, mostrando onde o fluxo começa e acaba. Assim, as atividades relacionadas ao fluxo são qualitativamente analisadas aos pares, com propósito de decidir a necessidade de proximidade entre os diferentes departamentos. O diagrama de relacionamento posiciona e explicita as taxas de relacionamento entre setores, definindo, assim, quais devem estar próximos. A partir da análise de espaço necessário e espaço disponível, determina-se a quantidade de espaço fabril a ser reservada a cada departamento. Esta decisão é crítica para o projeto devido à possibilidade de futuras expansões. A proximidade ou adjacência das atividades, simplesmente, não tem significado até que necessidades de espaço sejam vinculadas a essa informação.

Na fase de *Pesquisa* se inicia uma elaboração de um diagrama de relacionamento de espaço, que insere as áreas dos departamentos ao diagrama de relacionamento. Nesta fase, também se obtém um esboço de um arranjo ideal de espaços. Na seqüência, trabalha-se com um arranjo realístico, de forma que deve apresentar uma variação mínima com relação ao arranjo ideal. Assim restrições adicionais de projeto e limitações práticas devem ser consideradas antes de se iniciar o desenvolvimento do *layout* de blocos (TORTORELLA E FOGLIATTO, 2008).

Após desenvolvimento do *layout*, se inicia a fase de *Seleção*, em que os *layouts* de blocos sofrem uma avaliação de viabilidade e aprovação entre os departamentos envolvidos. Este processo de avaliação consiste em considerar se os critérios de projeto foram satisfeitos. Além disso, o processo de avaliação permite que os usuários-chave e as pessoas que vão aprovar o *layout* participem das decisões. Em resumo existem três categorias de índices relevantes para o projeto de um *layout*: baseados em taxas de utilização dos recursos de pessoas, equipamentos, espaço e energia; baseados em taxas de controle do gerenciamento de materiais e transporte; e baseados em taxas de eficiência operacional para manufatura, estoque, recebimento e expedição. Contudo, tais índices podem possuir limitações e deficiências, como demandar parâmetros difíceis de serem obtidos na prática, detalhamento excessivo de dados ou dados apenas disponíveis após implementação do *layout* (TORTORELLA E FOGLIATTO, 2008).

A análise do fluxo produtivo se concentra em índices quantitativos de movimento entre diferentes departamentos ou centros de atividade, mostrado na Figura 10. Uma vez que os dados relacionados a produtos, processos e programação tenham sido obtidos, podem-se iniciar a avaliação do fluxo de materiais ou matérias primas, pessoas e equipamentos na planta. Dentre os inúmeros fatores que podem afetar os padrões do fluxo produtivo, podem ser citados os meios de transporte externos e internos, número de componentes por produto e operações por produtos, seqüência de operações envolvidos na fabricação de cada produto, forma e quantidade de espaço disponível, número de subprocessos de montagem e unidades a serem produzidas, fluxo necessário entre as áreas de trabalho, tipos de padrão de fluxo, influência de processos, tipos de padrão de fluxo, estoques de materiais e matérias primas, localização das áreas de serviço e apoio à produção, flexibilidade desejada, requisitos particulares de cada departamento e também a área disponível (TORTORELLA E FOGLIATTO, 2008).

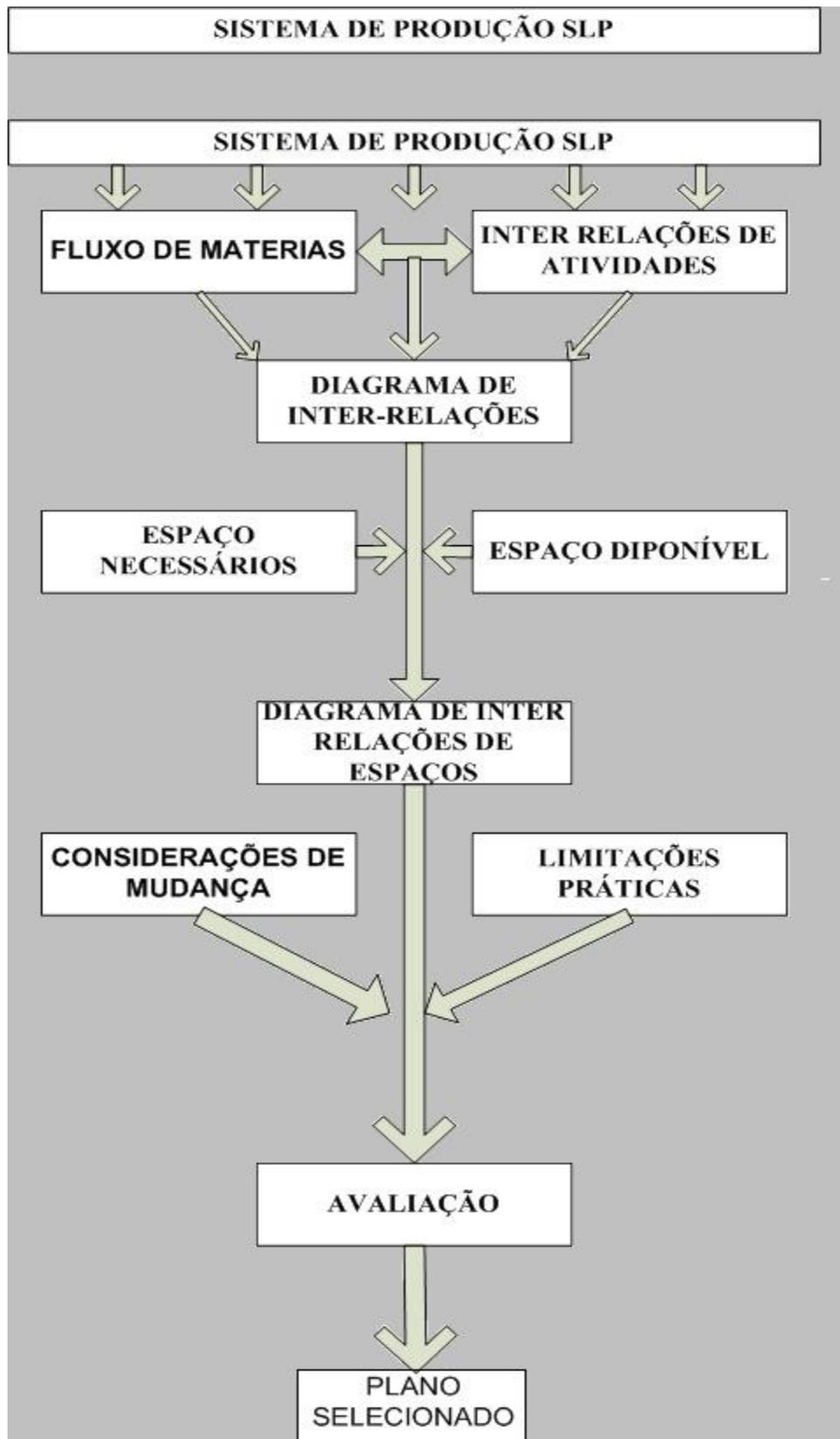


Figura 10: Fluxograma do Sistema de Procedimentos SLP

Fonte: Tompkins. (1996)

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. A EMPRESA

A Ipiranga Equipamentos foi criada em 14 de fevereiro de 1969, na cidade de Presidente Prudente, região Oeste do estado de São Paulo. Inicialmente ainda se tratava de uma pequena empresa que dispunha de diversos equipamentos e de alguns artigos da linha *fitness*, no entanto, atualmente a Ipiranga disponibiliza para o mercado toda uma linha de *fitness*, artigos esportivos, além de muitos outros produtos.

Acompanhando a evolução de tecnologia e as necessidades de mercado para alcançar produtos com alto nível de competitividade e de aceitação, uma sólida estrutura industrial foi implantada para a fabricação de equipamentos para academias, residências, escritórios, clínicas e *Personal Training*. Desta forma, para atender as necessidades dos mais diversos tipos de cliente, a Ipiranga Equipamentos desenvolveu cinco diferentes linhas de produtos: a linha *ACADEMIA HARD*, uma linha mais comum e barata, com equipamentos próprios para academias; a linha *VIP*, que é uma linha de equipamentos com acabamentos e materiais diferenciados, que apresentam um maior valor agregado; a linha *SUPER*, que é caracterizada por equipamentos construídos com tubos redondos e um acabamento diferente da linha *HARD*; a linha *TITAN*, que é muito semelhante a linha *SUPER*, mas é construída com materiais mais resistentes, que apresenta uma maior tolerância a impactos e também para suportar grandes quantidades de massa; e *Semi-Profissionais e Aglomerados*, que é composta por equipamentos de próprios para casas e hotéis com equipamentos multifuncionais que apresentam diversos aparelhos compactados em apenas um.

3.2. LINHAS DE PRODUTOS

A Ipiranga Equipamentos trabalha com cinco diferentes linhas de produtos e equipamentos, onde quatro deles são desenvolvidos e voltados basicamente para academias e uma linha própria para clínicas, hotéis, clubes e residências.

3.2.1. Linha Academia *Hard*

A linha ACADEMIA *HARD* possui como características gerais:

- Metalons principais em tubos 80x40mm e 50x50mm;
- Espessura de parede mínima de 2,25mm;
- Partes de forte atrito em chapa de aço com espessura mínima de 4,75mm;
- Acabamentos em plástico de engenharia poliacetal de alta resistência;
- Cabos de aço revestido em *nylon* de alta durabilidade;
- Pintura realizada em duas camadas, a primeira de tratamento químico antioxidante e a segunda de pintura eletrostática a pó de alta durabilidade secada em forno próprio a 200 graus centígrados;
- Corvin em poliuretano anti-mofo.

3.2.2. Linha Academia *Super*

A linha ACADEMIA *SUPER* possui como características gerais:

- Tubos redondos de 63,5mm com parede de 3mm;
- Partes de forte atrito em chapa de aço com espessura mínima de 4,75mm;
- Alavanca de ajuste de posição inicial;
- Pino com mola de segurança;
- Carenagem em aço ou acrílico;
- Acabamentos cromados;
- Cabos de aço revestidos em *nylon* de alta durabilidade;
- Polias carenadas;
- Estofados injetados em espuma automotiva de alta resistência;
- Acabamentos em plástico de engenharia poliacetal de alta resistência;
- Sistema de ajuste de tensão para cabo de aço;
- Amortecedores de impacto no jogo de peso;
- Pintura realizada em duas camadas, a primeira de tratamento químico antioxidante e a segunda de pintura eletrostática a pó de alta durabilidade secada em forno próprio a 200 graus centígrados;

- Corvin em poliuretano anti-mofo.

3.2.3. Linha Academia Titan

A linha ACADEMIA TITAN possui como características gerais:

- Tubos redondos de quatro polegadas com espessura de parede mínima de 3mm;
- Partes de forte atrito em chapa de aço com espessura mínima de 4,75mm;
- Alavanca de ajuste de posição inicial;
- Pino de peso com mola de segurança;
- Cabos de aço revestidos em nylon de alta durabilidade;
- Polias carenadas;
- Estofados injetados em espuma automotiva de alta resistência;
- Acabamentos injetados em PVC e/ou borrachas de engenharia de alta resistência;
- Sistema de ajuste de tensão para cabo de aço;
- Baterias de pesos com cantos arredondados e chapa de proteção;
- Chapa em aço ou acrílico no jogo de peso para proteção;
- Estruturas soldadas por processo MIG de soldagem industrial;
- Pintura realizada em duas camadas, a primeira de tratamento químico antioxidante e a segunda de pintura eletrostática a pó de alta durabilidade secada em forno próprio a 200 graus centígrados;
- Corvin em poliuretano fitness;
- Apoio de pés em chapas antiderrapantes em alumínio;
- Design em curvas.

3.2.4. Linha Academia Vip

A linha ACADEMIA VIP possui como características gerais:

- Metalons principais em tubos 50x50mm;
- Espessura de parede mínima de 3mm;
- Partes de forte atrito em chapa de aço com espessura mínima de 4,75mm;
- Alavanca de ajuste da posição inicial;

- Pino de peso com mola de segurança;
- Cabos de aço revestidos em *nylon* de alta durabilidade;
- Polias carenadas;
- Estofados injetados em espuma automotiva de alta resistência;
- Acabamentos em plástico de engenharia poliacetal de alta resistência;
- Sistema de ajuste de tensão para cabo de aço;
- Baterias de pesos com cantos arredondados e chapa de proteção;
- Pintura realizada em duas camadas, a primeira de tratamento químico antioxidante e a segunda de pintura eletrostática a pó de alta durabilidade secada em forno próprio a 200 graus centígrados;
- Corvin em poliuretano anti-mofo;
- Design em curvas.

3.2.5. Linha Semi Profissional e Aglomerados

A linha SEMI PROFISSIONAL E AGLOMERADO possui como características gerais:

- Equipamentos desenvolvidos e voltados para residências, clínicas, hotéis, clubes e condomínios;
- Caracterizados por serem mais compactos;
- Dispõe de uma grande variedade de atividades distintas;
- Produzidos através da utilização de todas as matérias primas disponíveis, de acordo com as exigências do cliente;
- Desenvolvidos sob encomenda.

3.3. PRINCIPAIS PRODUTOS

Dentre todas as linhas de produtos, a linha que apresenta a maior parcela produtiva da empresa é a linha *ACADEMIA HARD*, sendo que cinco de seus produtos apresenta uma procura bastante elevada, representando a maior parcela da produção.

3.3.1. *Cross Over* Angulado

A Figura 11 mostra um *Cross Over* Angulado, aparelho mais vendido da linha *Hard*, caracterizado por ser mais compacto e apresentar exercícios diferentes de um *Cross Over* convencional, trabalha os músculos da parte superior do corpo, como Grande Dorsal, Deltóide Médio, Deltóide Posterior, Trapézio Superior e Grupo do Bíceps.



Figura 11: *Cross Over* Angulado

Características Técnicas:

- Sistema de cabos de aço flexíveis com ajuste rápido;
- Sistema de polia regulável dinâmica com várias regulagens;
- Mais compacto em relação ao *Cross Over* convencional;
- Sistema angulado para a execução de exercícios diferenciados do modelo *Cross Over* convencional;
- Pegadas frontais que facilitam a execução dos exercícios;
- Acompanhado por acessórios de fábrica;

- Dois jogos de peso de 80 kg cm regulagem;
- Barras fixas centralizadas para alongamento e realização de exercícios com barra aérea.

3.3.2. *Cross Over*

A Figura 12 apresenta um *Cross Over*, um dos maiores aparelhos da linha *Hard*, característico por trabalhar os músculos da parte superior do corpo humano, Grande Dorsal e o Trapézio Superior.



Figura 12: *Cross Over*

Características Técnicas:

- Sistema de cabos de aço flexíveis com ajuste rápido;
- Sistema de polia regulável dinâmica com várias regulagens;
- Pegadas frontais que facilitam a execução dos exercícios;
- Acompanhado por acessórios de fábrica;
- Dois jogos de peso de 80 kg com regulagem;
- Barra fixa centralizada para realização de exercícios com barra aérea.

3.3.3. Leg 45° Com Carga e Anilhas

A Figura 13 apresenta um *Leg 45° Com Carga e Anilhas*, aparelho da linha *Hard*, que trabalha com a parte inferior do corpo, mais precisamente, o grupo de músculos das pernas, como Quadríceps, Posteriores da Coxa e Glúteo.



Figura 13: Leg 45° Com Carga e Anilhas

Características Técnicas:

- Sistema de cabos de aço flexíveis;
- Plataforma com regulagem para diversos ângulos de exercício;
- Trava de segurança para começo e final de exercício;
- Suporte extra de anilhas no próprio equipamento;
- Apoio para os pés em alumínio antiderrapante;
- Pegadas para as mãos para um melhor desenvolvimento do exercício;
- Jogo de peso de 80 kg com regulagem;
- Encosto de Corvin em poliuretano especial anti-mofo.

3.3.4. Adutor/Abdutor Conjugado

A Figura 14 mostra um Adutor/Abdutor Conjugado da linha *Hard*, um dos aparelhos mais compactos da linha, que trabalha com a parte inferior do corpo, trabalhando a musculatura das pernas, como Adutor Longo, Adutor Curto, Pectíneo, Glúteo Médio e Glúteo Mínimo.



Figura 14: Adutor/Abdutor Conjugado

Características Técnicas:

- Sistema de cabos de aço flexíveis;
- Regulagem no encosto;
- Sistema de trava centralizado para começo de exercício;
- Jogo de peso lateral com 80 kg com regulagem;
- Sistema de alavanca rápida para mudança de exercício;
- Encosto e acento de Corvin em poliuretano especial anti-mofo.

3.3.5. Conjugado *Pulley* Alto e Baixo Com 02 Jogos de Peso

A Figura 15 apresenta o Conjugado *Pulley* Alto e Baixo Com 02 Jogos de Peso, aparelho da linha Hard, característico por trabalhar com grupos musculares da parte superior e inferior do corpo, como Rombóides, Trapézio Médio, Grande Dorsal, Deltóide Posterior, Grupo do Bíceps, Teres Maior, Peitoral Maior, Peitoral Menor, Tríceps Braquial.



Figura 15: Conjugado *Pulley* Alto e Baixo Com 02 Jogos de Peso

Características Técnicas:

- Trabalha com duas pessoas ao mesmo tempo;
- Sistema de cabos de aço flexíveis com ajuste rápido;
- Regulagem do banco e no apoio das pernas;
- Maior amplitude do movimento devido ao sistema elevado da polia;
- Apoio para os pés em alumínio antiderrapante;
- Acento de Corvin em poliuretano especial anti-mofo;
- Dois jogos de peso de 80 kg com regulagem.

3.4. METODOLOGIA

Neste projeto o método a ser utilizado será a metodologia de planejamento do *Fac Plan*, mais precisamente o planejamento do macro-espço, juntamente com idéias e a metodologia de planejamento sistemático, que se inicia através da coleta de informações da atual situação da empresa, seguida de uma definição estratégica necessária para definir a forma de atuação, assim como definir a relação entre os diversos setores envolvidos no processo produtivo, e por fim, a determinação de um *layout*, delimitando todo o arranjo físico.

- Na coleta de informações, são realizadas amostragens, levantamentos de matérias primas e processos, para que se possa realizar uma análise dos produtos e de seus volumes, onde estes podem ser divididos em famílias de acordo com suas características. Assim através da utilização de planilhas, de *check lists*, da análise de fichas técnicas e do controle de pedidos; podem ser controladas as entradas e saídas, quantidades de materiais em estoque, tendências, tempos de entrega, condições de frete e custos, e conseqüentemente seus impactos na empresa; desta forma, existe o controle total do estoque de matérias primas, em processo e de produtos acabados, conhecendo assim suas características, ainda nesta etapa é definido o volume de produção através do controle de pedidos;
- Logo se analisa o espaço disponível estudando a planta baixa e sua organização através de observações do processo produtivo. Posteriormente, se inicia uma análise dos processos, com base nos tempos de processos determinados por medições, materiais e máquinas envolvidas e tipos de processos, onde estes também podem ser detalhados de acordo com a família de produtos. Desta forma, se inicia a análise do fluxo de materiais e de informações, pelo estudo de onde e em quais operações são necessários, definindo o caminho percorrido pelos mesmos na organização, através da análise das ordens de produção, sendo base da tomada de decisões. Finalmente, através do histórico da empresa, seu mercado de atuação e sua linha de produção, é possível determinar a infra-estrutura física e uma coleta de informações, onde são analisadas áreas de apoio e as características da empresa;

- Na etapa de estratégia se avaliam todas as informações obtidas na etapa anterior, identificam-se os principais problemas e os possíveis ajustes, também se avaliam os processos e recursos existentes e que ainda são necessários, também nesta etapa são definidas as metas da empresa e desta forma, qual será seu nível de concorrência e quais mercados ainda visam atingir, e pro fim são propostos os novos tipos de *layout*;
- Logo se inicia a ultima etapa de proposição do *layout*, com a definição das unidades de planejamento de espaço (UPE's), utilizando os dados de operações recolhidos anteriormente, que mostram o espaço necessário para as operações e assim há a análise de recursos essenciais, baseada nas informações de estoques e processos da primeira etapa. Em seguida é realizada uma análise quantitativa do fluxo de materiais e das afinidades entre as UPE's, para isto são utilizadas as ordens de produção. Logo se analisam as afinidades não relacionadas ao fluxo ligando-as às UPE's e para isto são estudados todos os processos diretos ou indiretos à produção. Assim através da análise das afinidades e de análises qualitativas e quantitativas dos fluxos, processos e recursos, é possível delimitar a relação entre as UPE's e construir um digrama de relacionamento entre elas, evitando cruzamentos. Nesta etapa, com base no diagrama, é possível calcular o espaço ocupado pelas UPE's e com base nos cálculos de dimensionamento de postos de operação, de maquinário e operários, é elaborada a primitiva de planejamento de espaço. Com base nestas informações, inicia-se a análise das restrições, com o estudo das plantas, que são vitais para o planejamento futuro e para que o arranjo físico não seja inviável por não ter considerado algum fator como redes elétricas ou não apresentar corredores adequados. Logo se inicia análise da movimentação de materiais, através da disposição das operações, sendo que estes não podem apresentar cruzamentos no fluxo;
- Por fim, através de todas as análises e estudos realizados, é determinada e desenvolvida a melhor opção de *layout* possível, considerando critérios decisórios do fluxo e transporte de materiais e dos aspectos e restrições apresentadas.

3.5. INFORMAÇÕES DA EMPRESA

3.5.1. Principais Matérias Primas

A empresa trabalha com uma variedade relativamente baixa de matérias primas, no entanto utiliza uma quantidade bastante elevada das mesmas devido ao tamanho de seus produtos.

- Tubos de aço 80x40mm com parede de 2,25mm;
- Tubos de aço 80x40mm com parede de 3,00mm;
- Tubos de aço 80x40mm com parede de 3,50mm;
- Tubos de aço 50x50mm com parede de 2,25mm;
- Tubos de aço 50x50mm com parede de 3,00mm;
- Tubos de aço 50x50mm com parede de 3,50mm;
- Tubos redondos de 63,5mm com parede de 3,00mm;
- Tubos redondos de 63,5mm com parede de 4,00mm;
- Tubos redondos de 63,5mm com parede de 4,75mm;
- Tubos redondos de quatro polegadas com parede de 3,00mm;
- Tubos redondos de quatro polegadas com parede de 4,00mm;
- Tubos redondos de quatro polegadas com parede de 4,75mm;
- Barras de aço com espessura de meia polegada;
- Barras de aço com espessura de uma polegada;
- Barras de aço com espessura de uma e meia polegada;
- Barras de aço com espessura de duas polegadas;
- Barras de aço com espessura de duas e meia polegadas;
- Barras de aço inoxidável de meia polegada;
- Barras em alumínio de meia polegada;
- Chapa de aço com espessura mínima de 4,75mm;
- Carenagens em aço ou acrílico;
- Polias em ferro fundido;
- Componentes em aço com cortes personalizados;
- Molas que variam de meia polegada a uma e meia polegada;
- Pinos de aço;

- Rolamentos de diferentes tamanhos;
- Mancal FL;
- Rotula radial;
- Parafuso *Allen* em aço carbono de diferentes tamanhos;
- Parafuso Francês sextavado em diferentes tamanhos;
- Parafusos sextavados hexagonais de diferentes tamanhos;
- Porcas comuns sextavadas para fixação nos parafusos;
- Porcas *Parlock* sextavadas;
- Arruelas lisas sextavadas;
- Arruelas para pressão sextavadas;
- Arruelas funileiro sextavadas;
- Chapas antiderrapantes em alumínio;
- Luvas em aço e alumínio;
- Buchas em aço;
- Bucha de rolete;
- Rebites de diferentes tamanhos;
- Redutor com trava;
- Batente com rosca;
- Barra de rolete;
- Puxador com trava;
- Ponteira pisante;
- Pino com trava;
- Esfera acrílica;
- Manopla em PVC;
- Ponteiras redondas internas e externas;
- Ponteiras quadradas internas e externas;
- Ponteiras retangulares internas e externas;
- Tampas externas para parafusos;
- Manípulos com porca;
- Manípulos com parafuso;
- Rodízios com pinos e chapas;
- Suporte *Dumbell*;
- Protetor anilha (bucha);
- Roldana acrílica;

- Trava de pressão para anilha;
- Cabos de aço de 6,00mm revestidos em *Nylon* de alta durabilidade;
- Mangueira de uma polegada;
- Pó químico de pintura eletrostática (vermelho, branco e preto);
- Espuma em polipropileno automotivo;
- Corvin em poliuretano anti-mofo;
- Linha 0,30mm;
- Peças em madeira;
- Jogo de peso numerado em ferro fundido;
- Anilhas em ferro fundido;
- Adesivos colantes em diferentes tamanhos.

A Figura 16 mostra um diagrama da árvore geral que caracteriza os principais componentes utilizados na fabricação dos produtos analisados.

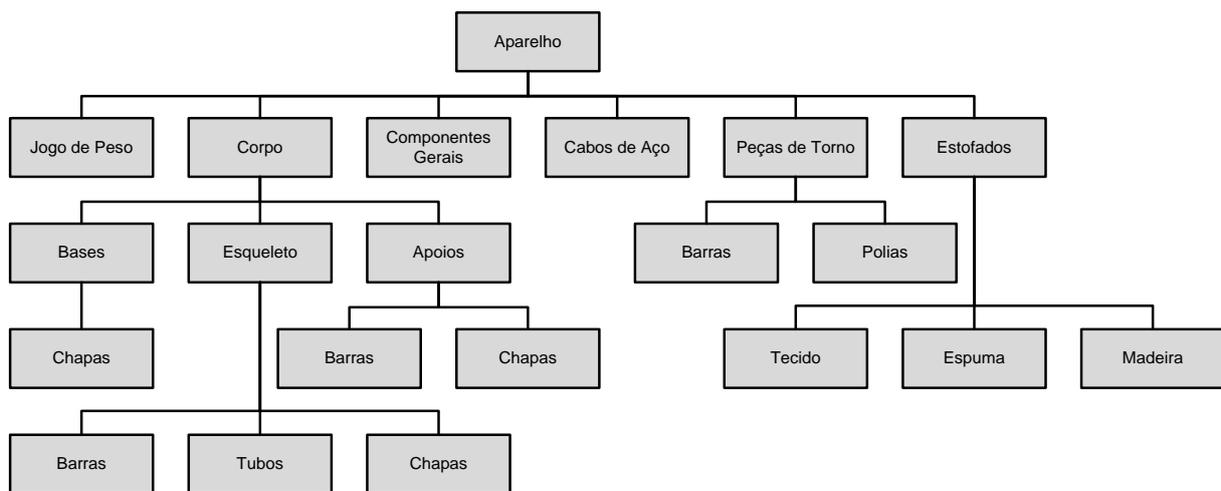


Figura 16: Diagrama da Árvore Geral

3.5.2. Informações Gerais

Como a Ipiranga Equipamentos não utiliza nenhum software ou programa de ERP ou de gerenciamento, a empresa não possui uma ficha técnica de produto, no entanto, utilizam diversas planilhas que contem todas as suas informações, como lista de componentes, suas quantidades, medidas, matérias primas, operações contidas no

processo produtivo, tempo gasto por operação, custo de cada operação, custo de mão-de-obra e custo final do produto, como mostrado na Tabela 01.

PROFISSIONAL	TEMPO	Itens	QTDE
Tornearia =	2	Material/KG	68
Corte/Montagem =	6	Jogo Peso/KG	80
Solda =	1,2	Mig/KG	0,5
Acabamento =	0,5	Cabo Aço/MT	4
Jato =	0,5	Tinta/kg	1
Pintura =	0,5	Guias Inox	5
Montagem Final =	1	Componentes	37
Tapeçaria =	1,5	Aluminio #	0
Embalagem =	0,5	Pçs Cromadas	0

NOME DO EQUIP.:	ADUTOR ABDUTOR
COD.	AH706
LINHA:	HARD
DATA:	set/10

MÃO DE OBRA	149
MATERIAL	174
CABO AÇO	37
COMPONENTES	542
PARAFUSOS	2
OUTROS ITENS	101
CUSTO INICIAL (R\$)	1005

Tabela 01 – Parte da Planilha de Informações

Anexo H

A empresa trabalha com uma produção puxada, desta forma os pedidos são passados para a produção de acordo com a ordem com que são efetuados, no entanto pedidos onde constam modificações de projeto precisam de um tempo maior de análise e projeção para serem enviados a produção. Grande parte dos aparelhos possui cerca de 10 horas de processo, mas devido ao grande número de pedidos e sua quantidade geralmente elevada, o tempo de entrega varia de 15 a 40 dias, também considerando a localização da entrega, com condições de frete sempre negociadas. Ainda pelo fato da produção ser totalmente puxada, não é realizada nenhuma previsão de demanda, no entanto pela análise de pedidos realizados no ano de 2011, contidos na Tabela 02, nota-se uma tendência a aparelhos da Família 01 ou Linha Academia *Hard*.

Período: Janeiro

Cliente	Origem	Pedido	Aparelho	COD	QTDE	Linha	Entrada	Entrega
X	P. Prudente, SP	3645	Cross Angulado	AH711	1	Hard	21/dez	12/jan
X	P. Prudente, SP	3645	Supino Reto	AH990	1	Hard	21/dez	12/jan
X	P. Prudente, SP	3645	Flexora	L973	1	Hard	21/dez	12/jan
X	P. Prudente, SP	3645	Pulley Conjugado	AH840	1	Hard	21/dez	12/jan
X	P. Prudente, SP	3645	Leg 45	AH778	1	Hard	21/dez	12/jan
Y	P. Venceslau, SP	3648	Peck Deck	T3130	1	Titan	03/jan	14/jan
Z	P. Prudente, SP	3641	Cross	AH710	1	Hard	17/dez	14/jan
W	P. Eitacio, SP	3651	Supino Especial	T-PL3630	1	Titan	21/dez	17/jan
W	P. Eitacio, SP	3651	Suporte	T3660	1	Titan	21/dez	17/jan
T	Dourados, MS	3639	Cross Angulado	AH711	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Adutor/Abdutor	AH706	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Pulley	AH830	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Peck Deck	AH810	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Extensora	AH750	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Flexora Deitada	AH760	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Leg Horizontal	AH777	1	Hard	08/dez	19/jan

Tabela 02: Parte do Controle de Pedidos

Clientes não Revelados

Anexo I

A empresa não utiliza uma ordem de produção elaborada ou mesmo adequada, no lugar é utilizada uma ordem onde consta simplesmente o projeto do produto, uma figura que contem todas as medidas e os principais componentes, e algumas nem mesmo são catalogadas, na maioria delas vem da produção. Desta forma, também não existe um controle específico da utilização de matérias primas, este é realizado apenas por *check lists* mensais e ordens de compra.

O único controle realizado sobre os materiais em processo é uma análise realizada pelo chefe de produção ao final de cada dia onde este marca em que operação o produto se encontra naquele momento, utilizando a ficha de controle apresentada na Tabela 03.

Data:	
Pedido:	
Aparelho:	
Operação:	
Operador:	
Previsão:	

Data:	
Pedido:	
Aparelho:	
Operação:	
Operador:	
Previsão:	

Data:	
Pedido:	
Aparelho:	
Operação:	
Operador:	
Previsão:	

Data:	
Pedido:	
Aparelho:	
Operação:	
Operador:	
Previsão:	

Data:	
Pedido:	
Aparelho:	
Operação:	
Operador:	
Previsão:	

Data:	
Pedido:	
Aparelho:	
Operação:	
Operador:	
Previsão:	

Responsável:	
--------------	--

Tabela 03: Controle de Material em Processo

Para que se possa calcular o volume médio de produção, foi utilizado o controle de pedidos mostrado na Tabela 04, de onde foi tirado o número de aparelhos vendidos em cada mês nos primeiros oito meses do ano de 2011, assim para uma melhor visualização foi criado o gráfico de produtividade apresentado na Figura 17.

Produtividade Média	
Mês	Aparelhos Fabricados
Janeiro	63
Fevereiro	71
Março	94
Abril	49
Maio	54
Junho	57
Julho	71
Agosto	68
TOTAL	527
MÉDIA	65,875

Tabela 04: Volume Médio de Produção

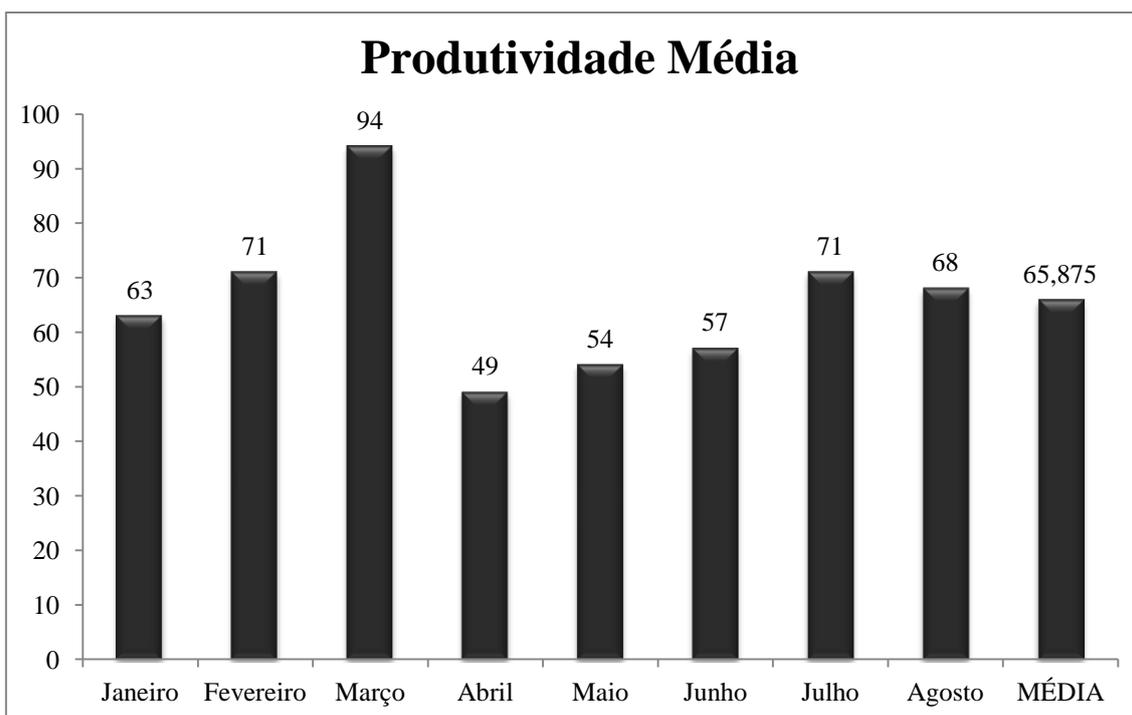


Figura 17: Gráfico de Produtividade Mensal

A Ipiranga Equipamentos dispõe de um quadro de funcionários que apresenta 16 funcionários no setor produtivo, além de 6 no setor administrativo. O quadro de maquinário é composto por diversos equipamentos utilizados na área de metal mecânica.

3.6. LAYOUT ATUAL

A empresa Ipiranga Equipamentos, dispõe de dois barracões divididos por um grande corredor central e um pequeno anexo ao fundo. Estes se apresentam por Bloco 1 com 593,92 metros quadrados, Bloco 2 com 303,49 metros quadrados, um corredor com 271,98 metros quadrados e ainda um anexo com 98,37 metros quadrados, totalizando uma área de 1267,76 metros quadrados dentro de um terreno com 1504,40 metros quadrados, mostrados na Figura 18.

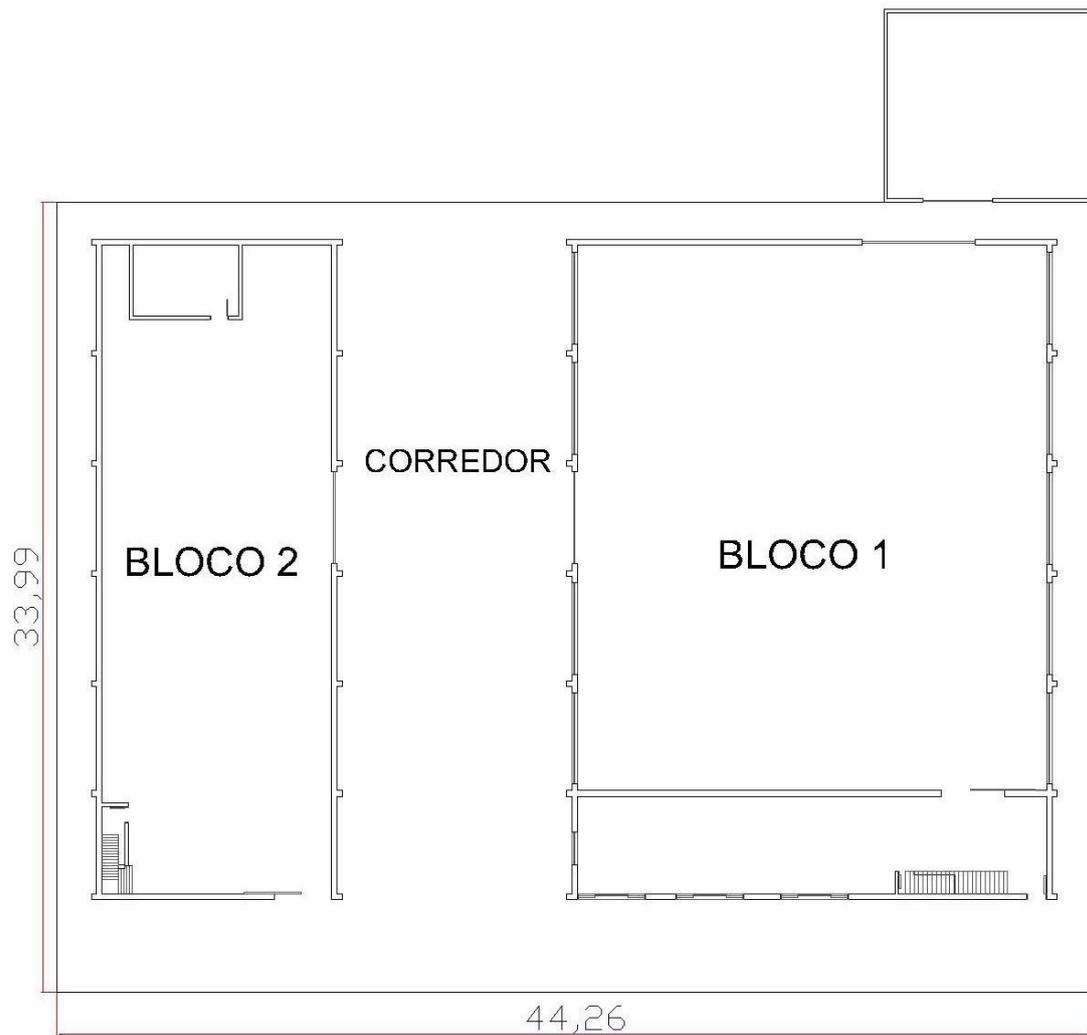


Figura 18: Layout do Barracão
Anexo A

O processo produtivo é dividido em 11 (onze) operações ou etapas distintas além de diversos pontos de estoque, estas operações apresentam melhores visões e entendimentos nas figuras 19 e 20.

- Corte: local onde as barras, tubos, chapas e cabos de aço são medidos e cortados de acordo com a especificação;
- Dobra: local onde as barras, tubos e chapas são dobrados e angulados para poderem ser levados a outros processos;
- Ponteamento: local onde o corpo do aparelho ganha forma, responsável por montar todo o esqueleto do aparelho unindo tubos, barras e chapas;

- Solda: assim que ponteados, os aparelhos passam pelo processo de solda onde os componentes são definitivamente unidos;
- Acabamento: local onde pequenos defeitos de processo são corrigidos como rebarbas e pontas agudas no produto;
- Jateamento: assim que prontos os esqueletos dos aparelhos passam por este processo, onde são tratados com jatos de pequenas esferas de aço, retirando resíduos e polindo o equipamento para a pintura;
- Pintura: local onde os aparelhos e seus componentes como polias são pintados e preparados para a montagem;
- Tapeçaria: local onde os acentos, encostos e apoios são produzidos;
- Torno: processo responsável pela produção de luvas e cochos utilizados nas articulações dos aparelhos;
- Furadeira: operação onde as polias, jogos de peso, tubos e barras são furados, para serem enviados a outros processos;
- Montagem: local onde os aparelhos são montados e embalados ficando prontos para a entrega;
- Embalagem: operação que ocorre junto a montagem, onde o funcionário inspeciona o aparelho e o embala deixando-o pronto para entrega.

A Figura 19 mostra a distribuição física das áreas de processamento, locais onde cada operação é realizada assim como as áreas de estocagem de matéria prima, componentes e produtos acabados, disponibilizando suas dimensões, área e sua localização no chão de fábrica. Já a Figura 20 mostra o layout de máquinas, dispendo do posicionamento e como estão distribuídos todo o maquinário, mesas de apoio e pontos de estocagem.

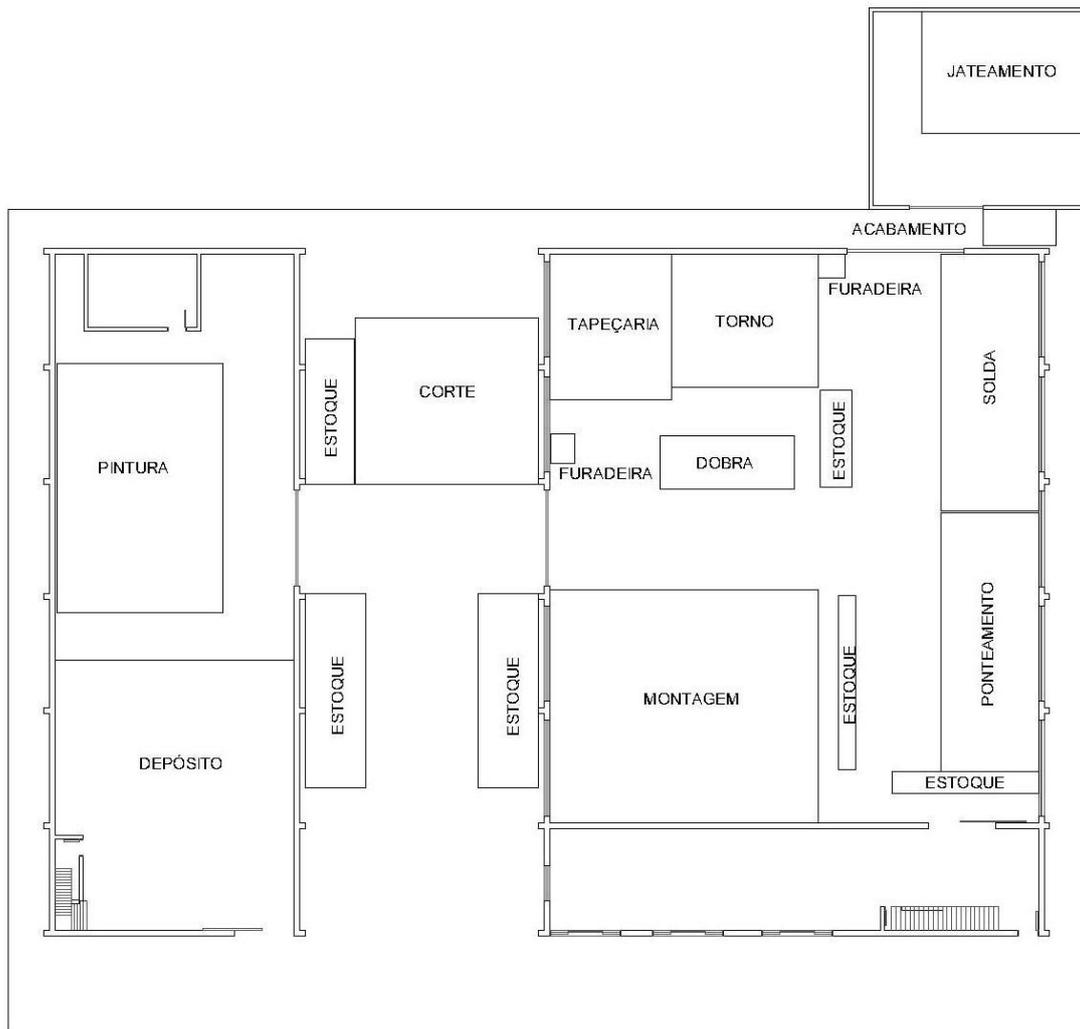


Figura 19: Áreas de Processamento

Anexo B

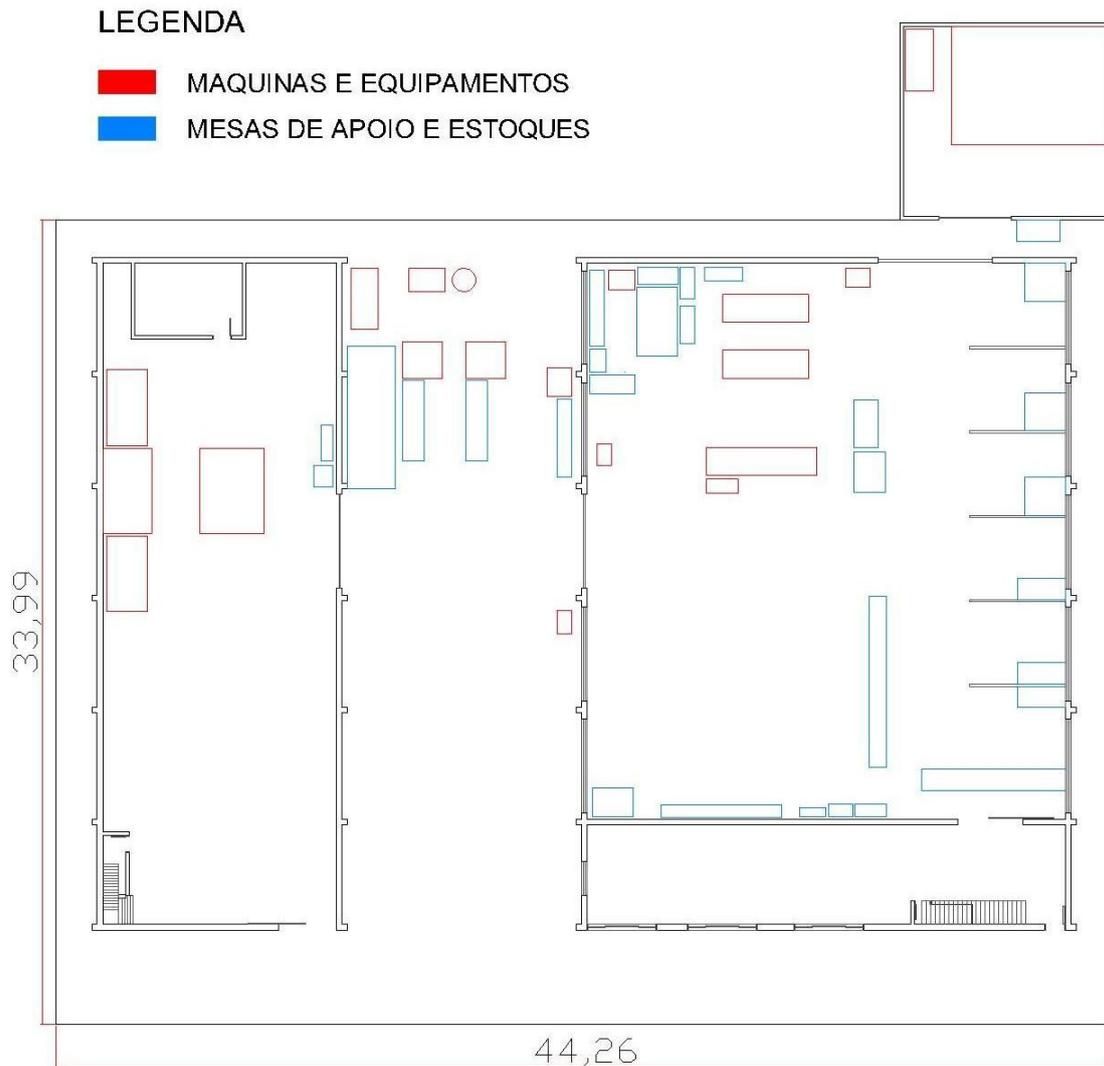


Figura 20: Layout de Máquinas
Anexo C

Já a Figura 21 apresenta uma visão geral do interior do Bloco 1 mostrando como se dispõe algumas das operações e pontos de estoque, contidas no processo produtivo e demonstrados na Figura 19, página 62.



Figura 21: Processo Produtivo no Bloco 1

3.7. OPERAÇÕES

O primeiro passo no processo produtivo é realizar o corte de barras, tubos, chapas e apoios de aço ou ferro componentes no corpo do aparelho, como mostrado na Figura 22. Esta operação é realizada por um operário responsável pelo setor de corte, que retira o material do estoque, retira as medidas e realiza os cortes de acordo com o projeto do equipamento. Este mesmo setor ainda é responsável por preparar o material do setor de tornearia, através do corte de barras sólidas.



Figura 22: Processo de Corte

A Figura 23 mostra a próxima etapa, onde é realizada a dobra do material já cortado e em alguns casos de tubos e barras inteiras. Esta operação também é realizada pelo funcionário responsável pelo corte, onde este deve realizar ajustes na máquina de acordo com o material a ser dobrado e também com as medidas e angulações desejadas.



Figura 23: Processo de Dobra

No setor de ponteamto como mostra a Figura 24, o funcionário responsável inicialmente prepara todo o material cortado e dobrado para a montagem, nesta etapa são retiradas as rebarbas e feitas as furações, desta forma o corpo do equipamento pode ser montado, apoios, encaixes, pinos e todos os componentes fixos, através de pontos de solda realizados de acordo com as medidas e especificações do projeto. Para esta operação a empresa dispõe de três montadores onde cada um é responsável pelo aparelho que monta.



Figura 24: Processo de Ponteamto

Assim que o corpo do aparelho está totalmente montado, este passa para o setor de solda, onde as partes montadas são definitivamente ligadas através do processo de soldagem, como pode ser observado na Figura 25. Ainda nesta etapa são realizados testes de resistência em todos os aparelhos, antes mesmo destes serem enviados para a próxima etapa. Esta também possui funcionários específicos que são responsáveis apenas pelos aparelhos que soldam e testam.

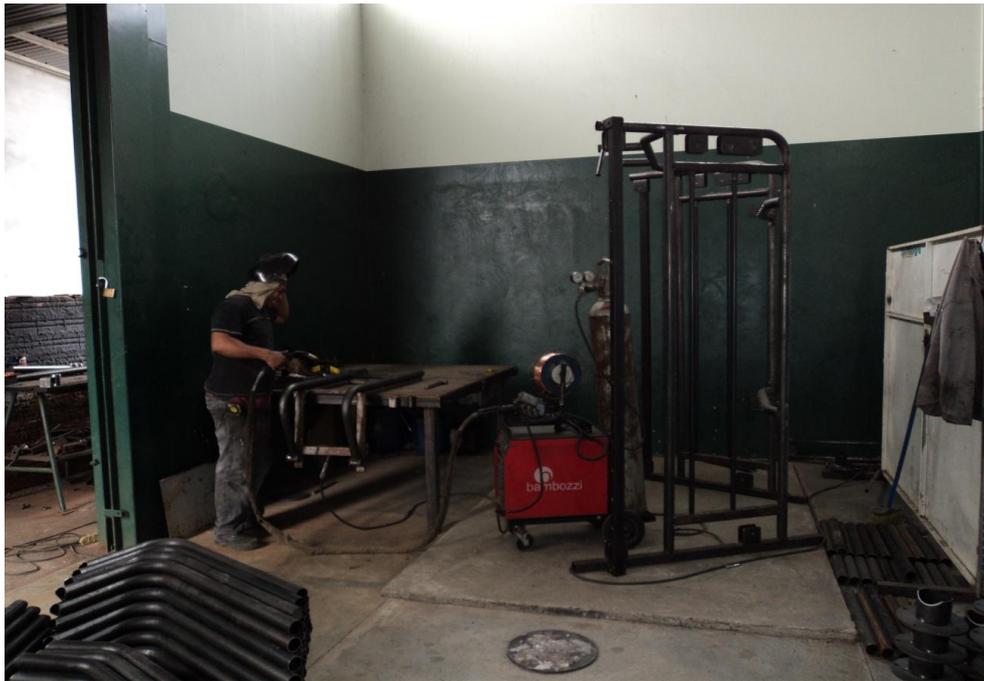


Figura 25: Processo de Solda

Na Figura 26 esta exposta a etapa de acabamento, onde as peças e o corpo dos aparelhos são lixados de forma que o processo retire todos os excessos e rebarbas procedentes das operações anteriores.



Figura 26: Processo de Acabamento

Na Figura 27, esta demonstrada a operação de jateamento, onde as peças e o corpo dos aparelhos são preparados para a pintura, desta forma, recebem um tratamento através de um jato de alta pressão contendo pequenas esferas de aço, que retiram qualquer resíduo existente no aparelho ou em suas peças.



Figura 27: Processo de Jateamento

Assim que passam pelo processo de jato, as peças e o corpo dos aparelhos seguem para a etapa de pintura, mostrada na Figura 28, onde passam por um tratamento químico, que eliminam impurezas na camada externa do ferro, assim que prontas, passam pelo processo de pintura eletrostática, através da aplicação de pó químico próprio para pintura e são curadas em um forno específico a 200°C.



Figura 28: Processo de Pintura

A Figura 29 mostra a tornearia, que é um setor separado porem não totalmente independente, em alguns casos estes depende da operação de corte e também de furação, as quais são responsáveis por preparar o material para o processo de torno.



Figura 29: Processo de Torno

A tapeçaria é uma operação separada, não depende de nenhuma operação anterior e é responsável por desenvolver e confeccionar todo o conjunto de acentos, encostos e apoios contidos nos aparelhos, como apresentado na Figura 30.



Figura 30: Processo de Tapeçaria

A furação como já citada, faz parte da operação de ponteamto e algumas vezes da preparação de matéria prima para o torno, como preparação de polias que fica sob a responsabilidade do torneiro, no entanto também apresenta uma função separada, que esta relacionada a preparação dos jogos de peso, realizada pelo funcionário responsável pela montagem final, como mostrado na Figura 31.



Figura 31: Processo de Furação

O processo de montagem mostrado na Figura 32 é realizado pelos funcionários mais experientes e cuidadosos, pois estes são responsáveis pela montagem final onde todas as peças e componentes são ligados formando o aparelho completo, estes funcionários também são responsáveis por analisar a qualidade final do produto, para que possa ser liberado para a operação de embalagem e expedição. Assim que testados e aprovados, os aparelhos passam para a embalagem, processo final que é realizado pelo mesmo operador responsável pela montagem final dos aparelhos, que assim que finalizados são enviados ao estoque onde aguardam o carregamento.



Figura 32: Processo de Montagem e Embalagem

Os estoques são separados e espalhados por toda a empresa, e apresentam componentes dos mais diversos tipos em locais totalmente despreparados, além de misturarem produtos acabados com componentes e também com refugos e aparelhos recolhidos em trocas, como pode ser observado nas Figuras 33, 34 e 35.



Figura 33: Pontos de Estoque



Figura 34: Pontos de Estoque



Figura 35: Pontos de Estoque

3.8. FLUXO GERAL

O fluxo geral de materiais na empresa Ipiranga Equipamentos é bastante irregular, este apresenta muitos cruzamentos e pontos de paradas, que desta forma geram gargalos que conseqüentemente causam grandes perdas nos tempos de transporte

de um processo a outro, além do fato deste fluxo cruzado poder causar acidentes durante o percurso. Estes problemas ficam evidentes na Figura 36 que mostra o caminho percorrido pelos materiais e componentes envolvidos na produção.



Figura 36: Fluxo Interno de Materiais

Anexo D

De forma geral algumas das matérias primas básicas, que geralmente são utilizadas em quase todos os produtos, passam pelos mesmos processos. Sendo assim, as operações são praticamente as mesmas para todos os aparelhos. As Figuras 37 a 42 mostram o caminho percorrido pelas principais matérias-primas e insumos que compõem os aparelhos, também mostram as operações que cada uma destas matérias-primas passam até estarem prontas para a montagem final do aparelho, para isto o diagrama da árvore foi utilizado como base de visualização do caminho percorrido pelos materiais.

3.8.1. Barras, Tubos e Chapas

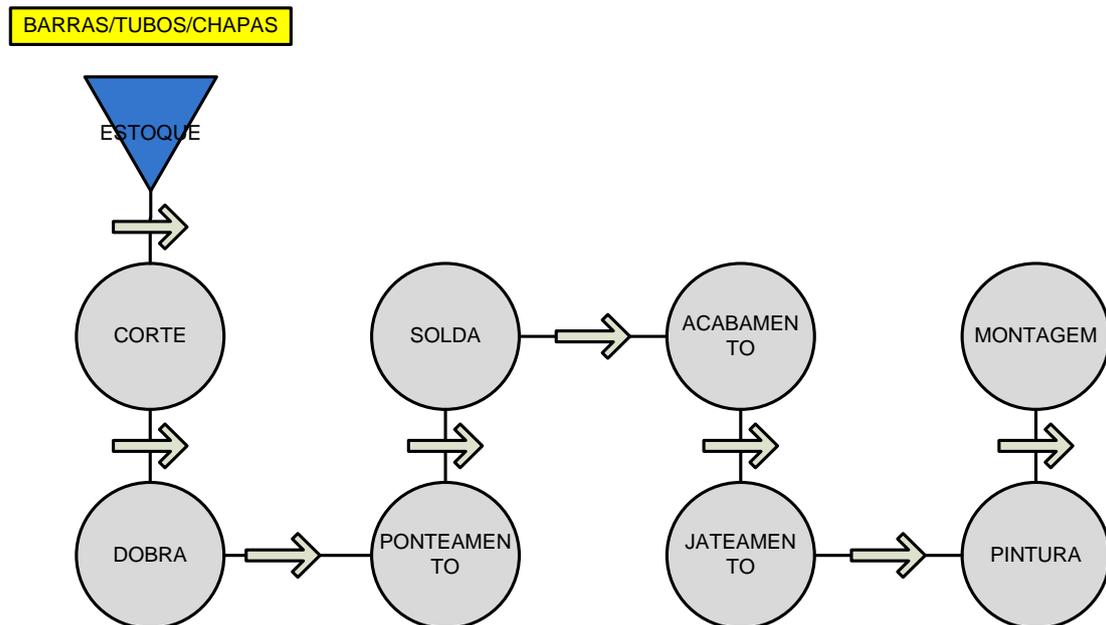


Figura 37: Processos Sofridos por Barras, Tubos e Chapas

3.8.2. Polias e Jogos de Peso

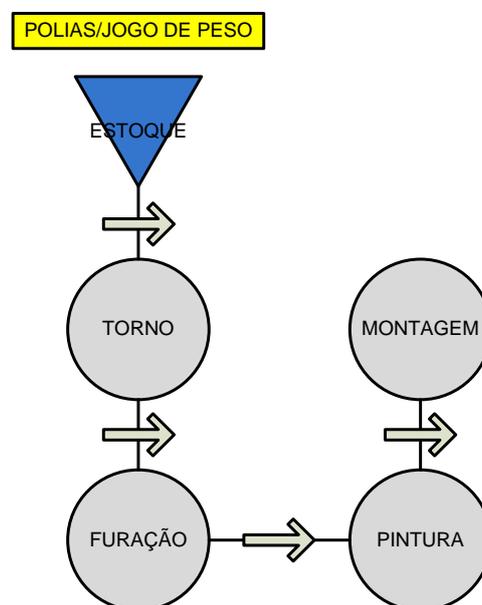


Figura 38: Processos Sofridos por Polias e Jogos de Peso

3.8.3. Acentos, Encostos e Apoios

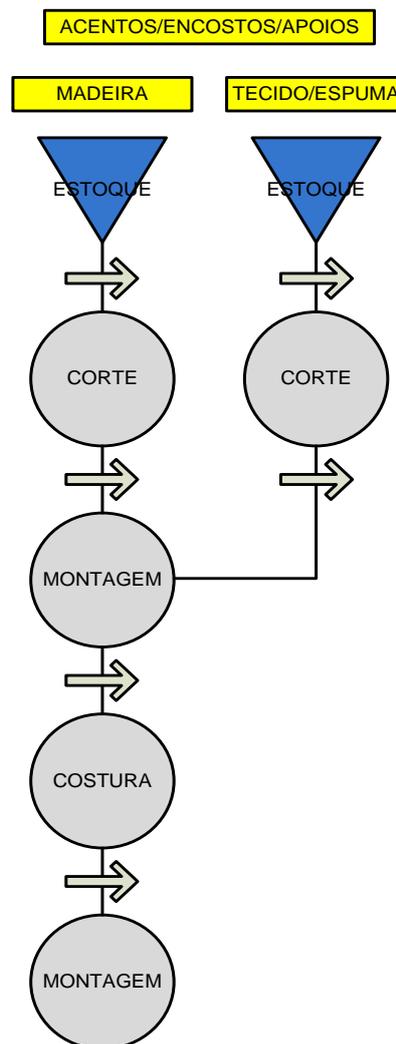


Figura 39: Processos para Acentos, Encostos e Apoios

3.8.4. Componentes Gerais

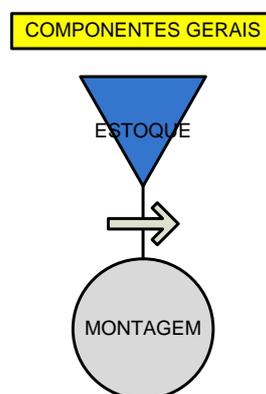


Figura 40: Processo dos Componentes Gerais

3.8.5. Cabo de Aço

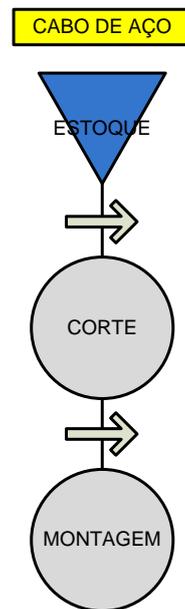


Figura 41: Processos para o Cabo de Aço

3.8.6. Luvas e Cochos

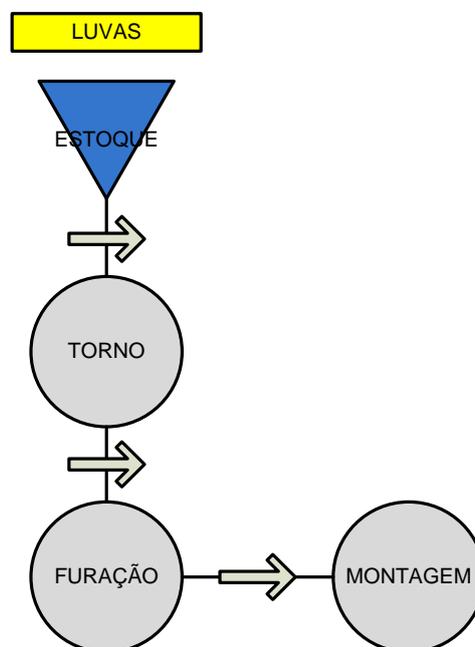


Figura 42: Processos para Luvas e Cochos

A Figura 43 representa o fluxograma geral de processo da empresa, mostrando o todo o processo desde as entrada ate a saída do produto final, que foi desenvolvido através da união dos fluxos das principais matérias-primas e insumos, definidos anteriormente. Todo o processo produtivo é igual para praticamente todos os equipamentos produzidos na empresa, independente da família de produtos. Para os produtos estudados, o processo é rigorosamente o mesmo, mudando apenas os componentes utilizados nos equipamentos e os tempos de cada processo, que variam de acordo com o tamanho e com a descrição do produto.

3.9. RESULTADOS

3.9.1. Divisão das Famílias

As famílias de produtos são divididas de acordo com as características dos diferentes aparelhos, levando em consideração as matérias primas, processos, insumos, projetos e características físicas dos mesmos, assim, para serem divididas as famílias de produtos da empresa Ipiranga Equipamentos, constatou-se que estas se apresentavam de acordo com a linha de aparelhos produzidos pela empresa, desta forma estas famílias foram definidas e divididas seguindo as diferentes linhas de produtos. Estas famílias foram numeradas de 01 (um) a 05 (cinco), sendo estas, dispostas de acordo com a quantidade de aparelhos produzidos de cada linha, onde a família 01 (um) é caracterizada por sua maior produtividade e as outras seguindo a mesma lógica, como mostrado na Tabela 05.

Famílias de produtos	
Família 01	Linha Academia <i>Hard</i>
Família 02	Linha Academia Titan
Família 03	Linha Academia Vip
Família 04	Linha Academia Super
Família 05	Linha Semi Profissional e Aglomerados

Tabela 05: Divisão das Famílias de Produtos

3.9.2. Tempos de Processo

Os tempos foram obtidos através de diversas medições aferidas por três diferentes indivíduos, o valor que consta nas tabelas é resultado do valor médio obtido destas medições. Também utilizando o mesmo método foi aferido o tempo gasto com transporte de materiais entre as operações. No entanto foi constatada uma diferença entre o tempo de somatória dos tempos de operação e os tempos totais de processo, isto acontece pelo fato de aparelhos serem montados por partes, que apresentam o fato de que, enquanto parte dos recursos estão passando por uma operação, outra parte dos mesmos já passou pela operação seguinte. As Tabelas 06 a 10 mostram os tempos obtidos em cada operação, sua somatória e o tempo real de processo para os cinco principais aparelhos fabricados pela Ipiranga Equipamentos.

<i>Cross Over Angulado</i>			
Operação	Tempo		
	Horas	Minutos	Segundos
Corte	02:12:37	132,37	7957,0
Dobra	00:47:13	47,13	2833,0
Furação	00:37:09	37,09	2229,0
Ponteamto	03:57:07	237,04	14224,0
Solda	01:05:22	65,22	3922,0
Acabamento	00:41:03	41,03	2463,0
Jateamento	00:28:29	28,29	1709,0
Pintura	00:56:51	56,51	3411,0
Tapeçaria	0	0	0
Torno	02:39:46	159,46	9586,0
Montagem	01:26:12	86,12	5172,0
Embalagem	00:18:29	18,29	1109,0
Total	15:10:15	910,15	54615,0
Tempo Total de Processo	09:29:03	569,03	34143,0

Tabela 06: Tempo de Operações *Cross Over Angulado*

<i>Cross Over</i>			
Operação	Tempo		
	Horas	Minutos	Segundos
Corte	01:52:44	112,44	6764,0
Dobra	00:12:21	12,21	741,0
Furação	00:39:15	39,15	2355,0
Ponteamento	03:08:58	188,58	11338,0
Solda	01:03:39	63,39	3819,0
Acabamento	00:34:51	34,51	2091,0
Jateamento	00:31:43	31,43	1903,0
Pintura	00:51:33	51,33	3093,0
Tapeçaria	0	0	0
Torno	02:11:09	131,09	7869,0
Montagem	01:14:43	74,43	4483,0
Embalagem	00:26:27	26,27	1587,0
Total	12:47:23	767,23	46043,0
Tempo Total de Processo	08:24:17	504,17	30257,0

Tabela 07: Tempo de Operações *Cross Over*

<i>Leg 45° Com Carga e Anilhas</i>			
Operação	Tempo		
	Horas	Minutos	Segundos
Corte	02:36:02	156,02	9362,0
Dobra	00:16:39	16,39	999,0
Furação	00:36:53	36,53	2213,0
Ponteamento	03:58:11	238,11	14291,0
Solda	01:12:20	72,20	4340,0
Acabamento	00:41:14	41,14	2474,0
Jateamento	00:28:53	28,53	1733,0
Pintura	00:45:04	45,04	2704,0
Tapeçaria	01:33:46	93,46	5626,0
Torno	01:45:31	105,31	6331,0
Montagem	01:27:44	87,44	5264,0
Embalagem	00:39:27	39,27	2367,0
Total	16:01:44	961,44	57704,0
Tempo Total de Processo	10:17:19	617,19	37039,0

Tabela 08: Tempo de Operações *Leg 45° Com Carga e Anilhas*

Adutor/Abdutor Conjugado			
Operação	Tempo		
	Horas	Minutos	Segundos
Corte	01:56:18	116,18	6978,0
Dobra	00:33:30	33,30	2010,0
Furação	00:26:45	26,45	1605,0
Ponteamto	03:02:48	182,48	10968,0
Solda	01:21:06	81,06	4866,0
Acabamento	00:31:54	31,54	1914,0
Jateamento	00:23:24	23,24	1404,0
Pintura	00:46:52	46,52	2812,0
Tapeçaria	01:42:19	102,19	6139,0
Torno	02:07:28	127,28	7648,0
Montagem	01:44:01	104,01	6241,0
Embalagem	00:26:55	26,55	1615,0
Total	15:03:20	903,20	54200,0
Tempo Total de Processo	10:42:34	642,34	38554,0

Tabela 09: Tempo de Operações Adutor/Abdutor Conjugado

Conjugado Pulley Com 02 Jogos de Peso			
Operação	Tempo		
	Horas	Minutos	Segundos
Corte	02:01:07	121,07	7267,0
Dobra	00:10:25	10,25	625,0
Furação	00:45:34	45,34	2734,0
Ponteamto	03:18:53	198,53	11933,0
Solda	01:35:27	95,27	5727,0
Acabamento	00:39:07	39,07	2347,0
Jateamento	00:32:22	32,22	1942,0
Pintura	00:51:31	51,31	3091,0
Tapeçaria	01:06:41	66,41	4001,0
Torno	00:58:35	58,35	3515,0
Montagem	01:33:11	93,11	5591,0
Embalagem	00:41:09	41,09	2469,0
Total	14:14:02	854,02	51242,0
Tempo Total de Processo	09:03:15	543,15	32595,0

Tabela 10: Tempo de Operações Conjugado Pulley Com 02 Jogos de Peso

A Figura 44 mostra a relação de tempos de cada operação existente no processo produtivo de cada aparelho, estabelecendo um comparativo próximo entre os mesmos.

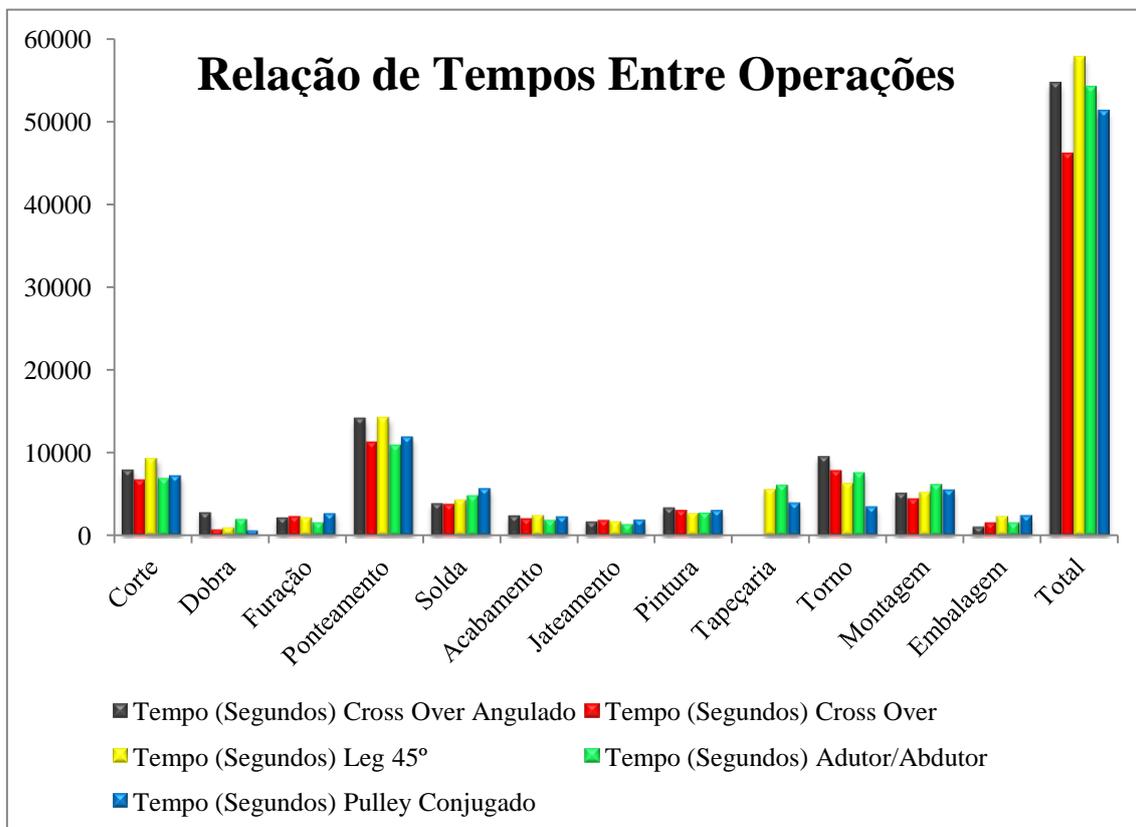


Figura 44: Gráfico de Tempos de Operações de Cada Aparelho

Como mostrado na Tabela 11, o tempo gasto com transporte é relativamente baixo quando comparado ao tempo total de processo, representando uma porcentagem que varia de 5,04 a 6,43. Estes tempos foram obtidos através de tomadas de tempo separadamente ao processo, das movimentações de recursos entre cada uma das operações.

Já a Figura 45 estabelece um comparativo entre os tempos de somatória dos tempos de cada operação, os tempos totais de produção, e os tempos médios gastos com transporte, mostrando as porcentagens de transporte com relação ao tempo total de processo.

Tempo Médio Gasto com Transporte		
Transporte	Tempo	
	Minutos	Segundos
Estoque – Corte	03:27	207,0
Corte - Dobra	01:19	79,0
Corte – Furação	02:11	131,0
Corte/Furação – Ponteamento	04:58	298,0
Ponteamento – Solda	02:34	154,0
Solda – Acabamento	02:44	164,0
Acabamento – Jateamento	02:07	127,0
Jateamento – Pintura	04:43	283,0
Pintura – Montagem	03:02	182,0
Corte/Furação - Torno	03:05	185,0
Torno - Montagem	01:17	77,0
Tapeçaria - montagem	00:58	58,0
TOTAL	32:25	1945,0

Tabela 11: Tempo de Transporte entre Operações

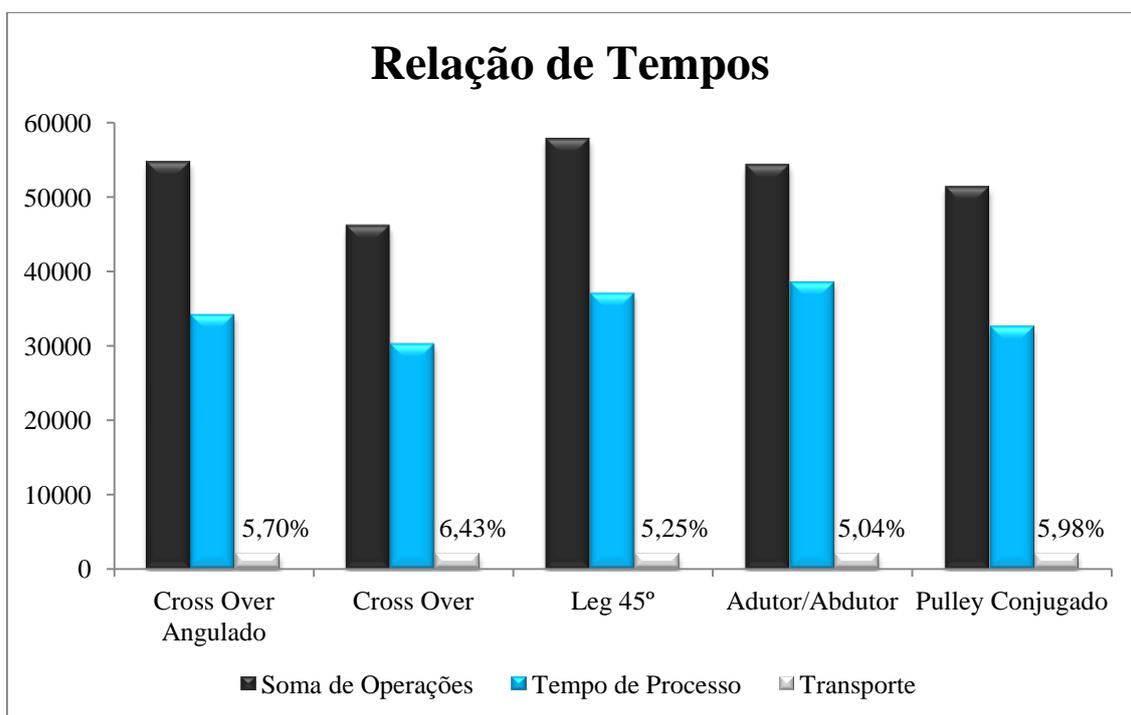


Figura 45: Relação de Tempos Entre Operações, Processos e Transporte

3.9.3 Operações Realizadas na Produção de Cada Aparelho

A Tabela 12 mostra quais as operações fazem parte do processo produtivo dos aparelhos estudados. Desta forma, fica possível estabelecer uma ligação entre elas, estabelecendo as relações que possuem umas com as outras.

Operações Realizadas no Processo de cada Aparelho					
Operação	Tempo				
	Cross Over Angulado	Cross Over	Leg 45°	Adutor/ Abdutor	Conjugado Pulley
Corte	X	X	X	X	X
Dobra	X	X	X	X	X
Furação	X	X	X	X	X
Ponteamto	X	X	X	X	X
Solda	X	X	X	X	X
Acabamento	X	X	X	X	X
Jateamento	X	X	X	X	X
Pintura	X	X	X	X	X
Tapeçaria			X	X	X
Torno	X	X	X	X	X
Montagem	X	X	X	X	X
Embalagem	X	X	X	X	X

Tabela 12: Operações Realizadas para cada Aparelho

O diagrama apresentado na Tabela 14 mostra a relação entre todas as operações existentes no processo produtivo da empresa, seguindo a definição de tipo de ligações proposta por Camarotto (2005), apresentado na Tabela 13.

Tipo de Ligação Entre Duas Operações	Código	Representação
Essencial (adjacente)	2	A
Desejável (próximo)	1	P
Não é Importante (livre)	0	L
Indesejável (distante)	X	X
Sobreposto (juntos)	3	S

Tabela 13: Tipo de Ligação Entre Operações

OPERAÇÕES	Corte	Dobra	Furação	Ponteamento	Solda	Acabamento	Jateamento	Pintura	Tapeçaria	Torno	Montagem	Embalagem
Corte		A	P	A	P	P	L	L	X	P	L	L
Dobra			P	P	L	P	L	L	X	L	L	L
Furação				L	L	P	L	L	X	P	L	L
Ponteamento					A	P	L	L	X	P	L	L
Solda						A	L	L	X	P	L	L
Acabamento							P	L	X	L	L	L
Jateamento								A	X	X	L	L
Pintura									X	P	P	L
Tapeçaria										X	A	L
Torno											P	L
Montagem												S
Embalagem												

Tabela 14: Diagrama de Relações Entre Operações

3.9.4. Definição das UPE's

As UPE's foram definidas de acordo com a operação a ser realizada, em outras palavras, cada operação representa uma UPE, como mostra a Tabela 15, isto pelo fato desta representar o espaço disponível necessário para a realização de um processo ou neste caso de uma operação.

Definição das UPE's	
UPE	Operação
UPE 01	Corte
UPE 02	Dobra
UPE 03	Furação
UPE 04	Ponteamto
UPE 05	Solda
UPE 06	Acabamento
UPE 07	Jateamento
UPE 08	Pintura
UPE 09	Tapeçaria
UPE 10	Torno
UPE 11	Montagem/ Embalagem

Tabela 15: Definição das UPE's

3.9.5. Dimensionamento das UPE's

No dimensionamento de uma UPE, deve ser considerado o tamanho dos produtos e sua área de ocupação, o tamanho das máquinas e equipamentos envolvidos no processo produtivo, também o espaço necessário para a movimentação dos funcionários e também para a movimentação da matéria prima e todo o material em processo. Para isto foram consideradas as UPE's como um todo, considerando todos os postos referentes a uma operação como um.

As Tabelas 16 e 17 apresentam respectivamente, os espaços ou áreas ocupados por aparelhos, e máquinas e componentes de uma operação, sendo desta forma possível

delimitar o espaço necessário para cada UPE, para enfim iniciar o processo de planejamento de um novo *layout*.

Espaço Ocupado pelos Aparelhos		
Aparelho	Área Ocupada (m²)	
	Horizontal	Vertical
Cross Over Angulado	2,15	4,20
Cross Over	1,61	4,84
Leg 45°	1,15	3,11
Adutor/Abdutor	0,76	1,28
Conjugado Pulley	1,43	2,57

Tabela 16: Espaço Ocupado Pelos Produtos Estudados

Dimensionamento de Maquinário e Equipamentos			
Operação	Máquina/Equipamento	Tipo	Área Ocupada (m²)
Corte	Serra	Fixa	2,56
Corte	Mesa de Apoio	Fixa	2,72
Corte	Serra Circular	Fixa	1,2
Corte	Mesa de Apoio	Fixa	1,98
Dobra	Máquina de Dobra	Fixa	6,3
Furação	Furadeira de Bancada	Fixa	0,8
Ponteamto	Máquina de Solda	Móvel	0,54
Ponteamto	Mesa de Apoio	Fixa	1,8
Solda	Máquina de Solda	Móvel	1,17
Solda	Mesa de Apoio	Fixa	2,72
Acabamento	Mesa de Montagem	Fixa	1,62
Jateamento	Câmara de Jato	Fixa	33,5
Pintura	Câmara de Pintura e Forno	Fixa	70,04
Tapeçaria	Máquina de Costura	Fixa	0,88
Tapeçaria	Mesa de Montagem	Fixa	4,93
Torno	Torno	Fixa	4,32
Montagem/Embalagem	Área de Montagem	Fixa	105,6

Tabela 17: Espaço Ocupado Pelas Máquinas e Equipamentos do Processo

Na Tabela 18 foram delimitados os espaços mínimos necessários de cada UPE, considerando o espaço necessário para a movimentação de funcionários, materiais,

matérias primas, insumos e equipamentos, também considerando os tamanhos e posicionamento de todo o maquinário, assim como de suas mesas de apoio, mesas de montagem e prateleiras ou pontos de estoque.

Dimensionamento das UPE's			
UPE	Dimensões Necessárias (m)		Área (m²)
	Comprimento	Largura	
Corte	8,3	7,3	60,59
Dobra	6,85	3,4	23,29
Furação	2,2	2,0	4,4
Ponteamento	9,0	2,5	22,5
Solda	8,1	2,6	21,06
Acabamento	2,8	1,9	5,32
Jateamento	6,7	5,0	33,5
Pintura	10,3	6,8	70,04
Tapçaria	2,9	3,4	9,86
Torno	5,6	5,9	33,04
Montagem/Embalagem	6,0	5,0	30,0

Tabela 18: Dimensão das UPE's

Cada uma da UPE's é delimitada por uma operação, sendo assim, as relações estabelecidas no diagrama de relacionamentos das operações, são as mesmas que deverão ser utilizadas na relação entre as UPE's, mostrados na Tabela 14, página 86.

Assim a Figura 46 mostra como devem ser relacionadas as UPE's, esta relação foi desenvolvida através da análise e estudo das operações, suas características, além de utilizar o fluxo de materiais como base de desenvolvimento, seguindo e definindo a dependência de cada operação.

Já a Figura 47 mostra o posicionamento das UPE's, suas novas localizações, seguindo as orientações e áreas estudadas, já considerando o novo fluxo de processo proposto.

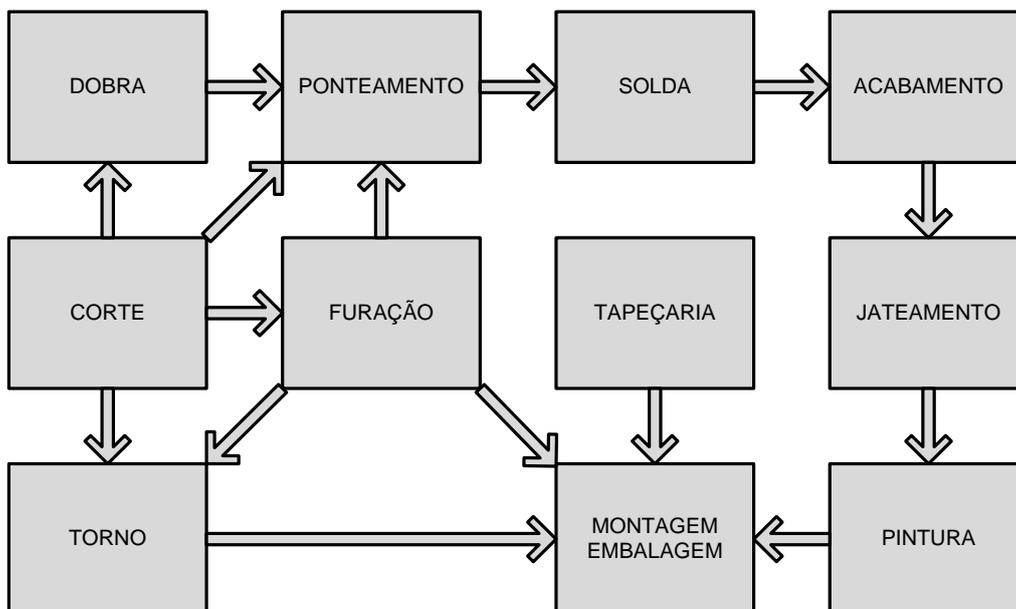


Figura 46: Diagrama de Relação Entre as UPE's

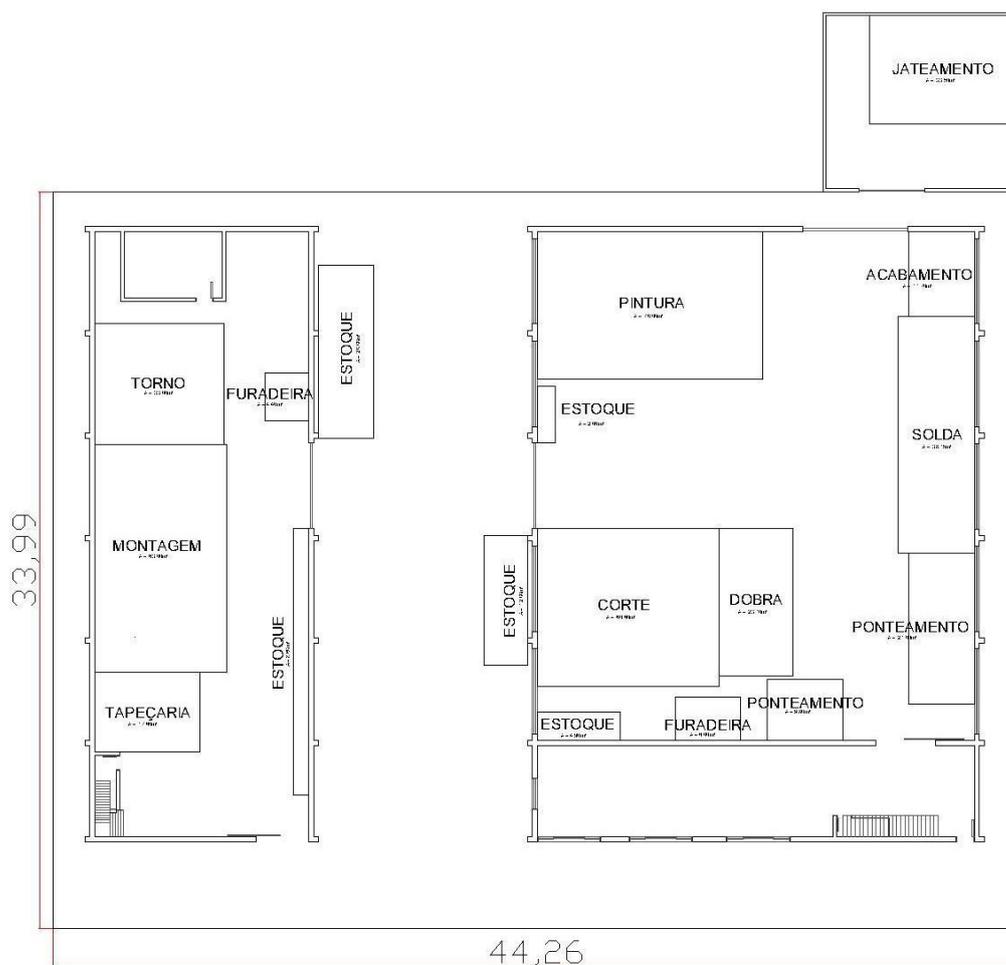


Figura 47: Posicionamento das UPE's

3.9.6. Novo *Layout*

Com base na análise dos dados recolhidos, foi proposto o novo *layout*, se adequando as necessidades das UPE's, ao novo fluxo de processamento e sob as características do espaço físico disponível, apresentado na Figura 49.

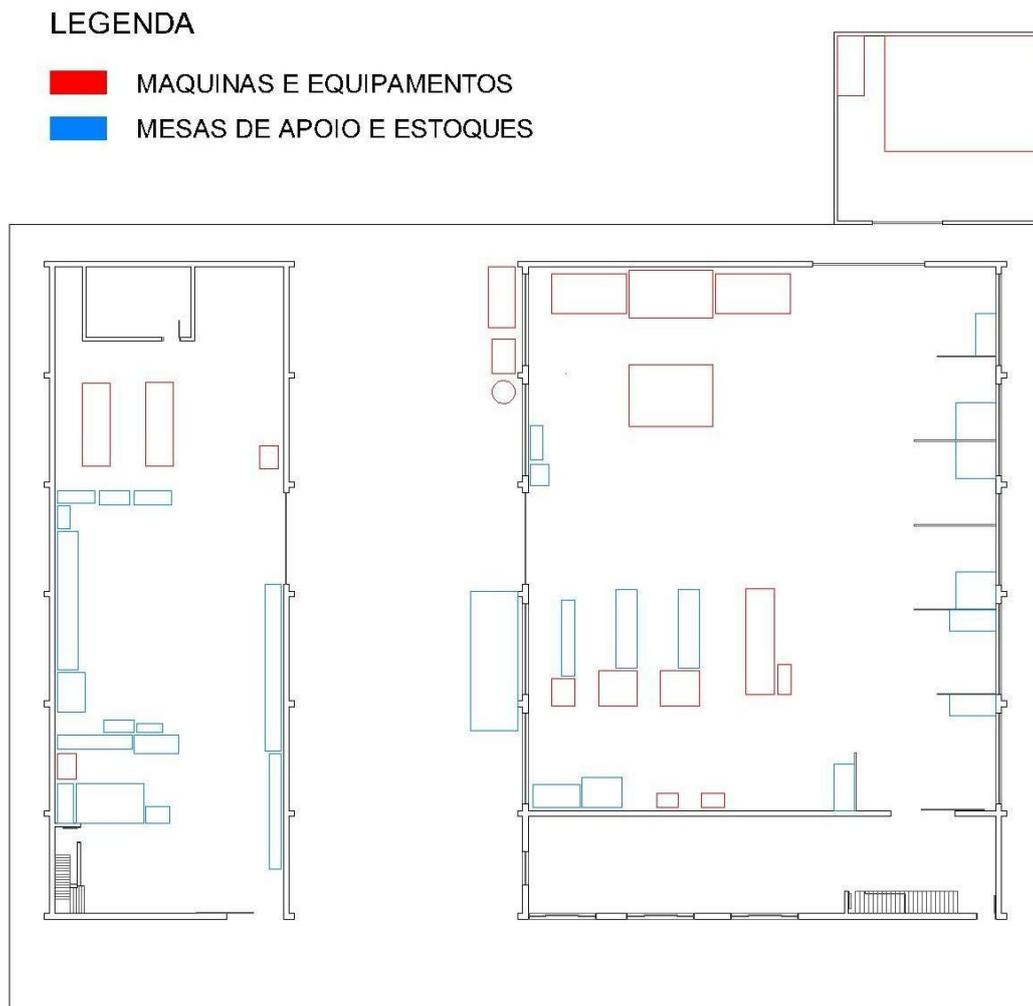


Figura 49: Novo *Layout* Proposto

Anexo G

3.9.7. Viabilidade de Custo

Para que seja possível a alteração no posicionamento das operações, é necessário realizar diversos tipos de mudanças, algumas nas instalações e outras apenas no posicionamento.

As mudanças de instalações se resumem a mudança da tubulação de ar comprimido no reposicionamento da câmara de pintura e também do compressor, também o reposicionamento do painel de comando da câmara e seu exaustor. Como o pó resultante da operação de pintura pode contaminar o ambiente, é necessária a implantação de um sistema de exaustão que elimine os resíduos deixados pela pintura. Também é necessário implantar um sistema de exaustão na câmara de jato, pelo fato do pó resultante de seu processo contaminar o processo de pintura.

As mudanças de posicionamento podem ser realizadas em sua maioria por processos manuais, utilizando os próprios funcionários da empresa, no entanto, máquinas como as serras de corte principais, os compressores, os tornos e a máquina de dobra necessitam de uma equipe com equipamentos adequados para seu transporte, devido ao seu peso elevado. Também existe um detalhe decorrente da câmara de pintura, que precisa ser desmontada para seu transporte, que necessita de um equipamento que suporte bastante peso para que possa ser movida, além da remoção e recolocação dos trilhos das gaiolas de pintura.

A movimentação dos equipamentos mais pesados, que são dois tornos, duas serras, dois compressores, a máquina de dobra e a câmara de pintura, podem ser realizados por uma mesma equipe terceirizada que estimou um período de seis horas para conclusão da movimentação. Já o restante dos aparelhos, máquinas, mesas, estantes e outros podem ser realizados pelos funcionários da produção, mas para esta operação, seria necessária uma parada de um dia de serviço.

Os custos indiretos estão relacionados a dois dias com a produção parada, atrasando pedidos e aumentando o tempo de entrega dos aparelhos que podem gerar insatisfação do cliente, além de mencionar que a produção produz cerca de 4 aparelhos

ao dia, que totalizam 8 aparelhos neste intervalo de tempo que pode gerar a um custo indireto de até R\$ 20000,00.

Custo Estimado de Alteração		
Alteração	Realização	Custo (R\$)
Câmara de Pintura	Serviço Terceirizado	12000,00
Serras		
Tornos		
Compressores		
Máquina de Dobra		
Trilho para Câmara de Pintura	Serviço Terceirizado	2400,00
Sistema de Tubular de ar Comprimido	Serviço Terceirizado	1000,00
Sistema de Exaustão para Pintura	Serviço Terceirizado	3100,00
Sistema de Exaustão para Jato	Serviço Terceirizado	3100,00
Movimentações Internas	Produção	7000,00
Custos Indiretos		20000,00
TOTAL		48600,00

Tabela 19: Custo Direto de Alteração de Layout

3.10. ANÁLISE DE RESULTADOS

Logo ao iniciar o projeto, durante o reconhecimento da empresa, de seus produtos, matérias primas e processos, pode-se ser observado inúmeros pontos de possíveis gargalos, fatos simples, mas que geralmente ocorrem em empresas que se desenvolveram sem nenhum tipo de planejamento, fatos como prateleiras, mesas e diversos outros detalhes que se encontravam no centro do setor produtivo, localidades fixas que ficavam próximas e ao alcance de uma determinada operação mas que necessitava ser contornada para chegar a operação seguinte, desta forma melhorias já puderam ser observadas no período de coleta de dados.

Ao continuar o estudo da empresa puderam ser estudadas e analisadas questões vitais para o controle de produção, fatos como o acúmulo de materiais e equipamentos

que são negociados e chegam a empresa sem nenhum destino previsto, que acabam reduzindo o espaço disponível para estocagem e conseqüentemente para outras operações. Ainda com relação a esta questão, a não existência de software ou programa específico para o gerenciamento, contribui com este problema, onde não existe um controle dos processos e operações, para dizer se estão ou não ocorrendo, se existe algum problema ou se estão dentro do prazo. Apesar de não utilizar um sistema adequado, o setor administrativo da empresa realiza um controle eficiente de dados da produção, onde é possível encontrar diversas informações vitais, como o volume de produção, bastante importante no desenvolvimento do *layout*, onde pode ser notada uma grande variação no volume no decorrer dos meses, sem mudar o processo ou mesmo o número de funcionários ou máquinas. Assim ao analisar os dados disponíveis e sob informações do chefe de produção, notou-se que a maior reclamação dos funcionários era com relação a elevada movimentação no setor produtivo, assim pode-se notar que a diferença de produtividade era decorrente do fluxo e da movimentação elevada dos funcionários.

Assim ao analisar a parte elétrica da empresa, constatou-se que esta dispõe de um transformador com capacidade de suportar o dobro de máquinas e equipamentos já existentes, também foi constatada a existência de diversos pontos com tomadas no Bloco 1, existindo duas a cada 4,5 metros ou seja, na parede entre os pilares. Já no Bloco 2 a disposição das tomadas é relativamente menor, existindo apenas uma tomada a cada 4,5 metros. No corredor, as tomadas se encontram mais concentradas na parte dos fundos, existindo quatro tomadas em cada lado do mesmo e apenas duas em cada parede na parte de frente, localizadas perto das portas centrais dos blocos. Esta disposição favorece a modificação ou um reposicionamento de máquinas.

Quando apresentado o fluxo do processo produtivo, notou-se uma grande quantidade de cruzamentos e retornos na figura, não sendo possível nem mesmo a sua compreensão, desta forma foi possível determinar o principal problema apresentado na empresa, gerador de gargalos, acidentes e de movimentações desnecessárias, que era definitivamente o fluxo de produção.

Assim utilizando o método de planejamento de macro espaço do *Fac Plan* juntamente com o SLP, foi possível realizar análises e determinações de espaço e

controle para estabelecer um novo fluxo de processo. Nesta determinação, foram definidas as famílias de produtos, de acordo com as matérias primas e processos envolvidos em sua fabricação. Estas famílias auxiliam no controle de operações e de matérias primas que variam de acordo com a mesma.

Logo teve início a fase mais trabalhosa e importante do projeto, onde foram criadas as Unidades de Planejamento de Espaço (UPE's), que foram definidas de acordo com a operação e o local onde ocorriam. Estas UPE's foram delimitadas de acordo com a área ocupada pelo produto, área ocupada pela máquina, movimentação de funcionários e recursos, e necessidades de transporte. Quando delimitadas as UPE's, teve início a análise de relacionamento entre elas, que foi estabelecida pelo diagrama de relacionamentos de Camarotto (2005), que estabelece uma relação entre todas as UPE's, definindo suas ligações e dependências.

Finalmente, através da criação das UPE's foi possível construir um diagrama, estabelecendo as ligações entre cada UPE sem que houvessem cruzamentos em seus fluxos. Assim através deste diagrama foi possível a determinação de um novo layout, que apresentou um fluxo bastante uniforme, sem cruzamentos e possíveis gargalos, obedecendo as características físicas do espaço físico e também as dimensões e requisitos das UPE's.

4. CONCLUSÃO

Uma vez que realizada a coleta de dados e de informações, sendo os mesmos processados, foi gerada uma serie de análises que possibilitaram apresentar as seguintes conclusões.

Através da análise de pedidos, foi possível concluir que a empresa estava trabalhando com uma produção média de aproximadamente 66 aparelhos por mês, no entanto, de acordo com seus próprios arquivos, possuía a capacidade de produzir até 94 aparelhos, como ocorreu no mês de Março, e mesmo assim possuía uma produção bastante irregular, chegando a produzir apenas 49 aparelhos no mês de Abril, fato decorrente da constante movimentação desnecessária de funcionários devido ao fluxo totalmente inadequado, que possui alta incidência a acidentes, além de gerar insatisfação de funcionários que gera um maior atraso devido ao fator psicológico.

Para o estabelecimento do novo layout e conseqüentemente de um fluxo adequado, seriam necessários uma grande movimentação e reposicionamento de praticamente todo o setor produtivo, que interromperia a produção por dois dias e geraria um custo direto de aproximadamente R\$ 28600,00 e um custo indireto de até R\$ 20000,00, totalizando um custo total de R\$ 48600,00, que poderia ser considerado um alto valor para uma empresa do mesmo porte.

O estabelecimento de um novo layout traria inúmeras vantagens ao setor produtivo, principalmente com relação a movimentação e fluxo de recursos, pessoas e produtos, podendo gerar um aumento e uniformidade no volume de produção, no entanto, este apresenta um alto valor relativo de investimento, mas que poderá apresentar um retorno rápido e eficiente que trará garantidas melhorias organizacionais.

Desta forma pode ser concluído que a redefinição e re-planejamento de novo layout é bastante trabalhoso e custoso, assim para a definição do mesmo, é necessário um estudo bastante detalhado do setor produtivo, da empresa, dos produtos e de uma serie de outros fatores para que possa ser possível uma tomada de decisão concreta, com um alto grau de precisão, de forma que esta seja a única decisão correta.

4.1. DIFICULDADES ENCONTRADAS

As principais dificuldades encontradas para a realização do trabalho foram com relação às ferramentas da metodologia *Fac Plan* utilizadas na análise e desenvolvimento do novo *layout*, isto ocorreu pela inexistência de uma literatura abrangente sobre a mesma, não existindo livros, artigos ou estudos de caso suficientes para compreensão do planejamento de macro espaço, mais precisamente com relação a definição e entendimento das UPE's, que são a parte fundamental da metodologia, e não são de fácil entendimento, sendo que para sua criação é necessário avaliar e analisar uma grande quantidade de aspectos e características, que não ficam totalmente esclarecidas na literatura. Este fato acarretou em diversos inconvenientes, principalmente com relação aos cálculos de tamanhos da UPE's, e também quando a produtividade era calculada para estabelecer uma comparação com a produção real.

Desta forma, foram necessária mais coletas de dados, que acabaram sendo bastante trabalhosas, pelo fato da empresa se localizar distante da cidade de Maringá, sendo necessário um dia inteiro para a coleta, além da viagem e necessidade da produção estar em pleno funcionamento.

Também foram encontradas grandes dificuldades quanto ao estudo do *layout* da empresa, isto pelo fato de não existirem artigos retratando empresa do mesmo ramo de atuação, principalmente realizando estudos de arranjo físico.

4.2. PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

Como não existe na literatura uma grande fonte de informações sobre a ferramenta *Fac Plan*, ou mesmo sobre as características de empresas que atuam no ramo de equipamentos de *fitness*, uma boa proposta pode ser a utilização mais abrangente da ferramenta de SLP, bastante semelhante a metodologia de macro espaço, no entanto, possui uma proposta voltada para o fluxo de materiais.

Na utilização da metodologia de macro espaço, um modo mais eficaz e claro de analisar o *layout*, é tratar cada UPE como uma operação, atendendo suas características

e necessidades, desta forma, é possível visualizar as os problemas enfrentados pelo processo, além de facilitar o estabelecimento de melhorias imediatas.

Já para o dimensionamento das UPE's, quando uma operação possui mais de um posto de trabalho, trabalhar com o dimensionamento de um posto de trabalho permite uma melhor visualização do mesmo, além de uma análise mais eficiente das dimensões do posto, da área de atuação do funcionário, da área de ocupação do maquinário e também da área de ocupação do produto. Assim que dimensionado o posto de trabalho, simplesmente se analisa a movimentação dentro da operação para que seja possível determinar a dimensão final da UPE.

Quanto ao estudo da empresa, a redefinição do layout deve-se iniciar através da análise da capacidade produtiva, definindo se a quantidade de aparelhos e maquinário é suficiente para suprir a produção, também estabelecer a quantidade de postos de trabalho e funcionários que atendam a demanda, o tamanho dos postos de trabalho e por fim determinar a seqüência das operações.

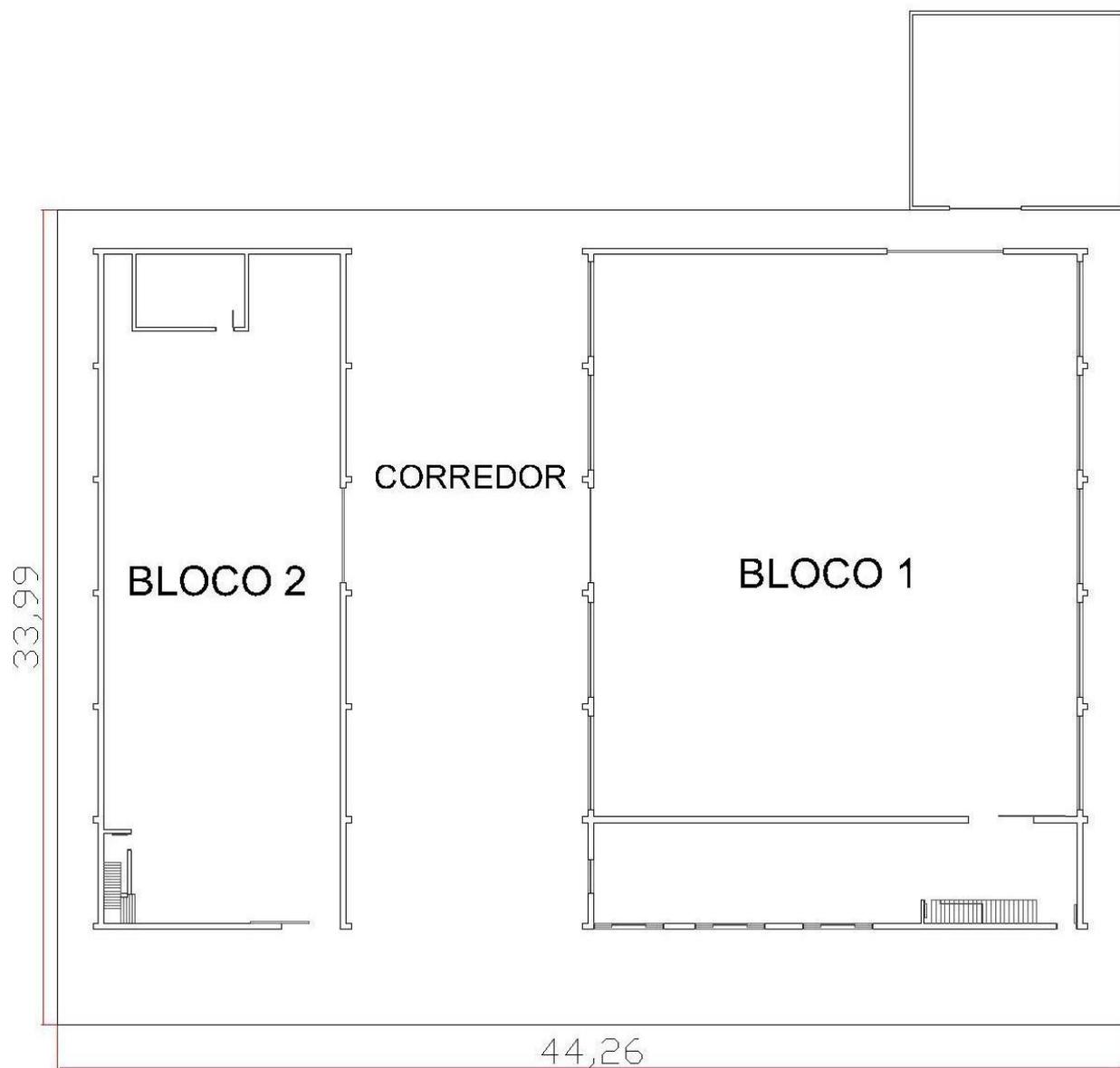
5. REFERÊNCIAS

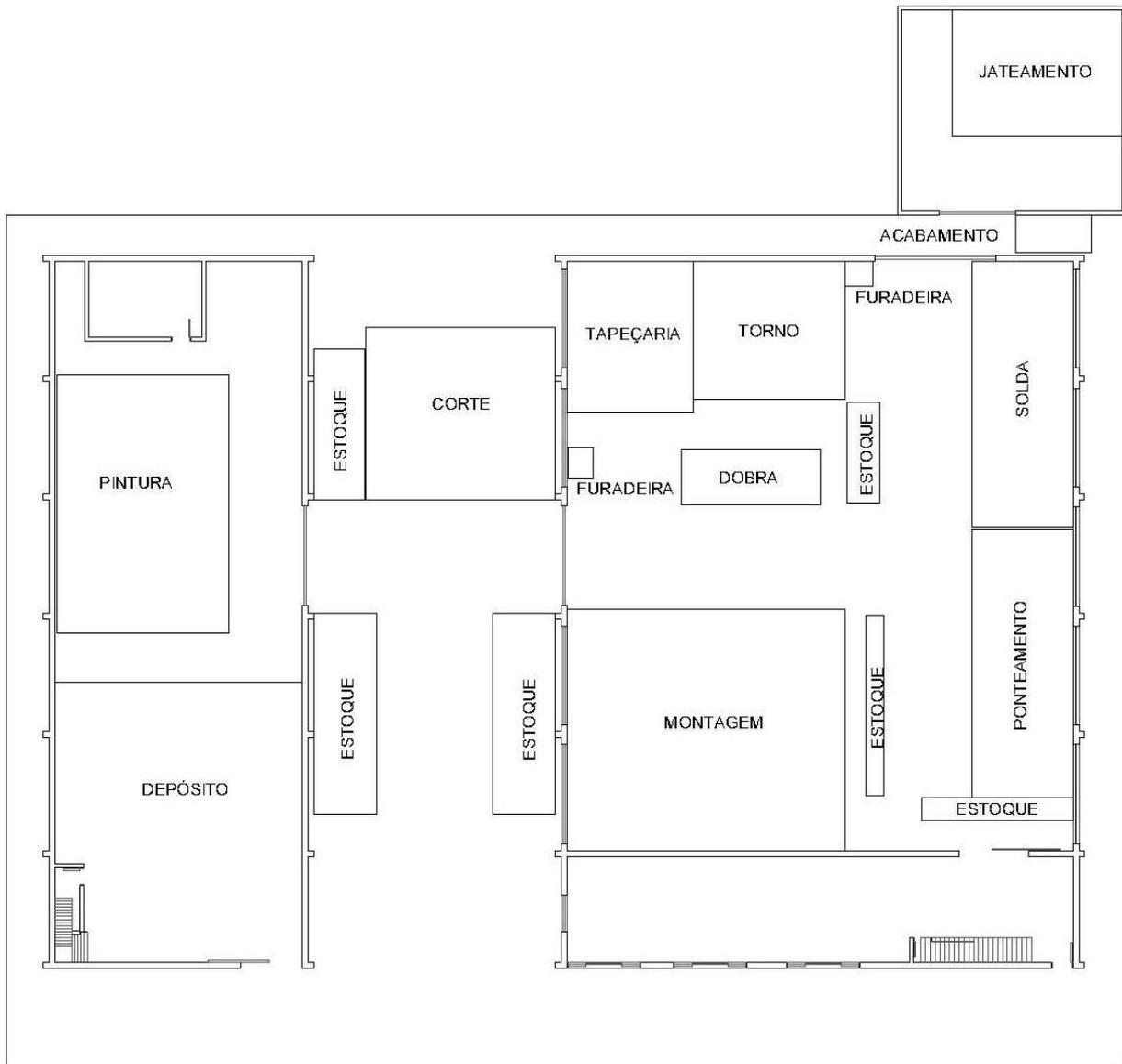
- AGUIAR, G. F. et al.; **Simulações de Arranjos Físicos por Produto e Balanceamento de Linha de Produção: Estudo de um Caso Real no Ensino para Estudantes de Engenharia**. COBENGE, 2007.
- ALVES, C. L.; BORBA, Mirna de. **Metodologia para projeto de layout em escritórios**. Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Florianópolis, 2000.
- BARNES, R. M., **Estudo de Movimentos e Tempos**. Edgard Blücher, 1982, 6ª ed., São Paulo.
- CAMAROTTO A. J. Simucad. Ufscar - Departamento de Engenharia de Produção. Disciplina: Engenharia do trabalho 3 – projeto de unidades produtivas, 2005.
- CAMPOS, V. F. TQC – **Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia, Fundação Cristiano Ottoni, 1992.
- CORREIA, K. S. A. e ALMEIDA, D. Alves de.; **Aplicação da Técnica de Mapeamento de Fluxo de Processo no Diagnóstico do Fluxo de Informações da Cadeia Cliente-Fornecedor**. ENEGEP, 2002.
- FRANCISCHINI, P. G.; **Necessidades de Aplicação de Ferramentas de Melhoria de Produtividade em Micro e Pequenas Empresas**. Departamento de Engenharia de Produção da E.P.U.S.P. - Grupo de Pesquisa em Qualidade e Produtividade, São Paulo, 1997.
- GAITHER, Norman, FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8.ed. SP: Pioneira, Thomson Learning, Inc., 2001.
- HARMON, Roy L.; PETERSON, Leroy D. **Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- LEE, Quaterman. **Projeto de instalações e do local de trabalho**. São Paulo: IMAM, 1998.
- MARETH, Taciana; ALVES T. W.; BORBA G. S. **Mapeamento de Processos e Simulação Como Procedimentos de Apoio à Gestão de Custos: Uma Aplicação Para o Processo de Registros e Matrículas da Universidade de Cruz Alta**. USP. São Paulo, 2009.
- MOORE, James M.; **Plant layout and design**. New York: Macmillan Publishing Company, 1962.

- MOREIRA, D. A. et al. **Introdução à Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 2001.
- NASCIMENTO, V. de M., **Método para Mapeamento do Fluxo de Informações do Processo de Suprimento na Indústria da Construção Civil: Um Estudo de Caso Múltiplo em Empresas do Subsetor Edificações**. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- NETTO C. A.; **PRO 2721 - Materiais e processos de produção IV**. Departamento de Engenharia de Produção. USP. São Paulo, 2009.
- PEINADO, J. e GRAEML, A. R.; **Administração da Produção: operações Industriais e de Serviços**. UNICENP. Curitiba, 2004.
- RODRIGUES, L. H.; **A importância do fluxo de materiais no sistema de manufatura como fator determinante para a competitividade de uma empresa – uma abordagem conceitual**. XIII SIMPEP, 2006.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSON, Robert. **Administração da Produção**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.
- TOMPKINS, J. A. et al.; **Facilities Planning**. 2 ed. New York: John Wiley, 1996.
- TORTORELLA, G. L. e FOGLIATTO, F. S.; **Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério**. Produção, V.18, N.3, 2008. P. 609-624.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.
- VOLLMANN, T. E. et al. **Manufacturing Planning and Control Systems**. 4ed, McGraw-Hill, 1997.

ANEXOS

ANEXO A



ANEXO B

ANEXO C**LEGENDA**

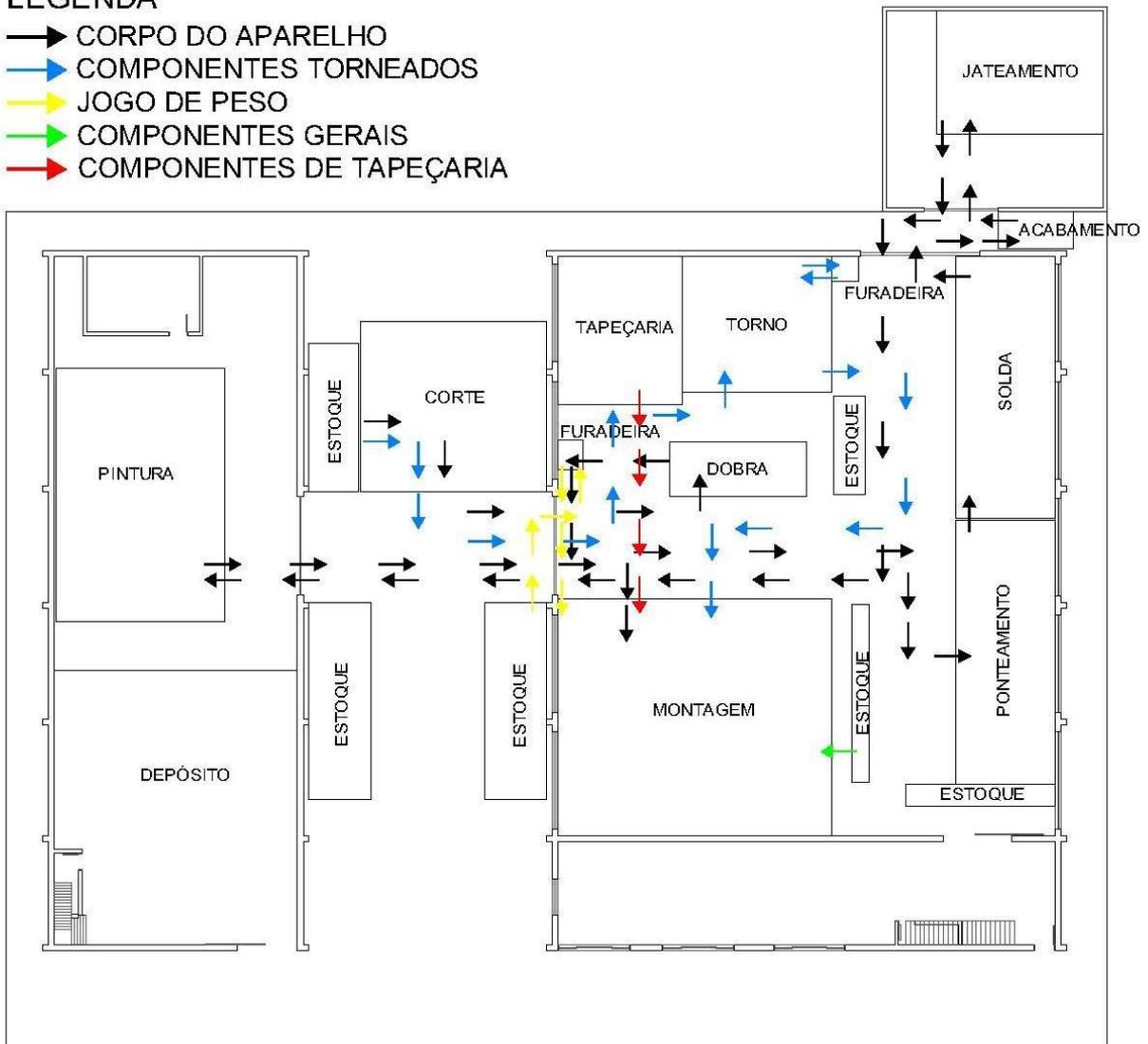
- MAQUINAS E EQUIPAMENTOS
- MESAS DE APOIO E ESTOQUES



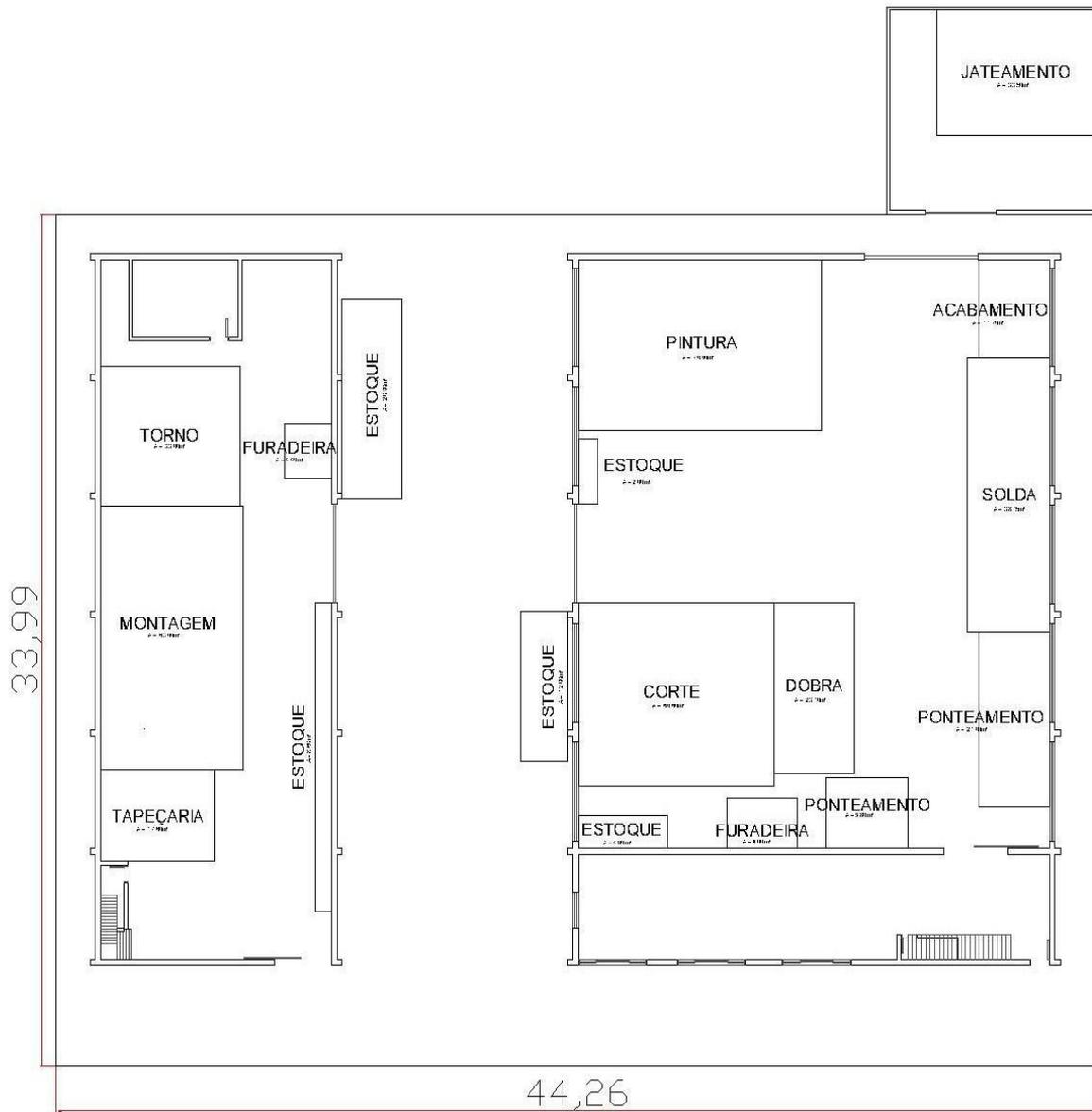
ANEXO D

LEGENDA

- CORPO DO APARELHO
- COMPONENTES TORNEADOS
- JOGO DE PESO
- COMPONENTES GERAIS
- COMPONENTES DE TAPEÇARIA



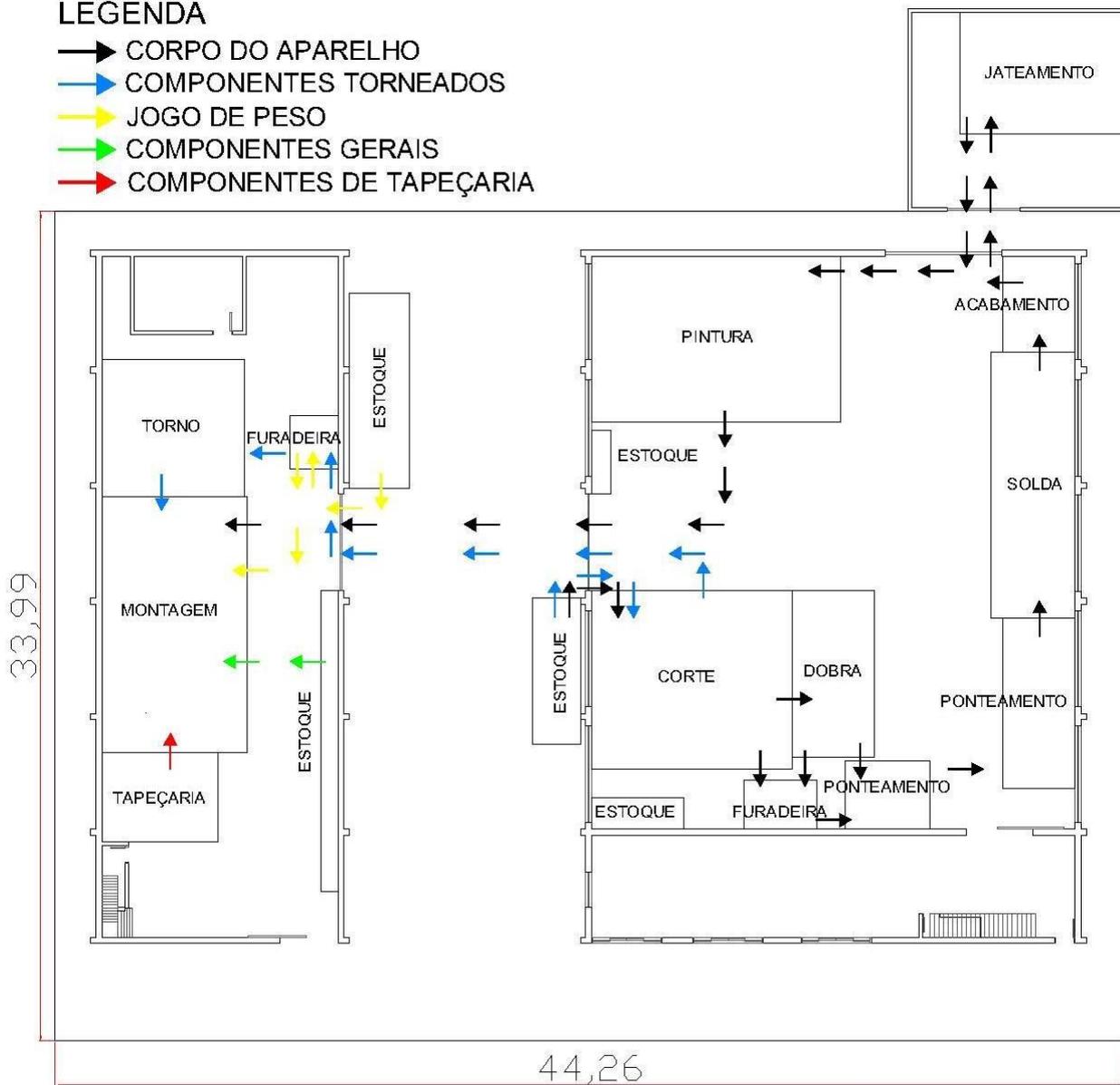
ANEXO E



ANEXO F

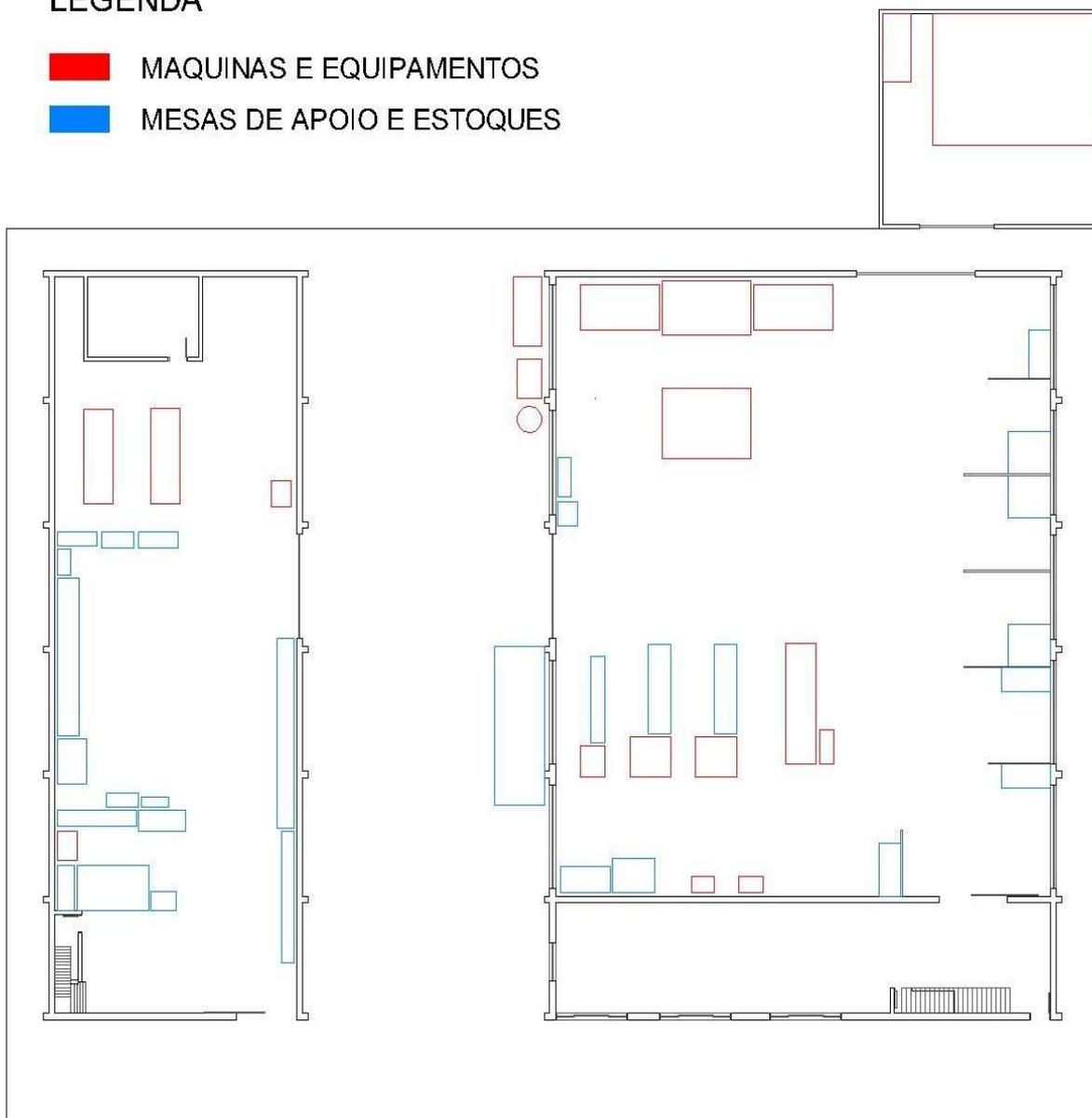
LEGENDA

- ➔ CORPO DO APARELHO
- ➔ COMPONENTES TORNEADOS
- ➔ JOGO DE PESO
- ➔ COMPONENTES GERAIS
- ➔ COMPONENTES DE TAPEÇARIA



ANEXO G**LEGENDA**

- MAQUINAS E EQUIPAMENTOS
- MESAS DE APOIO E ESTOQUES

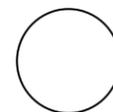


ANEXO H**PLANILHA DE CONTROLE GERAL DE INFORMAÇÕES DOS APARELHOS.****Fonte: Ipiranga Equipamentos**

PROFISSIONAL	TEMPO	Itens	QTDE
Tornearia =	2	Material/KG	68
Corte/Montagem =	6	Jogo Peso/KG	80
Solda =	1,2	Mig/KG	0,5
Acabamento =	0,5	Cabo Aço/MT	4
Jato =	0,5	Tinta/kg	1
Pintura =	0,5	Guias Inox	5
Montagem Final =	1	Componentes	37
Tapeçaria =	1,5	Aluminio #	0
Embalagem =	0,5	Pçs Cromadas	0

NOME DO EQUIP.:
ADUTOR ABDUTOR
COD.
100.921
LINHA:
HARD
DATA:
set/10

MÃO DE OBRA	149
MATERIAL	174
CABO AÇO	37
COMPONENTES	542
PARAFUSOS	2
OUTROS ITENS	101
CUSTO INICIAL (R\$)	1005



1/5 - 1º lote

ipiranga
equipamentos

Conf. Murilo:
Conf. Ailton
Conf. Manoel

Parafuso	Qtde	Pes o Unit
Frances 1/4x3/4"		
Frances 1/4x1"		
Frances 1/4x1"1/4		
Frances 1/4x2"		
Frances 1/4x2" 1/2		
Allen 5/16x3/8"		

Tapeçaria em EVA(e) ou Injeta(i)		QTDE
Modelo 41x33 U Quadrado		
Modelo 26x15 Arredondado		
Modelo 26x15 Quadrado		
Modelo 26 x 26 Quadrado		
Modelo 60 x 33 Redond Encosto		
Modelo 41 x 33		

Allen 3/8x1/2"		
Allen 3/8x5/8"		
Allen 3/8x1"		
Allen 3/8x1"1/4		
Allen 1/2x1"		
Sextavado 1/4x3/4"		
Sextavado 1/4x3"		
Sextavado 5/16x1"		
Sextavado 5/16x1" 1/4		
Sextavado 5/16x2"		
Sextavado 3/8x1/2"		
Sextavado 3/8x3/4"		
Sextavado 3/8x7/8"		
Sextavado 3/8x1"		
Sextavado 3/8x1"1/4		
Sextavado 3/8x1"1/2		
Sextavado 3/8x2"		
Sextavado 3/8x2"1/4		
Sextavado 3/8x2"1/2		
Sextavado 3/8x3"		
Sextavado 3/8x3"1/2		
Sextavado 3/8x4"		
Sextavado 3/8x4"1/2		
Sextavado 3/8x5"		0,20
Sextavado 10x70mm		
Sextavado 7/16x1"1/4		
Sextavado 7/16x2"1/2		
Sextavado 7/16x3"		
Sextavado 7/16x4"1/2		
Sextavado 7/16x5"		
Sextavado 7/16x5"1/2		
Sextavado 12x75mm		
Sextavado 12x85mm		
Sextavado 12x90mm		
Sextavado 12x90mm		
Sextavado 1/2x1"		
Sextavado 1/2x1"1/4		

Redondo		
Modelo 45 x 45 Anatômico		
Modelo D 25x25 Redondo		
Modelo 80 x 26 Redondo		
Modelo 120 x 26 Redondo		
Mod. Retangular 120 x 41 Quad		
Modelo Capela Bicipes		
Modelo Meia Cana 42x12		
Modelo 41 x 26 Quadrado		
Modelo 36 x 26 Quadrado		
Modelo 80 x 33 Redondo		
1/2 CANA - Inteira FlexoExtensora		
1/2 CANA - Metade Encosto Perna		
ROLO - Meio p/ Supino Declinado		
Modelo Rolinho 500 x 140 x 64		
Tecido - Corvin / mt		
ARRUELAS	Qtde	Zincage m
Pressão 1/4"		0
Funileiro 3/8"		
Lisa/estreita 10mm		0
Lisa/estreita 12mm		0
Lisa/estreita 11/16"		0
Lisa/estreita 20mm		0
Lisa 1 1/8"		0,1
Lisa 7/16"		0
Lisa 3/8"		0
Lisa 1/2"		0

	PORCAS Tamanho	Qtde	Peso Unit
	Parlock 5/16"		0,00
	Parlock 3/8"		0,00
	Parlock 10mm		0,00
	Parlock 7/16"		0,00
	Parlock 12mm		0,00
	Parlock 1/2"		0,00
	Parlock 5/8"		0,00
	Parlock 3/4"		0,00

Sextavado 1/2x1"1/2			Parlock 1"		0,00
Sextavado 1/2x2"			Comum 1/4"		
Sextavado 1/2x6"			Comum 3/8"		
Sextavado 5/8x1"1/2			Comum 7/16"		
Sextavado 5/8x3"1/2			Comum 1/2"		
Sextavado 3/4x2"			Comum 3/4"		
Sextavado 3/4x2"1/2			Comum 7/8"		

código	TAMPAS	qtde	código	item	qtde
1852	Anel dos tijolinhos sem aba com 1"		2641	Suporte 150 x 40mm para Dumbell	
2108/2026	Acab. Parafuso Sext 3/8"-5/16"-1/2"-10mm		3120	Tampa Interna Quadrada 20x20 PVC	
811	Tapa Parafuso Preto para 13mm		2157	Tampa Interna Quadrada 40x40 PVC	
627	Arruela p/ Rolete 1/4" x 1/4" - 5 mm		2158	Tampa Interna Quadrada 50x50 PVC	
2217	Arruela para Rolete 3/8" x 2 1/2" - 5 mm		2154	Tampa Interna Quadrada 60x60 PVC	
2091	Arruela PVC 1 1/8" x 2 1/2" Barras de 0,40mt		2153	Tampa Interna Ret Fitness100x50 PVC	
3144	Batente com Rosca 3/8" Redondo Grande		2159	Tampa Interna Ret Fitness 100x40 PVC	
3145	Batente com Rosca 3/8" Redondo Pequeno		581	Tampa Interna Ret 30 x 20 PP	
3147	Batente com Rosca 3/8" Roliço - Reto		583	Tampa Interna Ret 40 x 20 PP	
2342	Barra Rolete 2 1/2" x 3mm - medida em mt		584	Tampa Interna Ret 50 x 20 PP	
2084	Bolinha 5/16 x 1 1/2" para Cabo de Aço		1795	Tampa Interna Retangular 80 x 40 PP	
4329	Bolinha 5/16 x 2" para Cabo de Aço		598	Tampa Interna Retangular 50 x 30 PP	
2213	Bucha para Rolete 7/8" x 2 1/2"		606	Tampa Interna 7/8" em PP	
3148	Bucha para Rolete 1 1/2" x 1 3/4"		2127	Tampa Interna Abaulada 7/8"	
3152	Bucha de Apoio p Peso PVC 1" x 2" - 60mm		571	Tampa Interna 1" em PP Abaulado	
2188	Cabeça de Pesos - 1" x 1 1/2"		572	Tampa Interna 1" em PP	
2191	Cabo Aspiral Pino Carga 20 voltas - montado		568	Tampa Interna 1 1/8" em PP	
4430	Cabo Aspiral Pino Carga 36 voltas - montado		567	Tampa Interna 1 1/4" em PP Preta	
535	Encosto de Anilha 1 1/8 x 4"		579	Tampa tipo Ponteira Interna Pretas 2"	
2220	Queijões 3 1/2" x 3" Redondo		3261	Tampa Interna PP 2 1/4" - Reforçada	
2938	Haste Embuchamento 1 1/8" x 1 7/8" - 55 mm		3260	Tampa Interna PP 3" - Reforçada	
3876	Mangueira - tubo 1" interna dura		3852	Tampa Interna PP 4" - Reforçada	
805	Manopla PVC 150 mm x 1" interno = LUVA P		4805	Tampa Interna Oblonga em PP 64x25	
804	Manopla PVC 250 mm x 1" interno = LUVA M		4806	Tampa Interna Oblonga em PP 82x40	
1650	Manopla PVC 450 mm x 1" interno = LUVA G		4431	Tampa Interna Oblonga em PP 98x55	
1596	Manopla PVC 250mm x 7/8" com Aba		4807	Tampa Interna Oblonga em PP 150x50	
4331	Manopla PVC para Bike 130mm x 7/8"		06-rd	Bucha redução 60x60 para 50x50	
2273	Manopla em PVC 120mm x 1" Vazada		Elie	Protetor Anilha Aparelho 80x10 x 1.1/8"	
2643	Puxador com Trava 11 mm PTT				

3132	Ponteira Pisante 2" x 180mm	
3562	Ponteira para Pé 4"	
4830	Ponteira para Pé 3" - Pé elefante	
728	Pinos de carga 130mm "T" - MONTADO	
536	Pinos de carga 100mm "T" - MONTADO	
5759	Pino de carga 130mm "T" VERMELHO Montado	
2219	Tampa Externa 50 x 30 mm Bota Grossa	
2194	Tampa Externa 50 x 30mm Deit Grossa	
2199	Tampa Externa 70 x 30 mm Deit Grossa	
542	Tampa Externa Fina 40x40 em PVC	
1659	Tampa Externa Fina 50x50 em PVC	
2195	Tampa Externa Fina 60x60 em PVC	
4432	Tampa Externa Oblonga 150 x 50 mm	
2200	Tampa Externa Grossa 80 x 50 mm em PVC	
3446	Tampa externa Redonda 2" preta	
543	Tampa Externa Fina 80 x 40 mm em PVC	
544	Tampa Externa Fina 100 x 50 mm	
2201	Tampa Externa Fina 100 x 40 mm	
1899	Porcas Manípulos 3 Pontas	
5758	Porca Manípulo Esf Amarela 5/16"	
2182	Pisante Anatômico	
1894	Paraf Manípulo Rosetinha 1/4" x 15 mm	
1003	Paraf Manípulo 3 pontas 1/4" x 20 mm	
3143	Redutor C Trava 60x60 / 50x50 - 150mm (Comp)	
3155	Redutor Com Trava 50x50 / 40x40 - 150mm (Comp)	
5332	Redutor 1 1/8" x 7/8" - 18mm	
2315	Regulador de Esforço 50x50	
2176	Roldana 130mm 1 Rolamento - Maior	
539	Roldana 100mm 2 Rolam- (Pux Alto)	
541	Roldana 100mm 1 Rolamento- Padrão	
1290	Bucha para Rolamento Externa 13mm	
1289	Bucha para rolamento Interna 13mm	
1847	Rodinhas 2" em PP	
2192	Rodinhas 3" em PVC	

Rolamento	QTDE	
607		
608		
6000		
6001		
6003		
6004		
6005		
6006		
6007		
6008		
6200		
6201		
6202		
6203		
6204		
6205		
6206		
6303		
6304		
6308		
Uc 204 - 20m/m		
Uc 205 - 25m/m		
Uc 206		
FL 204 mancal		
P 204 mancal		
F 205 mancal		
FL 205 mancal		
P 205 mancal		
F 205 mancal		
UCF 205 mancal + Rol.		
FL 206 mancal		
F 206 mancal		
Rotula GE20DO		
TRAVA I52 - Leg Hard Rold		

ANEXO I
PLANILHA DE CONTROLE DE PEDIDOS DO MÊS DE JANEIRO
DE 2011.

Fonte: Ipiranga Equipamentos

Período: Janeiro

Cliente	Origem	Pedido	Aparelho	COD	QTDE	Linha	Entrada	Entrega
X	P. Prudente, SP	3645	Cross Angulado	AH711	1	Hard	21/dez	12/jan
X	P. Prudente, SP	3645	Supino Reto	AH990	1	Hard	21/dez	12/jan
X	P. Prudente, SP	3645	Flexora	L973	1	Hard	21/dez	12/jan
X	P. Prudente, SP	3645	Pulley Conjugado	AH840	1	Hard	21/dez	12/jan
X	P. Prudente, SP	3645	Leg 45	AH778	1	Hard	21/dez	12/jan
Y	P. Venceslau, SP	3648	Peck Deck	T3130	1	Titan	03/jan	14/jan
Z	P. Prudente, SP	3641	Cross	AH710	1	Hard	17/dez	14/jan
W	P. Epitacio, SP	3651	Supino Especial	T-PL3630	1	Titan	21/dez	17/jan
W	P. Epitacio, SP	3651	Suporte	T3660	1	Titan	21/dez	17/jan
T	Dourados, MS	3639	Cross Angulado	AH711	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Adutor/Abdutor	AH706	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Pulley	AH830	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Peck Deck	AH810	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Extensora	AH750	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Flexora Deitada	AH760	1	Hard	08/dez	19/jan
T	Dourados, MS	3639	Leg Horizontal	AH777	1	Hard	08/dez	19/jan
A	São Paulo, SP	3630	Desenvolvimento com carga	AH730	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Supino Reto	AH990	2	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Flexora	L973	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Pulley Conjugado	AH840	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Leg 45	AH778	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Cross Angulado	AH711	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Cross	AH710	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Glúteo	AH780	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Flexo Extensora	AH755	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Remada	AH870	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Adutor/Abdutor	AH706	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Pulley	AH830	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Peck Deck	AH810	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Extensora	AH750	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Flexora Deitada	AH760	1	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Supino Inclinado	AH975	2	Hard	29/nov	20/jan
A	São Paulo, SP	3630	Suporte	AH2960	4	Hard	29/nov	20/jan

B	P. Prudente, SP	3649	Supino (Encomenda)	sem cod.	2	Hard	05/jan	22/jan
B	P. Prudente, SP	3649	Suporte	AH2960	2	Hard	05/jan	22/jan
B	P. Prudente, SP	3649	Rosca Scott	AH-PL720	2	Hard	05/jan	22/jan
B	P. Prudente, SP	3649	Remada Cavalo	AH-PL960	1	Hard	05/jan	22/jan
C	P. Eptácio, SP	3628	Academia 3ldade	sem cod.	18	sem cod.	25/nov	28/jan

Venda Total	63
------------------------	-----------