



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ÊNFASE EM CONSTRUÇÃO CIVIL

**ANÁLISE E PROPOSTA DE *LAYOUT* PARA UMA
SERRALHERIA: ESTUDO DE CASO**

Esmailen Cardozo Ledis

TCC-EP-23-2012

**Maringá
Paraná – Brasil**

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

**ANÁLISE E PROPOSTA DE *LAYOUT* PARA UMA
SERRALHERIA: ESTUDO DE CASO**

Esmailen Cardozo Ledis

TCC-EP-23-2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientador: Prof. Dr. Gilberto Clóvis Antonelli

**Maringá - Paraná
2012**

ESMAILEN CARDOZO LEDIS

**ANÁLISE E PROPOSTA DE *LAYOUT* PARA UMA SERRALHERIA:
ESTUDO DE CASO**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Dr. Gilberto Clóvis Antonelli
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Prof. Dr. Manoel Francisco Carreira
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Maringá, Outubro de 2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai Euclides Cartapatti Ledis (em memoria) e minha mãe Marly Cardozo Ledis que sempre me amaram e me incentivaram a estudar e a realizar o sonho de ser Engenheiro.

EPÍGRAFE

**“Aprender com nossos erros é sinal de sabedoria, aprender com os erros dos outros é
sinal de genialidade”
José Plínio.**

**A decisão de planejar continua sendo sua!
“Não há vento favorável para aquele que não sabe onde quer ir”
Sêneca.**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por seu amor à minha vida;

Agradeço à minha família pelo amor incondicional e ensinamentos à minha pessoa. Agradeço, em especial, meu pai Euclides Cartapatti Ledis (em memória) e minha mãe Marly Cardozo Ledis por não permitir que eu desistisse do sonho de ser Engenheiro.

Se não fosse você este trabalho não seria possível. Pai, Mãe, Vó e Madrinha (Ercília Gomes Cardozo), Vó Odete Cartapatti de Melo, Irmã Rita de Cassia Cardozo Ledis e minha esposa Jandislene Pereira Medeiros, amo vocês.

Agradeço também às pessoas que são importantes na minha vida e que, direta ou indiretamente, colaboraram para a elaboração deste trabalho:

O professor Gilberto Clóvis Antonelli por ter “topado” me orientar neste trabalho.

À Barbaro Correa Ordonhes Junior por permitir o estudo no seu setor, pelo aprendizado no período de elaboração deste trabalho e pela amizade.

Aos professores da Universidade Estadual de Maringá pela grande contribuição na minha formação acadêmica, pessoal e pela amizade.

À Erico Gomes Faria, amigo e companheiro de trabalho, pela paciência para com a minha pessoa durante a minha formação acadêmica.

À professora Célia Baldin por ter me auxiliado na análise dos tipos de processo e uso do Método dos Elos para o Estudo de Caso utilizado neste trabalho.

Aos meus amigos (Danilo Ferro, Eduardo Matsumoto, Leonardo Alan, Marco Túlio, Marcos Toyoshima, Paolla) pela compreensão, paciência e companheirismo.

RESUMO

O *Layout* é uma das características mais evidente em uma empresa, é o que causa a primeira impressão ao entrar em uma fábrica, determina sua forma, aparência e o fluxo do produto em transformação no interior da mesma. Este trabalho tem por objetivo analisar o *Layout* de uma serralheria, identificar as necessidades de espaço e disposição das máquinas e equipamentos, bem como propor um novo *layout* para uma serralheria. Para obter um arranjo espacial que tenha o melhor desempenho em conjunto das características de espaço, flexibilidade, segurança, condições de trabalho, condições de controle e qualidade para o processo produtivo. Com o rearranjo físico proposto foi possível diminuir a distância total percorrida pelo produto, melhorar a utilização do espaço disponível e a eliminação de movimentações desnecessárias. Concluiu-se que um projeto de uma instalação industrial planejado torna-se fundamental para a organização e melhoria do fluxo da fábrica, minimização de *lead-time* do produto e custos de fabricação.

Palavras-chave: Análise de *Layout*; Rearranjo físico; Serralheria.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	4
1.3.2 <i>Objetivo específico</i>	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 – DEFINIÇÃO E OBJETIVO DO LAYOUT	5
2.2 – NECESSIDADES DE UM NOVO LAYOUT	6
2.3 – PRINCÍPIOS DE UM LAYOUT	7
2.4 – FATORES QUE INFLUENCIAM NO LAYOUT.....	9
2.4.1 – <i>Localização da fábrica</i>	9
2.4.2 – <i>Vias de acesso</i>	9
2.4.3 – <i>Restrições de regulamentos municipais</i>	9
2.4.4 – <i>Espaços disponíveis</i>	10
2.4.5 – <i>Tipo de edifício</i>	10
2.4.6 – <i>Possibilidade de expansão e ou de adaptação</i>	10
2.4.7 – <i>Matéria prima</i>	10
2.4.8 – <i>Produto</i>	10
2.4.9 – <i>Processo de produção</i>	11
2.4.10 – <i>Equipamento</i>	11
2.4.11 – <i>Movimento de materiais e produtos</i>	11
2.4.12 – <i>Armazenamento</i>	12
2.4.13 – <i>Controle</i>	12
2.4.14 – <i>Manutenção</i>	12
2.4.15 – <i>Segurança</i>	12
2.4.16 – <i>Limpeza e higiene</i>	12
2.4.17 – <i>Serviços</i>	13
2.4.18 – <i>Capacidade e turnos de trabalho</i>	13
2.4.19 – <i>Material</i>	13
2.4.20 – <i>Mão-de-obra</i>	13
2.4.21 – <i>Ambientais</i>	13
2.5 – TIPOS DE LAYOUT.....	15
2.5.1 – <i>Layout por produto ou em linha</i>	15
2.5.2 – <i>Layout por processo</i> :	16
2.5.3 – <i>Layout agrupado ou celular</i>	17
2.5.4 – <i>Layout posicional ou estacionário</i> :.....	18
2.6 – DETERMINAÇÃO DOS DEPARTAMENTOS.....	19
2.7 – DETERMINAÇÃO DOS ESPAÇOS PARA OS DEPARTAMENTOS	20
2.8 – PREPARAÇÃO DOS ESQUEMAS DE PROCESSO DE OPERAÇÃO	20
2.9 – DETERMINAÇÃO DO TIPO DE FLUXO DE MATERIAL.....	21
2.10 – LAYOUT DEPARTAMENTAL.....	22
2.11 – ELABORAÇÃO DE LAYOUT DOS DEPARTAMENTOS.....	24
2.12 – MÉTODOS DE ELABORAÇÃO DO LAYOUT DOS DEPARTAMENTOS	27
3. ESTUDO DE CASO	32
3.1. METODOLOGIA.....	32
3.2. COLETA DE DADOS PARA SUBSÍDIOS	33
3.3. DESCRIÇÃO DOS FATORES RELACIONADOS À PRODUÇÃO DOS PRODUTOS.....	39
3.4. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO FUTURA.....	44
3.5. ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DE LAYOUT A SEREM SEGUIDOS	44
3.6. DETERMINAÇÃO DOS DEPARTAMENTOS	45

3.7. PREVISÃO DOS ESPAÇOS NECESSÁRIOS PARA OS DEPARTAMENTOS	45
3.8. ESTUDO E PREPARAÇÃO DOS ESQUEMAS DE PROCESSO DE PRODUÇÃO.....	46
3.9. DETERMINAÇÃO DO TIPO DE FLUXO DO MATERIAL	46
3.10. ELABORAÇÃO DO <i>LAYOUT</i>	48
3.11. <i>LAYOUT</i> EXISTENTE.....	55
3.12. PROPOSTA DE NOVO <i>LAYOUT</i>	56
3.13. CONCLUSÃO.....	57
4. REFERÊNCIAS.....	59

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: <i>Layout</i> por Produto ou em Linha	16
Figura 2: Arranjo por processo	17
Figura 3: <i>Layout</i> Agrupado ou Celular.....	18
Figura 4: <i>Layout</i> posicional	19
Figura 5: Tipos de Fluxo de Materiais	21
Figura 6: Fluxograma de Processo de Produção	47
Figura 7: <i>Layout</i> Provável	52
Figura 8: <i>Layout</i> Existente.....	55
Figura 9: <i>Layout</i> Proposto	56
Quadro 1: Combinação de Recursos	15
Quadro 2: Sequência de Operação.....	28
Quadro 3: Fluxos de Transportes.....	28
Quadro 4: Quadro dos Elos	29
Quadro 5: Exemplo de obtenção da sequência fictícia.....	29
Quadro 6: Produtos e suas respectivas operações	30
Quadro 7: Matriz de relacionamento entre produtos e operações	31
Quadro 8: Matriz com arranjo diagonal	31
Quadro 9: Questões sobre Aspectos de Produção	37
Quadro 10: Produtos	49
Quadro 11: Processamentos	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações Sobre a Empresa	34
Tabela 2: Questões sobre Aspectos Ambientais.....	35
Tabela 3: Questões sobre Aspectos de Produção	36
Tabela 4: Utilização em Comum de Equipamentos	38
Tabela 5: Ordem de Preferencia de Equipamento	39
Tabela 6: Sequencia dos Postos.....	49
Tabela 7: Elos entre os Postos	50
Tabela 8: Frequência do Uso dos Elos	50
Tabela 9: Solicitações dos Postos.....	51
Tabela 10: Determinação das Áreas Mínimas - Método de Guerchet.....	52
Tabela 11: Distancia entre Elos para Layout Existente e Layout Proposto.....	54

1. INTRODUÇÃO

Os aspectos de organização de uma empresa passam, necessariamente, pela localização física de seus departamentos, seções, equipamentos e pessoal. Em outras palavras trata-se do *layout* de suas instalações. Os objetivos envolvidos nos problemas de *layout* são muitos. Por exemplo: racionalizar o espaço disponível, cuidar da segurança do trabalho e tratar as questões ergonômicas do sistema produtivo, maximizar a proximidade dos departamentos, minimizar o custo de manipulação de materiais (Machline, 1990).

Os problemas envolvendo *layouts* industriais são complexos e difíceis de serem formulados e analisados, pois envolvem um grande conjunto de combinações e variáveis e possuem características que dificultam um tratamento puramente intuitivo. Muitos projetistas têm utilizado técnicas subjetivas para o desenvolvimento e avaliação de *layout*, devido sua complexidade, muito simplesmente apelam para a adivinhação ou o que os outros acham para o melhor dimensionamento de máquinas e equipamentos, o que é um absurdo, haja visto que os problemas de *layout* possuem tantas especificidades que devem ser tratados de forma singular, pois cada projeto é um novo projeto e cada indústria possui as suas características próprias que a torna única (Machline, 1990).

As serralherias conforme se pode verificar, no geral, desenvolvem suas atividades produtivas sem nenhuma preocupação com o *layout*, por mais simples que seja em termos de arranjos físicos:

- a) Espaços demasiadamente reduzidos;
- b) Instalações dos equipamentos sem nenhum estudo prévio, ocasionando deslocamentos desnecessários dos empregados e ou grande número de cruzamentos;
- c) Acidentes durante o transporte de materiais, como também na execução dos serviços;
- d) Departamentos mal posicionados, como depósito de matéria-prima distante dos pontos de sua aplicação, ou ainda, diversos locais de armazenamento;
- e) Ambientes desagradáveis para o desenvolvimento normal das atividades, como locais sem iluminação suficiente, excesso de ruídos, paredes escuras, má ventilação.

A partir destas constatações e visando obter soluções para tais problemas, este trabalho pretende elaborar um *layout* básico para atender às necessidades de produção em serralherias. Ressalta-se a principio, que neste estudo trataremos da identificação de problemas de processo produtivo causados pela falta de desenvolvimento de projetos de instalação em uma serralheria, integrando-as nas diferentes etapas envolvidas na concepção e melhoria de uma unidade industrial. Portanto, o objetivo do trabalho é solucionar os problemas de *layout* em uma serralheria em específico, procurando conseguir algo simples, funcional e de custos reduzidos.

1.1 Justificativa

Com base na análise e melhorias de *layout* é possível ter mais eficiência no processo produtivo, tornando o produto mais competitivo e de maior qualidade, com tempo menor de entrega, podendo ter várias possíveis aplicações, tanto em ambientes industriais, os conhecidos “chão-de-fábrica”, como nas áreas de apoio à produção (escritórios, manutenção, etc.).

As análises de *layout* podem aperfeiçoar a produção com baixo investimento e pequenas alterações no processo produtivo. Por meio da análise de *layout* pode-se identificar situações de gargalos, e causas de problemas, situações estas, onde se pode aplicar ferramentas para aumentar a flexibilidade e melhorar a eficiência e a produtividade, o que certamente agregará valor ao produto e a empresa.

Os ajustes de *layout* permitem reduzir o tempo de processo e a movimentação da matéria-prima dentro do processo produtivo, de forma que o fluxo da produção transcorra da forma mais eficiente possível, sem grandes e desnecessários deslocamentos.

Optou-se pelo ramo metal mecânico como estudo de caso, mais especificamente uma serralheria, pela necessidade da empresa em passar por mudanças no local devido problemas de dimensionamento, o que tem causado desperdícios de materiais, baixa produtividade e riscos de acidente. Logo nosso trabalho terá condições de levantar problemas e situações existentes, oferecendo uma comparação entre a teoria e prática, além da possibilidade de ser utilizado com método para melhoria do *layout* da empresa.

Por desenvolver suas atividades produtivas sem nenhuma preocupação com o *layout* nota-se na atual instalação, entre outros problemas os desvios técnicos:

- a) Espaços demasiadamente reduzidos;
- b) Instalações dos equipamentos sem nenhum estudo prévio, ocasionando deslocamentos desnecessários dos empregados e/ou grande números de cruzamentos;
- c) Acidentes durante o transporte de materiais, como também na execução dos serviços;
- d) Departamento mal posicionado, como depósito de matérias-primas distantes dos pontos de sua aplicação, ou ainda, diversos locais de armazenamento;
- e) Ambientes desagradáveis para o desenvolvimento normal das atividades, como locais sem iluminação suficiente, excesso de ruídos, paredes escuras, má ventilação;
- f) Sanitários pequenos, insuficientes e sem higiene.

A partir destas constatações e visando obter soluções para tais problemas, este trabalho pretende elaborar um *layout* básico para atender as necessidades de produção da serralheira analisada.

1.2 Definição e delimitação do problema

A falta de projetos da instalação dos setores da serralheira tais como: administração/escritório, produção, almoxarifado/deposito de ferramentas e materiais, pintura, sanitários, armazenagem e expedição tem gerado problemas de demora da produção, falta de espaço para acomodar máquinas e equipamentos, condições insalubres de trabalho, ociosidade, acidentes de trabalho, atraso na entrega de algumas encomendas, desperdícios de matéria prima e mão de obra, perda de competitividade, credibilidade e confiança de mercado. Com à análise de layout para uma serralheira da Secretaria Municipal de Serviços Públicos – SEMUSP da Prefeitura Municipal de Maringá – PMM estaremos propondo um *layout* que atenda as necessidades e as especificações de produção e que minimize as distancias percorridas e os entroncamentos destes processos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Ressalta-se a princípio, que este estudo objetiva analisar os setores de trabalho de uma serralheria, de modo a melhorar o *layout* existente, diminuindo as distancias percorridas e evitando o entroncamento dos processos, visando à redução dos desperdícios devido às situações da atual instalação, identificando falhas de *layout*, problemas gerados pela falta de projetos da instalação, bem como estudo de melhorias viáveis para o processo analisado. Para obter um arranjo espacial que tenha o melhor desempenho em conjunto das características de espaço, flexibilidade, segurança, condições de trabalho, condições de controle e qualidade para o processo produtivo.

1.3.2 Objetivo específico

- Realizar revisão de literatura quanto ao *layout* adequado;
- Levantar o *layout* produtivo atual do estudo caso;
- Conhecer a sequencia e fluxo dos processos produtivos;
- Aplicar questionário para coleta de dados;
- Analisar os dados coletados e o sistema de produção;
- Implementar imagem do layout em software (AutoCad);
- Determinar a distancia percorrida para produção das esquadrias;
- Identificar os entroncamentos de processos;
- Adequar o posicionamento dos centros produtivos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Definição e Objetivo do Layout

O termo inglês *layout*, traduzido pelo dicionário “Novo Michaelis”, significa: plano, esquema, exposição, amostra, equipamento.

Em nosso país este termo ficou muito conhecido na sua forma original do inglês, havendo inclusive muitos autores que já a adaptaram para o português como **Leiaute**. Há quem prefira usá-lo ainda como **Arranjo Físico**.

De acordo com Machline (1990):

“*Layout* é a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho, nas máquinas, dos pontos de armazenamento, e do trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção; dos meios de suprimentos e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo de trabalho”.

Segundo Russomano (2000): “*Layout* nada mais é que a arrumação conveniente das seções e das máquinas da fábrica”.

Por outro lado, para Reis (1978): “*Layout* ou Arranjo Físico de fábrica compreende a disposição física do equipamento, pessoas, materiais, área de trabalho e de estocagem e, de um modo geral, a disposição racional dos diversos serviços de uma fábrica”.

Segundo Agostinho (1985), a abordagem básica de um problema de *layout* é reduzir o transporte à zero, e produzir mais com menos recurso. Um *layout* bem elaborado permitirá que materiais, colaboradores e informações fluam de forma eficiente e segura.

Segundo Tompkins (1996 apud TREIN, 2001), o *layout* e o sistema de manuseio do material devem ser desenvolvidos simultaneamente.

Os maiores objetivos de um bom *layout* de planta são discutidos por Vieira (1981) e Machline (1990) podem ser resumido nos seguintes tópicos:

- Integrar totalmente as pessoas, máquinas e materiais de modo a possibilitar uma produção eficiente e econômica;
- Menos riscos para a saúde e segurança do operário;
- Maior satisfação e ânimo por parte do empregado;
- Minimizar o custo com manuseio de material;
- Reduzir os transportes e movimentos de materiais;
- Facilitar o fluxo de materiais e pessoas;
- Dar flexibilidade em caso de modificações, sem necessitar de longas paradas do produto e sem recorrer a custosos sistemas de desvio e de transporte;
- Permitir a expansão, por meio de áreas reservas, com ajuste mais fácil para mudanças;
- Manter a flexibilidade do arranjo e das operações;
- Eliminar investimentos de capital desnecessários, diminuindo os investimentos em equipamentos e instalações: as linhas de água, vapor, esgoto, força e etc., devem ser traçadas da maneira mais econômica possível, e as máquinas não devem ser duplicadas por mera obediência a um princípio de *layout*;
- Promover uma efetiva utilização do espaço;
- Promover uma máxima visibilidade;
- Estimular a efetiva utilização da mão de obra;
- Estabelecer um fluxo unidirecional;
- Definir rotinas visíveis.

2.2 – Necessidades de um Novo *Layout*

A grande maioria das empresas possuem problemas de *layout*, em maior ou menor grau. Umas, que por falta de uma administração eficiente, não se preocupam e realmente não tem consciência da importância do *layout*, outras, que por ocasião do início de suas atividades eram pequenas e foram crescendo desordenadamente. Há, ainda, algumas que por falta de capital, preferem não investir neste aspecto.

Outros fatores específicos podem fazer com que as empresas se situem nessa problemática. Entende-se que mais cedo ou mais tarde elas terão que rever esta posição, porque é

praticamente impossível que venha a ter sucesso ou que alcancem seus objetivos delimitados anteriormente, sem encarar com seriedade o problema do *layout*.

Devido à complexidade dos problemas de projeto, é recomendado desenvolver alternativas de sistemas de manuseio e um *layout* apropriado para cada uma delas. O *layout* preferido deve ser o que resulte de análises e considerações de todo o sistema produtivo.

Agostinho (1985) afirma que as exigências para as futuras instalações podem ser determinadas considerando-se o *layout* dos equipamentos de produção da fábrica. Pois a empresa pode estabelecer quanto e qual tipo de espaço será necessário. Mas a empresa não pode olhar apenas este aspecto para determinar a nova instalação, deverá ter alternativas eficientes para atender as diversas exigências existentes ou que venham a existir com a introdução de novos produtos.

2.3 – Princípios de um Layout

Segundo Iida (2005), na atividade de elaboração do *layout* da fábrica podem ser considerados dois pontos: o arranjo dos departamentos de produção e de serviço da fábrica e o arranjo dos equipamentos de produção, com os quais o operador deve trabalhar em determinada seção, em algum desses departamentos. Em ambos os casos, o objetivo é o arranjo que permita o mais eficiente fluxo de trabalho, do ponto de vista do custo de produção.

Segundo Machline (1990), os um *layout* deve ater-se a quatro princípios:

1. “Princípio da economia do movimento – o *layout* ótimo tende a diminuir a distancia a ser percorrida pelos operários e ferramentas entre as operações de fabricação”;
2. “Princípios do fluxo progressivo – o movimento ininterrupto de uma operação para a próxima, sem transportes de volta ou cruzamentos de materiais, homens e equipamentos, é o preferível”.
3. “Princípio da flexibilidade – a possibilidade de rearranjos econômicos para adaptar a produção às mudanças do produto do volume de produção e dos equipamentos e processo, deve ser sempre preferida”.

4. “Princípio da integração – a integração entre fatores que é necessária para que o *layout* seja ótimo, deve sempre preferida”.

No planejamento do *Layout*, a identificação de cada espaço de trabalho, tem como objetivo o melhor resultado, grupo das características de custo, flexibilidade, segurança, condições de trabalho, fatores de avaliação e qualidade para o processo produtivo. Este arranjo deve seguir os seguintes princípios: integração, mínima distância, obediência ao fluxo das operações, uso das três dimensões, satisfação, segurança e flexibilidade (CAMAROTTO, 2005c).

No princípio da integração, os vários componentes que integram os fatores produção devem estar alinhados, pois a falha em algum deles pode gerar uma falha do conjunto inteiro.

No princípio da mínima distância, o custo gerado pelo transporte é uma perda muitas vezes desnecessária, pois não agrega nenhum valor ao produto, assim as distâncias devem ser reduzidas ao mínimo para evitar trabalhos desnecessários e custos maiores.

Já no princípio de obediência ao fluxo das operações, os materiais, equipamentos e pessoas, devem ser dispostos e movimentar-se em fluxo contínuo e de acordo com a sequência do processo de manufatura, evitando-se cruzamentos, retornos e interrupções.

No princípio do uso das três dimensões, para a melhor utilização do espaço é necessário levar-se em consideração o volume do material a ser alocado e seu peso. E para o princípio da satisfação e segurança, o ambiente deve proporcionar boas condições de trabalho e máxima redução de risco. Não se deve esquecer a influência de fatores psicológicos como cores, impressão de ordem, impressão de limpeza, arrumação, iluminação entre outros, como aspectos que contribuem para a satisfação no trabalho.

Para o princípio da flexibilidade se deve levar em consideração, durante a elaboração de um *layout*, a necessidade atual do mesmo e a perspectiva de necessidade futura (CAMAROTTO, 2005c).

2.4 – Fatores que Influenciam no *Layout*

Existem diversas listas de fatores elaborados por muitos autores. Machline (1990) recomenda a leitura do maior número delas, pois a lembrança de um fator pode evitar um erro custoso. Tomando-se por base os fatores descritos por Machline (1990) e ordenando-se para que sejam analisados de acordo com *layout* a ser elaborado e também acrescentando os aspectos ambientais citados por Iida (2005) e Reis (1978), têm-se os seguintes fatores:

2.4.1 – Localização da fábrica

Neste fator devem-se fixar apenas nos pontos que poderão influenciar no *layout*, pois o estudo da localização de fábrica é bastante abrangente e extenso e foge aos objetivos deste trabalho. Portanto, os pontos que poderão influenciar o *layout* diretamente poderão ser: clima, ruídos, vibrações, orientações de acordo com os pontos cardeais, etc.

Verifica-se que a atual instalação onde se encontra instalada a serralheria possui ótima localização devido estar em uma área industrial, na qual não terá problemas com o entorno, além de estar localizada em um local com diversos setores de manutenção da empresa, aumentando assim a integração entre os mesmos.

2.4.2 – Vias de acesso

Os terrenos deverão ter acesso rápido às vias principais e boas condições de tráfego, de modo a facilitar o acesso aos diversos próprios públicos, locais estes onde serão entregues os produtos. Devendo ser observado:

- Tipos de acesso: rodoviário, ferroviário, etc.;
- Possibilidade de desvios dos acessos públicos;
- Posição dos acessos em relação ao terreno e conseqüentemente ao edifício (com a finalidade de delimitar as posições dos departamentos de recepção e expedição).

2.4.3 – Restrições de regulamentos municipais

Deverão ser observados os regulamentos municipais quanto ao:

- Tipos de edifícios permitidos;
- Taxa de ocupação do terreno;

- Número de pavimentos;
- Recuo das divisas.

2.4.4 – Espaços disponíveis

- Tamanho forma e topografia do terreno.

As instalações existentes possuem 490,00 m², na forma retangular, favorecendo melhor aproveitamento do espaço.

2.4.5 – Tipo de edifício

Deverá apresentar:

- Forma em planta, retangular, tipo U, L, H ou outros;
- Pé direito (altura entre o piso e o teto);
- Tipo de cobertura (arco, tesoura, shed) e ventilações através da cobertura;
- Tipos de estruturas: metálicas, concreto armado, pré-moldados, colunas internas;
- Tipos de acabamentos: dos fechamentos laterais ou paredes internas, do piso, concreto bruto, cimentado, cerâmicos ou outros.

2.4.6 – Possibilidade de expansão e ou de adaptação

- Espaços para expansão;
- Flexibilidade em caso de mudança de produto ou processo;

2.4.7 – Matéria prima

- Tipos, modelos, peso, tamanho e quantidade;
- Características físicas e químicas;
- Regularidade no suprimento;
- Tipos de entrega: ocasional, contínua, etc.

2.4.8 – Produto

- Tipo, tamanho, volume, quantidade e demais características físicas e químicas;

2.4.9 – Processo de produção

- Roteiro do processo: sequencia a ser seguida;
- Método de trabalho;
- Estudo de métodos mais econômicos;
- Fluxograma do material e fluxograma do operador.

2.4.10 – Equipamento

Segundo Borba (1998), deve-se levantar informações, de todos os equipamentos da planta, como sua identificação, dimensão, peso, área necessária para seu funcionamento pleno, suprimentos (alimentação de energia), periculosidade, ruído, calor e suas características operacionais.

Segundo Martins e Laugeni (2005), “a quantidade de equipamentos a ser utilizada depende da capacidade, do número de turnos e das especificações técnicas de cada equipamento”. Deverá ser analisado e previsto:

- Tipos, quantidade, especificações técnicas;
- Espaços físicos ocupados: real, área de influencia.
- Tipo de alimentação: energia elétrica, vapor, ar comprimido, etc.;
- Necessidade de equipamentos auxiliares: exaustores, abafadores, etc.;
- Necessidade de isolamento devido a ruídos, perigos de acidente, etc.;
- Fundações especiais para assentar os equipamentos.

2.4.11 – Movimento de materiais e produtos

Segundo Borba (1998), um dos principais fatores na elaboração de *layout*, analisando o percurso seguido pelo material, máquinas e pessoas; os tipos de transportes usados; o manuseio do material; o espaço existente para a movimentação e a segurança dos funcionários e visitantes. Deverá ser previsto:

- Espaços para transporte interno, corredores, etc.;
- Tipo de transporte interno: carrinhos, transportadores;
- Tipo de piso, desníveis entre pisos, rampas, etc.;
- Proteção do produto ao ser transportado.

2.4.12 – Armazenamento

De acordo com Borba (1998), é considerado o armazenamento tanto de materiais em processo quanto de materiais sem processo, estudando o dimensionamento em função do material; o dimensionamento dos corredores do depósito e a diminuição de estocagem em processo.

Devem ser previstos:

- Locais de armazenamento;
- Tempo de armazenamento;
- Tipo, tamanho, quantidade dos produtos ou matéria-prima;
- Previsão de áreas a serem ocupadas.

2.4.13 – Controle

- Locais de controle de qualidade e quantidade;
- Prever áreas destinadas para inspeção;
- Frequência do controle;
- Facilidade do acompanhamento.

2.4.14 – Manutenção

- Acesso fácil às partes dos equipamentos;
- Almojarifado e localização central;
- Sistema de remoção de equipamentos, quando necessário.

2.4.15 – Segurança

- Áreas das seções, bancadas, etc., permitindo fácil trabalho ao operador;
- Saídas de emergência;
- Isolamento de equipamentos perigosos;
- Equipamentos para prevenção de acidentes.

2.4.16 – Limpeza e higiene

- Desnível de piso e canaletas para permitir rápido escoamento de água;
- Tipos de remoção de resíduos, cavacos, etc.;

- Localização dos sanitários.

2.4.17 – Serviços

- Prever localização e áreas para os departamentos necessários, como: escritórios, controle, almoxarifado, recepção, expedição, sanitários, linha auxiliares e facilidades para o funcionário.

2.4.18 – Capacidade e turnos de trabalho

Martins e Laugeni (2005), dizem que a análise de vendas anuais não é o suficiente para a determinação da capacidade de produção, deve-se levar em conta um conjunto de decisões com relação à capacidade, como se será utilizada a capacidade nominal, máxima ou de outro valor; se será utilizado um dois ou três turnos de trabalho para atender às demandas futuras, analisando essas decisões com a capacidade financeira da empresa. Depois de determinada a capacidade e a quantidade de turnos é que poderão ser iniciados os procedimentos de desenvolvimento do *layout*.

2.4.19 – Material

Borba (1998), diz que devem ser considerados todos os materiais que são manipulados, considerando seu fluxo de acordo com o processo, buscar diminuir o manuseio e o percurso dos produtos e da mão-de-obra.

2.4.20 – Mão-de-obra

Borba (1998) define mão-de-obra como todo o pessoal que tem ligação direta e indireta com a fábrica e que se devem obter todas as informações sobre as condições de trabalho, dimensionar banheiros, vestiário e serviços auxiliares os posicionando segundo o fluxo das pessoas.

2.4.21 – Ambientais

A ciência que trata dos fatores ambientais, tais como: visual, térmico e acústico, além de outros relacionados com as condições gerais de trabalho, é a Ergonomia, que segundo Iida

(2005): “É o estudo da adaptação do trabalho ao homem”. Quanto aos objetivos, visam aumentar a eficiência do trabalho humano, fornecendo dados para que este trabalho possa ser dimensionado de acordo com as reais capacidades e necessidades do organismo.

i. Fatores visuais

De grande importância são as condições visuais do trabalhador para seu desempenho normal. Iida (2005) comenta: “Estudando a eficiência de atividades industriais diversas, constata-se a importância do papel desempenhado pela iluminação adequada do ambiente de trabalho”. Os níveis de iluminação influem nos erros e acidentes de trabalho e alteram o rendimento.

ii. Fatores térmicos

É fato notório e comprovado que o clima afeta a disposição do homem para realizar seu trabalho. Segundo Iida (2005): “As zonas de conforto térmico estão situadas entre 30 a 70% de umidade relativa do ar e, para o inverno a temperatura efetiva deve estar entre 17,2 a 21,5 °C e para o verão, entre 18,8 a 23,8 °C”. A temperatura efetiva é a que considera conjuntamente a umidade relativa do ar.

iii. Fatores acústicos

A delimitação entre o som desejável ou não, é uma questão bastante difícil e subjetiva, principalmente no que se refere ao volume ou intensidade. O som que chega a “atrapalhar” é denominado ruído e segundo Iida (2005) a definição: “Ruído é qualquer classe de vibrações audíveis “não harmônicas” considerando que a maior parte delas pode ser qualificada como “indesejável””.

Pouco se sabe sobre os efeitos do ruído no rendimento do trabalho, porque as pessoas se adaptam ao mesmo, no entanto, é perfeitamente aceitável que em determinadas situações o ruído cause alterações no sistema nervoso conseqüentemente no desempenho do homem. Portanto, deve-se utilizar de recursos de proteção coletiva e na sua inviabilidade adotar uso de medidas de proteção individual.

Todos estes fatores comuns à grande maioria das empresas ou ainda outros peculiares a determinado tipo delas, deverão ser analisados em todos os seus pormenores para que se possa subsidiar a elaboração do *layout*.

2.5 – Tipos de *Layout*

Em função do produto e a disposição dos equipamentos, os tipos de *layout* poderão ser divididos em dois grupos: para produto móvel e para produto imóvel.

São três os recursos produtivos: homem, máquina e material. Machline (1990) faz as combinações possíveis destes três recursos, sendo que pelo menos um dele deve movimentar-se:

Quadro 1: Combinação de Recursos

Fixo	Em movimento	Exemplo
Homem + máquina	Materiais	Linha de usinagem
Máquina + materiais	Homens	Estaleiro
Homem + materiais	Máquina	Solda
-	Homens + máquinas + materiais	Estradas
Materiais	Homens + máquinas	Montagem pesada (aviões, locomotivas).
Máquina	Homens + materiais	Mecânica pesada

Fonte: Adaptado de Machline (1990)

Quando o produto é móvel, podem-se ter os seguintes tipos de *layout*:

- a) Por produto ou em linha;
- b) Por processo;
- c) Agrupado ou celular.

Quando o produto é imóvel, tem-se o *layout* posicional ou estacionário.

2.5.1 – *Layout* por produto ou em linha:

O *layout* por produto caracteriza-se pela disposição das máquinas em linha, pois o produto tem fluxo retilíneo. Segundo Tompkins (1996 apud TREIN, 2001), o material percorre um caminho previamente determinado, as máquinas e equipamentos são alocados de acordo com sequenciamento de operações, e são executadas de acordo com a sequência estabelecida, conforme apresentado na Figura 1.

Como principais vantagens desse sistema, segundo Tompkins (1996 apud TREIN, 2001) têm-se:

- a) Simplicidade, lógica e um fluxo direto como resultado;
- b) Pouco trabalho em processo e redução do inventário em processo;
- c) O tempo total de produção por unidade é baixo;
- d) A movimentação de material é reduzida;
- e) Não exige muitas habilidades dos trabalhadores;

f) Resulta num controle de simples produção.

Segundo Tompkins (1996 apud TREIN, 2001) as principais limitações são:

- a) Parada das máquinas resulta na interrupção da linha;
- b) Mudanças no ciclo do produto tornam o produto obsoleto;
- c) Estações de trabalho mais lentas que limitam o trabalho da linha de produção;
- d) Necessidade de uma supervisão geral;
- e) Resulta geralmente em altos investimentos em equipamentos;
- f) Equipamentos para fins específicos precisam ser utilizados.

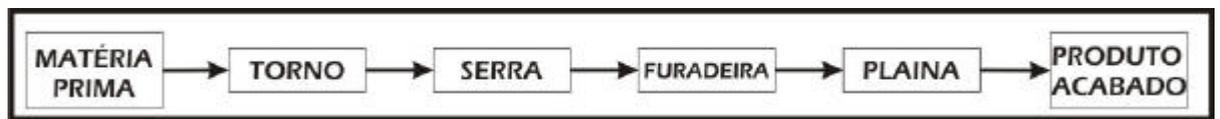


Figura 1: *Layout* por Produto ou em Linha
Fonte: Adaptado de Borba (1998)

2.5.2 – *Layout* por processo:

O *layout* por processo caracteriza-se pelo agrupamento das máquinas e as operações semelhantes num mesmo posto de trabalho e o produto se deslocam de seção em seção até o seu acabamento. Este tipo também é chamado de funcional pois a mesma função determina a localização. É usado quando o produto sofre modificações frequentes e o volume de produção não é muito elevado.

Segundo Gaither e Frazier (2001), nesse tipo de *Layout* todos os processos e equipamentos do mesmo tipo são alocados numa mesma área e também operações e montagem semelhante são agrupadas no mesmo local.

As principais vantagens desse sistema, segundo Gaither e Frazier (2001), são:

- a) Melhor flexibilidade à produção em um mix variado de produtos;
- b) Cada item do produto passa pelos locais necessários de trabalho, formando assim uma rede de fluxos;
- c) Os custos de produção são baixos em relação a outro tipo de arranjos físicos como o arranjo por produto;
- d) As ferramentas de trabalho são mais flexíveis, ou seja, sem a necessidade de um projeto específico para utilizá-lo.

Segundo Gaither e Frazier (2001), as principais desvantagens são:

- a) Os depósitos de materiais em produção tendem a ser elevados e bloquear a produtividade do sistema;
- b) A programação e controle da produção tornam-se complexas ao ter que levar em consideração um grande mix de produtos e suas particularidades;
- c) O trabalho com o material tende a não ser muito eficiente;
- d) Em relação à flexibilidade, tende-se a obter volumes mais modestos de produção, a custos unitários maiores que no caso do *Layout* por produto.

O *layout* por processo apresentado na Figura 2 gera um sistema com maior flexibilidade para adaptar-se a vários produtos, além de requerer ferramentas com custos inferiores aos utilizados no arranjo do produto e, reduzir a gravidade das faltas durante a produção, pois, as operações possuem certa independência (PEINADO, 2004).

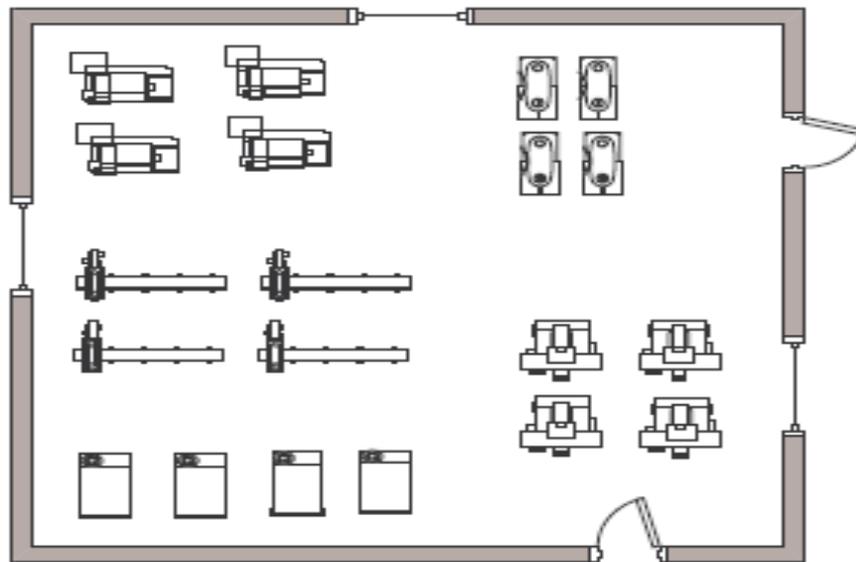


Figura 2: Arranjo por processo
Fonte: Adaptado de Peinado (2004)

2.5.3 – *Layout* agrupado ou celular

O *layout* tipo agrupado ou celular procura unir as vantagens do *layout* por processo, com as vantagens do *layout* por produto ou em linha. Neste, as “famílias” ou “grupos” de peças ou produtos semelhantes poder ter *layout* por produto ou por processo e existe uma interligação entre os “grupos” através de meios automatizados de transporte. Deve existir um balanceamento exato da capacidade produtiva de cada máquina. A célula de manufatura consiste em arranjar em um só local, conhecido como célula, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro, conforme apresentado na Figura 3. O material se desloca dentro da

célula buscando os processos necessários, porém o deslocamento ocorre em linha. Alguns gerentes de produção se referem ao *layout* celular como “mini” linhas de produção.

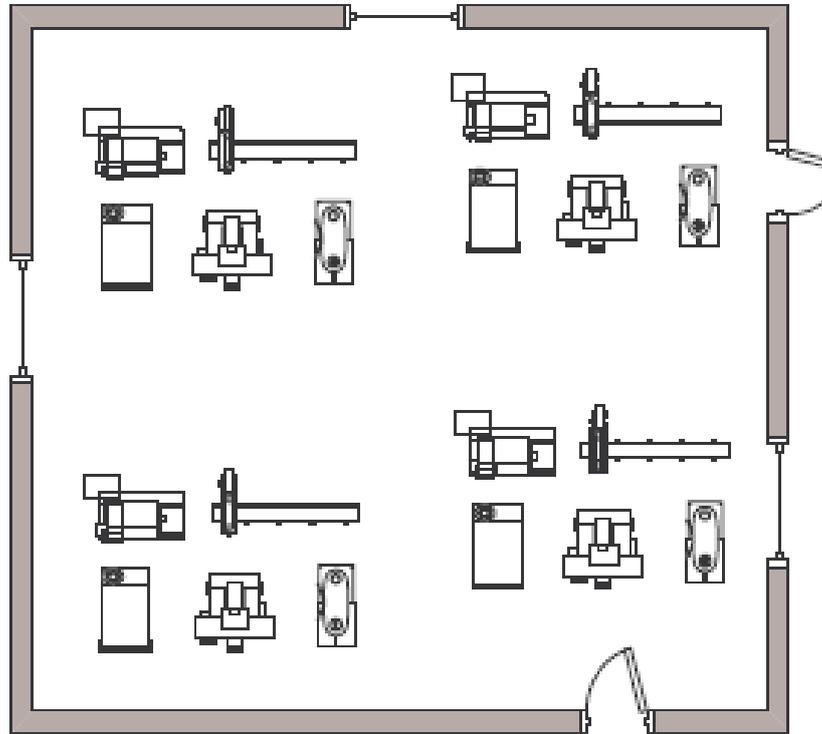


Figura 3: *Layout* Agrupado ou Celular
Fonte: Adaptado de Peinado (2004)

2.5.4 – *Layout* posicional ou estacionário:

A característica fundamental do *layout* posicional é a organização dos fatores de produção em torno do produto, onde as pessoas, máquinas e materiais deslocam-se para as operações em torno do produto fabricado. É utilizado para produção de máquinas pesadas, como locomotivas, aviões, navios e, classicamente, está associado às grandes montagens e estruturas de obras civis de grande porte como a construção de barragens e edifícios (CAMAROTTO, 2005c).

Martins e Laugeni (2005) definem este tipo de *Layout* como de posição fixa, onde o material permanece fixo e as maquinasse deslocam até ele para executar as operações necessárias. O melhor exemplo de um *Layout* posicional é um canteiro de obra, por existir um espaço limitado onde devem ser alocados vários recursos transformadores.

Ainda segundo Martins e Laugeni (2005), suas características são:

“Para um produto único, em quantidade pequena ou unitária e em geral, não repetitiva. É o caso da fabricação de navios, grandes transformadores, pontes rolantes, grandes prensas, balanças rodoferroviárias e outros produtos de grandes dimensões físicas”.

Definindo ainda *Layout* posicional, segundo Borba (1998), neste arranjo o material permanece parado enquanto operadores e equipamentos se movem ao redor dele. Sua aplicação se restringe quando é mais fácil movimentar equipamentos, homens e componentes até o material imobilizado. Geralmente o número de itens finais é pequeno.

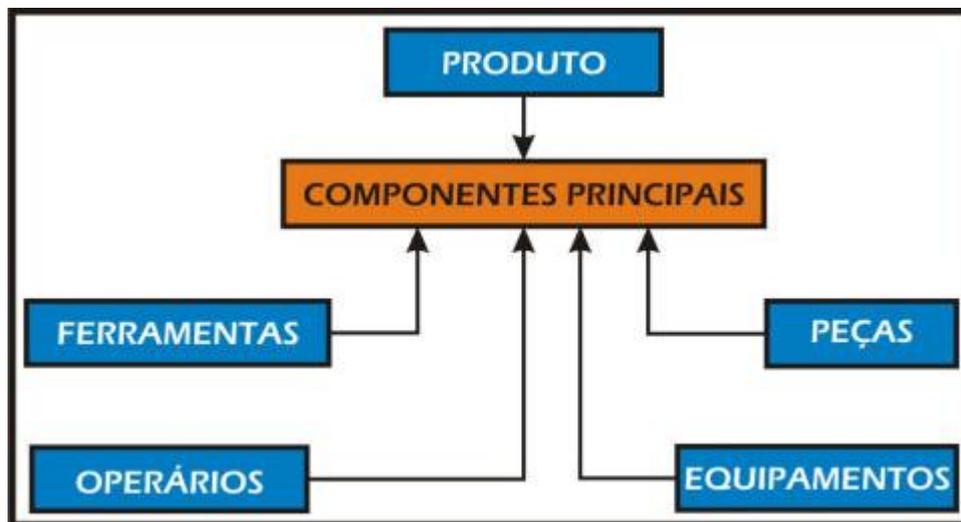


Figura 4: *Layout* posicional
Fonte: Adaptado de Borba (1998)

2.6 – Determinação dos Departamentos

Para o funcionamento adequado das atividades industriais de uma empresa, entende-se que será melhor a sua organização em departamentos tanto de produção como de serviços.

Os departamentos de produção serão oriundos do tipo de produção adotada; continua ou intermitente. A fabricação continua caracteriza-se por produtos padronizados e em grande quantidade e adotará o *layout* por produto. Enquanto a intermitente, pela fabricação de produtos não padronizados e sob encomenda ou ainda quando o produto é padronizado, mas cuja demanda é pequena e neste caso adotará um *layout* por processo.

Os departamentos de serviço serão necessários de acordo com a atividade da empresa. Os mais importantes são os seguintes: escritório, recepção, inspeção, depósito de ferramentas e almoxarifado, expedição, sanitários, refeitórios e cantinas, assistência médica.

2.7 – Determinação dos Espaços para os Departamentos

Nesta etapa para elaboração do *layout*, Mayer (1984), fornece algumas diretrizes para determinação dos espaços que cada departamento deve ocupar.

Para os departamentos de produção o analista poderá inicialmente fazer uma estimativa dos espaços requeridos, pois que os espaços reais serão obtidos somente com a elaboração definitiva do *layout*. Para esta estimativa o analista deverá saber tamanhos reais e de influencia e quantidades. Ainda também deverá prever espaços para as bancadas, movimentação das pessoas, corredores para movimentação dos materiais, estoques de matérias-primas próximos aos equipamentos. Poderá também tomar por base o *layout* existente. É bem provável que no caso da produção intermitente os espaços requeridos serão maiores que na produção contínua.

Segundo Mayer (1984) os departamentos de serviços serão feitas considerações para as características de cada um em específico, neste caso se faz necessário análise criteriosa dos fatores que influenciam no layout, assunto já apresentado no item 2.4.

2.8 – Preparação dos Esquemas de processo de Operação

Com a previsão das áreas a serem ocupadas pelos departamentos, à fase seguinte será a da preparação dos esquemas dos processos de operação de cada um dos produtos da empresa, porque estes irão mostrar os materiais envolvidos na produção e o seu trajeto ou fluxo através das operações, inspeções e estocagem até a conclusão do produto. Segundo Mayer (1984): “Operação ocorre quando um objeto é alterado em qualquer uma de suas características físicas ou químicas, ou quando um objeto é montado juntamente com outro. Uma inspeção ocorre quando se verifica a sua qualidade”.

O planejamento de processos deve ser responsável pela seleção dos processos a serem executados para a confecção de um produto de forma econômica, de acordo com as especificações do projeto, verificando as condições de venda, tais como, volume de vendas e

prazos. O resultado do planejamento dos processos é plano de processo, ou seja, o ponto de partida para que seja realizado o planejamento da produção. Ele serve como referência à produção propriamente dita e, por isso, é considerada como o elo entre o projeto e o planejamento da produção e, também, o chão-de-fábrica.

O plano de processo é um documento que reúne todas as informações necessárias para transformar o desenho do produto em um produto acabado. Cada empresa tem necessidades diferentes de documentação de processo, conforme a realidade do seu chão-de-fábrica, tanto em termos de equipamentos quanto em termos de pessoal (GAITHER e FRAZIER, 2001).

O processo de operação é geralmente apresentado graficamente, nos quais as operações têm como simbologia um círculo, as inspeções ou um quadrado ou um retângulo e a estocagem um triângulo. De posse dos esquemas dos processos de operação ficará mais fácil visualizar todo o processo e assim fazer o arranjo adequado dos departamentos de produção e serviços.

2.9 – Determinação do Tipo de Fluxo de Material

A localização do departamento de recepção de matéria prima e expedição de produto acabado representarão o início e o término do fluxo do material. Dentro destes extremos o material poderá seguir diversos tipos de trajetórias, passando pelos demais departamentos, em função das formas dos departamentos, do edifício, mas sempre tendendo a seguir os princípios definidos do *layout*.

Os tipos mais comuns de fluxo de materiais são os seguintes:

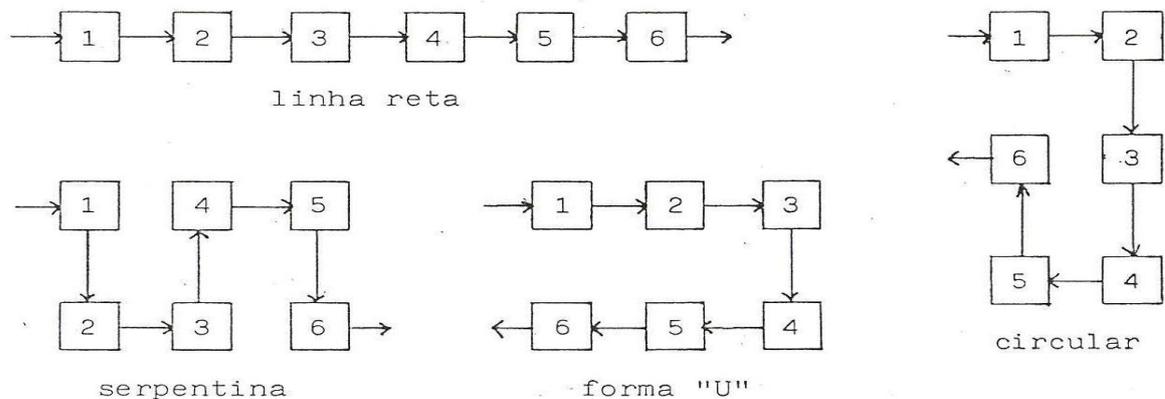


Figura 5: Tipos de Fluxo de Materiais
Fonte: Adaptado de Machline (1990)

A escolha do tipo de fluxo dependerá além da forma dos departamentos e do edifício, da análise do esquema de processo de operação dos produtos e ainda de algumas normas para localização dos departamentos, que seja determinada no decorrer deste trabalho.

2.10 – *Layout* Departamental

Segundo Camarotto (2005c), para o dimensionamento das áreas de produção em um equipamento, devemos levar em consideração as áreas do equipamento, operador, manutenção, processo, materiais, refugos, transporte, serviços, dispositivos auxiliares, acesso, dispositivos legais e segurança. Podendo formar assim o template do equipamento.

Segundo Borba (1998), o *layout* deverá ser dimensionado com as seguintes áreas:

- **Área para equipamento:** é a projeção estática na fábrica, o espaço necessário para o seu posicionamento na fábrica.
- **Área para o processo:** é a área indispensável ao equipamento para que se possa executar duas operações, considerando o espaço para a alimentação, o deslocamento de componentes, para a retirada da peça após o processamento, a colocação e retirada de dispositivos, etc.
- **Área para o operador:**
 - i) é a área para o deslocamento do operador relativamente à máquina onde são levantadas diferentes posições de trabalho do operador na operação e os deslocamentos necessários para atingir essas diferentes posições;
 - ii) em cada posição estuda-se a movimentação que o operário deve efetuar para a realização do trabalho, levando-se os deslocamentos dos membros envolvidos nesta atividade;
 - iii) em ambos os casos deve-se analisar os aspectos de segurança, plena liberdade de movimentação, necessidade e dimensionamento de assentos para operários e aspectos psicológicos envolvidos como sensação de enclausuramento, de falta de segurança entre outros.
- **Área para acesso de operadores:** a entrada e saída do operador do centro de produção. Esse acesso deverá permitir a livre movimentação com segurança e rapidez.
- **Área para acesso e para manutenção:** devem ser levantadas áreas para serviço de manutenção preventiva, preditiva, corretiva, lubrificação, limpeza, inspeção,

substituição de peças. Deve-se considerar que a manutenção, frequentemente, deve agir com os equipamentos próximos em pleno funcionamento e que este trabalho não deve interromper o ciclo normal dos equipamentos vizinhos e nem o responsável pela manutenção deve estar sujeito a acidentes provocados pelo mau posicionamento.

- **Área de acesso dos meios de transportes e movimentação:** o meio de transporte necessita constantemente retirar e colocar peças para o processamento. Há necessidade de o transporte atingir o centro de produção para retirar e colocar material. No caso de utilização de empilhadeiras ou outro dispositivo de transporte, deverá existir acesso para o dispositivo e para o operador.
- **Área para matérias-primas não processadas:** deve-se reservar área para a demora de quando a peça é transportada em lotes. Esta deve ser dimensionada de acordo com a condição mais desfavorável que pode ocorrer, para que caso esta venha ocorrer, o funcionamento do centro de produção não seja prejudicado.
- **Área para peças processadas:** mesmas considerações do item anterior.
- **Área para refugos, cavacos, resíduos:** a necessidade da separação desta área justifica-se pelo fato de determinadas operações industriais produzirem sobras de matérias-primas.
- **Áreas para ferramentas, dispositivos e instrumentos:** muitas vezes a programação se encarrega do transporte ferramental necessário à operação, que é entregue no centro de produção juntamente com a matéria-prima a ser processada. Em algumas indústrias o ferramental é colocado ao lado da máquina e o operário é responsável pela sua guarda e manutenção.
- **Área para serviços de fábrica:** os centros de produção podem exigir alguns serviços como água, iluminação, ventilação, aquecimento, ar comprimido e devem-se localizar essas áreas de forma a não prejudicar o seu bom desempenho.
- **Área para atendimento aos dispositivos legais:** a análise do trabalho e o dimensionamento correto da área conduzem a um projeto que sem dúvida possibilitam o desempenho da operação industrial com conforto e segurança. Dessa forma, como decorrência, teremos satisfeitos os textos legais correlatos ou que, especificamente, determinam condições para os centros de produção.

2.11 – Elaboração de *Layout* dos Departamentos

Para a elaboração do layout dos departamentos de produção, o analista deve dividir onde os equipamentos físicos serão localizados. Também deve decidir quanto ao manuseio dos materiais: tipo, quantidade, para que possa providenciar o espaço necessário para os mesmos.

Dentro de um departamento de produção poderá haver diversas oficinas ou bancadas (áreas ocupadas pelo operador ou pelos operadores e pelos equipamentos com os quais eles trabalham). Portanto, o *layout* detalhado de um departamento de produção consistirá do arranjo final das oficinas nele contido e ainda o *layout* interno de cada oficina ou bancada.

Para os departamentos de serviços deverão ser considerados os mesmos elementos que constaram na previsão dos espaços para estes departamentos, fazendo com que se consiga um fluxo eficiente de pessoas e materiais.

Deve-se ressaltar que durante a elaboração do *layout* dos departamentos, os espaços e formas dos departamentos poderão sofrer alterações porque anteriormente tinha sido feitas apenas previsões para se viabilizar a montagem do *layout* final.

Segundo Shingo (1996 - b) e Zeyher (1974) a geração de alternativas de *layout* é um fator que demanda estudo para o processo de planejamento da produção. É importante que as pessoas que planejam a produção e o *layout* tenham criatividade e compreensão das alternativas possíveis de elaborá-lo e, que o *layout* selecionado, tenha sido escolhido entre as alternativas geradas. A estratégia de *layout* da produção deve emergir de planejamento estratégico de negócio, planejamento de produtos, manufatura, distribuição, gerenciamento e de recursos humanos.

Todo assunto relativo à fabricação defronta-se com transportes de material gerando problemas de *layout*, gerando situações que podem ter um significativo impacto em sua eficiência. Quando se faz uma análise de um sistema produtivo, deve-se considerar a possibilidade de aumentar o rendimento, pela melhoria na harmonia de localização dos equipamentos.

Alterar um *layout* tem implicações práticas e estratégicas em todo o sistema produtivo, podendo gerar consequência no:

- Fluxo de materiais e de informações;
- Eficiência de utilização de mão de obra e dos equipamentos;
- Nos riscos das atividades dos trabalhadores.

Dessa forma, o *Layout* é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina qual esforço será necessário para produzir um produto, determinando a maneira na qual os recursos serão transformados (matéria prima, mão de obra, máquinas e equipamentos, informação e necessidades dos clientes) através da operação.

Logo o planejamento de *layout* ou a sistematização de projetos de *Layout* deve ser elaborado sobre um trabalho consistente e embasado em conhecimento técnico, segundo Muther (1978), algumas fases devem ser seguidos para sua elaboração:

1. Localização da área;
2. *Layout* geral;
3. *Layout* detalhado;
4. Implantação.

Para elaboração do *Layout* geral e arranjo detalhado devem ser seguidos alguns procedimentos:

1. Fluxo de materiais;
2. Inter-relação de atividades;
3. Diagramas de inter-relações;
4. Espaço necessário;
5. Espaço disponível;
6. Diagramas de inter-relações;
7. Considerações de manutenção;
8. Limitações Práticas;
9. Avaliação do Plano selecionado.

Quanto ao *layout* fabril, Slack (2002), cita a importância de se escolher o *layout* que mais se adéque as características e variedades de operação de manufatura.

Além da escolha de um *layout* ideal, ainda, como cita Camarotto (2005a), é necessário se estabelecer uma modulação que atenda o tipo de sistema produtivo estudado, com o objetivo de se reduzir a movimentação de materiais e insumos. Segundo Peinaldo (2004), um gerenciamento que aconteça de forma eficiente deste processo de movimentação interna ou fluxo interno de materiais, composto pela a armazenagem, permite a redução de custos através da redução de material ou produtos estáticos dentro do ambiente fabril, que não agrega valor.

Já Gaither e Frazier (2001) dizem que o foco principal de se planejar ou modificar o *layout* de um setor de produção é minimizar os custos de processamento, logística e estocagem do mesmo.

Como Gaither e Frazier (2001) citam, estudos de *layout* industrial visam soluções com o intuito de melhorar o processo de trabalho, usar eficientemente a mão de obra, promover o conforto e a segurança do empregado, minimizar a movimentação de materiais e pessoas, normalmente pela aproximação de equipamentos e pontos de estocagem, fazer uso econômico da área, maximizar a flexibilidade e a produtividade. Estudos de *layout* industrial se aplicam à otimização de instalações existentes, expansões, transferência de instalações ou projeto de novas instalações.

Como Gaither e Frazier (2001) citam em seu trabalho, um *layout* que atende as necessidades de uma organização deve possuir as seguintes características:

- a. Manter um fluxo produtivo contínuo, com as áreas de trabalho próximas umas das outras;
- b. Possuir uma movimentação reduzida de materiais, mantendo um mínimo volume de estoque entre as áreas de trabalho;
- c. Garantir uma boa visibilidade e o controle do chão de fábrica;
- d. Evitar ou minimizar o retorno de materiais durante o processo produtivo;
- e. Facilitar os ajustes de *Layout*, tendo em mente a possibilidade de expansão futura.

Shingo (1996 - a) cita em sua pesquisa três grandes benefícios para o dimensionamento correto de um *layout*, são estes: economia nos custos de transportes entre os processos; eliminação de excesso de espera entre os processos e assim a redução dos custos da mão de obra quanto a estas esperas; e redução dos estoques dos produtos acabados.

Martins e Laugeni (2005) por sua vez, cita que o desenvolvimento correto de um *layout* industrial, estabelecendo os centros produtivos da melhor forma possível, minimiza muito os custos, principalmente os custos de transporte relacionados ao processo que não agregam valor.

2.12 – Métodos de Elaboração do *Layout* dos Departamentos

Existem vários métodos utilizados para o dimensionamento do *layout*, cuja aplicação fica restrita as condições de cada empresa, em termos de tamanho, produtos, equipamentos, etc.

A. Método de Guerchet

Pelo método de Guerchet, segundo Olivério (1985), a área que um dado elemento ocupa é tomada como a soma das três superfícies descritas a seguir:

A superfície estática (S_e) que diz respeito à área da projeção ortogonal da superfície do equipamento sobre o plano horizontal.

A segunda superfície, a superfície de utilização (S_u) é a área necessária em torno do posto de trabalho para utilização pelo operário e para depósito de material necessário à execução das operações.

A última superfície, a superfície de circulação (S_c), é a área necessária para a circulação de materiais entre postos de trabalho. Para seu cálculo toma-se a fórmula:

$$S_c = k(S_u + S_e).$$

Sendo k o coeficiente que pode variar entre 0,05 a 3,00 dependendo do tipo de equipamento de transporte, do produto, da matéria prima etc.

Finalmente a superfície total (S_t). É a soma das três superfícies anteriores (CAMAROTTO, 2005a).

$$S_t = S_e + S_u + S_c = S_e (1+N) (1 +k).$$

B. Método dos Elos

O Método dos Elos baseia-se na determinação de todas as **inter-relações** possíveis entre as várias unidades que compõem o *Layout*, de forma a se poder estabelecer um critério de prioridade na localização dessas unidades. Segundo Borba (1998), o método parte da premissa que merecem prioridade na localização, as unidades que estarão sujeitas a um maior fluxo de transporte. É definido como ELO, o percurso de movimentação que liga duas unidades. Assim, o elo AB é o percurso que liga a unidade A a unidade B.

Conforme Camarotto (2005b) esse método enfatiza os relacionamentos quantitativos. Diferentemente do Método da Sequência Fictícia e da Tecnologia de Grupo, neste método o *Layout* será orientado pelo número de relacionamentos que são estabelecidos entre as operações que atendem aos produtos e não pela sequência de operações.

Ainda, segundo Borba (1998), procede-se da seguinte forma:

- i. Determinar para cada produto a sequência de operação e quantidade de transporte (volume de produção e capacidade do veículo), área necessária para cada unidade de trabalho;

Quadro 2: Sequência de Operação

Produto	Roteiro	Quantidade Transportada
P1	A-B-C-D	10
P2	A-B-D	5

Fonte: Adaptado de Borba (1998)

- ii. Determinar o fluxo de transporte, sendo que o fluxo de transporte representa o número total de transportes entre as unidades;

Quadro 3: Fluxos de Transportes

Elo / produto	P1	P2	TOTAL
AB	10	5	15
BC	10		10
CD	10		10
BD		5	5

Fonte: Adaptado de Borba (1998)

- iii. Elaborar o Quadro dos Elos. Nesse Quadro faremos constar, na interseção de cada linha com cada coluna, o número de elos existentes em ambos os sentidos entre as unidades do *Layout*. A soma dos elos que ligam cada unidade às demais nos dá a maior ou menor importância de cada unidade nos ciclos de fabricação dos produtos.

Quadro 4: Quadro dos Elos

	A	B	C	D
D	-	5	10	15
C	-	10	20	-
B	15	30	-	-
A	15	-	-	-

Fonte: Adaptado de Borba (1998)

A unidade que tiver o maior número de elos deve ser localizada na posição central, cercada pelas demais unidades. Levar em consideração os fluxos dos produtos para evitar retornos.

C. Método das sequências fictícias

Usa-se método das sequências fictícias segundo Zeyher (1974), quando existe um pequeno número de produtos com similaridade de processo produtivo. O conceito básico é estabelecer uma sequência que atenda a todos os produtos do *mix*.

Conforme Camarotto (2005a), no caso de poucos produtos, a obtenção da sequência fictícia parte de um produto e insere na sequência do mesmo as operações demandadas pelos demais produtos.

Quadro 5: Exemplo de obtenção da sequência fictícia

Produtos	Sequências de operações
I	A B C D A E F D G H
II	A C D A E D G J M
III	B C L A F D G H J
IV	B C D L A E F D J M
Fictício I	A B C D A E F D G H
Fictício II	A B C E F D G H J M
Fictício III	A B C D L A E F D G H J M
Fictício IV	A B C D L A E F D G H J M

Fonte: Adaptado de Camarotto (2005a)

D. Tecnologia de grupo

De acordo com Camarotto (2005a), a tecnologia de grupo, que fundamenta o arranjo celular, é quando se adota uma estratégia de famílias de produtos de acordo com sua similaridade produtiva para se estabelecer um arranjo dos recursos. O método é aplicado quando o *mix* de produtos e sua diversidade de processos produtivos são grandes.

Exemplo de aplicação da tecnologia de grupo.

Quadro 6: Produtos e suas respectivas operações

Produtos	Operações
1	A C D
2	A B C
3	C D
4	H I
5	I
6	E G
7	E F G
8	B C D
9	A B
10	E G

Fonte: Adaptado de Camarotto (2005a)

Camarotto (2005a) define que o primeiro passo para a obtenção dos grupos é aplicar o método da sequência fictícia e correlacionar os produtos e operações.

Quadro 7: Matriz de relacionamento entre produtos e operações

Produto	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Fonte: Adaptado de Camarotto (2005a)

Deve-se mover as linhas para se obter um arranjo diagonal.

Quadro 8: Matriz com arranjo diagonal

Produto	A	B	C	D	E	F	G	H	I
9									
1									
2									
8									
3									
7									
6									
10									
4									
5									

Fonte: Adaptado de Camarotto (2005a)

Analisando este exemplo vê-se que se obtêm três famílias de produtos, que seriam arranjadas de forma independente na unidade produtiva.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. Metodologia

Em primeiro lugar, o projeto do *layout* industrial deve ser visto como uma das modalidades do projeto de engenharia, que segue as mesmas características do projeto do produto. O desenvolvimento de um projeto deve ser tratado como um produto dinâmico, que parte das necessidades dos futuros usuários, considera as restrições do projeto e do negócio e estabelece um novo conceito para o sistema produtivo.

O trabalho iniciou com pesquisa de material para suporte da análise de novos projetos de instalações, descrito no tópico 2 – Revisão de Literatura, bem como para análise de projetos já existentes, como é o caso deste trabalho. Em seguida com o estudo e análise do *layout*, da estratégia da produção, dos sistemas de produção, do tempo padrão de processo, estimativa da capacidade produtiva, podemos dimensionar o centro de produção e representar os produtos e processos.

Com a pesquisa descritiva, para análise de observações objetivas e diretas do problema, e técnicas para a obtenção de informações, utilizou-se o estudo de caso avaliativo de uma serralheria de órgão público, a qual está passando por problemas, devido o dimensionamento do *Layout*, o que tem causado desperdícios de materiais, baixa produtividade e riscos de acidente.

Para coleta de dados para subsídio descrito no item 3.2, utilizou-se à observação do setor, aplicação de questionários aos colaboradores e entrevistas com os coordenadores do local. Após a coleta, foram analisados outros fatores relacionados à produção no item 3.3 – Descrição dos Fatores Relacionados à Produção dos Produtos, e estimado a produção futura no item 3.4, com o intuito de identificar a estratégia e o sistema de produção que atenda as solicitações, através da análise dos princípios de *Layout* exposto no item 3.5, a serem seguidos, surgindo à necessidade de determinar departamentos (conforme item 3.6), que abriguem os processos necessários à produção dos produtos, com espaços adequados previstos no item 3.7. Com o item 3.8 é possível estudar e preparar os esquemas do processo de produção dos produtos produzidos, para posterior determinação do tipo de fluxo de

material descrito no item 3.9, para ser elaborado e estruturado no item 3.10, a proposta do novo *layout* (Figura 9).

3.2. Coleta de Dados para Subsídios

A atividade de elaborar um *layout* exige, além dos conhecimentos teóricos estudados no tópico 2 – Revisão de Literatura, certa informação sobre a empresa, como, seu tamanho, organização administrativa, metas e objetivos futuros, sistema e processos de produção, opiniões dos proprietários e dos empregados, enfim, tornar-se conhecedor de todo o seu funcionamento atual se torna necessário para melhor tomada de decisão.

Para atingir este objetivo foram necessários diversos contatos com a empresa, reunindo as informações através de um questionário. Para tanto, elaborou-se o mesmo, dividindo-se em quatro partes:

- 1ª - Informações sobre a empresa
- 2ª - Informações pessoais sobre os serralheiros
- 3ª - Aspectos ambientais
- 4ª - Aspectos de produção

Este questionário foi aplicado a todos os serralheiros, devido o setor possuir um quadro reduzido de servidores e representar melhor a empresa caso optássemos por determinarmos amostras do estudo de caso. Cujo critério de seleção foi através das quantidades de bancas. Esclarece-se que as bancas são os locais determinados para que cada serralheiro execute o seu serviço.

O numero de serralheiros entrevistados foi de vinte e seis (04), cinco (08) ajudantes, dois (02) pintores e um (01) encarregado de produção.

A seguir, transcreveu-se o questionário, juntamente com a apuração e comentários dos dados e informações.

1ª fase: Informações Sobre a Empresa

Tabela 1: Informações Sobre a Empresa

Empresa	Setor	Empregados da empresa	Empregados envolvidos na produção (Setor)	Colaboradores entrevistados
Prefeitura Municipal de Maringá	Serralheria	8500	15	15

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

O número de empregados envolvidos na produção é a soma dos serralheiros (04), ajudantes (08), pintor (02), encarregado da serralheria (01).

2ª fase: Informações Pessoais Sobre os Serralheiros e Ajudantes

- a) Tempo na atividade: \bar{X} = média aritmética = 10,5 anos;
- b) Idade: \bar{X} = 35 anos;
- c) Altura: \bar{X} = 171 cm;
- d) Grau de escolaridade: \bar{X} = 5ª série.

Entende-se que o tempo na atividade e a idade dos entrevistados mostram a confiabilidade que se pode dar às demais respostas do questionário, uma vez que o empregado com mais vivência tanto nesta atividade, como na vida cotidiana, geralmente apresentam o fator experiência.

A altura serve para orientações quanto à adaptação dos equipamentos ao homem, no que se refere às alturas das bancas de serviço. O grau de instrução visa analisar e auxiliar nas interpretações das respostas dadas.

3ª fase: Aspectos Ambientais

Tabela 2: Questões sobre Aspectos Ambientais

PERGUNTAS	RESPOSTAS					
	Sim	Em parte	Não	Bom ou Boa	Razoável	Ruim
a) Você gosta do ambiente de sua atividade?	12	01	02			
b) Você gosta das instalações onde exerce a sua atividade?	07	04	04			
c) Qual a sua opinião quanto à iluminação do seu lugar de trabalho?	07	04	04			
d) Qual a sua opinião quanto à ventilação?				07	04	04
e) Como estão os sanitários?				02	02	11
f) Entende que seriam necessários chuveiros e armários?	14		01			

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

Com estas respostas, conclui-se que em relação ao ambiente de trabalho, a grande maioria (80%), gosta do ambiente de sua atividade.

Notou-se também que a iluminação é ruim (27%) e a ventilação com 27% insatisfeitos.

As instalações sanitárias são ruins com 73% assim os classificando, e a necessidade de se ter chuveiros e armários defendidos por 93% dos entrevistados.

Analisando em conjunto os aspectos ambientais, notou-se que houve certa contradição dos resultados do item “a” com os demais, talvez porque os serralheiros interpretaram a primeira pergunta como o relacionamento entre colegas e não as condições de trabalho. Mas ficou claro que as mesmas não são atualmente boas e exigem providências.

4ª fase: Aspectos de Produção

Tabela 3: Questões sobre Aspectos de Produção

PERGUNTA	RESPOSTAS					
	Sim	Em parte	Não	Bastante	Razoável	Pouco
a) Você gosta de sua atividade?	11	02	02			
b) Você trabalha com riscos de acidentes?				08	04	03
c) Você usa os equipamentos de proteção individual disponíveis?	11	03	01			
d) Entende que falta algum tipo de equipamento de prevenção de acidentes necessários à sua atividade?	05		10			
e) Já sofreu algum acidente de trabalho nesta atividade?	10		05			
f) Você entende que existem alguns problemas quanto ao funcionamento organizativo do depósito de ferramentas?	04		11			
g) E no almoxarifado existem alguns problemas quanto ao funcionamento organizativo?	05		10			

Fonte: Dados da Pesquisa, 2012

Fica evidente no item A da Tabela 3, que a grande maioria está satisfeita com o tipo de atividade que desenvolve e, portanto, existe expectativa para que estas atividades aconteçam em melhores condições.

Com os resultados do item B da Tabela 3, notou-se que não houve consenso em classificar a atividade como perigosa ou não, mesmo porque ela fica relacionada com o uso dos equipamentos de prevenção.

As respostas negativas e intermediárias do item C da Tabela 3 foram justificadas pela inadequação dos equipamentos ou mesmo pela falta de conscientização em usa-los.

A afirmativa fica esclarecida pelas respostas dadas às perguntas “c” e “d” da Tabela 3.

As respostas positivas da questão F da tabela 3 referem-se à falta de ferramentas e a devolução demorada pelos colegas, falta de encarregado mais eficaz.

A falta de controle do estoque e encarregado eficiente foram responsáveis pelas respostas positivas da questão G da tabela 3.

Quadro 9: Questões sobre Aspectos de Produção

PERGUNTAS	RESPOSTAS
a) Quais os tipos de acidentes mais frequentes?	- Corpo estranho no olho: 8 - Corte em dedos ou mãos: 5 - Outros: 2
b) Você entende que a melhor localização dos equipamentos, matérias primas e ferramentas, facilitarão a sua atividade? O que você sugere para melhorá-las?	Sim: 15 Não: 0 - Matéria-prima mais próxima: 10 - Equipamentos fixos mais próximos: 12 - Banca mais espaçosa: 08
c) Qual o tamanho ideal da banca para o desenvolvimento normal de sua atividade?	4m x 4m = 01 5m x 5m = 09 4m x 5m = 01 6m x 6m = 02 Outros = 02
d) Como você entende onde as bancas deveriam ser localizadas?	- Perto das paredes: 14 - No centro: 1
e) Há necessidade de fornecimento de água próximo à banca para resfriamento de materiais, que aquecidos atrasam a seu manuseio?	Sim: 03 Não: 12
f) O que você sugere quanto ao transporte interno de materiais?	- Uso de carrinhos adequados: 15 - Corredores mais espaçosos: 10

Fonte: Dados da Pesquisa, 2012

No item a do Quadro 9, o corpo estranho no olho é proveniente do uso da poli corte e lixadeira manual, que lança partículas do material, e o seu mau posicionamento dentro do *layout* ou ainda no momento inadequado. O corte em dedos e mãos deve-se ao uso não correto de lixadeiras, prensas e demais ferramentas cortantes. Outros como pancadas ou cortes na cabeça, pés e demais partes, são menos frequentes.

No item b do Quadro 9, notou-se que a maioria dos entrevistados preocupa-se com os deslocamentos desnecessários de matérias primas e de pessoal.

No item c do Quadro 9, embora fossem sugeridos os mais diversos tamanhos, identificou-se que o ideal é o 6m x 6m, ressalvando-se que em determinados serviços e de pequena quantidade em relação à produção total, este tamanho não atende às exigências, sendo necessário um espaço maior.

No item d do Quadro 9, a preferência da banca em proximidade às paredes deve-se ao fato de se organizar o depósito de ferramentas de uso privativo em armários e, que os acessórios e demais equipamentos, fiquem encostados às paredes igualmente, para evitar a interferência da circulação de materiais e pessoal próximos à banca.

No item e do Quadro 9, a divergência foi explicada, porque alguns entenderam que causam muita sujeira e excesso de umidade, outros a aprovaram devido à economia de deslocamento. Concluiu-se que a colocação de apenas um “ponto” central de fornecimento de água para atender a esta finalidade é suficiente.

No item f do Quadro 9, notou-se que o transporte interno é inadequado, tanto quanto ao tipo e aos espaços.

- a) Para que sua atividade não sofra interferência em demasia, qual a sua sugestão quanto à utilização em comum dos seguintes equipamentos?

Tabela 4: Utilização em Comum de Equipamentos

Equipamentos Principais	Proporção equipamento / Serralheiro	% do total de serralheiros atendidos
Poli corte	2 x 4	50 %
Prensas	1 x 4	25 %
Furadeira de bancada	2 x 4	50 %
Calandra	1 x 4	25 %
Meia esquadria	1 x 4	25 %

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

Com a intenção de verificar a quantidade de equipamentos necessários, estas respostas fornecem os dados procurados, que, no entanto ainda poderão merecer ponderações.

- b) Dos equipamentos relacionados, qual você entende que deve ficar mais próximo de sua banca, em ordem?

Tabela 5: Ordem de Preferencia de Equipamento

Equipamento	Ordem de Preferencia	% de aceitação
Prensa	1 ^a	40%
Calandra	2 ^a	25%
Poli corte	3 ^a	20%
Furadeira de bancada	4 ^a	15%

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

- c) Forneça alguma sugestão, que não discutida anteriormente, para o melhor funcionamento do setor produtivo.

As mais citadas foram:

- Aumento e melhorias nos “pontos” de fornecimento de energia elétrica;
- Serviços de faxina constante e durante o processo produtivo;
- Bancas especiais para serviços que exigem espaços além do normal;
- Não ter degraus entre pisos;
- Maior número de ajudantes;
- Portas maiores;
- Cursos de manuseio de equipamentos.

Com a aplicação deste questionário foram conseguidas muitas informações sobre a empresa, seus empregados e condições de funcionamento e que se entende, deverão contribuir significativamente para a elaboração do *layout*.

Através da observação também foram coletados dados importantes, como métodos de trabalho, processos de produção e movimentação de materiais.

3.3. Descrição dos Fatores Relacionados à Produção dos Produtos

- a) Matéria-Prima:

É constituída basicamente de perfis metálicos de aço, com seções tipo L, T, U, redondos e mais diversos tipos. Estas “seções” variam de 3 a 150 mm. O comprimento é de 3 a 6 m na sua grande maioria. Chapas metálicas de aço, lisas, espessura de 1 a 7 mm, tamanhos de 1x2 e 1x3 m. Acessórios como fechaduras, dobradiças, trincos, parafusos, eletrodos, tintas, etc. O

suprimento é feito de acordo com o volume médio mensal da produção ou em casos de pedidos, de tamanhos consideráveis.

b) Produto:

São produzidos esquadrias de aço de diversos tipos, modelos, tamanhos para atender à demanda das Secretarias Municipais, a saber:

Tipos de esquadrias: portas, portões, janelas, grades de proteção para janelas, grades para fechamentos de frente de terrenos e diversos como: lixeiras, suportes para aparelhos de ar condicionado e etc.

Tamanhos: são muito variados, desde peças de 30x30 cm até portas de 5x5 m para barracões. A grande maioria não ultrapassa o tamanho de 3x3m. Os tamanhos foram dados em duas dimensões predominantes, e a espessura varia de 2 a 20 cm.

c) Tipo de edifício

A instalação onde esta instalada a serralheria é de forma retangular, com estrutura metálica, pé direito com 5,0 m, formato de cobertura em arcos, com fechamento laterais em alvenaria de tijolo, aparente até 2 m de altura e o restante com chapas onduladas de aço galvanizado ou alumínio. Pisos tipo cimentado com juntas de dilatação. Iluminação zenital através de chapas translúcidas na cobertura e nos fechamentos laterais, ventilação através de “lanternins” na cobertura e complementada por janelas e portas. As divisões internas para os departamentos ou seções serão em paredes pré-fabricadas de madeira ou metálicas, com chapas do mesmo tipo de cobertura, com larguras dos painéis não maiores que 1 m, para facilitar possíveis remoções. Para o escritório é interessante um prédio à parte ou encostado ao barracão da produção de esquadrias de aço, não é necessário um pé-direito alto e também é interessante a amenização de ruídos provenientes da produção.

d) Processo de Produção:

O método de trabalho utilizado é o de cada serralheiro possuir uma banca para execução dos serviços. O serralheiro poderá ter ajudante dependendo do tamanho do pedido. Cada profissional ficará encarregado normalmente da execução total do pedido do cliente, a não ser que este seja de um volume razoável e então poderá ser dividido. O encarregado de produção encaminha a ordem de serviço ou ordem de produção com todos os detalhes possíveis. A

seguir, o serralheiro irá providenciar toda a matéria prima necessária, sendo que para isso desloca-se para o depósito, onde selecionará os materiais. Logo após, providenciará o corte nos tamanhos exigidos usando a poli corte. Em sua banca, iniciar-se-á o processo de execução do produto ou montagem com ligações através de solda elétrica. Durante este processo o serralheiro poderá eventualmente voltar a fazer cortes para pequenos acertos, utilizando-se da poli corte ou prensas, como também deslocar-se para furadeira fixa, esmeril ou ainda até a seção de ferramentas e acessórios. Os demais equipamentos e ferramentas utilizadas são privativos de cada banca.

Como o tipo de estrutura do edifício é metálica, é viável a expansão tanto na direção longitudinal como transversal, desde que se previna de espaço para isto. A adaptação sem alteração do edifício é possível, pois não existem colunas internas e o remanejamento de equipamentos fica restrito apenas à adequação das instalações elétricas. A mudança dos departamentos também fica facilitada pela remoção das paredes pré-fabricadas.

e) Equipamentos:

De posição fixas e de uso coletivo:

- i. Poli corte
- ii. Meia esquadria
- iii. Prensas
- iv. Furadeira de bancada
- v. Esmeril
- vi. Curvadeira de perfil
- vii. Tronco de madeira para alinhar perfis
- viii. Solda elétrica de contato
- ix. Guilhotina manual

Móveis de uso coletivo:

- i. Lixadeira manual
- ii. Furadeira manual

De posição fixa e de uso privativo:

- i. Balança
- ii. Compressor de ar
- iii. Pistola de pintura

De uso privativo de cada banca:

- i. Cavalete de estrutura metálica com altura regulável
- ii. Morsa
- iii. Aparelho de solda elétrica
- iv. Caixa de ferramentas diversas (chaves de fenda, broca, serra manual, alicates, punções, etc).

As quantidades necessárias dos equipamentos de uso coletivo serão fundamentadas na pesquisa efetuada com os serralheiros.

A fonte de energia para acionamento dos equipamentos é a elétrica, através de motores de potencias diversos.

O assentamento dos equipamentos de posição fixa poderá ser executado diretamente no piso, através de chumbadores parafusados que não requerem fundações especiais.

Os espaços físicos ocupados, conforme explicados, serão fornecidos em planta por ocasião da elaboração do *layout*.

f) Movimento de materiais e produtos:

Os materiais serão deslocados pelos serralheiros como definido no item “i” do processo de produção. Igualmente, após os processos de execução dos serralheiros, os produtos serão levados manualmente ou em carrinho de acordo com a necessidade.

O espaço mais indicado para o movimento de materiais e produtos são os corredores e o veículo é o carrinho com quatro rodas, tracionado manualmente, sendo que os desníveis entre pisos deverão ser com rampas e sem degraus.

g) Armazenamento:

Para as esquadrias de aço o armazenamento das matérias-primas, como perfis metálicos, chapas, tintas, etc., será na seção de recepção e depósito. As peças e acessórios em geral, serão armazenados no almoxarifado e depósito de ferramentas. Os produtos acabados serão armazenados na seção de expedição.

O tempo de armazenamento será em função do tempo de terminar o pedido é aguardar veículo para entrega dos produtos.

h) Controle

O controle de qualidade e de prazos e de prazos de execução, é usualmente realizado pelo encarregado de produção, que devido ao volume de produção, consegue satisfatoriamente verificar estes itens com a frequência necessária. Estes controles são feitos diretamente no local da execução.

i) Manutenção

Este serviço é feito pelos próprios serralheiros, nos equipamentos de uso privativo, como também nos de uso coletivo, auxiliados ainda pelo encarregado de produção. Para os reparos e consertos que exigem maiores conhecimentos técnicos, são contratados profissionais especializados para estes serviços eventuais.

j) Segurança

A área a ser utilizada em cada banca será definida em função do tamanho da maioria dos produtos e da pesquisa efetuada com os serralheiros, sendo demarcado no piso com uma faixa pintada, a sua área de influencia. Os corredores deverão ficar sempre livres, sem pedaços de materiais ou qualquer outro objeto que impeça os deslocamentos e serão demarcadas igualmente as bancas de serviços.

Os principais equipamentos de prevenção de acidentes disponíveis são os seguintes: máscara para soldar, óculos de segurança incolor, avental de raspa tipo barbeiro, luvas de raspa, bota de segurança, perneira de raspa.

O poli corte necessita de local isolado e com anteparo para faíscas e prevenção contra estilhaços provenientes na quebra dos discos de corte e projeção de fagulhas.

k) Limpeza e Higiene

A remoção constante de resíduos, como pedaços de perfis, eletrodos, etc., é necessária para evitar acidentes de trabalho. Para tanto, deve-se ter um encarregado da limpeza e esta será feita manualmente.

Os sanitários deverão ter vasos sanitários, mictórios, lavatórios, chuveiros e armários para roupas e demais pertences pessoais, nas proporções adequadas ao número de empregados. A localização, de preferencia, deverá ser central para diminuir os deslocamentos e ser isolada do departamento de produção para evitar a elevação da umidade relativa do ar, do ambiente de trabalho, e ainda das possíveis exalações de odores.

3.4. Estimativa da Produção Futura

Devido à instabilidade econômica e a liberação de recursos públicos para aquisição de matéria prima, para atender as solicitações que cada secretaria necessita de novos produtos, sendo assim fica difícil prever a demanda futura. Portanto, conforme levantamento efetuado, a previsão do encarregado de produção é de manter a produção atual nas instalações existentes e para o novo *layout* o objetivo é de, diminuir as distancias percorridas e evitar o entroncamento dos processos, visando à redução dos desperdícios devido às situações da atual instalação.

A produção da serralheria é proporcional ao número de box de serviço. Atualmente a quantidade é de 04 box. Como se pretende diminuir a distancia percorrida e evitar o entroncamento dos processos para chegar a um *layout* bastante flexível estimamos que a demanda futura seja a mesma, contudo com as melhorias no *layout*, pretendemos que haja um menor tempo de produção para os produtos, sendo assim o setor terá uma capacidade produtiva maior, porém com os mesmos recursos produtivos.

3.5. Análise dos Princípios de *Layout* a Serem Seguidos

Para atingir os objetivos deste trabalho devemos seguir os princípios de:

- a) Economia de movimentos: será fundamental porque nota-se atualmente um exagerado deslocamento dos operários para usar um equipamento ou buscar materiais e ferramentas;
- b) Fluxo Progressivo: melhor ordenação dos serviços para se evitar retorno a operações passadas, cruzamentos de materiais, homens e máquinas;
- c) Flexibilidade: possibilidade de adaptação para novos produtos, processos, variação do volume de produção, etc.;
- d) Integração: permitir a integração entre todos os fatores influentes no *layout*.

3.6. Determinação dos Departamentos

Devido ao porte da serralheria os departamentos ficaram:

- a) Escritório / Controle de Produção;
- b) Recepção e Deposito de Matéria – Prima;
- c) Almoxarifado / Deposito de Ferramentas;
- d) Produção de Esquadrias de aço - Box;
- e) Pintura;
- f) Armazenamento e Expedição;
- g) Local para sanitários.

3.7. Previsão dos Espaços Necessários para os Departamentos

As previsões foram feitas considerando 04 bancas na produção de esquadria de aço.

- a) Escritório / Controle de Produção: trata-se de uma sala para o encarregado de produção realize trabalhos administrativos e o controle e planejamento da produção, com aproximadamente 20,00 m²;
- b) Recepção e Deposito de Matéria – Prima: o armazenamento das matérias primas para produção das esquadrias de aço devido às dimensões e tipos será necessário reservar aproximadamente 18,00 m²;
- c) Almoxarifado / Deposito de Ferramentas: em função da verificação das atuais instalações, 16,00 m² serão suficientes;
- d) Produção de Esquadrias de aço: como está previsto a adequação das 04 bancas, dos equipamentos fixos e dos corredores existentes, estima-se em 160,00 m²;
- e) Pintura: devido ao volume de produção, equipamentos e armazenamento provisório, estima-se em 30,00 m²;
- f) Armazenamento e Expedição: em função do volume de produção e do tempo de armazenamento, prevê-se serem necessários 30,00 m²;
- g) Local para sanitários: para atender ao número de funcionários serão suficientes 5,00 m².

3.8. Estudo e Preparação dos Esquemas de Processo de Produção

Para produção das esquadrias de aço atualmente os serralheiros deslocam-se até o depósito de matérias primas, buscando os materiais necessários à execução de cada produto. Sugere-se que este deslocamento seja único para cada ordem de serviço. Deve-se ainda fazer os transportes usando-se carinhos, preservando-se o local de trabalho um local para estacionamento dos mesmos após serem utilizados. Em caso do volume de produtos da ordem de serviço ser pequeno, o transporte poderá ser manual. O transporte para seção de pintura após a montagem, geralmente será manual, pois o mesmo é feito assim que cada produto é concluído. Somente em casos de peças de peso ou volume considerável serão utilizados os carrinhos. Do mesmo modo procede-se com o transporte da seção de pintura até chegar-se ao armazenamento dos produtos acabados. O processo de pintura se faz através de pistola acionada por ar comprimido, sendo que as peças ou produto ficam suspensos em cavaletes. Os produtos são pintados à medida que chegam e independentes de pertencerem ao mesmo pedido; no entanto, são devidamente identificados para posterior agrupamento na seção de expediente.

3.9. Determinação do Tipo de Fluxo do Material

Em função de o edifício ser retangular e com as características dos processos de produção, o fluxo ideal a produção de esquadrias de aço, será em serpentina, podendo ocorrer algumas variações na trajetória.

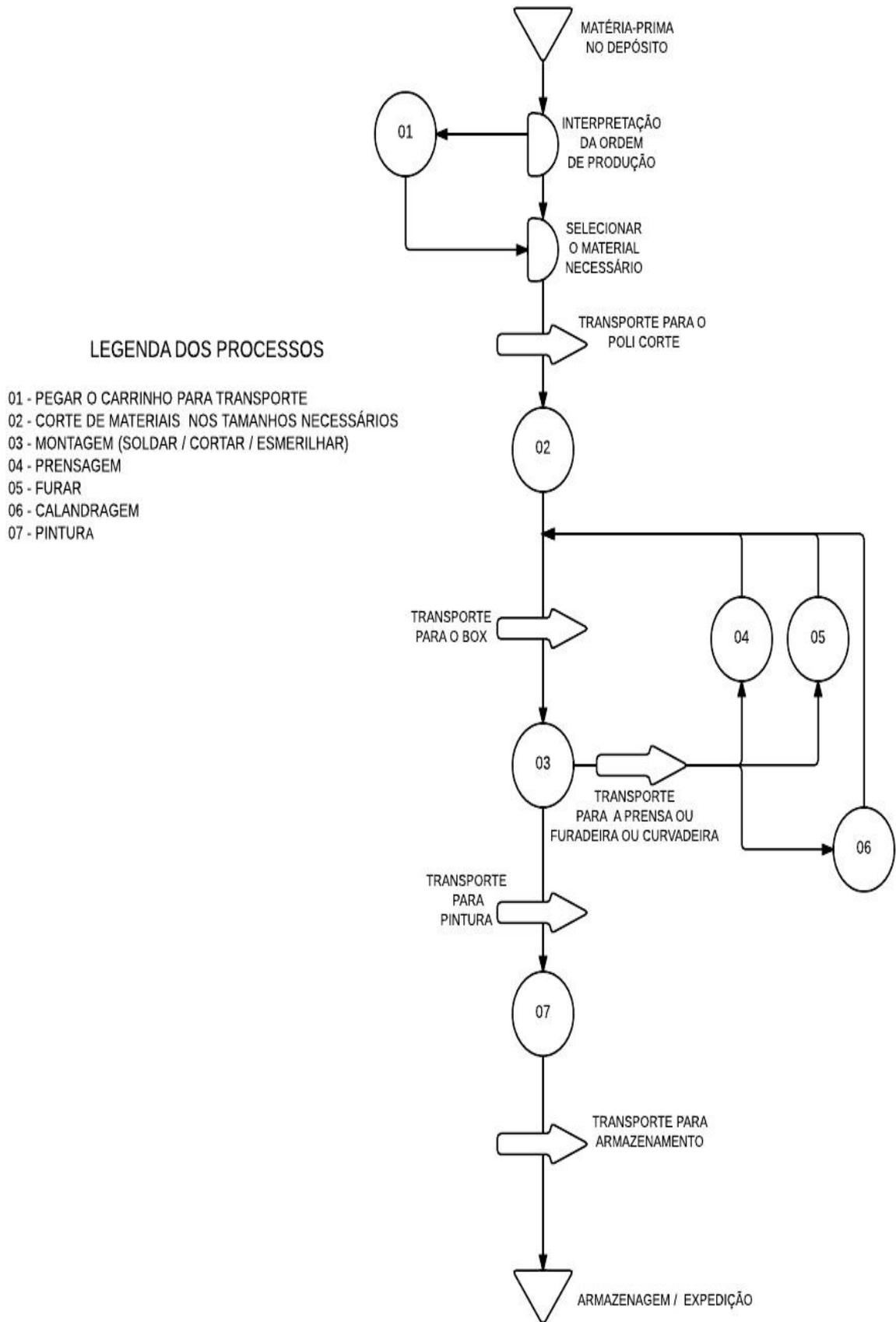


Figura 6: Fluxograma de Processo de Produção
 Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

3.10. Elaboração do *Layout*

Como o edifício tem uma forma retangular, com fluxo de material basicamente retilíneo, as seções serão ordenadas de maneira a se enquadrar nas condições existentes do *Layout* atual, pois não serão realizadas alterações no prédio, comparando a Figura 8 – *Layout* Existente e a Figura 9 – *Layout* Proposto, podemos notar as mudanças sugeridas.

O processo de produção será do tipo Jobbing devido ao baixo volume (quantidade) de produção e a alta variedade, este tipo de processo é semelhante ao por projeto divergindo por usar recursos compartilhados devido às características de produção.

O layout de produção será do tipo Por Processo, para que os recursos a serem transformados fluam pelos recursos transformadores, de modo que produtos e informações percorram um roteiro de processo a processo, de acordo com suas necessidades para sua completa produção. Diferentes produtos terão diferentes necessidades e, portanto, percorrerão diferentes roteiros na operação.

Desta maneira as seções foram arranjadas dentro do edifício retangular, usando o “método dos elos” já descrito no item 2.12 subitem B, para identificar os elos ou postos de trabalho mais solicitados, para determinação da localização mais adequada ao posto, diminuindo a distancia percorrida e evitando o entroncamento dos processos. Para determinação das áreas mínimas necessárias para os postos de trabalho será utilizado o Método de Guerchet descrito no item 2.12 subitem A. Como definido anteriormente no item 3.3 – Descrição dos Fatores Relacionados a Produção do Produto, as seções serão delimitadas por divisórias formando paredes através de painéis pré-fabricados que permitem flexibilidade em adequações futuras.

Para elaboração do *layout* utilizando o Método dos Elos descrito no item 2.12 subitem B, será necessário à determinação dos produtos de maior produção média bem com os processos necessários para sua produção, conforme ilustrado no Quadro 9 – Produtos e no Quadro 10 – Processamento.

Quadro 10: Produtos

Produto A = Esquadria 3 x 3
Produto B = Esquadria 3 x 2
Produto C = Esquadria 3 x 1,5
Produto D = Esquadria 2 x 2
Produto E = Esquadria 1 x 1

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

A serralheria dispõe de 9 processos responsáveis pelo processamento da matéria prima para elaboração dos produtos, descritos no Quadro 10.

Quadro 11: Processamentos

Processamento 1 = separar material
Processamento 2 = cortar material (poli corte)
Processamento 3 = Montar (soldar / cortar / esmerilhar)
Processamento 4 = Prensar (prensa excêntrica)
Processamento 5 = Furar (furadeira de bancada)
Processamento 6 = Curvar (Calandra ou curvadeira)
Processamento 7 = Cortar (meia esquadria)
Processamento 8 = Pintura
Processamento 9 = Expedição

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

Os produtos A, B, C, D, e E, descritos no Quadro 9, possuem ordens de processamentos diferentes, de acordo com a necessidade de suas características, na Tabela 6 podemos ver como são estas sequencias.

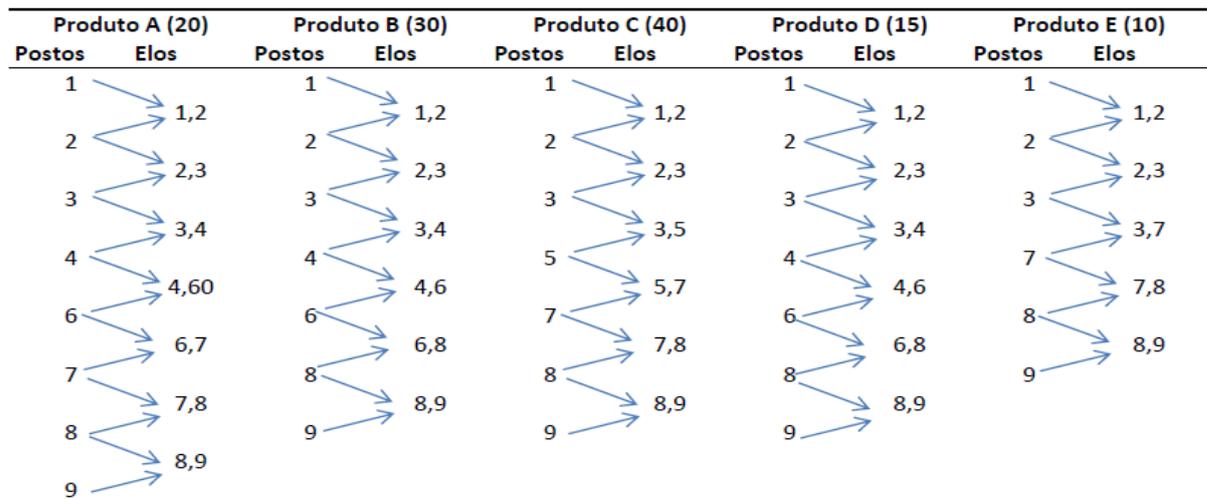
Tabela 6: Sequencia dos Postos

PRODUTOS	PROCESSAMENTO									QUANTIDADE MÉDIA (TRIMESTRAL)
	1	2	3	4	6	7	3	8	9	
A	1	2	3	4	6	7	3	8	9	20
B	1	2	3	4	6	3	8	9	-	30
C	1	2	3	5	7	3	8	9	-	40
D	1	2	3	4	6	3	8	9	-	15
E	1	2	3	7	3	8	9	-	-	10

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

Na Tabela 7 os processamentos descritos no Quadro 10 são chamados de Postos, e vemos os Elos necessários entre estes Postos conforme necessidade de cada produto.

Tabela 7: Elos entre os Postos



Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

A Tabela 8 apresenta a frequência de uso que os Elos mostrados na Tabela 7 são submetidos pela necessidade de todos os produtos ao longo dos Postos.

Tabela 8: Frequência do Uso dos Elos

Elos	Produtos					Total
	A (20)	B (30)	C (40)	D(15)	E (10)	
1-2	20	30	40	15	10	115
2-3	20	30	40	15	10	115
3-4	20	30	-	15	-	65
4-6	20	30	-	15	-	65
6-7	20	-	-	-	-	20
7-8	20	-	40	-	10	70
8-9	20	30	40	15	10	115
6-8	-	30	-	15	-	45
3-5	-	-	40	-	-	40
5-7	-	-	40	-	-	40
3-7	-	-	-	-	10	10
Total	140	180	240	90	50	700

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

Na Tabela 9, as solicitações dos Postos são obtidas através da frequência do uso dos Elos, descritas na Tabela 8.

Tabela 9: Solicitações dos Postos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	-	-	-	-	-	-	-	115	115
8	-	-	-	-	-	45	70	230	
7	-	-	10	-	40	20	140		
6	-	-	-	65	-	130			
5	-	-	40	-	80				
4	-	-	65	130					
3	-	115	230						
2	115	230							
1	115								
								Total dos Postos =	1.400

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

Analisando a Tabela 9: Solicitações dos Postos, para elaboração do Layout Provável chegamos aos dados para análise, que são:

- Os postos 1 e 9, em que se iniciam e terminam os processos, devem ser colocados, respectivamente, próximo à entrada e saída das instalações para facilitar a entrada da matéria prima e saída dos produtos, sem cruzar os fluxos dos postos;
- O posto de trabalho 2, 3 e 8 são os mais solicitados, com 230 solicitações cada. Idealmente esses pontos ocuparão uma posição central para posicionamento dos demais postos ao seu redor;
- O posto 8 por se tratar do setor de Pintura deverá permanecer ao lado do posto 9 (Expedição), para percorrer menor distancia e evitar entroncamento. Além do que estes processos necessitam de local com características específicas. Situação que o *Layout* atual atende;
- O posto 2 por apresentar sequencia ao postos 1 deverá estar próximo ao mesmo para percorrer menor distancia e evitar entroncamento com os demais postos.
- O posto 3 por apresentar sequencia ao postos 2 deverá estar próximo a este para percorrer menor distancia e evitar entroncamento. Conforme subitem K da 4ª fase: Aspectos de Produção do item 3.2 – Coleta de Dados para Subsídio, 14 colaboradores apontam que os Box de Montagem devem estar próximos às paredes. Devido as características do Posto 3 (montagem) e as dimensões do barracão, este posto deverá ser posicionado de forma a maximizar o uso do espaço disponível e a minimizar a distancia percorrida
- Os elos 4 e 6, 6 e 7, 7 e 5 deverão ser posicionados respeitando esta ordem e próximos ao posto 3 para percorrer menor distancia e evitar entroncamento conforme pode-se analisar na Tabela 6 – Sequencia dos Postos.

Com base nestas análises podemos propor um novo *Layout* Provável para a unidade em estudo, conforme apresentado na Figura 7.

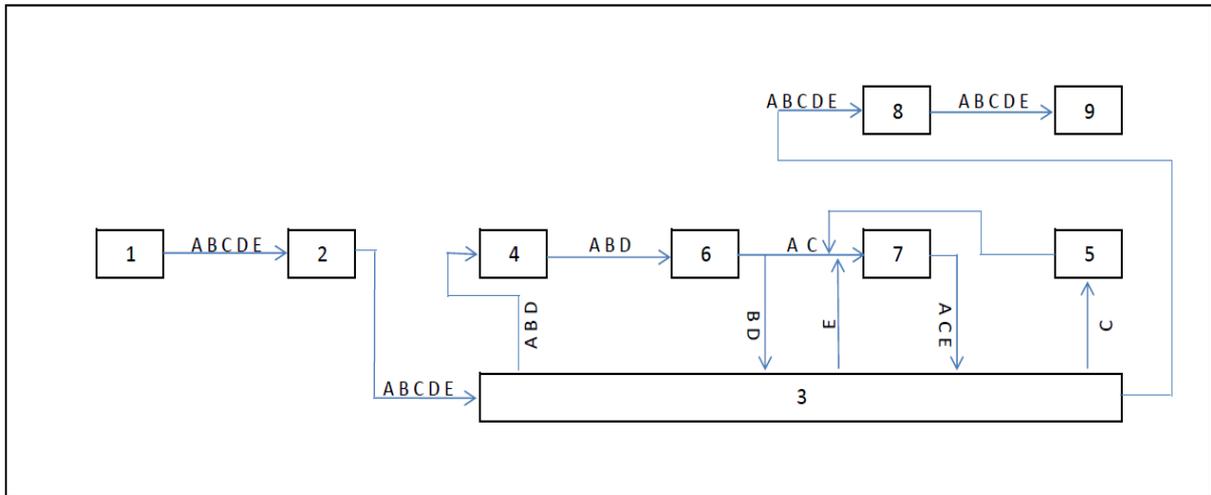


Figura 7: Layout Provável
Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

Uma vez analisado a sequência e a localização dos postos, devemos nos voltar para área mínima que será ocupada por estes postos, com uso do Método de Guerchet descrito no item 2.12 item A e da Tabela 10 é possível verificarmos os espaços necessários aos centros de produção.

Tabela 10: Determinação das Áreas Mínimas - Método de Guerchet

Equipamento	Quantidade	Nº de lados	Fator K	Área efetiva do equipamento (Ap)		Área de gravitação (Ag) m² (unitário)	Área de evolução (Ae) m² (unitário)	Área mínima (A) m² (unitário)
				m² (unitário)	m² (total)			
Cabine de montagem	4	2	2	2,5	10	20	60	90
Poli Corte	3	1	2	0,42	1,26	1,26	5,04	7,56
Prensa	1	1	2	0,66	0,66	0,66	2,64	3,96
Furadeira	2	1	2	0,7	1,4	1,4	5,6	8,4
Calandra ou curvadeira	1	2	2	0,8	0,8	1,6	4,8	7,2
				Total	14,12	24,92	78,08	117,12

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

Com os postos posicionados e com suas áreas determinadas podemos realizar análise das distancias entre o *Layout* existente (Figura 8) e o *Layout* proposto (Figura 9) como será apresentado na Tabela 11.

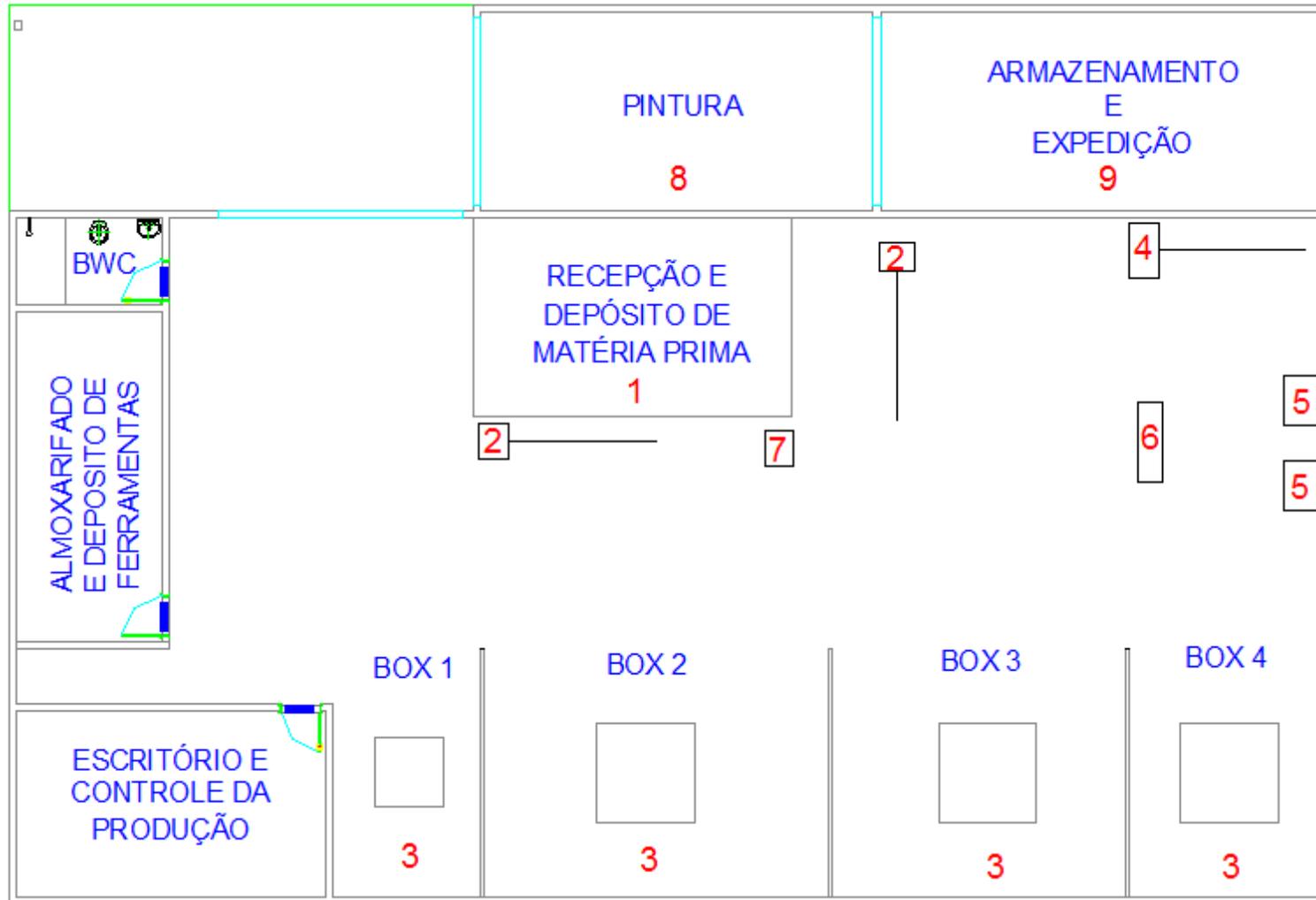
A Tabela 11 nos mostra os produtos A, B C, D e E, descritos no Quadro 9, as sequencias de processamento e os elos dos postos, descritos nas Tabelas 6 e 7 respectivamente, inclusive vemos o percentual de redução de percurso percorrido entre os *layout*, onde todos as sequencias de processo dos produtos obtiveram redução nas distancias percorridas entre postos. Os produtos B e D foram os que apresentaram maior redução, com um valor de 17,83% ambos, seguidos dos produtos A com 11,69%, o produto C com 10,55% e por fim o produto E com 1.17%. Vale frisar que cada produto possui sua demanda conforme descrito na Tabela 6 – Sequencia dos Postos, o produto C com 40, B com 30, A com 20, D com 15 e E com 10 unidades respectivamente. Contudo esta situação foi analisada na Tabela 8 – Frequência do Uso dos Elos durante aplicação do Método dos Elos. Por fim, a Tabela 11, nas duas ultimas colunas, nos mostra um comparativo entre a distancias total percorrida entre todos os elos, apresentando uma redução de 12,16% na comparação entre os dois *layouts*.

Tabela 11: Distancia entre Elos para Layout Existente e Layout Proposto

Elos	Produtos										Total por Elo	
	A		B		C		D		E		Layout Existente	Layout Proposto
	Layout Existente	Layout Proposto										
1-2	5,2	4,2	5,2	4,2	5,2	4,2	5,2	4,2	5,2	4,2	26	21
2-3	8,5	10,1	8,5	10,1	8,5	10,1	8,5	10,1	8,5	10,1	42,5	50,5
3-4	7,5	3,5	7,5	3,5	-	-	7,5	3,5	-	-	22,5	10,5
4-6	6,6	3,8	6,6	3,8	-	-	6,6	3,8	-	-	19,8	11,4
6-7	6,8	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	5,5
7-8	31,7	30,4	-	-	31,7	30,4	-	-	31,7	30,4	95,1	91,2
8-9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	45	45
6-8	-	-	35	28,4	-	-	35	28,4	-	-	70	56,8
3-5	-	-	-	-	10,4	9,8	-	-	-	-	10,4	9,8
5-7	-	-	-	-	12	5,2	-	-	-	-	12	5,2
3-7	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	5,3	5,3	5,3
Total por Produto	75,3	66,5	71,8	59	76,8	68,7	71,8	59	59,7	59	355,4	312,2
% de Redução	11,69%		17,83%		10,55%		17,83%		1,17%		12,16%	

Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

3.11. Layout Existente



LEGENDA DO PROCESSO

- 1 Separar Material
- 2 Cortar Material
- 3 Montar
- 4 Pressar
- 5 Furar
- 6 Calandrar
- 7 Cortar (meia esquadria)
- 8 Pintar
- 9 Expedir

Figura 8: *Layout Existente*
 Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

3.12. Proposta de Novo Layout

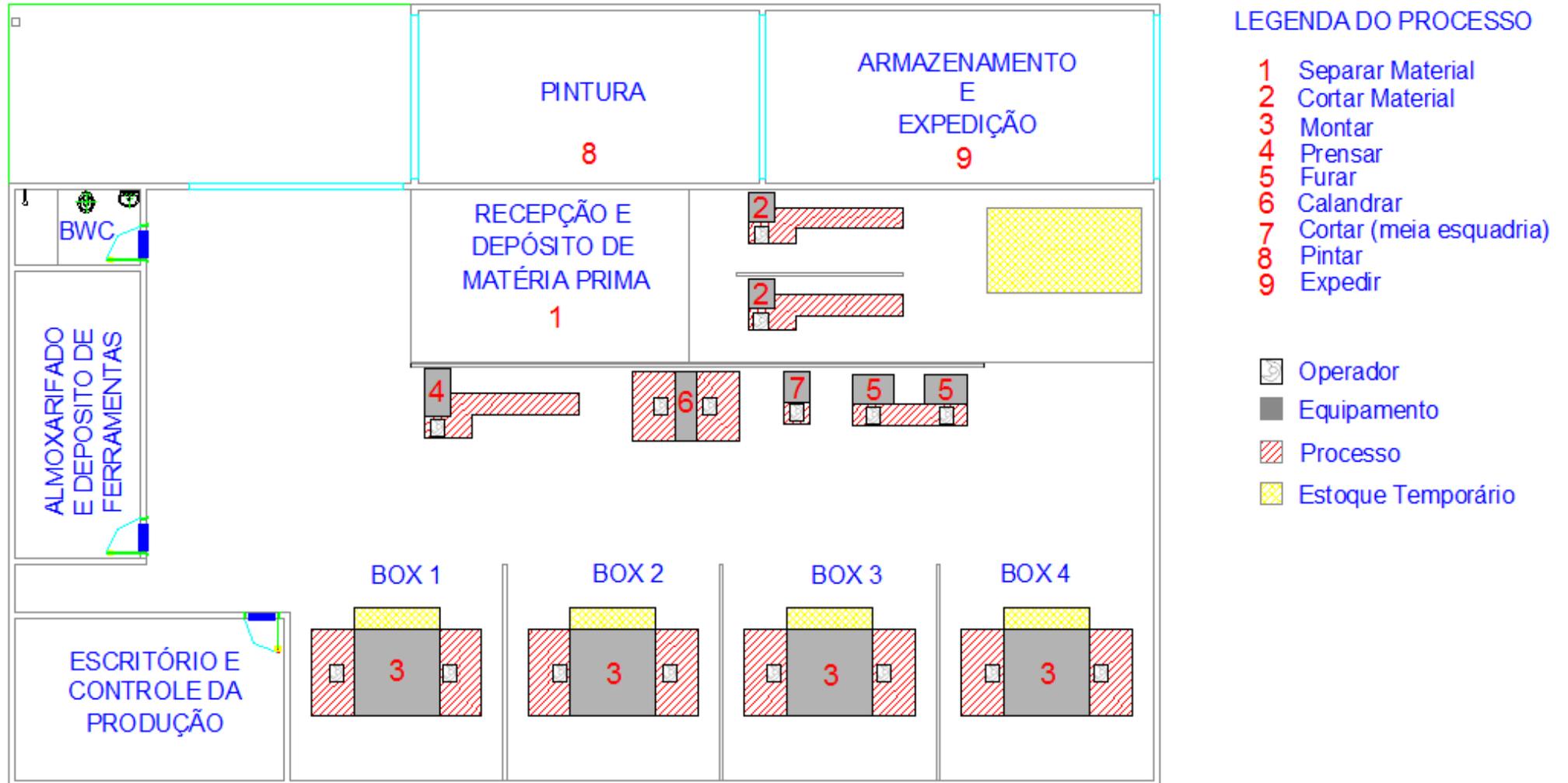


Figura 9: Layout Proposto
Fonte: Dados de Pesquisa, 2012

3.13. Conclusão

Por meio deste estudo constatou-se que atualmente a serralheria é pequena, não está bem organizada administrativamente, principalmente no que se refere à produção e mais especificamente, quanto ao respectivo *layout*.

A teoria estudada vem a contribuir significativamente na elaboração deste trabalho, auxiliando na escolha e dimensionamento do *layout* mais adequado as características do estudo de caso.

No que se refere à bibliografia, verificou-se ainda que os autores não deram muita ênfase às informações oriundas dos trabalhadores envolvidos na produção as quais também foram consideradas bastante úteis na elaboração deste *Layout*, visto que somente pela observação, por mais frequente e eficaz que possa ser, ainda assim existem muitos fatores que escapam na sua aplicação, porque certos acontecimentos não chegam a ocorrer durante as observações, ou ainda certas condições só podem ser aferidas pelos próprios trabalhadores, como, por exemplo, as condições ambientais do trabalho.

Na fase da aplicação do questionário, onde se procurou preliminarmente explicar de maneira resumida, a sua finalidade, verificou-se o interesse por parte dos entrevistados, devido a expectativa da melhoria das suas condições de trabalho. Este interesse serviu como incentivo para a continuidade e aprimoramento deste trabalho, inclusive auxiliando na tomada de decisão de fatores importante para elaboração do novo *layout*.

Na estruturação para elaboração do *layout*, especificamente no caso da serralheria, ficou comprovado que o conhecimento integral do setor produtivo é indispensável para que se consiga obter os dados necessários a esta etapa.

Na fase de elaboração do *layout* constatou-se que o conjunto das informações teóricas e práticas, a experiência, interesse e colaboração do pessoal envolvido na produção, foram essenciais para chegar a um *layout* com propósito de ser funcional, econômico, fornecer flexibilidade e ainda atender aos princípios definidos neste trabalho.

Podemos notar os benefícios com o percentual de redução das distancias percorridas entre o Layout Existente e o Layout Proposto, com redução média das distancias percorridas em

12,16%, obtida pela aplicação do Método de Guerchet nos processos de produção dos produtos A, B, C, D, e E reduzindo as distancias em 11,69%, 17,83%, 10,55%, 17,83%, 1,17% respectivamente. A diminuição dos entroncamentos devido aplicação do Método de Elos para melhor sequencia dos processos, melhorando o fluxo entre as atividades necessárias para a produção das esquadrias. E a eliminação de um gargalo de produção devido ao uso de bancas com diferentes tamanhos. Entende-se assim que este trabalho será útil, pois procurou solucionar problemas existentes no setor produtivo de uma serralheria, tais como:

- a) Menor distancia percorrida para produção dos produtos;
- b) Evitar entroncamento dos processos produtivos;
- c) Box de montagem com o mesmo tamanho, para que o processo seja realizado em todos da mesma forma, evitando gargalos de produção;
- d) Racionalização de processos de produção, bem como outros poderão ser analisados, estudados com base neste trabalho, fornecendo novas propostas de soluções.

Logo, a contribuição deste trabalho para o aspecto organizacional de layout da serralheria fica evidente, uma vez que o mesmo justificou tais alterações. Recomendamos sua ampliação, com a iniciativa da elaboração de novos Trabalhos de Conclusão de Curso com temas relacionados ou que dessem continuidade ao titulo proposto, como sugestão, recomendados:

- a) Estudo da viabilidade de novas instalações para serralherias;
- b) Tipo adequado de processo e *layout* para serralherias;
- c) Estudo e análise para ampliação das instalações de uma serralheria;
- d) Análise e melhoria da capacidade produtiva de uma serralheria;
- e) Estudo para implantação de novo *layout* de uma serralheria.

A aplicação prática deste trabalho não foi possível devido ao tempo e necessidade de envolvimento do pessoal do setor de Serralheria que seria necessário para sua implantação. Pois haveria necessidade de parada da produção de esquadrias de aço para implantação do novo *layout*, ou realizar programação da produção dos pedidos existentes de modo que fosse possível implantar o novo *layout* sem a necessidade da parada total da produção, o que certamente levará mais tempo e necessitará de mais esforços no sentido de sua viabilização. No entanto, espera-se que num futuro próximo venha a ser utilizado e realmente atenda aos objetivos propostos.

4. REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, O. L. **Estudo da Flexibilidade dos Sistemas Produtivos**. São Carlos. Tese de Doutorado. EESC/USP, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

BORBA, Mirna. **Arranjo físico**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 1998.

CAMAROTTO, João Alberto. Simucad. Ufscar- Departamento de Engenharia de Produção. Disciplina: Engenharia do trabalho 3 – **Projeto de Unidades Produtivas**, 2005a.

CAMAROTTO, João Alberto. **Engenharia do Trabalho**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos - Ufscar. Disciplina: Projeto do Trabalho – Apostila de Engenharia do Trabalho, 2005b.

CAMAROTTO, João Alberto. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos - Ufscar. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005c.

GAITHER, N., FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8ª ed. São Paulo. Editora Pioneira. 2001.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 5ª ed. São Paulo. Editora Edgard Blücher, 2005.

MACHLINE, Claude et al. **Manual de Administração da Produção**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo. Editora Saraiva, 2005.

MAYER, Raymond R. **Administração da Produção**. . 2ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 1984.

MICHAELIS: **Moderno Dicionário Inglês - Português / Português-Inglês**. 1ª ed. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2000.

MUTHER, R. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. Supervisão ITIRO IIDA. Tradução: Elizabeth de Moura Vieira, Jorge Ajub Hijjar e Miguel de Simoni. 1ª ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1978.

OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais**. 1ª ed. São Paulo: IBLC, 1985.

PEINADO, J., GRAEML, A. R. **Administração da Produção: operações Industriais e de Serviços**. Curitiba. Editora UnicenP, 2004.

REIS, Dayr Américo dos. **Administração da Produção: Sistemas, Planejamento e Controle**. 1ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 1978.

RUSSOMANO, Vítor Henrique. **PCP – Planejamento e Acompanhamento da Produção**. 6ª ed. São Paulo. Editora Pioneira, 2000.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2ª ed. Porto Alegre. Editora Bookman, 1996.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas**. 1ª ed. Porto Alegre. Editora Bookman, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 2002.

TREIN, Fabiano André. **Análise e Melhoria de Layout de Processo na Indústria de Beneficiamento de Couro**. 2001. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VIEIRA, Augusto Cesar Gadelha. **Manual de Layout (Arranjo Físico)**. 1ª ed. Rio de Janeiro. Editora CNI, 1981.

ZEYHER, Lewis R. **Manual de Administração da Produção**. 1ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 1974.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196