



FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS
DE SERGIPE – FANESE
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MAURO LUIS STEFANI

AJUSTES NO ARRANJO FÍSICO DO SETOR DE MONTAGEM
DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS ARTLINE

Aracaju – SE
2006.2

MAURO LUIS STEFANI

AJUSTES NO ARRANJO FÍSICO DO SETOR DE MONTAGEM DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS ARTLINE

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Produção da FANESE, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Esp. Emerson M. de Carvalho

Coordenadora: Prof^a. Msc. Helenice Garcia

Aracaju – SE
2006.2

MAURO LUIS STEFANI

AJUSTES NO ARRANJO FÍSICO DO SETOR DE MONTAGEM DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS ARTLINE

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito parcial para cumprimento do Estágio Curricular e elemento obrigatório para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção, no período de 2006.2.

Orientador: Prof. Esp. Emersom M. de Carvalho

1º Examinador: Prof. Ricardo Oliveira

2º Examinador: Prof. Ana Eleonora

Aprovado com Média:

Aracaju/SE, 26 de dezembro de 2006

Dedico esta obra a minha esposa
e a minha filha: Lílian e Liliane.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar vivo, e me presentear com mais esta vitória em minha vida.

A minha esposa, Lílian Bárbara Torres de Brito Stefani, que me incentivou a fazer esta graduação e que, sem sua força e exemplo de perseverança, não teria alcançado este momento.

A meus pais que, mesmo de tão longe, sempre me incentivaram com palavras de apoio e coragem, e principalmente pelo hábito de orarem por mim antes de dormir.

Ao casal de cunhados Rita e Rubens, e à minha colega de classe Glayde Selma, que sabem o quanto foram importantes nesta parte da minha história.

Ao meu sogro e à minha sogra, Lázaro e Marinalva que sempre cuidaram de minha filha quando solicitados.

Aos colegas de trabalho e principalmente aos da turma que sempre me apoiaram nesta longa jornada.

A meus amigos que entenderam a ausência de várias confraternizações e que sempre me apoiaram.

A todos os professores e, sobretudo ao orientador Prof. Emerson, que acreditou neste trabalho.

“Somos o que fazemos, mas
somos principalmente o que
fazemos para mudar o que
somos”.

Eduardo Galeano

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo estudar o arranjo físico do setor de montagem da Indústria de Móveis *Artline*, localizada no Distrito Industrial de Aracaju. Atualmente, a Indústria citada está em fase de crescimento, necessitando aumentar a produtividade. Máquinas com tecnologia de ponta foram adquiridas para o setor de corte, colagem de bordas, usinagem e furação, porém no setor de montagem, o trabalho é manual, pois a tecnologia existente no mercado, não permite a automação deste setor. Desta forma, este setor não conseguiria atingir a meta de produção sem que algo fosse modificado. Com estas informações, foi possível iniciar o estudo sobre o arranjo físico do setor de montagem. Através de estudos teóricos sobre arranjo físico, foi possível identificar o arranjo mais indicado para a indústria moveleira. Consequentemente, verificou-se que o arranjo físico para setores de montagem em indústria moveleira normalmente é o arranjo físico celular bem definido. No estudo de campo foi observado que o arranjo não é bem definido, pois o fluxo de pessoas e materiais é muito intenso e desordenado. Através do mapofluxograma foi possível mapear os movimentos das pessoas e dos materiais existentes em tal setor. Verificou-se que os montadores passam muito tempo transitando na fábrica buscando ferramentas e componentes para a execução da montagem. Além disso, as peças para montagem dispõem-se de forma desordenada, o que dificulta o processo de montagem. Este estudo contém uma proposta de ajuste no arranjo físico e consequentemente na movimentação dos funcionários. Os resultados apresentam a relação da situação atual com os da situação proposta, onde é perceptível o avanço da produtividade no setor. A conclusão mostra a importância deste estudo e indica outros estudos que podem ser feitos a fim de melhorar ainda mais a produtividade do setor de montagem da Indústria de Móveis *Artline*.

Palavras-Chave: Arranjo físico; indústria de móveis; setor de montagem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Arranjo físico da Indústria de Móveis Artline	34
Figura 02: Mapofluxograma atual	37
Figura 03: Mapofluxograma proposto	44
Figura 04: Vista tridimensional	46
Figura 05: Vista superior da bancada de montagem	47
Figura 06: Vista frontal da bancada proposta	47
Figura 07: Vista lateral da bancada proposta	47

LISTA DE FOTOS

Foto 01: Operador da seccionadora cortando peças	31
Foto 02: Coladeira de bordas	31
Foto 03: Acabamento manual	32
Foto 04: Furadeira	33
Foto 05: Peças dispostas para montagem	36
Foto 06: Movimento dos montadores para buscar ferramentas	39
Foto 07: Deslocamento do montador para buscar kits	40
Foto 08: Movimento do montador para buscar prateleiras	40
Foto 09: Movimento do montador para buscar bases metálicas	41
Foto 10: Montador dispondo móvel na expedição	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Estudo de Tempo Atual	38
Tabela 02: Faturamento Atual	42
Tabela 03: Estudo de Tempo Proposto	45
Tabela 04: Faturamento Proposto	49
Tabela 05: Diferença entre faturamento Atual e Proposto	49
Tabela 06: Custo Médio por Montador	50
Tabela 07: Relação Custo / Funcionários	51

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	07
LISTA DE FOTOS	08
LISTA DE TABELAS	09
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
1.2 Justificativa	13
1.3 Hipótese	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Arranjo Físico em Operações de Manufatura	14
2.2 Princípios do Manuseio de Materiais	15
2.3 Objetivos do Arranjo Físico de Operações de Manufatura	16
2.4 Tipos de Arranjo Físico	16
2.5 Arranjo Físico por processo ou funcional	17
2.5.1 Características	17
2.5.2 Vantagens	17
2.5.3 Desvantagens	18
2.6 Arranjo Físico por produto ou linear	19
2.6.1 Características	19
2.6.2 Vantagens	19
2.6.3 Desvantagens	20
2.7 Arranjo Físico de manufatura celular	20
2.7.1 Características	20
2.7.2 Vantagens	21
2.7.3 Desvantagens	22
2.8 Arranjo Físico de posição fixa	22

2.8.1 Características	22
2.8.2 Vantagens	23
2.8.3 Desvantagens	23
2.9 Aplicações de Arranjo Físico	24
2.9.1 Aplicações de arranjo físico por processo	25
2.9.2 Aplicações de arranjo físico por produto	25
2.9.3 Aplicações do arranjo físico de manufatura celular	26
2.9.4 Aplicações do arranjo físico de posição fixa	27
2.10 Novas Tendências de Arranjo Físico	27
3 ESTUDO DE CASO	29
3.1 Apresentação da Empresa	29
3.2 O Processo de Produção	30
3.3 Análise da Movimentação de Pessoas e Fluxo de Materiais no Setor de Montagem	35
3.4 Mapofluxograma	35
3.4.1 Análise dos resultados	49
4 METODOLOGIA	53
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

Todo posto de trabalho está ligado a outros postos ou máquinas em uma indústria ou empresa de qualquer gênero e tamanho. Os postos de trabalhos ou máquinas normalmente estão ligados uns aos outros por fazerem parte do mesmo processo ou por estarem ligados ao produto final. Para tornar esses processos organizados e com maior produtividade, o arranjo físico é de fundamental importância, pois a implantação ou melhoria de um arranjo físico pode eliminar ou minimizar tarefas que não agregam valor ao produto final em um processo produtivo.

A guerra comercial, atualmente estabelecida pelo mercado, força as empresas a trabalharem com algum diferencial de mercado. Preço é a maneira mais adequada para se diferenciar, uma vez que qualidade já não é diferencial, é obrigação. Para se diferenciar no preço, é necessário ter produtividade alta, o que significa produzir muito com eficiência e sem desperdícios. Se bem planejado, um arranjo físico pode aumentar a produtividade e reduzir custos simultaneamente.

A eliminação ou redução de transporte ou de movimentação desnecessários é exemplo de algo que reduz o custo e aumenta a produtividade simultaneamente. O tempo gasto para transportar algo para algum lugar desnecessário pode ser aproveitado para produzir algo necessário.

Utilizando o estudo de arranjo físico de operações de manufatura, pretende-se analisar possíveis mudanças a fim de aperfeiçoar o processo produtivo da Indústria de Móveis *Artline*. Situada no Distrito Industrial de Aracaju, a indústria citada está em expansão, e necessita aumentar sua capacidade produtiva como um todo para acompanhar o crescimento da área comercial. Algumas providências estão sendo tomadas na tentativa de solucionar o problema, dentre as quais, a aquisição de novas máquinas, mais modernas e produtivas que as anteriores, porém, o setor de montagem, por não dispor no mercado de novas tecnologias, torna-se o gargalo do sistema. A produção da *Artline*, então limita-se à produção executada por este setor. Atualmente, este setor tem trabalhado em horas extraordinárias, pois não consegue dar continuidade ao fluxo de produção, o que gera problemas não somente com custos, mas também por sobrecarregar o setor de embalagens. Trabalhando acima da capacidade o setor de embalagens põe em risco a qualidade ao executar a tarefa.

Com o ajuste no arranjo físico do setor de montagem, respeitando o espaço destinado, acredita-se ser possível melhorar o fluxo do processo, deixando o mesmo mais enxuto. Aumentando a capacidade produtiva deste setor, a *Artline* aumentará sua capacidade como um todo, podendo seguir no seu processo de expansão.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Propor ajustes no arranjo físico do setor de montagem da Indústria de Móveis *Artline* a fim de aumentar sua produtividade.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar os tipos de arranjos físicos, assim como suas vantagens e desvantagens.
- Analisar a movimentação de pessoas e fluxo de materiais do processo de montagem.
- Identificar falhas no processo no setor de montagem da Indústria Móveis *Artline*.

1.3 Justificativa

O estudo do arranjo físico é importante, pois possibilita a obtenção de ganhos significativos principalmente em processos de manufatura. Exemplo disso é a redução no transporte de matéria-prima, nas frequências de deslocamento de pessoal e nos tempos de execução de determinadas tarefas. O fluxo de produção pode ser melhorado deixando-o mais “enxuto”, trabalhando o equilíbrio dos processos, evitando ou minimizando gargalos. Visando o aumento da produção do setor de montagem da *Artline*, a identificação de falhas no processo é primordial porque, à medida que forem identificadas, pode-se analisá-las e propor melhorias. Atualmente trabalha-se sem referencial algum e os funcionários trabalham de forma desordenada, fato que dificulta a elaboração e entendimento de um mapofluxograma. Não são conhecidos os tempos gastos na montagem de nenhum produto da *Artline*; sendo assim, não é possível mensurar a produtividade. Outro fator importante é a relação entre carga horária de trabalho, e carga horária efetiva, pois conhecer o aproveitamento do tempo ajuda na tomada de decisões. Identificar os tipos de arranjo físico, analisar o fluxo de materiais e a movimentação de pessoas através de mapofluxograma, e estudar a carga efetiva através de amostragens mostrará as possíveis falhas no processo de montagem. Com o crescimento da demanda, a *Artline* necessita de ajustes no setor de montagem para atender esta demanda e através deste estudo pretende-se encontrar alternativas para aumentar a produção juntamente com a produtividade, aproveitando os mesmos recursos técnicos e humanos utilizados atualmente.

1.4 Hipótese

O processo de montagem da indústria moveleira *Artline* é pouco eficiente podendo ser melhorado com ajustes no arranjo físico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estudo dos tipos de arranjo físico, assim como suas características, vantagens e desvantagens são importantes para que a melhoria desejada aconteça, ou para que não aconteça uma implantação equivocada que venha causar prejuízos futuros em função de perdas na produtividade, dentre muitos problemas que um arranjo físico mal planejado pode acarretar.

2.1 Arranjo Físico em Operações de Manufatura

Planejar o arranjo físico de operações de manufatura significa averiguar a localização de todas as máquinas, materiais a serem utilizados, estações de trabalho, áreas de armazenamento de materiais, corredores respeitando os padrões do fluxo de materiais e de pessoas. É necessário também observar áreas para as necessidades pessoais como banheiros, bebedouros e vestiários. O planejamento do arranjo físico deve respeitar o planejamento do processo, que por sua vez necessita respeitar o planejamento do produto. A disposição física desses processos dentro e ao redor das instalações, o espaço necessário para a operação desses processos e o espaço necessário para as funções, são definidas através dos arranjos físicos. O planejamento do arranjo físico necessita de um contínuo intercâmbio de informações com o planejamento do processo, pois um afeta diretamente ao outro (GAITHER e FRAZIER, 1999).

“Arranjo físico consiste em dispor tudo o que for utilizado e ocupa espaço em uma fábrica de forma a maximizar a funcionalidade do processo produtivo (ROCHA, 1995).”

“Arranjo físico pode ser definido como o acondicionamento de máquinas, equipamentos e serviços de suporte em um espaço pré-estabelecido, cuja finalidade é reduzir o volume de transporte de materiais no fluxo produtivo de uma fábrica (CONTADOR, 1998).”

“Sistema de manuseio de materiais é a rede inteira de transporte que recebe materiais, armazena, movimenta entre pontos de processamento dentro ou

entre prédios e instalações até depositar os produtos acabados nos veículos que os entregarão ao cliente (GAITHER e FRAZIER, 1999).”

As decisões sobre arranjo físico não são tomadas exclusivamente no projeto de uma nova instalação, mas dependendo das implicações que o arranjo físico pode ter no próprio desempenho da operação, deve-se fazer novo estudo para sanar as deficiências (CORRÊA e CORRÊA, 2004).

2.2 Princípios do Manuseio de Materiais

Todo processo produtivo exige movimentação de materiais, sejam eles matéria-prima, produto acabado, produto em processo, ferramentas e acessórios, entre muitos outros. Para otimizar o processo, é necessário observar alguns princípios do manuseio de materiais. Os materiais devem seguir fluxos lineares para reduzir distâncias, o que resulta em ganho de tempo. Os materiais pesados, por sua vez, devem ser movimentados o mínimo possível, evitando assim esforço desnecessário e perda de tempo. O ideal é que sejam dispostos o mais próximo possível do local onde será utilizado. Quando houver transporte de algum material, deve-se transportar a carga completa minimizando a frequência de transporte. A ergonomia deve ser estudada no momento de projetar os locais de disposição e tipos de máquinas a serem usadas no processo. Devem ser estudadas soluções para que os esforços humanos como caminhar, agachar, levantar e dobrar sejam minimizados. Máquinas e ferramentas de manutenção também poderão ser usadas no decorrer do tempo; por isso, deve-se levar em consideração espaços para que possam realizar suas tarefas de maneira que outras máquinas não tenham que ser deslocadas, prejudicando assim o processo (GAITHER e FRAZIER, 1999).

Para se fazer mudanças ou ajustes em arranjo físico, é necessário que haja motivos para tal. Existem características que indicam esta necessidade. Uma delas é o aumento da demanda acima da escala do projeto, ou seja, quando a demanda produtiva alcança o máximo projetado na antiga projeção. Havendo crescimento, é necessário replanejar o arranjo físico com novas máquinas ou adaptando tecnologias ou, se for viável, projetar mais um processo produtivo. Outra característica é o excesso de materiais em processo, pois esse material é dinheiro, e

isso demonstra ineficiência do sistema. A automação pode ser uma das alternativas, pois reduz movimentos manuais (ROCHA,1995).

2.3 Objetivos do Arranjo Físico de Operações de Manufatura

Apesar de existirem vários objetivos para arranjos físicos, o foco central da maioria é minimizar o custo de processamento, aumentando a produtividade ao longo do processo de produção. Atualmente, a ergonomia também tem lugar de destaque, pois, como visto anteriormente, o gasto futuro poderá ser bem maior. Além de prevenir doenças ocupacionais e segurança dos funcionários, o estudo de arranjo físico deve se preocupar com o bem-estar, ou seja, fazer com que os colaboradores sintam prazer em executar determinada tarefa.

Atingir os objetivos com o menor custo de capital, garantindo espaço para todas as máquinas e equipamentos também é objetivo de um arranjo físico, além de garantir que a supervisão do processo seja fácil e que permita acompanhar a produção de modo ágil. Assim, a produtividade pode ser controlada com maior facilidade, e se necessário, a supervisão ou responsável, poderá interferir mais rapidamente para fazer melhorias (GAITHER E FRAZIER, 1999).

2.4 Tipos de Arranjo Físico

Podem ser encontrados nas indústrias e empreendimentos vários tipos de arranjos físicos que podem ser básicos ou híbridos. Os básicos são compostos por quatro tipos, quais sejam: por processo, por produto, de manufatura celular e de posição fixa. Desses quatro tipos básicos é que surgem os híbridos (GAITHER E FRAZIER, 1999).

Cada um dos tipos básicos ou puros tem suas próprias características e conseqüências, no que diz respeito aos custos de equipamentos envolvidos, manuseio de material ou movimentação de clientes, estoque de material em

processo, entre outros. De certa forma, as características desses arranjos físicos são as do sistema de produção que lhes correspondem (IVANQUI, 1997).

Todo sistema de produção possui algum tipo de processo e alguns processos se identificam ou não com determinado sistema de produção.

Existem cinco tipos básicos de processos: por Projeto, por jobbing, em lote ou batelada, em massa e contínuo. Cada processo tem suas características e o que se deve fazer é encontrar a melhor solução custo-benefício entre o tipo de processo e o tipo de arranjo físico a se utilizar (MIYAKE, 2005).

2.5 Arranjo Físico por processo ou funcional

2.5.1 Características

Esse tipo de arranjo físico é projetado para a produção de produtos variados. Pequenos lotes com variedades de produtos personalizados necessitam de agilidade na readaptação das máquinas. Essas mudanças rápidas são mais facilmente controladas no arranjo físico por processo (GAITHER E FRAZIER, 1999).

As principais características do arranjo físico por processo ou funcional são:

- a) Máquinas e equipamentos ficam fixos e o produto se movimenta;
- b) Produtos e roteiros são muito variados;
- c) Utilizado em sistemas de produção intermitente;
- d) Máquinas e equipamentos agrupados por função;
- e) Equipamentos de média flexibilidade;
- f) Programação e controle de produção complexo;
- g) Problemas de qualidade são detectados após a produção do lote inteiro;
- h) Formação de filas de lotes nas máquinas (CONTADOR,1998).

2.5.2 Vantagens

O arranjo físico por processo tem como vantagem o fato das operações não terem a mesma seqüência para todos os tipos de produtos. A parada de uma máquina nem sempre prejudica o restante da produção, pois, é possível manejar a produção para outro processo, enquanto aguarda a correção da máquina. Outro fato

positivo neste *layout* é a facilidade de medição de desempenho da mão-de-obra. Os funcionários sentem-se mais responsáveis por perceberem que podem ser avaliados individualmente. A produção de vários tipos de produtos também é facilitada neste arranjo físico. Isso acontece porque a produção não segue uma frequência rígida. A adaptação para a fabricação de outro produto fica facilitada neste arranjo físico.

2.5.3 Desvantagens

Uma das principais desvantagens deste *layout* é o excesso de produtos em processo, o que gera custos. O produto em processamento aguarda o melhor instante para ser trabalhado e fica parado entre uma operação e a seguinte, proporcionando acúmulo. Isso exige também área de armazenamento para os produtos, ocupando espaços na fábrica (CONTADOR,1998).

Por haver paradas intermediárias, ou seja, pouca continuidade no processo, o controle da produção se torna difícil. A movimentação em alguns processos é feita da primeira máquina para o estoque e deste ao posto de trabalho seguinte. Esta movimentação além de dificultar o controle, eleva o inventário, que significa muito capital imobilizado temporariamente (GOLDRATT,1997).

Percebem-se outras desvantagens no arranjo físico por processo que vem em contrapartida a algumas vantagens. Pela flexibilidade de mix encontra-se dificuldade no planejamento da produção. O fluxo de material não é eficiente, pois existem paradas de máquinas para máquinas. Não existe tempo de ciclo determinado, pois o processo contém mais de um tipo de produto sendo fabricado ao mesmo tempo (MATOS, 2005; CONTADOR,1998).

2.6 Arranjo físico por produto ou linear

2.6.1 Características

O arranjo físico por produto é utilizado onde as máquinas e equipamentos são limitados a operações específicas, sem muita variação de produto. O custo de implantação deste arranjo físico é alto (GAITHER E FRAZIER, 1999).

Fabricação em grande escala é característica desse arranjo em virtude do alto valor de implantação. Outro fator é similaridade dos produtos, pois o sistema não é flexível. O fluxo dos produtos é contínuo, por isso as máquinas também estão dispostas de acordo com a seqüência das operações, possibilitando alta produção (CONTADOR, 1998).

2.6.2 Vantagens

O arranjo físico por produto é eleito em vários processos, porque ao contrário do *layout* por processo, o estoque de material em processo é baixo. Como o produto, depois de passar pelos postos de trabalho é encaminhado ao seguinte, sem sofrer paradas intermediárias, o acúmulo de material no decorrer do processo é eliminado. Com isso, existe pouco manuseio de material. Pelo fato do processo ser contínuo, outro fator se destaca. O planejamento da produção é bem mais visível pelo fato de se poder determinar com facilidade o tempo de ciclo do produto em processo. As máquinas estão interligadas pelo processo, então, no momento que a primeira máquina for programada para uma determinada produção, as demais também acompanharão a produção.

O custo unitário baixo é destaque neste tipo de arranjo físico. Como o processo é em linha e trabalha sempre com lotes de grande quantidade, a produção é sempre em larga escala. Isso possibilita padronizar o tempo gasto em cada tarefa e com isso o planejamento e controle da produção se tornam mais eficientes. A mão-de-obra não necessita ser especializada, pois normalmente é utilizada para abastecer e inspecionar as máquinas, por se tratar de um arranjo físico altamente automatizável (CONTADOR, 1998).

2.6.3 Desvantagens

Um dos problemas detectados no arranjo físico por produto é a possibilidade do não uso de sua capacidade total em função de problemas em um único equipamento. Com a parada de uma máquina, todo o processo pára, pois existe a interdependência das máquinas. E se uma máquina trabalhar abaixo de sua capacidade, a produção do conjunto fica limitada pela máquina de menor capacidade, fazendo com que os demais equipamentos operem abaixo de sua real potencialidade. Por existir interdependência no processo, existe dificuldade na produção de vários tipos de produtos. Para que isso ocorra, é necessário praticamente trocar todos os equipamentos, pois os mesmos foram projetados para a execução de uma determinada tarefa (CONTADOR,1998).

O custo deste arranjo físico é muito alto devido à alta tecnologia envolvida nos equipamentos. Além disso, normalmente existe uma grande quantidade de equipamentos para garantir a produção em grande escala; caso contrário o projeto seria inviabilizado. Isto representa alto investimento no ativo imobilizado. Outro fator preocupante, principalmente na atualidade, é com o trabalho repetitivo que este tipo de *layout* proporciona aos funcionários (MATOS, 2005).

2.7 Arranjo físico de manufatura celular

2.7.1 Características

O arranjo físico de manufatura celular caracteriza-se por produzir uma única família de peças ou produtos. Um exemplo disso é a praça de alimentação contida em um shopping center. Toda alimentação que o shopping oferece, encontra-se na praça de alimentação. Ela é independente, funciona ainda que o cinema ou outras lojas estejam fechadas, ou seja, não depende de ninguém para funcionar (GAITHER e FRAZIER,1999).

Este tipo de arranjo físico é constituído de mini fábricas dentro das fábricas para diferentes famílias de produtos. Para serem considerados da mesma família, os produtos devem ter características semelhantes, como por exemplo,

semelhança geométrica, semelhança de processos, peso e volume. Algumas características devem ser observadas, tais como:

- a) Lotes de tamanho médio;
- b) Produtos e roteiros variados;
- c) Agrupamento das máquinas e equipamentos necessários para a produção da família de produtos;
- d) Utilização de funcionários polivalentes, ou seja, capazes de exercer diversas funções.

A manufatura baseada em células ou manufatura celular representa uma tentativa de combinar a eficiência do *layout* por produto com a flexibilidade do *layout* por processo. A célula é formada por um conjunto de máquinas e equipamentos dedicados para atender os requisitos de processamento de uma família de produtos. Várias células ou centros de trabalho formam o que se denomina sistema de manufatura celular. Com o advento da automação industrial, a manufatura celular também passou a utilizar equipamentos tais como, robôs, máquinas numericamente controladas, sistemas automáticos de inspeção e sistemas de transporte de material. A maioria das aplicações deste modelo encontra-se na produção metalúrgica, em ferramentas e em operações de fabricação de equipamentos metálicos (FRIEDRICH, 2006).

2.7.2 Vantagens

Arranjo físico de manufatura celular pode assumir várias formas diferentes em pouco espaço de tempo. O fluxo de peças tende à similaridade, como no arranjo físico por produto, porém a mudança de máquinas é bem mais simplificada, tornando o custo com o manuseio menor. Outra vantagem é que peças podem ser produzidas e expedidas mais rapidamente que em outros tipos de arranjo. Por se tratar de um arranjo que busca a eficiência do *layout* por produto e a flexibilidade do arranjo por processo, existe um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedades relativamente altas, pois as mudanças no processo são rápidas (GAITHER e FRAZIER, 1999).

A força de trabalho pode ser mobilizada e motivada com maior facilidade na célula pelo fato do trabalho ser realizado em equipes. Normalmente, em grandes empresas que atuam com esse tipo de arranjo, competições em relação à produção, limpeza do local de trabalho, organização de ferramentas, entre outros, são usadas para motivar os funcionários. Este fato estimula o trabalho em equipe, que normalmente faz com que os resultados sejam melhores (BITENCOURT, 2006).

2.7.3 Desvantagens

A produção é baixa no arranjo físico de manufatura celular, o que caracteriza uma grande desvantagem. Existe uma variação de produtos neste processo, dificultando o processo contínuo, apesar de existir por certos períodos. Como os lotes são pequenos, essa continuidade é quebrada em pouco tempo. Isso gera outro problema, que é o custo unitário alto. Com produtividade baixa, qualquer processo eleva seu custo unitário encarecendo o produto final, fato indesejado por qualquer empreendimento. A mão de obra na célula necessita de algum diferencial, se comparada aos outros tipos de arranjo físico. Como normalmente o trabalho é executado em equipe, a força de trabalho precisa ser multifuncional. As pessoas executam diferentes tarefas diariamente em equipes, o que gera opiniões diferenciadas. O senso de trabalho em equipe deve ser instalado nas pessoas que formam o arranjo físico de manufatura celular (GOLDRATT, 1997).

2.8 Arranjo físico de posição fixa

2.8.1 Características

Uma das mais visíveis características de um arranjo de posição fixa é o fato dos produtos serem de grandes dimensões, dificultando assim seu transporte. Assim, todos os processos de sua produção se dispõem em função do produto. O transporte de um navio, de um edifício, mísseis, naves espaciais tornariam o custo elevado o suficiente para inviabilizar o negócio (GHATHER e FRAZIER, 1999).

Outra característica é o fato de produtos que não podem ser movidos por outros motivos, como por exemplo, um paciente em um centro cirúrgico. Tudo gira em torno do paciente, caracterizando assim um arranjo físico de posição fixa.

Também existem sistemas de produção que exigem esse tipo de arranjo como um sistema *à la carte* de um restaurante, o cliente senta-se à mesa e tudo o que ele desejar será posto em sua mesa.

O projeto do arranjo físico de posição fixa baseia-se em colocar os recursos produtivos em uma posição, o mais próximo possível do local em que serão utilizados. Uma vez que o recurso produtivo é quem se movimenta, deve-se priorizar a disposição dos sub-processos em torno do produto a ser fabricado (CONTADOR,1998).

2.8.2 Vantagens

A grande vantagem do arranjo físico de posição fixa é a mínima existência de transporte depois da finalização do processo. Durante o processo produtivo também não há transporte do produto, existindo, porém, muito transporte de matéria prima. Por se tratar de produtos de grandes dimensões, normalmente ele é executado no seu destino final. Outro fator é que nesse *layout* não há interferência de outro produto no processo de fabricação, o que facilita o controle da produção. O estudo do arranjo físico de posição fixa não é custoso, pois, como visto anteriormente, ele trabalha somente com um único produto (MATOS, 2005).

2.8.3 Desvantagens

Na construção de um edifício, por exemplo, verifica-se o custo unitário alto. Ao contrário do arranjo físico por produto, onde o custo unitário é baixo, acontece exatamente o contrário neste *layout*, pois o tempo de ciclo é muito longo, as vezes maior que um ano, encarecendo a unidade a ser produzida. Também é perceptível maior incidência de *setups* e muita movimentação de mão de obra. Normalmente

são montados outros tipos de arranjo físico em torno do arranjo fixo, o que se torna uma necessidade, em virtude de existir sub-processos que se tornam mais eficientes com aplicação de outros tipos de arranjo. A programação dos espaços para os sub-processos é complexa, tornando este tipo de *layout* viável somente quando o custo de transporte do produto acabado for inviável economicamente ou fisicamente (MATOS, 2005).

2.9 Aplicações de Arranjo Físico

Quando da inicialização de um estudo sobre arranjo físico em um determinado projeto, a decisão sobre qual tipo de arranjo físico será utilizado raramente envolve os quatro tipos básicos de *layout*. As características de volume e variedade de operações reduzem a escolha a uma ou duas opções. Conhecer bem as vantagens e desvantagens de cada arranjo é fundamental para se tomar a decisão correta no momento da escolha.

Outro fato primordial para tomada de decisão é conhecer a fundo o processo de produção. É inimaginável, por exemplo, a construção de um estádio de futebol utilizando-se o arranjo físico por produto. Seria incoerente também, pensar em um arranjo físico de posição fixa na produção de calçados. São dois processos totalmente diferentes e extremos no ponto de vista de arranjo físico. Pode sim surgir dúvidas em relação à utilização de arranjo físico por processo ou celular, ou então por produto ou celular, pois existem características parecidas entre eles.

O que determina o tipo certo de arranjo a ser usado depende de muitas variáveis como produtividade, eficiência, viabilidade e principalmente custos. Estes são divididos em fixos e variáveis, que por sua vez têm características diferentes de um arranjo para outro. Na prática, tomar uma decisão somente em função dos custos é arriscado, pois sempre existe uma incerteza do comportamento. O ideal é que se leve em consideração todas as variáveis possíveis encontradas no projeto a ser estudado.

2.9.1 Aplicações de arranjo físico por processo

Este tipo de arranjo é aplicado a pequenos volumes de tarefas de acordo com o cliente, porque são usados certos equipamentos de aplicação geral. O trabalho flui de forma intermitente e orientado por ordens isoladas de trabalho; isso significa que dois ou mais produtos podem ser fabricados simultaneamente, pois enquanto um produto está recebendo um processo determinado, o outro, por não necessitar daquele processo específico, pode seguir para a próxima etapa de sua fabricação. As máquinas podem ser agrupadas de maneira que possam ser utilizadas para a confecção de produtos diferenciados.

Exemplo de aplicação desse processo é a indústria moveleira. Na fabricação de estações de trabalho, nem todos os processos da fábrica são utilizados. O processo de montagem não é utilizado, porém, na fabricação de um gaveteiro volante; o principal processo e o que exige mais atenção é o setor de montagem. Alguns móveis não se utilizam de bases metálicas, como é o caso dos *call centers*, dispensando o processo de metalurgia, porém não dispensa a montagem (GENARO e CALDEIRA, 2003).

2.9.2 Aplicações de arranjo físico por produto

Quando a variedade de produtos e serviços é relativamente pequena, o volume é alto e o fluxo de materiais, informações ou clientes podem ser regularizados, o arranjo físico por produto pode tornar-se mais adequado. Operações de serviço podem também adotar arranjo físico por produto se as necessidades de “processamento” dos clientes ou informações tiverem uma seqüência comum. Este arranjo é aplicado quando os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica para a melhor conveniência do produto ou do tipo de produto. Trata-se da aplicação da continuidade, da idéia de um fluxo (HOUSEL, 2005).

Existem alguns indicadores que mostram a possibilidade do uso do arranjo físico por produto:

- A descoberta de que uma leve redução do preço de venda do produto produzirá um expressivo aumento na demanda.
- A descoberta de que dois ou mais produtos têm processos de produção executados num mesmo tipo de máquina e na mesma sequência.
- Dificuldade de manter o controle da produção se produzido num arranjo por processo.
- Dificuldade em encontrar empregados altamente qualificados para o arranjo existente.
- Reclamações de superiores sobre condições aglomeradas, falta de armazenamento, demora na distribuição de materiais, falta de capacidade ou trabalho em horas extraordinárias (HOUSEL, 2005).

2.9.3 Aplicações do arranjo físico de manufatura celular

Esse tipo de arranjo físico envolve o agrupamento de peças em famílias de peças e o agrupamento de máquinas em células de manufatura, sendo esse sistema também conhecido como Tecnologia de Grupo. Teoricamente, a solução ótima para o problema de formação de células é a obtenção de células de manufatura completamente independentes. Isso significa que nenhuma peça deve ser processada em mais de uma célula de manufatura. Nos problemas encontrados nas empresas, as células de manufatura independentes são difíceis de se obter, pois geralmente ocorre que uma ou mais peças necessitam ser processadas em mais de uma célula, caracterizando a ocorrência de fluxo intercelular. O principal objetivo na solução de um problema de formação de células é a determinação do agrupamento de máquinas em células que minimiza o fluxo intercelular. A aplicação das células busca otimizar processos onde o *layout* por processo ou por produto deixam a desejar. A célula é a mistura do arranjo físico por produto e por processo (CONCEIÇÃO, 2005).

2.9.4 Aplicações do arranjo físico de posição fixa

O arranjo físico de posição fixa é aplicado normalmente em grandes construções. Navios, prédios, pontes são alguns exemplos de aplicações desse tipo de arranjo. Também se aplica a um centro cirúrgico, onde o paciente é o produto, pois tudo gira em torno do paciente.

2.10 Novas Tendências de Arranjo Físico

O arranjo físico de fabricantes americanos, tradicionalmente tem sido projetado para produzir elevada utilização de trabalhador e de máquina, ao passo que os modernos são projetados para obter qualidade e flexibilidade, que é a capacidade de mudar rapidamente para diferentes modelos de produto ou para diferentes volumes de produção. À medida que as instalações americanas se movem rumo a arranjos físicos modernos, algumas tendências podem ser observadas, tais como:

- *Layouts* de manufatura celular dentro de *layouts* por processos maiores.
- Equipamento de manuseio de materiais automatizados, especialmente sistemas de armazenamento e recuperação, sistemas de veículos automatizados, dispositivos automáticos de armazenamento e recuperação, dispositivos automáticos de transferência e plataformas giratórias.
- Linhas de produção em forma de U que permitem que os trabalhadores vejam a linha inteira e se desloquem facilmente entre as estações de trabalho. Essa forma permite a rotação de trabalhadores entre as estações de trabalho ao longo das linhas para aliviar o tédio e equilibrar o trabalho realizado por cada operador entre as estações de trabalho. Adicionalmente, um trabalho em equipe com moral elevado tende a surgir, por que os trabalhadores são agrupados em áreas menores e a comunicação e o contato social são encorajados.

- Mais áreas de trabalho abertas com um número menor de divisórias ou outros obstáculos, para dar visão das estações de trabalho adjacentes.
- Arranjos físicos menores, mais compactos e com um maior nível de automação, como por exemplo, robôs, menos espaço precisa ser fornecido aos trabalhadores. As máquinas podem ser dispostas mais perto uma das outras e os materiais e produtos percorrem menores distâncias.
- Menos espaço é fornecido para armazenamento de estoques no *layout* (GAITHER e FRAZIER, 1999).

Estas tendências já chegaram ao Brasil em consequência da necessidade de melhora na produtividade. A *Artline* também está seguindo esta tendência, pois trabalha com os quatro tipos arranjos físicos dentro de um arranjo maior; arranjo físico por processo.

3 ESTUDO DE CASO

Como citado na justificativa, neste estudo de caso pretende-se analisar o arranjo físico do setor de montagem da Indústria de Móveis *Artline*. Com tecnologia de ponta no corte, na colagem de bordas, na furação e na usinagem, a *Artline* tornou-se uma empresa com tecnologia igual ou superior às empresas famosas em móveis de escritório no Brasil como Marreli e Madeirense. O setor de montagem tornou-se o gargalo do sistema por não ter tecnologia disponível no mercado; daí a necessidade de otimizar tal setor, buscando aumento da produção e maior produtividade.

3.1 Apresentação da Empresa

A *Artline* atua em todo Brasil há três anos no ramo de móveis de escritório. Conta com o total de sessenta e cinco funcionários, dentre os quais dezesseis trabalham nas áreas administrativa e comercial e quarenta e nove diretamente com a produção. Na produção, esses quarenta e nove funcionários subdividem-se em dois grupos: a administração da produção e os setores de produção. A administração da produção é formada pelo Diretor Industrial, Gerente Industrial, Supervisor de Produção, Setor de Projetos contendo dois funcionários e o Planejamento e Controle da Produção (PCP) composto de duas pessoas. Os setores da produção subdividem-se em setores, tais como: corte, colagem de bordas, acabamento, furação, montagem, expedição e serralheria.

O maior mercado da *Artline* hoje se encontra no Nordeste Brasileiro. Com a concorrência no Sul e Sudeste do país, a *Artline* leva vantagem no preço, em função de estar mais próximo do cliente. Além disso, 70% das vendas são feitas através de propostas que atendam licitações públicas em órgãos variados dos governos Federal, Estadual e Municipal. Normalmente os processos licitatórios são do tipo menor preço e a empresa consegue competir com preços abaixo dos concorrentes sulistas e mesmo assim trabalhar com margem de lucro saudável.

Dentre os produtos mais vendidos, cita-se: mesas retas e estações de trabalho, armários altos, médios e baixos, gaveteiros fixos e volantes, dentre outros. Estes são os tipos de produtos mais vendidos; entretanto de cada tipo existem vários modelos que somados resultam em mais de cinquenta modelos distintos.

3.2 O Processo de Produção

Após a venda efetuada, o pedido chega ao setor de Planejamento e Controle da Produção, onde é feita uma análise sobre a matéria-prima que será usada na produção daquele pedido de produção. Uma vez analisado é passado para que o setor de compras efetue a aquisição da matéria-prima necessária para aquele pedido. Caso haja disponibilidades de matéria-prima em estoque, a produção poderá iniciar, de acordo com o prazo de entrega.

Após conferência pelo PCP, o pedido chega ao setor de projetos onde é elaborado o desenho detalhado em 3 dimensões, caso o produto não esteja entre os modelos ofertados pela *Artline*. Se o produto for de linha, o desenho já estará em uma pasta no programa. Após o desenho definido é explodido, ou seja, o desenho é visto peça por peça para facilitar a visualização das mesmas. Só assim o processo passa para outro operador no mesmo setor, onde é feito o plano de corte no programa chamado Corte Certo. A finalidade do plano de corte é especificar para a produção a quantidade e tamanho de peças necessárias para cada produto. Além disso, o programa indica a melhor maneira de cortar para ter o melhor aproveitamento da chapa de aglomerado. Cada chapa vem de fábrica medindo 1,85m x 2,75m e na indústria moveleira é cortada em medidas menores para a fabricação dos móveis. Outra função do setor de projetos é fazer uma ordem de produção dos pés e bases metálicas na quantidade exata e modelo definido. Também conforme o planejamento do produto pelo setor de projetos e seguindo as especificações dos clientes, é feita uma relação de materiais e acessórios que serão utilizados na montagem do produto chamados na empresa de kit de montagem.

Com a finalização, por parte do setor de projetos, o departamento de engenharia de produção analisa as datas de entrega do pedido com a data de chegada da matéria-prima, caso não tenha o suficiente no estoque. Com a

programação da produção, as ordens de serviço são distribuídas de acordo com o planejamento. Uma ordem é o plano de corte que é entregue ao operador da seccionadora. A ordem de produção de pés e bases é entregue ao líder da serralheria e a ordem de separação de kits é entregue na portaria, onde fica o funcionário responsável pela separação dos materiais.

Após entregues as ordens de produção, o corte é iniciado. Conforme vê-se na Foto 01, o processo se inicia na seccionadora.



Foto 01: Operador da seccionadora cortando peças
Fonte: Pesquisa aplicada, 2006

As peças cortadas na seccionadora passam para a coladeira de bordas (Foto 02).



Foto 02: Coladeira de bordas
Fonte: Pesquisa aplicada, 2006

As peças são colocadas na entrada da coladeira e automaticamente a máquina passa cola na peça e na fita de borda. No mesmo processo, ainda na esteira, a fita é cortada, destopada e a cola é limpa.

Concluída esta operação, as peças vão para o setor de acabamento onde os cantos das peças são amortizados com lixas, pois a máquina deixa as chamadas “quinas vivas” nas peças. (foto 3).



Foto 03: Acabamento manual
Fonte: Pesquisa aplicada, 2006

Estando este processo concluído, as peças são furadas com precisão milimétrica e com furos de várias bitolas de acordo com os padrões exigidos pelos clientes (Foto 04).



Foto 04: Furadeira
Fonte: Pesquisa aplicada, 2006

A furação é o último processo antes da montagem. Neste instante, todas as peças estão prontas para serem transformadas em móveis, de acordo com o projeto que acompanha o pedido de produção.

O arranjo físico da *Artline* como um todo é um arranjo físico por processo. Como se percebe na figura 01, dentro deste arranjo existem setores como corte, colagem de bordas, usinagem, acabamento, furação, montagem e embalagem. Cada setor pode ou não ter um tipo de arranjo independente do arranjo geral da indústria. O setor de montagem, atualmente trabalha, com arranjo físico celular não muito definido pois não desfruta das vantagens que este arranjo oferece.

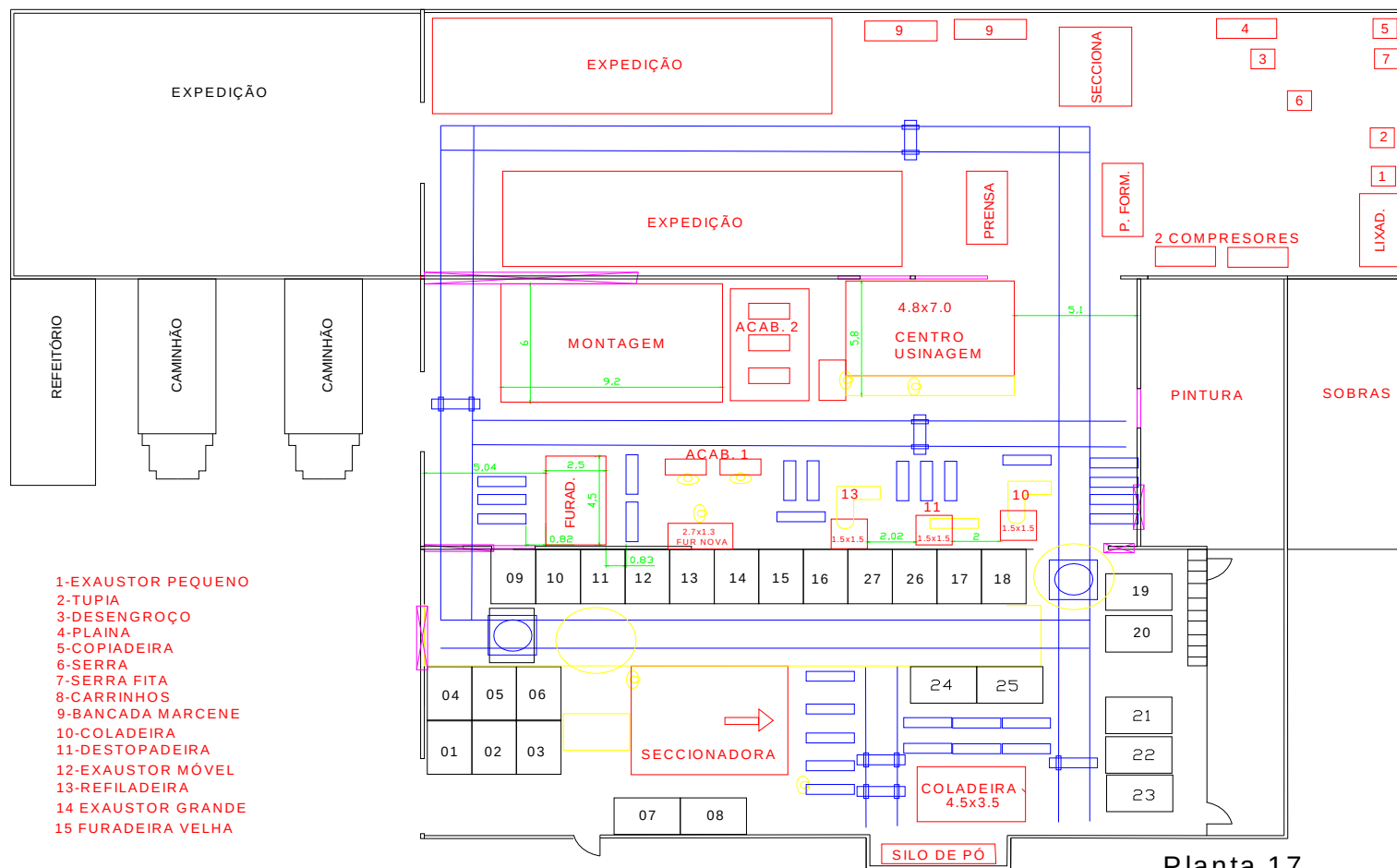


Figura 01: Arranjo físico da indústria de móveis *Artline*
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

3.3 Análise da Movimentação de Pessoas e Fluxo de Materiais no Setor de Montagem

A análise foi feita visualmente em três horas diárias durante duas semanas. Todo fluxo de peças foi analisado e traçado. Após observação conclui-se o fluxo de materiais não segue um padrão; é aleatório, dependendo da quantidade de peças que chegam ao setor. Como são montados vários modelos de móveis, os funcionários trocam ferramentas e se movimentam muito, ficando confusa a identificação destes movimentos. Em função desse quadro, analisou-se a movimentação de um dos quatro funcionários durante x dias, podendo-se assim traçar um mapofluxograma. A partir desta situação, iniciou-se a marcação de tempos reais de cada movimentação. Conforme se vê no mapofluxograma atual, (Figura 2) cada funcionário consegue montar a quantidade de 7,76 móveis diários com um deslocamento diário de 2.360 metros.

O móvel analisado, a fim de montar o mapofluxograma foi Armário Alto, pois o mesmo tem dificuldade técnica média, segundo os montadores. O móvel mais complexo para montagem é o gaveteiro, em função das gavetas necessitarem de regulagem milimétrica e o móvel de menor dificuldade para montagem, dentre os mais fabricados, é o Armário Baixo, em função de seu tamanho.

3.4 Mapofluxograma

Analisando o fluxo das peças e a movimentação dos funcionários conforme mapofluxograma (Figura 2), verifica-se primeiramente que as peças furadas prontas para a montagem dispostas estão ou ficam a 4,2m em média da bancada de montagem conforme Foto 05.



Foto 05: Peças dispostas para montagem
Fonte: Pesquisa aplicada, 2006

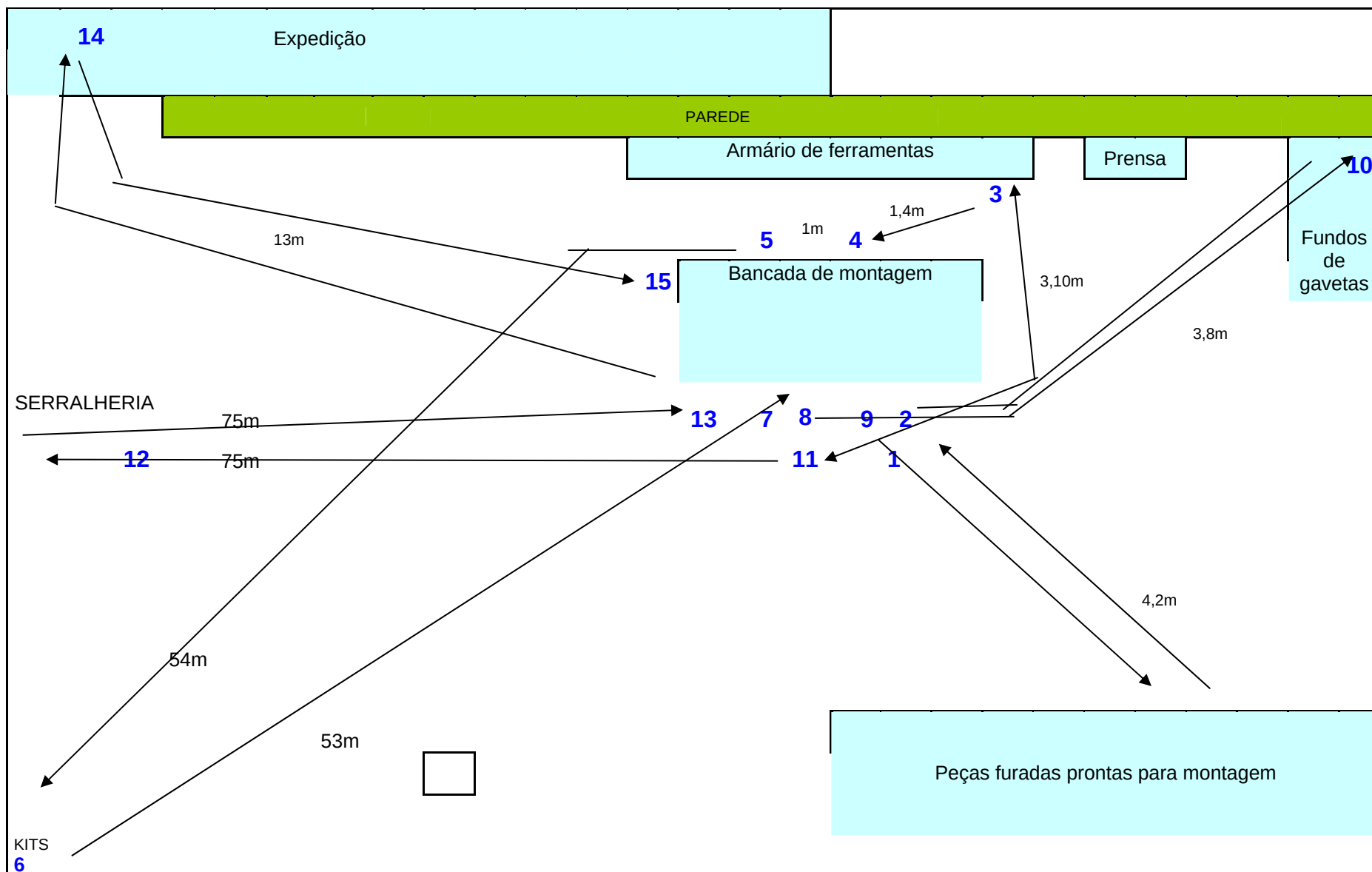


Figura 02: Mapofluxograma atual
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Empresa:
Setor:
Função:

Artline
Montagem
Montador

Z= 1,91

Tolerância (T): 15
NR
a: 8

										Medidas do tempo real								
Item	Dist (m)	Símb	Descrição	TR (s)	δ	EF	TN (s)	TP (s)	N	Item	TR1(s)	TR2(s)	TR3(s)	TR4(s)	TR5(s)	TR6(s)	TR7(s)	TO (s)
1	8,40	➡	Buscar peças para montagem	31,14	2,41	100,00	31,14	35,81	3,41	1	32,00	33,00	29,00	30,00	35,00	28,00	31,00	31,14
2	0,00	●	Separar peças na bancada	119,86	11,05	100,00	119,86	137,84	4,85	2	120,00	100,00	125,00	130,00	132,00	112,00	120,00	119,86
3	2,48	➡	Buscar ferramentas	10,43	0,98	100,00	10,43	11,99	4,99	3	10,00	11,00	10,00	11,00	12,00	10,00	9,00	10,43
4	1,00	➡	Colocar ferramentas na bancada	6,54	0,46	100,00	6,54	7,52	2,83	4	6,00	7,00	7,00	6,50	6,00	6,30	7,00	6,54
5	54,00	➡	Buscar kits	316,57	25,47	100,00	316,57	364,06	3,69	5	330,00	321,00	338,00	300,00	352,00	290,00	285,00	316,57
6	53,00	➡	Retornar com kits	263,43	17,09	100,00	263,43	302,94	2,40	6	260,00	267,00	253,00	280,00	240,00	290,00	254,00	263,43
7	0,00	●	Montar corpo do móvel	588,57	53,13	100,00	588,57	676,86	4,64	7	520,00	650,00	600,00	535,00	625,00	640,00	550,00	588,57
8	0,00	●	Montar portas	452,86	31,34	100,00	452,86	520,79	2,73	8	450,00	485,00	490,00	405,00	460,00	420,00	460,00	452,86
9	0,00	●	Colocar chave e pux. no móvel	294,86	25,69	100,00	294,86	339,09	4,33	9	290,00	289,00	280,00	350,00	275,00	300,00	280,00	294,86
10	7,60	➡	Buscar fundo de gav. e prateleiras	62,29	4,82	100,00	62,29	71,63	3,41	10	65,00	61,00	65,00	60,00	70,00	60,00	55,00	62,29
11	0,00	●	Montar fundo e prateleiras	265,00	24,32	100,00	265,00	304,75	4,80	11	250,00	265,00	290,00	250,00	270,00	300,00	230,00	265,00
12	75,00	➡	Buscar bases metálicas	538,86	37,80	100,00	538,86	619,69	2,81	12	550,00	500,00	600,00	570,00	500,00	512,00	540,00	538,86
13	75,00	➡	Retornar com bases metálicas	503,29	15,24	100,00	503,29	578,78	0,52	13	500,00	490,00	520,00	520,00	500,00	513,00	480,00	503,29
14	0,00	●	Colocar base metálica	118,29	11,06	100,00	118,29	136,03	4,98	14	100,00	130,00	130,00	125,00	115,00	118,00	110,00	118,29
15	13,00	➡	Dispor móvel na expedição	120,71	11,31	100,00	120,71	138,82	5,00	15	128,00	136,00	100,00	125,00	120,00	121,00	115,00	120,71
16	13,00	➡	Retornar a bancada	55,29	4,11	100,00	55,29	63,58	3,15	16	50,00	55,00	60,00	58,00	52,00	60,00	52,00	55,29
	302,48							4310,17										3747,97
																		62,84min

Onde:	
a	Imprecisão
Z	Curva normal (confiabilidade de 95%)
TR	Tempo Real (s)
δ	Desvio padrão
EF	eficiência
Dist.	Distância Percorrida

Onde:	
TN	Tempo Normal (s)
TP	Tempo Padrão (s)
N	Número de amostras
TO	Tempo Observado (s)

A cada 62 minutos ou 1,03 horas um móvel é concluído
Durante um dia são montados 7,76 móveis por pessoa
Para cada móvel são percorridos 302,48 metros
Durante um dia o montador se desloca em média 2.347,86 metros

Tabela 01: Estudo de Tempo Atual

O montador desloca-se até as peças para buscá-las e colocá-las na bancada de montagem, (movimento de 1 para 2). Após colocá-las na bancada de montagem, e são separadas as peças de acordo com a finalidade. Com as peças separadas, o operador se desloca até o armário para buscar as ferramentas necessárias à operação de montagem, (movimento de 2 para 3 e de 3 para 4) como mostra a Foto 06.



Foto 06: Movimento dos montadores para buscar ferramentas
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Para iniciar a montagem, o montador necessita de acessórios, tais como parafusos, buchas, dobradiças, puxadores, tarugos entre outros, e os mesmos se encontram-se na portaria da fábrica em uma sala onde são separados os chamados kits de montagem. O montador desloca-se cerca de 100 m para buscar os acessórios, (movimento 5 para 6 e 6 para 7) visto na foto 07.



Foto 07: Deslocamento do montador para buscar kits
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Com os acessórios na bancada, inicia-se a montagem do corpo do móvel. Em seguida, são colocadas as portas, depois prateleiras e/ou pastas suspensas conforme o projeto, (movimentos 8 e 9). Após estes procedimentos, o montador se desloca 7,6m para buscar fundos de gavetas e/ou prateleiras, (movimento de 9 para 10 e de 10 para 11) conforme Foto 8.



Foto 08: Movimento do montador para buscar prateleiras
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Após colocação do fundo das gavetas ou prateleiras, resta apenas a colocação das bases metálicas para que o processo de montagem do móvel seja concluído. As bases são produzidas na serralheria que fica em um galpão separado dos galpões dos madeirados. Quem busca estas bases é o montador que percorre uma distância de 150m entre ir e vir, (movimento de 11 para 12 e de 12 para 13), conforme foto 09.



Foto 09: Movimento do montador para buscar bases metálicas
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Com as bases fixadas nos móveis, o mesmo está pronto para ser limpo e embalado. O montador dispõe o móvel na expedição a 13 metros de distância, (movimento de 13 para 14 e 14 para 15), visível na foto 10.



Foto 10: Montador dispondo móvel na expedição
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Verifica-se no mapofluxograma, que a cada hora em média um montador conclui um móvel. A empresa conta com quatro montadores, ou seja, quatro móveis por hora em média, totalizando 32 móveis diários.

Tomando-se como base o armário cujo preço de venda é de aproximadamente R\$ 250,00 (duzentos e cinquenta reais) multiplicando pela quantidade de móveis diários obtém-se o total de R\$ R\$ 8.000,00 (oito mil reais) diários o que corresponde a R\$ 176.000,00 (cento e setenta e seis mil reais) mensais. Anualmente, o setor de montagem consegue montar o equivalente a R\$ 2.112.000,00 (dois milhões, cento e doze mil reais). Esta realidade está distante da estimativa esperada pela diretoria, que almeja o faturamento de R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais) ao ano.

Tabela 02: Faturamento Atual

MÓVEIS DIA	FAT. DIA	MÓVEIS MÊS	FAT. MÊS	MÓVEIS ANO	FAT. ANO
32 un	R\$ 8.000,00	704 un	R\$ 176.000,00	8.448 un	R\$ 2.112.000,00

Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Este resultado corresponde a 21,12% do faturamento esperado pela direção da empresa. Então, mantendo a situação atual, para atender a necessidade da empresa, seria necessária a contratação de mais 15 funcionários, ou seja, um aumento de 375% no quadro de funcionários do setor de montagem. Além destas contratações, é necessário aumentar o espaço físico, o número de ferramentas e a quantidade de bancadas de montagem, pois o setor contaria com o total de dezenove funcionários.

Com base nos dados levantados durante este estudo, procurou-se elaborar um novo mapofluxograma buscando diminuir o deslocamento dos montadores tendo em vista que o excesso de movimentação leva à perda de produtividade. Neste novo mapofluxograma leva em consideração o desequilíbrio entre os setores da fábrica, pois existem setores que trabalham com ociosidade. Como exemplo tem-se o setor de acabamento, que teria total capacidade de absorver algumas tarefas hoje executadas pelo setor de montagem, além deste, outros setores devem servir à montagem, não permitindo que os montadores tenham que deixar seu próprio setor. Deve-se respeitar a capacidade produtiva de cada setor, para não tornar um setor que atualmente não é gargalo em um iminente problema após as mudanças. O importante neste caso é alcançar a meta da fábrica como um todo, para que a empresa atinja suas metas.

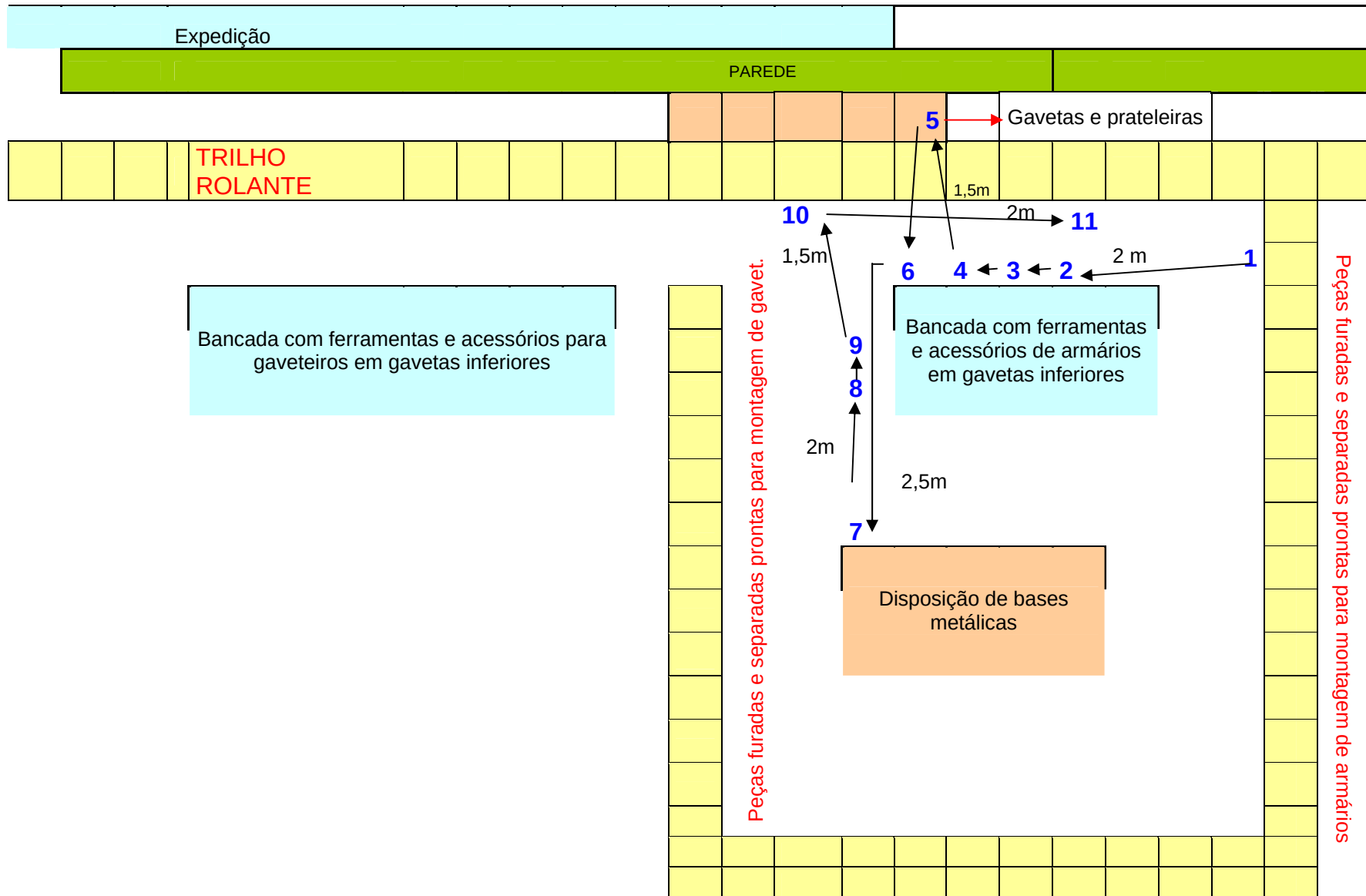


Figura 03: Mapofluxograma proposto / **Fonte:** Pesquisa aplicada 2006

Empresa:

Artline

Setor:

Montagem

Função:

Montador**Z= 1,91**

Tolerância (T): 15

NR

a: 8

Item	Dist (m)	Símbolo	Descrição	TR (s)	δ	EF	TN (s)	TP (s)	N	Item	Medidas do tempo real					TO (s)
											TR1(s)	TR2(s)	TR3(s)	TR4(s)	TR5(s)	
1	4,00	➡	Buscar peças para montagem	20,00	0,00	100,00	20,00	23,00	0,00	1	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
2	0,00	●	Montar corpo do móvel	571,00	53,43	100,00	571,00	656,65	4,99	2	520,00	650,00	600,00	535,00	550,00	571,00
3	0,00	●	Montar portas	458,00	34,02	100,00	458,00	526,70	3,15	3	450,00	485,00	490,00	405,00	460,00	458,00
4	0,00	●	Colocar chave e pux. no móvel	297,80	29,57	100,00	297,80	342,47	5,62	4	290,00	289,00	280,00	350,00	280,00	297,80
5	3,00	➡	Buscar prateleiras	30,00	0,00	100,00	30,00	34,50	0,00	5	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
6	0,00	●	Montar prateleiras	257,00	22,25	100,00	257,00	295,55	4,27	6	250,00	265,00	290,00	250,00	230,00	257,00
7	2,50	➡	Buscar bases metálicas	30,00	0,00	100,00	30,00	34,50	0,00	7	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
8	2,00	➡	Retornar com base metálica	25,00	0,00	100,00	25,00	28,75	0,00	7	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
9	0,00	●	Colocar base metálica	119,00	13,42	100,00	119,00	136,85	7,25	8	100,00	130,00	130,00	125,00	110,00	119,00
10	1,50	➡	Dispor móvel no trilho rolante	40,00	0,00	100,00	40,00	46,00	0,00	9	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
11	2,00	➡	Retornar à bancada	10,00	0,00	100,00	10,00	11,50	0,00	10	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	15,00															1857,80
																31min

Onde:	
a	Imprecisão
Z	Curva normal (confiabilidade de 95%)
TR	Tempo Real (s)
δ	Desvio padrão
EF	eficiência
Dist.	Distância Percorrida

Onde:	
TN	Tempo Normal (s)
TP	Tempo Padrão (s)
N	Número de amostras
TO	Tempo Observado (s)

Tabela 03: Estudo de Tempo Proposto

Percebe-se que no mapofluxograma proposto (Figura 03) foram inclusos trilhos rolantes já existentes na fábrica, porém não utilizados pelo setor de montagem, ou utilizados de maneira pouco eficiente. Com os trilhos dispostos conforme mapofluxograma, é possível fazer com que os materiais se movam de forma ordenada, fazendo com que os montadores se desloquem menos. Por consequência a bancada de montagem seria totalmente modificada, aproveitando todo seu espaço inferior para guardar ordenadamente todo material utilizado pelos montadores, como se vê nas Figuras 04, 05, 06 e 07. A Figura 04 mostra a perspectiva tridimensional, a Figura 05 retrata a vista superior, a Figura 06 representa a vista frontal e a Figura 07 mostra a vista lateral.

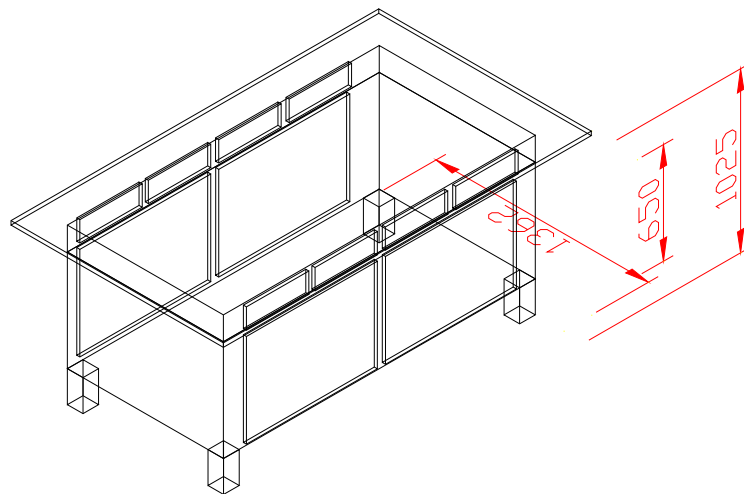


Figura 04: Vista Tridimensional
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

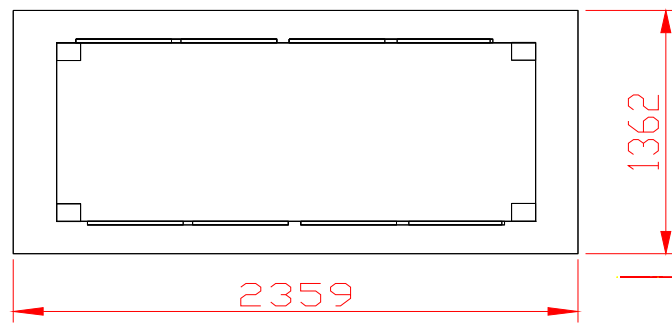


Figura 05: Vista superior da bancada de montagem
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

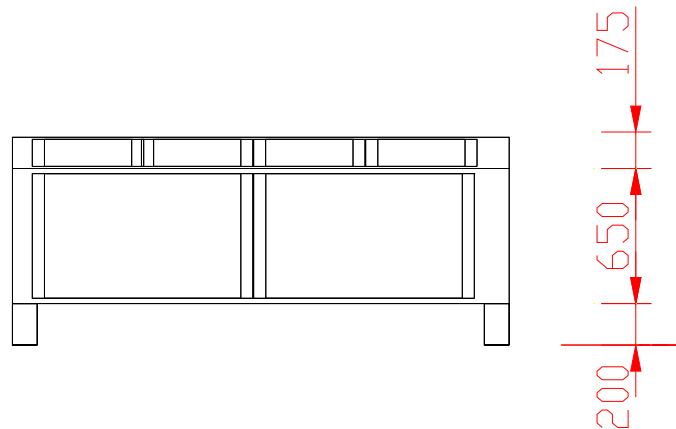


Figura 06: Vista frontal da bancada proposta
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

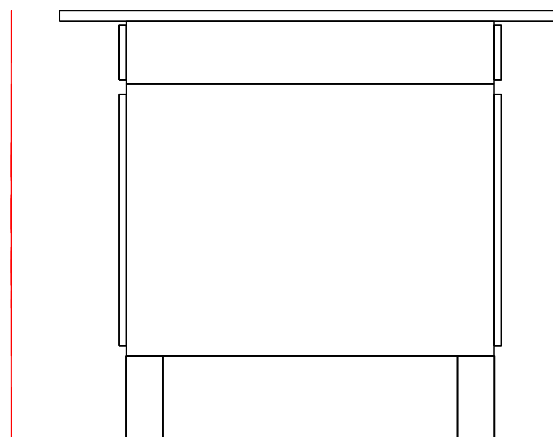


Figura 07: Vista lateral da bancada proposta
Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Uma bancada deve ser preparada para montar armários e outra ainda preparada para montagem de gaveteiros. As bancadas devem ter gavetas e portas para que ferramentas possam ser separadas por tipos, bitolas e características e assim eliminar o tempo perdido pelos montadores na procura da ferramenta correta.

Outro fator importante é que no mapofluxograma proposto deve ser eliminadas cinco tarefas antes executadas pelo montador. São elas:

1. Separação de peças na bancada: As peças estariam dispostas nos trilhos rolantes por tamanho e tipo de peça pelo operador da furadeira, facilitando o trabalho dos montadores.
2. Busca de ferramentas: As ferramentas estariam dispostas na parte inferior da bancada em gavetas ou prateleiras devidamente identificadas por tipo, bitola entre outros, eliminando o deslocamento existente no mapofluxograma atual.
3. Colocação de ferramentas na bancada: As ferramentas já estariam na bancada em função das mudanças na bancada.
4. Buscar por kits: Esta operação seria executada por um dos funcionários do almoxarifado em função da responsabilidade de abastecimento dos outros por abastecer setores. Como atualmente os funcionários deste setor já abastecem alguns setores e máquinas, como coladeira de bordas com fita de borda e cola, o mesmo funcionário abasteceria o setor de montagem com os kits previstos para montagem durante o dia.
5. Buscar por bases metálicas: Esta tarefa seria de responsabilidade do setor da serralheria, onde são produzidas as bases metálicas. Assim que fosse concluído o pedido, as bases seriam dispostas em um local específico no setor de montagem, eliminando o deslocamento do montador.

Observa-se na Tabela 02 que, com as mudanças propostas, o setor de montagem atenderia 41,44% do esperado pela administração da empresa. Mas esta melhora ainda não atende à nova meta da empresa.

Tabela 04: Faturamento Proposto

MÓVEIS DIA	FAT. DIA	MÓVEIS MÊS	FAT. MÊS	MÓVEIS ANO	FAT. ANO
62,8 un	R\$ 15.700,00	1381 un	R\$ 345.400,00	16.579un	R\$ 4.144.800,00

Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Portanto, para atender a meta de faturamento da empresa faz-se necessário o aumento do número de funcionários do setor de montagem em 125%, o que representa adicionar 5 funcionários. O fato esperado também é que havendo melhor organização na movimentação de materiais, a produtividade também aumentará, uma vez que o tempo das tarefas teoricamente diminuirá.

3.4.1 Análise dos resultados

Analisando os resultados obtidos com os estudos realizados no setor de montagem da Indústria *Artline*, percebe-se que haveria um aumento significativo na produtividade deste setor após a implantação das mudanças propostas. Conforme se vê nas Tabelas 03, 04 e 05, a produção anual aumentaria consideravelmente.

Tabela 05: Diferença entre faturamento Atual e Proposto

MÓVEIS DIA	FAT. DIA	MÓVEIS MÊS	FAT. MÊS	MÓVEIS ANO	FAT. ANO
30,8 un	R\$ 7.700	677 un	R\$ 169.400,00	8.131un	R\$ 2.032.800,00

Fonte: Pesquisa aplicada 2006

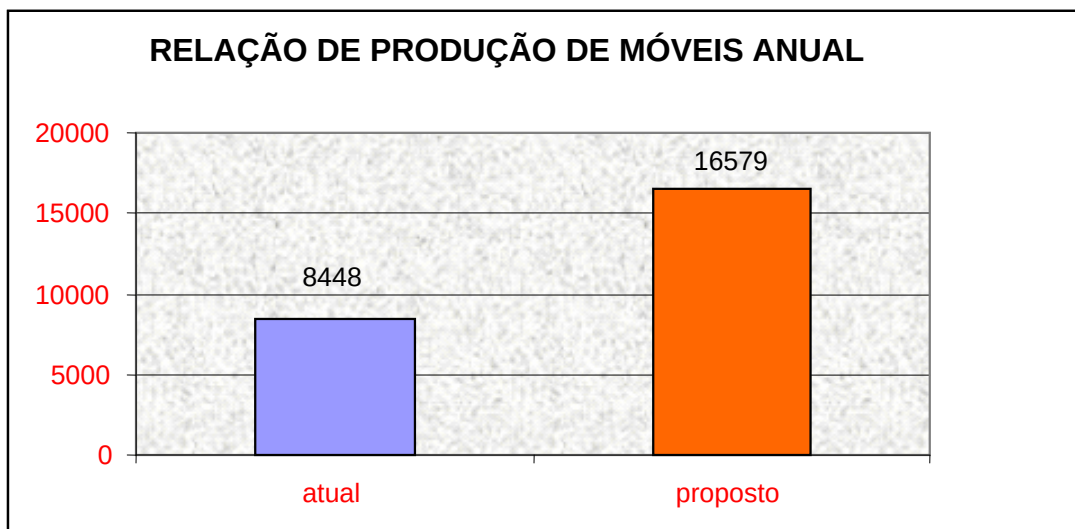


Gráfico 1: Relação de Produção de Móveis Anual

Fonte: Pesquisa aplicada 2006

A diferença entre a situação proposta e a situação atual representa um aumento na produtividade do setor de montagem em 96% (noventa e seis por cento). Mesmo com este aumento, o setor de montagem não alcançaria a meta da empresa, pois, atingiria o percentual de 41,44% da produção desejada.

A questão a ser levada em consideração é que nas condições atuais, para atingir a meta seria necessário contratar 15 (quinze) funcionários novos para o setor de montagem, além de triplicar o espaço físico do setor e ferramentas como citado anteriormente.

Atualmente, com quatro funcionários consegue-se produzir 21,12% da meta e para atingir a meta seriam necessários 19 funcionários. Como já existem 4 funcionários, então seria necessária a contratação de 15 novos funcionários. Já na situação proposta seriam necessários 10 funcionários, com a existência dos 4 atuais as contratações se resumiriam a 6.

Levando-se em consideração o salário médio de um montador que é de R\$ 500,00, mais encargos trabalhistas em torno de 80%, tem-se um custo mensal médio por montador de R\$ 900,00 como mostra tabela abaixo.

Tabela 06: Custo Médio por Montador

Nº DE FUNCIONÁRIOS	SALÁRIO	ENCARGOS	TOTAL
1	R\$ 500,00	R\$ 400,00	R\$ 900,00

Fonte: Pesquisa aplicada 2006

Na situação atual, seria necessária a contratação de 15 montadores, enquanto que na situação proposta seria necessária a contratação de seis novos funcionários.

A tabela 07 mostra a relação de custo com funcionários entre as duas situações.

Tabela 07: Relação Custo / Funcionários

Nº FUNCIONÁRIOS	CUSTO MENSAL (R\$)	CUSTO ANUAL (R\$)
15	13.500,00	162.000,00
6	5.400,00	64.800,00
DIFERENÇA	8.100,00	97.200,00

Fonte: Pesquisa aplicada 2006

A diferença entre a situação atual e a proposta representa um custo anual de R\$ 97.200,00 levando-se em consideração a meta de faturamento anual de R\$ 10.000.000,00 (Dez milhões de reais).

Atualmente a *Artline* tem um faturamento mensal médio de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais) e para alcançar a meta de R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais) ano, será necessário um faturamento mensal de R\$ 833.000,00 (oitocentos e trinta e três mil reais). Atualmente, a empresa está faturando 24% do desejado, porém já tem tecnologia para atingir a meta.

Sendo o autor deste estudo, sei da importância destas medidas serem implantadas. Atualmente, o arranjo físico geral da fábrica está sendo testado, uma vez que a última máquina chegou há três meses. Quando o arranjo físico geral for aprovado, os arranjos de cada setor serão estudados e modificados a fim de alcançar a maior produtividade possível. A partir daí, é possível também trabalhar nos micro movimentos de cada funcionário para verificar se o trabalho é executado da melhor forma ou se pode ser melhorado. Juntamente com este estudo, pode-se fazer a análise ergonômica de cada posto de trabalho.

É importante seguir uma ordem de cada passo, pois o sucesso de uma mudança depende muito do que foi feito anteriormente. Pode haver melhoras no setor de montagem, mas esta evolução não poderia ser maximizada? Então este estudo será posto em prática após a aprovação do arranjo físico geral, da qual também o autor teve participação na implantação.

4 METODOLOGIA

Existem dois critérios pelos quais se pode classificar pesquisas: quanto aos fins do trabalho e quanto aos meios que a pesquisa foi realizada. Quanto aos fins pode ser exploratória, descritiva ou explicativa. Quanto aos meios de desenvolvimento, uma pesquisa; esta pode ser de campo, estudo de caso, bibliográfica, documental, de laboratório, experimental ou participante.

A pesquisa exploratória é usada quando existe pouco conhecimento do assunto a ser desenvolvido e visa aumentar o conhecimento do problema ou tema escolhido. Pode ser utilizada como pesquisa preliminar para um trabalho mais complexo e completo, pois é ideal para casos selecionados. Utiliza-se para levantamento de fontes documentais estatísticas ou bibliográficas e também para levantamento de experiências, utilizando-se de entrevistas.

O mais utilizado é o estudo descritivo e é necessário um conhecimento prévio do problema ou assunto a ser desenvolvido. Descrever características de grupos, estimar proporções, descobrir relações entre variáveis são algumas características que podem ser percebidas em uma pesquisa descritiva.

Na pesquisa explicativa as análises estatísticas geralmente são mais avançadas, pois o objetivo é explicar os fatores que contribuem para determinado fenômeno. Aprofundar o assunto não significa traçar o perfil somente, é necessário demonstrar estudos convincentes a respeito do assunto.

Em relação ao meio de campo de se realizar um estudo, significa dizer que a investigação é realizada no local onde o fenômeno acontece. Podem-se utilizar questionários, entrevistas, testes e também observação do pesquisador.

O estudo documental é feito através de documentos, como o próprio nome indica. Os documentos normalmente são conservados em órgãos públicos ou empresas. É muito utilizado para biografias com documentos pessoais que ficam com os familiares.

A pesquisa bibliográfica procura referências em dados publicados por pessoas de reconhecimento sobre o assunto em livros, artigos em revistas especializadas, jornais e na internet.

O estudo de caso é utilizado para detalhar algum evento, fenômeno ou problema específico em empresas, família, pessoas ou grupo de pessoas.

No caso estudo do arranjo físico do setor de montagem da Indústria de Móveis *Artline*, o estudo será realizado com fins descritivos por meio de pesquisa bibliográfica e estudo de campo. O tempo efetivo de trabalho dos funcionários do setor de montagem será analisado através de amostragem. Durante quinze dias os funcionários serão monitorados por quatro pessoas, sendo que cada pessoa apresentará dez apontamentos aleatoriamente totalizando nos quinze dias de análise, seiscentas amostras. A partir das amostras, será gerado um gráfico no qual serão identificados o tempo efetivo, o tempo auxiliar e o tempo parado.

No estudo de campo também será utilizada a ferramenta de mapofluxograma para analisar o deslocamento de pessoas e fluxo de materiais. O mapofluxograma será elaborado no setor, observando-se as movimentações dos componentes da equipe da montagem durante um dia de trabalho. Todas as movimentações serão registradas, assim como os materiais utilizados para a montagem e de onde se originam.

Com os dados colhidos através das duas ferramentas acima citadas, será possível identificar possíveis falhas no processo de montagem e propor melhorias, a fim de atingir o objetivo geral deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo revelaram que é possível aumentar a produtividade do setor de montagem da Indústria de Móveis *Artline*, atendendo ao objetivo geral deste trabalho.

Como na fundamentação teórica observam-se os tipos de arranjo físico, também foi atingido um dos objetivos específicos, pois verificou-se que, para o setor de montagem, a melhor opção de arranjo físico é o celular, pois se trata de um setor que exige profissionais multifuncionais.

Através do mapofluxograma foi possível mapear a movimentação dos montadores e detectar o excesso de deslocamento, despendendo desta maneira muito tempo, que poderia ser aproveitado na montagem de móveis propriamente dita.

Algumas falhas foram identificadas, tal como o excesso de movimentação por parte dos montadores, e conseqüentemente foram feitas propostas para melhorias. Acredita-se que, posto em prática, este estudo poderá contribuir para a melhor organização do setor de montagem, aumentando a produtividade, assim como representará ganhos financeiros.

É possível que se consiga ainda melhores resultados fazendo um estudo de tempo efetivo de trabalho. Este estudo consiste em analisar o tempo que efetivamente os montadores passam executando suas tarefas e, o tempo que eles passam em atividades que sejam necessárias à montagem, que é chamado de tempo auxiliar. O restante do tempo teoricamente seria tempo improdutivo. É perceptível que no setor de montagem existe hoje muito tempo improdutivo. Acredita-se que com a implantação do novo modelo de arranjo físico e a retirada de algumas tarefas dos montadores o tempo improdutivo reduzirá talvez não o necessário, mas isto só se saberá fazendo o estudo citado através de muita observação.

Outro fator observado foi a questão dos funcionários não estarem suficientemente envolvidos com o trabalho. Sugere-se que seja feito um trabalho de motivação, pois, acredita-se que, se cada um disponibilizar mais energia, mais vontade, o trabalho da equipe da montagem como um todo melhorará.

Para atingir a meta da empresa será necessário um trabalho contínuo de melhorias, pois a proposta de ajuste no arranjo físico é apenas o início de uma grande mudança. É necessária também uma mudança na maneira de pensar dos funcionários, a fim de que as atitudes dos mesmos sejam favoráveis à empresa. As pequenas mudanças devem partir deles, pois são os que mais conhecem as técnicas de montagem, e para isso é necessário um trabalho emocional, motivacional, treinamento e principalmente, reconhecimento das pessoas que partem para essa visão.

REFERÊNCIAS

BITENCOURT, G. R. **Produção**. Disponível em: <www.producao.ufrgs.com.br>. Acesso em: 26 mar. 2006.

CARNEIRO, J. L. Disponível em: <www.jlcarneiro.com.br>. Acesso em: 25 mar. 2006.

CONCEIÇÃO, S. V. Otimização do fluxo de materiais através da manufatura celular [2005]. Disponível em: <www.scielo.com.br>. Acesso em: 18 maio 2006.

CONTADOR, J. C. **Gestões de Operações**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 1998.

CORRÊA, L. H.; CORRÊA, A. C. Administração de Produção e Operações. São Paulo: Atlas, 2004.

FRIEDRICH. **Estratégia de manufatura-tradicional e celular**. Disponível em: <www.eps.ufsc.com.br>. Acesso em: 30 mar. 2006.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1999.

GENARO, F. T.; CALDEIRA, M. A. C. **Estudo de layout em uma indústria eletromecânica**. [2003]. Disponível em: <www.simpep.feb.unesp.com.br>. Acesso em: 19 maio 2006.

GOLDRATT, E. M. **A meta**. São Paulo: Educator, 1997.

HOUSEL. **Layout-operações**. [2005]. Disponível em: <www.suppluchainonline.com.br>. Acesso em: 31 mar. 2006.

IVANQUI, I. L. Um modelo para solução de problema do arranjo físico de instalações interligadas por corredores. [1997]. Disponível em: <www.eps.ufsc.com.br>. Acesso em: 16 mar. 2006.

MATOS, A. C. Disponível em: <www.empresario.com.br>. Acesso em: 31 mar. 2006.

MIYAKE, D. I. Arranjo físico de Sistemas de Produção. [2005]. Disponível em: <www.prd.usp.br>. Acesso em: 25 jun. 2006.

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