

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

**Reestruturação do layout para melhoria do fluxo de
processos de uma indústria madeireira**

Fernando Bittanti Mantovaneli

TCC-EP-28-2013

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

**Reestruturação do layout para melhoria do fluxo de
processos de uma indústria madeireira**

Fernando Bittanti Mantovaneli

TCC-EP-28-2013

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.
Orientador(a): *Prof^a. Olívia Toshie Oiko*

**Maringá - Paraná
2013**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por mais uma chance de vida devido aos últimos acontecimentos neste segundo semestre de 2013.

Aos meus pais, Olair e Ednéia, pela oportunidade de me tornar um profissional melhor, sempre me acolhendo com amor e carinho. Muito obrigado pelas palavras de motivação, pela paciência, pelos conselhos e por todos os sacrifícios que fizeram pra que eu pudesse conquistar a graduação.

Também gostaria de agradecer aos meus irmãos Alexandre e Danilo, por tudo que passamos juntos, momentos maravilhosos e difíceis, e que com certeza nos tornaram pessoas melhores e ainda mais unidas.

Aos meus amigos e também irmãos do peito Flávio, Camora e Janice, que me proporcionaram momentos incríveis, sendo eles em festas, mesa de bar e até mesmo em meus trabalhos acadêmicos sempre enriquecendo meus estudos.

Ao restaurante Afonsos, do qual me proporcionou momentos de lazer e relaxamento.

À minha professora e orientadora Olívia, que sempre me passou da melhor forma possível seu conhecimento profissional; e também pela paciência e relevância de prazos não cumpridos.

À todos meus amigos de sala (Alessandra, Carlos, Fernanda, Kav, Borghi, Mari, Jú, Nati, Lú, Ricardo, Malu, PO, Casari, Lennon, Rafael, Marcelo), que me aguentaram durante cinco anos.

E também agradeço à todos aqueles que de alguma forma passaram pela minha vida, me agregando valores e me fazendo sorrir.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de reestruturação do arranjo físico do setor produtivo, em uma empresa transformadora de madeira, visando a melhoria do fluxo de processos com a diminuição dos percursos entre os centros produtivos. Foram elaborados fluxogramas dos processos para cada tipo de produto, que serviram de base para as outras ferramentas de análise do layout. Uma nova proposta de layout foi construída a partir do diagrama de-para e método dos torques com valores corrigidos foi utilizada para analisar os impactos da nova proposta nas distancias percorridas durante a produção e no tempo ganho com a movimentação. Os resultados indicam uma redução de 54% na distância percorrida e de 45% no tempo gasto com movimentação, o que equivale a 13 dias de produção em um ano. Portanto o novo layout se mostra mais apropriado e eficiente.

Palavras-Chave: Logística interna, Arranjo físico e Layout.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE QUADROS	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificativa	2
1.2 Definição e delimitação do problema	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo geral	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Logística.....	4
2.1.1 Revisão Histórica da Logística	4
2.1.2 Definição e Conceitos da Logística	4
2.1.3 Objetivos e Características da Logística.....	5
2.2 Definição e Conceitos de Arranjo Físico	6
2.3 Tipos de Arranjo Físico	8
2.3.1 Arranjo funcional ou por processo.	9
2.3.2 Arranjo em linha ou por produto.	10
2.3.3 Arranjo celular.....	10
2.3.4 Arranjo fixo ou posicional.....	11
2.4 Etapas do Projeto de Arranjo Físico	12
2.5 Ferramentas para Análise do Arranjo Físico	14
2.5.1 Gráfico do Fluxo do Processo	14
2.5.2 Os tipos básicos de fluxograma.....	15
2.6 Métodos para Elaboração de um Arranjo Físico.....	16
2.6.1 Método dos Elos / Diagrama De-Para	16
2.6.2 Método dos Torques com Valores Corrigidos.....	19
2.6.3 Método do Planejamento Sistemático de Layout (SLP).....	19
2.7 Curva ABC - Aplicação para Construção do Layout.....	20
2.8 Condições do Ambiente de trabalho	21
3 DESENVOLVIMENTO.....	22
3.1 Metodologia.....	22
3.2 Caracterização da Empresa.....	23
3.2.1 Mix do Produto e Tecnologia de Produção	23
3.3 Avaliação do ambiente físico de trabalho.....	25
3.3.1 Chão de fábrica na visão dos operários	26
3.3.1 Resultados do Questionário	27
3.3.2 Sugestões de melhoria	29
3.4 Descrição dos processos e os fluxos atuais.....	30
3.5 Análise dos fluxos dos processos.....	33
3.5.1 Método dos Elos / Diagrama De-Para	33
3.6 Proposta do novo layout.....	37
3.6.1 Método dos Torques com Valores Corrigidos.....	40
3.6.2 Análise do tempo de movimentação.....	43
4 CONCLUSÃO.....	46
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Tipos de arranjos físicos	9
Figura 2- Arranjo Funcional ou por Processo	10
Figura 3 - Arranjo em linha ou por produto	10
Figura 4 - Arranjo fixo ou posicional	12
Figura 5 - Processo de Projeto do Layout Industrial	13
Figura 6 - Metodologia de Elaboração de Arranjos Físicos	14
Figura 7 - Representação Gráfica do Layout.....	18
Figura 8 - Esquema do Layout	19
Figura 9- Participação de cada produto nas vendas.....	24
Figura 10- Respostas dos funcionários.....	28
Figura 11- Respostas dos funcionários.....	28
Figura 12 - Fluxogramas dos decks de exportação, quina viva e quina abaulada.....	31
Figura 13 - Layout e fluxo dos três principais processos	32
Figura 14- Intensidade dos fluxos nos elos atuais	37
Figura 15- Intensidade e sentido dos fluxos rearranjados	38
Figura 16 - Layout proposto	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sequência de operação	17
Tabela 2- Fluxo de transporte	17
Tabela 3- Quadro dos elos	17
Tabela 4- Fluxo dos processos e intensidade de produção	33
Tabela 5 - Representação dos fluxos entre os elos por produto	34
Tabela 6 - Matriz de representação dos fluxos	35
Tabela 7 – Matriz de interseção dos fluxos	36
Tabela 8 - Fluxo entre os elos com suas respectivas distâncias e torques	41
Tabela 9 - Deck Quina Abaulada	42
Tabela 10 - Deck Exportação	42
Tabela 11 - Deck Quina Viva	42
Tabela 12 - Pergolado	43
Tabela 13 - Assoalho	43
Tabela 14 - Tempos entre os elos	44
Tabela 15 - Tempo total do layout atual	44
Tabela 16 - Tempo total do layout proposto	45
Tabela 17 - Percentual de redução com a nova proposta de layout	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Diferentes tipos de fluxo	5
Quadro 2- Simbologia utilizada nos fluxogramas de processo	15
Quadro 3- Riscos ambientais	21
Quadro 4- Questionário de análise	25
Quadro 5- Número de respostas	26
Quadro 6- Questionário de Re-Layout	27

1 INTRODUÇÃO

O ambiente econômico atual de acirrada competição impõe às empresas um compromisso com o contínuo aperfeiçoamento de seus produtos e processos visando à eliminação de desperdícios, busca por inovações e novos mercados. No mercado global, as empresas menos eficientes acabam perdendo competitividade devido ao grande número de opções de oferta proporcionada pela queda das barreiras alfandegárias e a abertura dos mercados (CORREIA et al, 2002). No contexto atual a competitividade é um fator preponderante, ou seja, para empresa permanecer no mercado é necessário que a mesma possua alta produtividade, consiga reduzir custos e satisfaça da melhor forma possível o cliente, uma das alternativas é o re-layout analisando a logística interna.

O principal objetivo da logística interna é reduzir custos e maximizar lucros da organização através da melhoria dos processos logísticos da empresa. Ching (2001, p.18) relaciona a logística como “um gerenciamento do fluxo físico de materiais que começa com a fonte de fornecimento no ponto de consumo”.

É mais do que uma simples preocupação com produtos acabados, o que era a tradicional preocupação da distribuição física. Na realidade, a logística está preocupada com a fábrica e os locais de estocagem, níveis de estoque e sistema de informação, bem como com seu transporte e armazenamento. Desta forma para o melhoramento da logística interna a reestruturação do arranjo físico (ou layout) torna-se uma solução adequada e de fundamental importância.

Como forma de melhoria organizacional tem-se a otimização do arranjo físico ou layout, que está diretamente associado a vários fatores relacionados direta ou indiretamente à eficiência produtiva, podendo citar os seguintes: economia de espaço, redução da movimentação e transporte, redução do volume de material em processo, redução do tempo de manufatura, redução de custos indiretos, satisfação do trabalho, incremento da produção, melhor qualidade e flexibilização da produção (OLIVÉRIO, 1985). Camarotto (2006, p.4), também afirma que o “arranjo físico é a representação espacial dos fatores de produção representada por: homem, materiais e equipamentos”.

A necessidade de reestruturação do layout em uma fábrica existente pode ser causada por uma variedade de fatores, tais como: conversão do processo para uma manufatura celular ou sistemas flexíveis; adição ou reposicionamento de equipamentos para melhoria da qualidade ou razões de segurança, e mudanças no produto ou novos produtos introduzidos na

linha de produção. Devido a estes fatores, o layout deverá sempre estar atualizado para manter a eficiência do uso do espaço e dos equipamentos (LACKSONEN; HUNG, 1998).

A partir do momento em que a informação, os produtos e os serviços circulam de forma rápida e eficiente, são criados mecanismos que aumentam a produtividade e consequentemente a lucratividade da organização. Ao gastar menos tempo para desenvolver uma atividade, ganha-se tempo para realizar outras.

1.1 Justificativa

O setor da construção civil e decoração brasileira são compostos por segmentos industriais, como transformação de matérias primas (terra, pedra, cimento, madeira, etc.) em construções em grande escala, logo, a madeira, que era mais utilizada neste tipo de arquitetura vem se expandindo mais pelo ramo da decoração e beleza, trazendo um lado rústico da natureza. Assim, a indústria madeireira, produz artigos como: decks, pergolados, painéis, entre outros produtos personalizados, e isso tem contribuído para o desenvolvimento socioeconômico brasileiro. Nos dias de hoje, com a grande competitividade de um mundo cada vez mais tecnológico e globalizado, é preciso evitar perdas desnecessárias e aumentar a qualidade dos produtos às exigências do mercado.

Portanto foram observadas algumas questões que determinaram uma proposta de reestruturação do layout na indústria a ser analisada pelo presente estudo de caso. Dentre estas questões pode-se citar:

- Manuseio excessivo: o transporte de estoques intermediários percorre distâncias desnecessárias;
- Inadequação do posto de trabalho: observa-se uma quantidade excessiva de matéria prima ao lado da máquina, materiais inflamáveis não são colocados em áreas seguras.
- Fluxo de atividades cruzadas e desnecessárias que devem ser eliminadas, melhorando a distribuição da matéria prima em processo, dos produtos acabados e do maquinário produtor;
- Espaço físico sem demarcações visuais que delimitam acesso à pessoas autorizadas;
- Falta de identificação de materiais e máquinas;
- Falta de clareza no fluxo do processo produtivo;
- Estoques em locais inadequados e
- Retrabalho em acabamento de peças já concluídas por armazenamento em local inadequado.

1.2 Definição e delimitação do problema

Por meio de um mapeamento, foram identificados os fluxos dos processos produtivos do chão de fábrica da empresa (exceto a marcenaria). Fazem parte deste estudo os processos de seleção da madeira, Serra Fita, Desengrosso, Plaina A, Desempeno, Alinhadeira, Estopadeira, Lixadeira, Furadeira, Plaina macho/fêmea, Plaina de cabeça, Amarração, Montagem, Amaciamento, Lixamento e Pintura. Por se tratar de uma empresa desestruturada a aceitação por parte dos operários é outro fator que atrapalha nos estudos e não implantação do projeto final, pois muitos deles não entendem as necessidades das mudanças e não colaboram com a melhoria.

Se houver a colaboração por parte de toda a empresa, novas melhorias serão geradas com a implantação deste estudo de caso.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Apresentar uma proposta de reestruturação do arranjo físico do setor produtivo, em uma empresa transformadora de madeira, visando a melhoria do fluxo de produção.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar o fluxo de produção e materiais, a fim de garantir uma melhor movimentação interna;
- Analisar os pontos de abastecimento de estoque intermediário bem como área necessária para o mesmo;
- Facilitar acesso visual às operações;
- Delimitar o local e área necessária tanto ao estoque de matéria prima e produto acabado;
- Minimizar distâncias dos centros produtivos;
- Organizar fisicamente as seções de corte, preparação e montagem;
- Eliminar as atividades que não agregam valor e
- Refazer um novo desenho (proposta) de layout.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi destacado nesta revisão de literatura o campo da logística, na qual os fluxos dos materiais estão inseridos e diretamente ligados ao arranjo físico (que mostra um mapeamento de máquinas e ferramentas que definem o atual e o proposto fluxo dos materiais).

2.1 Logística

2.1.1 Revisão Histórica da Logística

No campo empresarial, antes da década de 1950 as empresas executavam as atividades logísticas, tais como transporte, controle de estoque e processamento de pedidos, de maneira puramente funcional. Não existia nenhum conceito ou uma teoria formal de logística integrada (BALLOU, 1993).

Já na década de 70, segundo Ching (2001), as empresas pareciam estar mais preocupadas com a geração de lucros do que com o controle de custos; tendo assim, pouca aceitação na logística empresarial, mesmo tendo esta, seus conceitos desenvolvidos e estabelecidos como campo da administração.

Para Moura (1998, p.56):

A logística surgiu no Brasil entre as décadas de 1980 e 1990. Ela surgiu em função da mudança na forma com que as organizações viam seus clientes. Até então, acreditava-se que os serviços prestados eram suficientes para atenderem às necessidades do cliente, sem importar realmente com o que ele queria. Entre 1950 e 1970 houve uma decolagem da teoria e da prática da logística. Os teóricos começaram a dizer que não bastava somente a relação compra e venda para o atendimento das demandas dos clientes, mas era necessário dar importância à distribuição, pois ela interferia diretamente nos custos da organização, tornando assim o argumento básico para que as empresas fizessem o reagrupamento lógico das atividades.

2.1.2 Definição e Conceitos da Logística

Ching (2001, p.18), afirma que a “logística é o fluxo de mercadorias em contrapartida ao fluxo de informações, desde o fornecedor de matéria prima até o cliente final”.

Para Dornier (2000), logística é a gestão de fluxos, caracterizando a logística interna e externa, e os fluxos diretos e reversos, como mostrado no Quadro 1:

Quadro 1- Diferentes tipos de fluxo

	Logística Interna	Logística Externa
Fluxos Diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Interplantas • Planta/Armazém • Armazém/Armazém 	<ul style="list-style-type: none"> • Com fornecedores (fornecimento de matérias-primas e componentes); • Com clientes (produtos, peças de reposição, materiais promocionais e de propaganda)
Fluxos Reversos		<ul style="list-style-type: none"> • Com fornecedores (embalagem, reparo); • Com fabricantes (eliminação e reciclagem); • Com cliente (exceto de estoque e reparos).

Fonte: Dornier (2000)

2.1.3 Objetivos e Características da Logística

Fiori (2008) diz que “o objetivo principal da logística é reduzir os custos e maximizar os lucros da organização. Este objetivo é alcançado através da agilidade de informação e flexibilização no atendimento de entrega dos produtos aos consumidores”. Para Ching (2001), a logística representa um fator econômico em virtude da distância existente tanto dos recursos (fornecedores), como de seus consumidores, e esse é um problema que a logística tenta superar.

Moura (1998, p.53) afirma que:

Um processo logístico efetivo é essencial para satisfazer o cliente e ganhar vantagem competitiva. Melhorar a qualidade do serviço que a logística fornece aumenta a satisfação do cliente e apoia a sua lealdade. Isso, por sua vez, leva ao aumento da participação do mercado e a maior margem de lucro. Ao mesmo tempo, focalizar as reais necessidades do cliente elimina custo de serviço não valorizado. Melhorar a produtividade do processo logístico também reduz custo. Juntas, essas ações ajudam a tornar os produtos e serviços mais atraentes no mercado.

Porter (1989, p.36) define que “logística interna são atividades associadas ao recebimento, armazenamento e distribuição de insumos no produto, como manuseio de material, armazenagem, controle de estoque, programação de frotas”.

Já a logística interna para Moura (1998 p.13), “trata de todo o gerenciamento do processo interno de abastecimento, armazenamento, transporte e distribuição das mercadorias dentro da organização, ou seja, para atender suas demandas internas”.

Em sua obra “Check sua logística Interna”, de 1998, Moura sugere um questionário composto por 6 etapas: 1- Recebimento; 2- Estocagem; 3- Movimentação e estocagem em processo; 4- Embalagem; 5- Armazenagem; 6- Expedição de produtos. Onde cada etapa é formada por 20 questões com respostas “Sim”, “Em parte” ou “Não”; o número de respostas “Sim” permite obter diagnóstico de como está a logística interna da empresa. Em cada etapa analisada a nota final (número de respostas “sim”) pode atingir de 0 (zero) a 20 (vinte) pontos, significando 20 (vinte) pontos que a atividade alcançou o melhor resultado possível. Além das etapas comentadas acima, outra sugerida pelo autor refere-se às atividades de Logística sob a visão gerencial, que são respondidas pelo diretor geral da empresa.

2.2 Definição e Conceitos de Arranjo Físico

Para analisar a logística interna deve-se abordar a questão do arranjo físico, visto que estão intimamente ligados. O conceito de arranjo físico segundo Cury (2000, p.386):

Corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias primas.

De acordo com Slack *et al.* (1997 p. 200):

O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir o arranjo físico é decidir o posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoal na produção.

O arranjo físico sempre deve estar projetado de modo que as atividades realizadas no fluxo de produção seja o mais eficiente possível com menores distâncias de um processo a outro, evitando perdas desnecessárias em tempos ociosos homem/máquina, melhorando a aparência e a maneira de como os materiais, as informações e os funcionários fluem através das operações.

Segundo Borba (1999, p.5):

O arranjo físico procura uma combinação ótima das instalações industriais e de tudo que concorre para a produção, dentro de um espaço disponível. Visa harmonizar e integrar equipamento, mão de obra, material, áreas de movimentação, estocagem, administração, mão de obra indireta, enfim todos os itens que possibilitam uma atividade industrial.

Valle (1975, p. 59) destaca:

A mais importante decisão de quem projeta uma indústria, uma vez definida sua localização e depois de feitos os levantamentos dos dados básicos para o projeto, será definir o arranjo mais adequado de homens, máquinas e materiais sobre uma determinada área física, dispondo esses elementos de forma a minimizar os transportes, eliminar os pontos críticos da produção e suprimir as demoras desnecessárias entre as várias operações da fabricação.

Segundo Borba (1999), os objetivos do layout são:

- 1 Melhorar a utilização do espaço disponível: através da menor quantidade de material em processo, distâncias minimizadas de movimentação de materiais, serviços e pessoas e disposição racional das seções;
- 2 Aumentar a moral e satisfação no trabalho: através da ordem no ambiente, limpeza, sanitários adequados;
- 3 Incrementar a produção: através do fluxo mais racional;
- 4 Redução de manuseio: através da utilização da movimentação no processo produtivo;
- 5 Redução do tempo de manufatura: reduzindo demoras e distâncias;
- 6 Redução dos custos indiretos: com menos congestionamento e confusão e menos manuseio (menor perda e danos de materiais).

Camarotto (2006, p.15) cita seis princípios para o estudo do arranjo físico.

- 1 O Princípio da Integração: afirma que os diversos elementos devem estar harmonicamente integrados, uma vez que a falha de qualquer um deles resultará numa ineficiência global;
- 2 O Princípio da Mínima Distância: recomenda que as distâncias devem ser reduzidas ao mínimo para evitar esforços inúteis, confusões e custos maiores;
- 3 O Princípio de Obediência ao Fluxo das Operações: recomenda que recursos, equipamentos, pessoas, devem movimentar-se em fluxo contínuo e de acordo com a sequência do processo de manufatura. Evitando-se cruzamentos, retornos e interrupções de fluxo;
- 4 O Princípio do Uso das três Dimensões: recomenda o melhor aproveitamento do espaço disponível, pensando-se sempre em função de volume e não de área;
- 5 O Princípio da Satisfação e Segurança: dispõem que o arranjo físico é estabelecido para os seus usuários, portanto quanto maior satisfação e segurança, melhor o *layout*;
- 6 O Princípio da Flexibilidade: principalmente nos dias de hoje de elevados e rápidos avanços tecnológicos, deve ser altamente considerado;

Camarotto (2006, p.15) apresenta ainda recomendações para o estado do arranjo físico:

- 1 Planeje o Todo e Depois o Detalhe: esta recomendação, voltada ao atendimento do princípio da integração, objetiva o projeto dos edifícios fabris como um conjunto ordenado e lógico de elementos, dotado de absoluta unidade de propósitos;
- 2 Planeje o Ideal e Depois o Prático: ao se planejar o layout inicialmente com liberdade e após ter projeto ideal deve-se adaptá-lo a prática;
- 3 Planeje Para o Futuro: deve-se dotar a empresa de condições de expansão com visão para futuro;
- 4 Procure a Ideia de Todos: devem-se recolher todas as sugestões, analisá-las e colocá-las em concordância com o plano geral;
- 5 Utilize os Melhores Elementos de Visualização: o objetivo é facilitar a compreensão do plano por parte de todos que tenham poder de decisão sobre o projeto;
- 6 Prepare-se Para Vender a Ideia: utilizar de todos os recursos para a venda da ideia: apresentação, contato, boas relações humanas etc.

2.3 Tipos de Arranjo Físico

Slack *et al.* (1997) e Borba (1999), mostram que a maioria dos arranjos físicos encontrados na prática deriva de apenas quatro tipos básicos de *layouts* como mostrado na Figura 1:

- a) Arranjo posicional ou por posição fixa;
- b) Arranjo funcional ou por processo;
- c) Arranjo linear ou por produto;
- d) Arranjo de grupo ou celular.

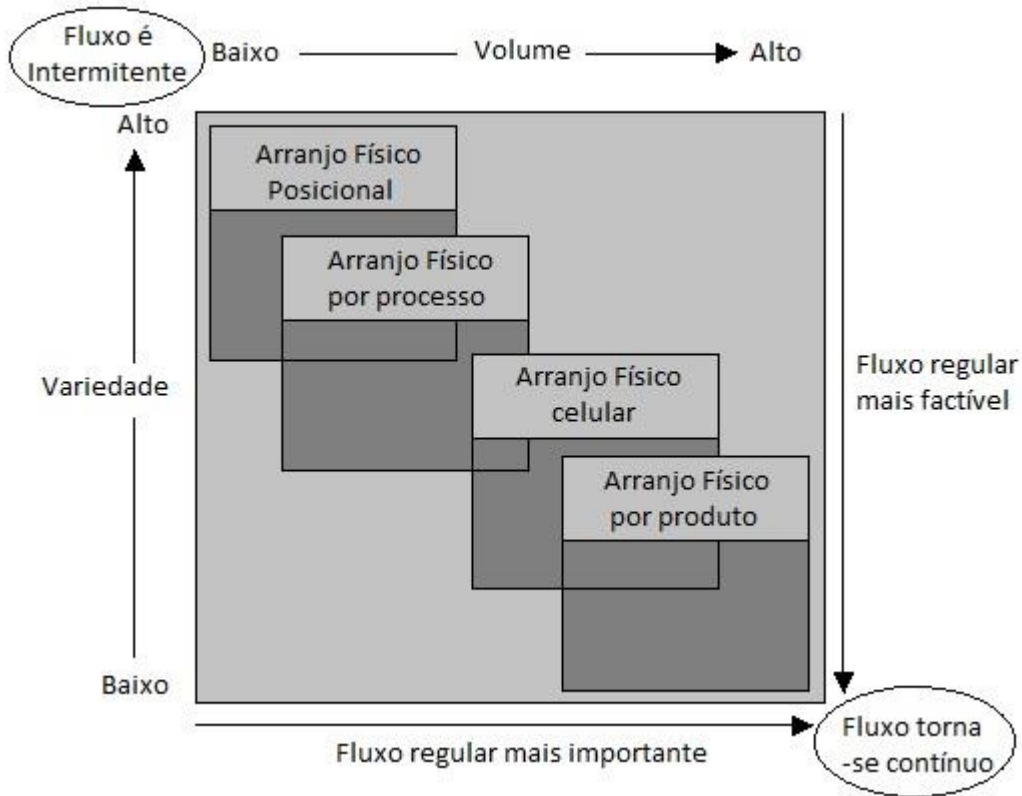


Figura 1- Tipos de arranjos físicos
 Fonte: Slack (1997)

2.3.1 Arranjo funcional ou por processo.

O *layout* funcional é assim chamado, segundo Slack *et al.* (1997) porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico, ou seja, neste tipo de arranjo físico, processos com necessidades similares estão aglutinados, para que os recursos transformadores sejam beneficiados. Isso ainda significa que quando produtos, informações ou clientes fluírem através da operação, estarão percorrendo o roteiro de processo de acordo com suas necessidades.

Segundo Borba (1999, p.9):

No layout funcional, máquinas -ferramentas são agrupadas funcionalmente de acordo com o tipo geral de processo de manufatura: tornos em um departamento, furadeiras em outro, injetoras de plástico em outro e assim por diante. Ou seja, o material se movimenta através das áreas ou departamentos. Este tipo de arranjo é adotado geralmente quando há variedade nos produtos e pequena demanda.

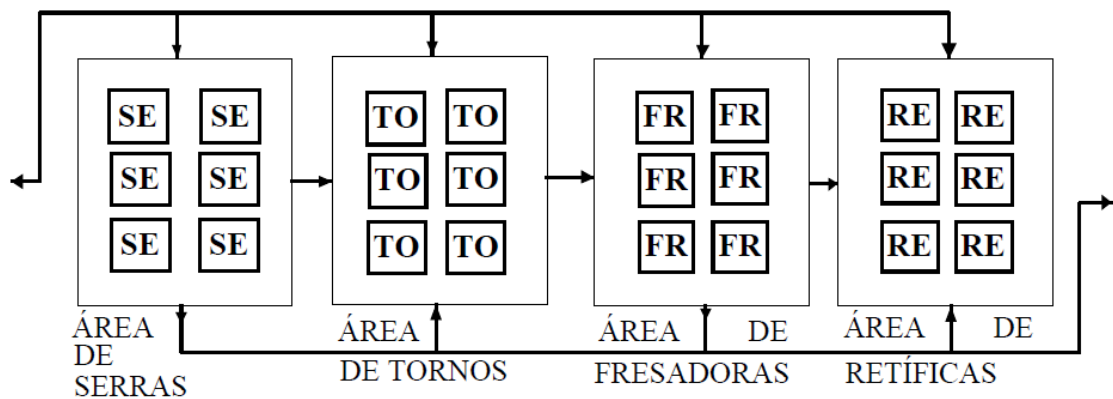


Figura 2- Arranjo Funcional ou por Processo

Fonte: Borba (1999)

2.3.2 Arranjo em linha ou por produto.

Nesse tipo de layout o processo de produção é contínuo, sendo que o produto a ser transformado movimenta-se enquanto as máquinas permanecem fixas.

Segundo Cury (2000, p.395):

Os equipamentos são dispostos ao longo de uma linha, segundo a sequência das operações, levando o material ou a matéria prima, partindo de uma extremidade, a se movimentar lentamente ao longo desses equipamentos, sendo trabalhado sucessivamente até a ultimação do produto, na outra extremidade da linha.

Já Borba (1999, p.9) aborda o layout em linha ou por produto da seguinte forma:

O layout em linha tem uma disposição fixa orientada para o produto. Os postos de trabalho (máquinas, bancadas) são colocados na mesma sequência de operações que o produto sofrerá. É comum existir uma máquina de cada tipo, exceto quando são necessárias máquinas em duplicata para balancear a linha de produção. Quando o volume se torna muito grande, especialmente na linha de montagem, ele é chamado de produção em massa.

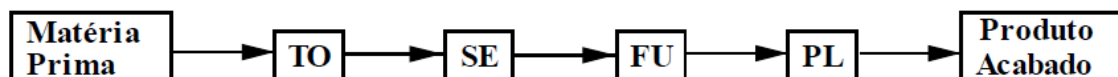


Figura 3 - Arranjo em linha ou por produto

Fonte: Borba (1999)

2.3.3 Arranjo celular

É definido como arranjo físico celular aquele em que os recursos transformados são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação, na qual os recursos transformadores necessários para atender as suas necessidades de processamento se encontram disponíveis no local (SLACK et al., 1997).

Segundo Borba (1999), os pontos chaves desse tipo de arranjo são:

- a) O maquinário é disposto na sequência do fluxo do processo;
- b) Um produto é feito de cada vez dentro da célula;
- c) Os funcionários são treinados para trabalhar com mais de processo (operadores polivalentes);
- d) O tempo do ciclo do processo produtivo é dado pela taxa de produção para a célula;
- e) Os funcionários trabalham de pé e caminhando.

Ainda segundo Borba (1999) esta disposição de máquinas tem as seguintes vantagens comparando-se principalmente com o arranjo físico funcional:

- a) Redução do tempo de ajuste de máquina na mudança de lotes dentro da família, tornando-se economicamente a produção de pequenos lotes;
- b) Eliminação do transporte e redução de estoques de segurança e intermediários;
- c) Maior facilidade no Planejamento e Controle da Produção, na medida em que o problema de alocação de ordens de produção das máquinas é minimizado;
- d) Redução de defeitos, na medida em que num arranjo celular há uma maior especificidade, e se houver defeito o próprio trabalhador devolverá a peça ao companheiro;
- e) Redução de espaço.

2.3.4 Arranjo fixo ou posicional

Segundo Slack *et al.* (1997), no arranjo físico posicional ou de posição fixa, quem sofre o processamento fica estacionário, ou seja, maquinários, equipamentos, instalações e pessoas se deslocam para o local correspondente do trabalho. Os motivos para isso se referem basicamente ao produto, que não pode ser movimentado de forma conveniente e sem problemas. Exemplos são as construções de navios em estaleiros, que são produtos muito grandes para serem movimentados, ou cirurgias de risco, onde a movimentação do paciente pode comprometer a sua saúde.

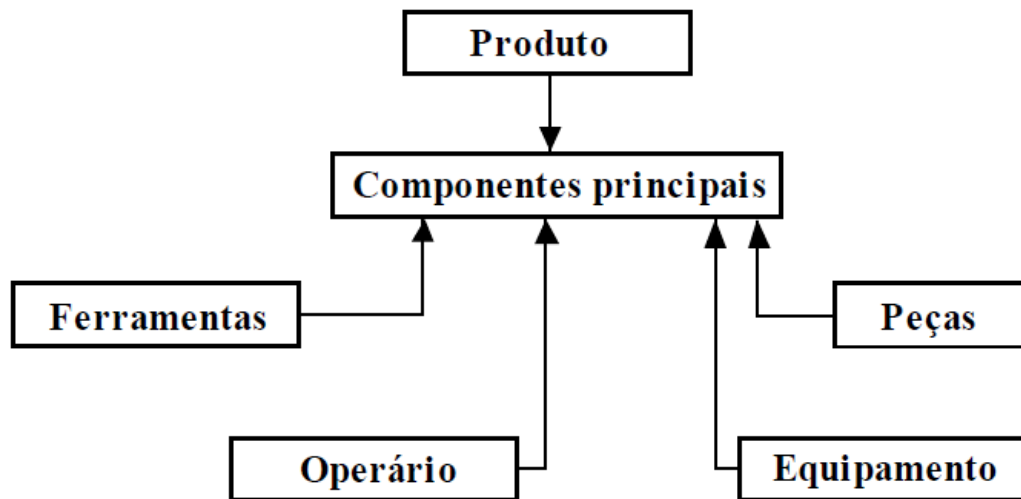


Figura 4 - Arranjo fixo ou posicional
 Fonte: Borba (1999)

2.4 Etapas do Projeto de Arranjo Físico

Segundo Camarotto (2006, p.11) “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”.

Podemos observar na Figura 5, as etapas para Projeto do *re-layout* propostas por Camarotto (2006) que consiste das seguintes etapas:

- a) Definição do *mix* de produto e tecnologia de produção;
- b) Dimensionamento dos fatores de produção;
- c) Construção do *layout* e simulação;
- d) *Layout* detalhado.

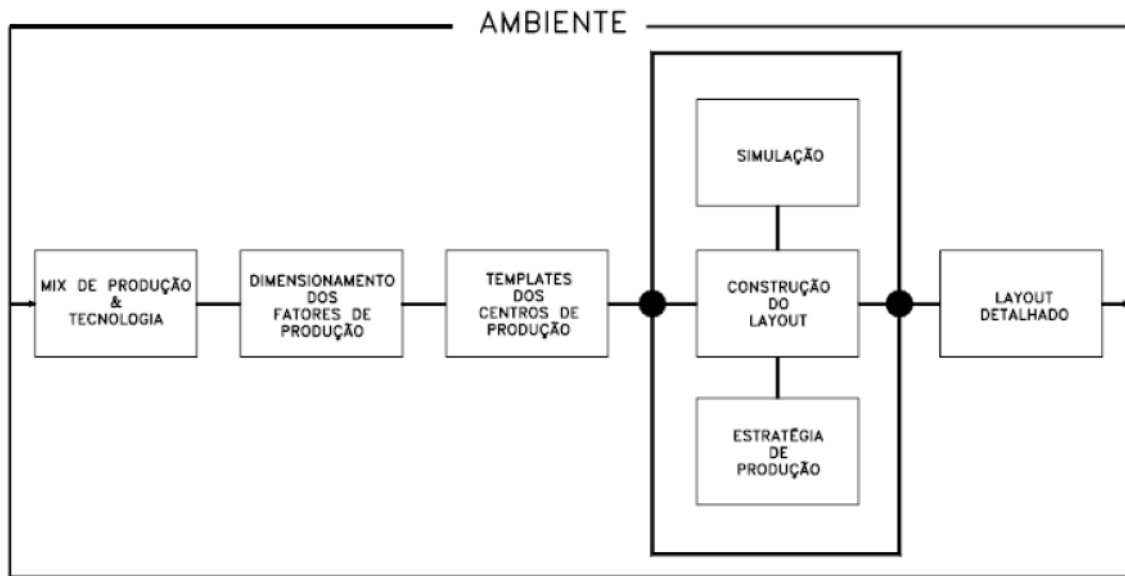


Figura 5 - Processo de Projeto do Layout Industrial
Fonte: Camarotto (2006)

A elaboração de arranjo físico para Valle (1975) é um processo que deve seguir as seguintes fases: definição do problema, coleta de dados, restrições e objetivos; busca de soluções utilizando-se algoritmos (programação linear, modelos matemáticos etc.) e a escolha da solução preferida, cujo objetivo é a busca da flexibilidade e do conforto do operário.

Valle (1975) ainda diz que há três métodos para solução do problema do inter-relacionamento de departamentos: o método dos elos; o método dos momentos e o método das sequências fictícias.

Na elaboração do arranjo físico Olivério (1985) recomenda o dimensionamento para as seguintes áreas: do equipamento, do processo, do operador na operação, do acesso dos operadores, do acesso e manutenção, do acesso dos meios de transporte e movimentação, das matérias primas não processada, das peças processadas, dos refugos, os cavacos, os resíduos, das ferramentas, dos serviços de fábrica: iluminação, ventilação, aquecimento, água, ar comprimido e do atendimento as exigências legais.



Figura 6 - Metodologia de Elaboração de Arranjos Físicos
Fonte: Olivério (1985)

2.5 Ferramentas para Análise do Arranjo Físico

2.5.1 Gráfico do Fluxo do Processo






O fluxograma do processo tem o objetivo de representar esquematicamente o processo de produção através das sequências de atividades de transformação, exame, manipulação, movimentação e estocagem por que passam os fluxos de itens de produção (CAMAROTTO, 2006).

Já segundo Borba (1999, p.16):

Essa técnica registra um processo de maneira compacta, a fim de tornar possível sua melhor compreensão e posterior melhoria. O gráfico representa os diversos passos ou eventos que ocorrem durante a execução de um processo ou procedimento, incluindo informações consideradas, para fins de análise, tais como: necessidade de tempo e distância de percurso.

A simbologia utilizada nos fluxogramas de processo é padronizada pela *The American Society of Mechanical Engineers* (ASME) como mostrado no Quadro 2:

Quadro 2- Simbologia utilizada nos fluxogramas de processo

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

Fonte: Camarotto (2006)

2.5.2 Os tipos básicos de fluxograma

Principais tipos de fluxograma segundo (CAMAROTTO, 2006, p24):

- **Fluxograma singular**

O fluxograma singular representa o fluxo de processo e é obtido pela observação da sequência de produção dos distintos produtos.

- **Fluxograma de montagem**

O fluxograma de montagem representa o processo de montagem (ou de desmontagem) de um produto composto, através de indicação esquemática da sequência na quais seus componentes (matéria prima) e submontagens são integrados ou desintegrados.

- **Fluxograma de fabricação e montagem**

O fluxograma de fabricação e montagem fornece a visualização esquemática do processamento de itens compostos, que envolve processos de fabricação, manufatura, manipulação e montagem das partes componentes. Em síntese, o esquema mostra a maneira pela qual diversos produtos são processados e reunidos para formar um produto completo.

- **Fluxograma de setores**

O modelo fluxograma de setores tem o objetivo de apresentar esquematicamente o fluxo de material, homem ou equipamento através de uma sequência de atividades de produção e sua interação com departamentos.

- **Fluxograma cronológico**

O fluxograma cronológico objetiva fornecer a visualização das relações temporais e de ordem cronológica entre as atividades produtivas sobre um fluxo de itens em processamento.

2.6 Métodos para Elaboração de um Arranjo Físico

São métodos que determinam todas as inter-relações possíveis entre as várias unidades que compõem o arranjo físico, de forma a estabelecer um critério de prioridade na localização dessas unidades sujeitas a um maior fluxo de transporte (Método dos Elos/Diagrama De-Para). Há também, o Método dos Torques com Valores Corrigidos, que mensura de forma quantitativa as distâncias percorridas pelos fluxos de produção, trazendo assim, dados reais de desperdícios por elos mal distribuídos.

2.6.1 Método dos Elos / Diagrama De-Para

De acordo com metodologia proposta por Borba (1999, p.32) o método dos elos baseia-se:

Na determinação de todas as inter-relações possíveis entre as várias unidades que compõem o arranjo físico, de forma a se poder estabelecer um critério de prioridade na localização dessas unidades. 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 à unidade B.

Ainda segundo Borba (1999) tem-se os seguintes procedimentos para aplicação dos métodos dos elos:

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

Tabela 1 - Sequência de operação

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

Fonte: (Borba, 1999)

- b) Estabelecer o fluxo do transporte, sendo que o fluxo de transporte representa o número total de transportes entre as unidades.

Tabela 2- Fluxo de transporte

Elo/Produto	P1	P2	TOTAL
AB	10	05	15
BC	10		10
CD	10		10
BD		05	05

Fonte: (Borba, 1999)

- c) Elaborar o quadro dos elos sendo que na interseção de cada linha com cada coluna, o número de elos existentes em ambos os sentidos entre as unidades do arranjo físico. 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.

Tabela 3- Quadro dos elos

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

Fonte: (Borba, 1999)

Na abordagem de Valle (1975) o método dos elos enfatiza os relacionamentos quantitativos onde não é a sequência de operações de produção que irão orientar o arranjo físico, mas sim o número de relacionamentos que são estabelecidos entre as diferentes operações que atendem ao *mix* de produtos.

Camarotto (2006) afirma que o método dos elos consiste em obter uma matriz onde a primeira linha representa à sequência de operações e primeira coluna a sequência em ordem inversa sendo esta preenchida de acordo com os relacionamentos sendo a diagonal inferior a qual representará o somatório destes relacionamentos.

Segundo Camarotto (2006) a matriz De-Para é usada principalmente para indicar proximidades em função de um critério de eficiência que podem ser: reduzir retornos, minimizar números de viagens, minimizarem manuseio de materiais.

Borba (1999) segue as seguintes etapas:

- a) Determinar para cada produto ou serviço a sequência de operação e a quantidade de transporte para cada produto;
- b) Construir o Diagrama De-Para, onde cada elemento do diagrama mede a quantidade de transporte total entre as unidades da linha e da coluna;

DE \ PARA	A	B	C
A		5	
B			10
C			

Quadro 6 - Diagrama De-Para
Fonte: (Borba, 1999)

- c) Elaborar a representação gráfica do Diagrama De-para, onde as setas indicam o sentido do fluxo e o número à quantidade de transporte do mesmo;

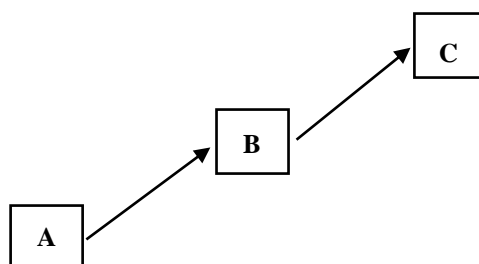


Figura 7 - Representação Gráfica do Layout
Fonte: Borba (1999)

- d) Racionalizar o fluxo do item anterior. Aproximar as unidades de maior intensidade de fluxo, evitar ligações diagonais e dar uma ideia do fluxo geral. As setas (Figura 7) são de largura proporcional aos fluxos entre os postos de trabalho;
- e) Elaborar o *layout* que será uma reprodução do esquema apresentado.

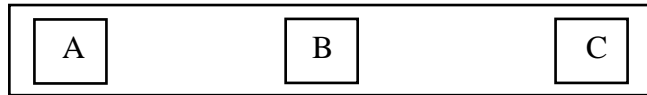


Figura 8 - Esquema do Layout
Fonte: Borba (1999)

2.6.2 Método dos Torques com Valores Corrigidos

Segundo Borba (1998) os procedimentos para a elaboração do método dos torques com valores corrigidos são as seguintes:

- a) Determinar para cada produto a sequência de operação e quantidade de transporte;
- b) Determinar os fatores de importância para cada produto ou transporte;
- c) Calcular o volume corrigir (quantidade de transporte x fator de importância) para cada transporte;
- d) Determinar as distâncias dos transportes (medida do centro da unidade origem para o centro do corredor, do centro do corredor até o centro da unidade destino);
- e) Calcular as distâncias de transporte corrigidas (distâncias do transporte x fator de fluxo contrário);
- f) Determinar o torque do layout. O torque é o somatório dos produtos do volume corrigido pela distância de transporte corrigida;
- g) Fazer as alterações no layout de modo a diminuir o Torque. Refazer os cálculos (calcular a distância corrigida do layout proposto e o torque).

Assim, o melhor *layout* será aquele que apresente o menor torque.

2.6.3 Método do Planejamento Sistemático de Layout (SLP)

Segundo Muther (1978) o sistema SLP (*Systematic Layout Planning*) pode ser considerado como uma sistematização de projetos de arranjo físico, pois ele possui uma estruturação de fases, um modelo de procedimentos e uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento.

Borba (1999) estabelece um procedimento de aplicação sendo:

- a) Elaborar inicialmente o mapa de relacionamento (ou carta de interligações preferenciais). O objetivo básico da carta é mostrar quais as atividades que devem ser localizadas próximas e quais as que ficarão afastadas;
- b) Baseado no mapa de inter-relação, elaborar o diagrama de relacionamento;
- c) Elaborar um layout inicial baseado no diagrama de relacionamentos ignorando espaços e restrições de construção;
- d) Elaborar o layout final já ajustado à área e as restrições.

2.7 Curva ABC - Aplicação para Construção do Layout

No estudo do *layout*, muitas vezes, devido ao grande volume de produtos a serem analisados torna-se inviável a utilização dos métodos referenciados na literatura, entretanto há técnicas de seleção dos produtos que devem ser analisados na implantação do layout.

Pode-se utilizar a curva ABC, da qual consiste na análise de uma pequena quantidade de itens que estará abrangendo uma grande porcentagem. Assim tem-se três classes: classe A, que representa itens com maior valor de demanda ou consumo anual, a classe B, que são itens que possuem demanda ou consumo anual intermediário, e a classe C, que possui o valor de demanda e consumo anual baixo.

Alguns critérios devem ser estabelecidos para que se possa utilizar a curva ABC (OLIVÉRIO, 1985):

- a) Os produtos que possuem maior volume de transporte são mais importantes;
- b) Os produtos que possuem maior produção anual, número de operações, volume unitário, custo de transporte por peça e por unidade de distância são mais importantes;
- c) Não se deve cometer o erro de analisar os produtos devido a sua lucratividade e somente os custos de transporte.

Para representação gráfica dos valores calculados na curva ABC tem-se que o eixo da ordenada representa porcentagem acumulada em ordem decrescente e que no eixo da abscissa se coloca a quantidade de produtos acumulado.

2.8 Condições do Ambiente de trabalho

Para a construção do *layout* deve ser considerando que a indústria promova um ambiente funcional, onde elemento humano encontre condições necessárias para desempenho de suas atividades.

Os riscos ambientais podem ter diversos agentes, os principais fatores associados a estes agentes podem ser observados a seguir no Quadro 3:

Quadro 3- Riscos ambientais

GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	GRUPO IV	GRUPO V
QUÍMICOS	FÍSICOS	BIOLÓGICOS	ERGONÔMICOS	MECÂNICOS
Poeira, fumos, névoas, vapores, gases, produtos químicos em geral, neblinas.	Ruídos, vibrações, radiações, pressões, temperatura, iluminação, umidade.	Vírus, bactérias, protozoários, fungos, bacilos, parasitas, insetos, cobras, aranhas.	Trabalho pesado, postura incorreta, treinamento inadequado, responsabilidade, monotonia, ritmo intenso.	Arranjo físico, máquinas e equipamentos, ferramentas, eletricidade, incêndio, transportes de materiais, armazenamento.
VERMELHO	VERDE	MARROM	AMARELO	AZUL

Fonte: Camarotto (2006).

Segundo Martins e Laugeni, (2006), as principais condições que um ambiente de trabalho deve possuir são:

- Temperatura: entre 20°C e 24°C;
- Umidade relativa: entre 40% e 60%;
- Ruído: Até 80 decibéis não se observam danos ao aparelho auditivo do trabalhador, podendo haver danos a partir deste nível;
- Iluminação: A iluminação pode variar em função do tipo de trabalho realizado, mas seja qual for o local de trabalho recomenda-se um mínimo de 300 lux, como iluminação mínima de escritórios 400 a 600 lux para trabalhos normais e 1000 lux até 2000 lux para a execução de trabalhos de precisão.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Metodologia

Podemos dizer que a metodologia é a forma de pensar para se chegar à natureza de um determinado problema, quer seja para estudá-lo ou explicá-lo. O presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, já que é dirigida a solução de um problema específico, e para tal, é necessário obedecer alguns critérios básicos, como: escolha do tema, desenvolvimento metodológico, coleta e tabulação de dados, análise dos resultados, elaboração de conclusões e apresentação de resultados.

O procedimento metodológico desta pesquisa é classificado como um estudo de caso, um dos mais relevantes tipos de pesquisa qualitativa, que é traduzida por aquilo que não pode ser mensurável, pois a realidade e o sujeito são elementos indissociáveis, levam-se em consideração seus traços subjetivos e suas particularidades. O estudo de caso é um modo de investigação caracterizado "pelo estudo profundo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento" (GIL, 1991, p. 58).

Gil (1991) também relata que a pesquisa exploratória é a análise de um problema a fim de torná-lo explícito ou construir hipóteses. Ainda é válido ressaltar que o trabalho utilizou de algumas ferramentas básicas da engenharia (gráficos, fluxogramas, desenhos, organograma, tabelas, diagrama de procedências, cartas de multiprocessos, entre outros) com o auxílio de ferramentas de informática, tais como editores de textos, gráficos e tabelas. A partir de alguns questionários foram levantados dados qualitativos (e alguns quantitativos) para serem analisados, elaborados e apresentados para as melhorias cabíveis.

O estudo de caso propõe a reestruturação do *layout* em uma indústria madeireira seguindo as seguintes etapas:

- a) Caracterização da empresa;
- b) Avaliação do *layout* segundo questionário proposto por Moura (1998);
- c) Avaliação da percepção dos funcionários quanto ao layout, utilizando um questionário elaborado seguindo uma visão geral da empresa, preenchidos sem identificação e colocados em uma urna num prazo de 5 dias úteis para que possam ser analisados e assim feita uma proposta de melhoria no ambiente de trabalho;
- d) Definição do *mix* de produto e tecnologia de produção;

- e) Estudo do fluxo de processo e estoques, utilizando os Métodos dos Elos / Diagrama De-Para e o Método dos Torques com Valores Corrigidos;
- f) Construção do *layout*, seguindo as referências de Slack (1999) e Camarotto (2006);
- g) Apresentação do *layout* detalhado;
- h) Propostas de melhoria;
- i) Mensuração dos ganhos.

3.2 Caracterização da Empresa

Desde 1995 a Tropiso Exportações Indústria Madeireira Ltda., está no ramo madeireiro, exportando decks e assoalhos para diversos países, dentre os quais: Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Espanha, Alemanha e outros.

A partir de 2003, diversificou a produção e lançou-se no mercado interno, fabricando e instalando assoalhos, decks, painéis em madeira maciça, pergolados, madeiramento de cobertura aparente, forros, batentes, móveis e pisos especiais.

A Tropiso oferece um padrão de qualidade, visando sempre à satisfação de seus consumidores. Seu principal comprometimento está relacionado à natureza, com o cuidado especial em preservá-la, e de estar sempre melhorando a qualidade de trabalho para seus funcionários.

Conta com sede própria localizada no município de Maringá - PR, e com serrarias próprias no município de Vila da Santíssima Trindade, no Mato Grosso e outra no município de Espírito, na Bolívia. Atualmente a unidade de Maringá emprega cerca de 30 funcionários.

3.2.1 Mix do Produto e Tecnologia de Produção

Inicialmente foi realizada a análise da demanda referente ao período de julho de 2012 à junho de 2013, e pode-se concluir que cerca de 70% da demanda é composta de Decks, seguido do pergolado 12%, assoalho 10% e outros 8% (Figura 9). Sendo, portanto, estes produtos de maior demanda que nortearam o presente estudo de caso para análise do fluxo do processo.

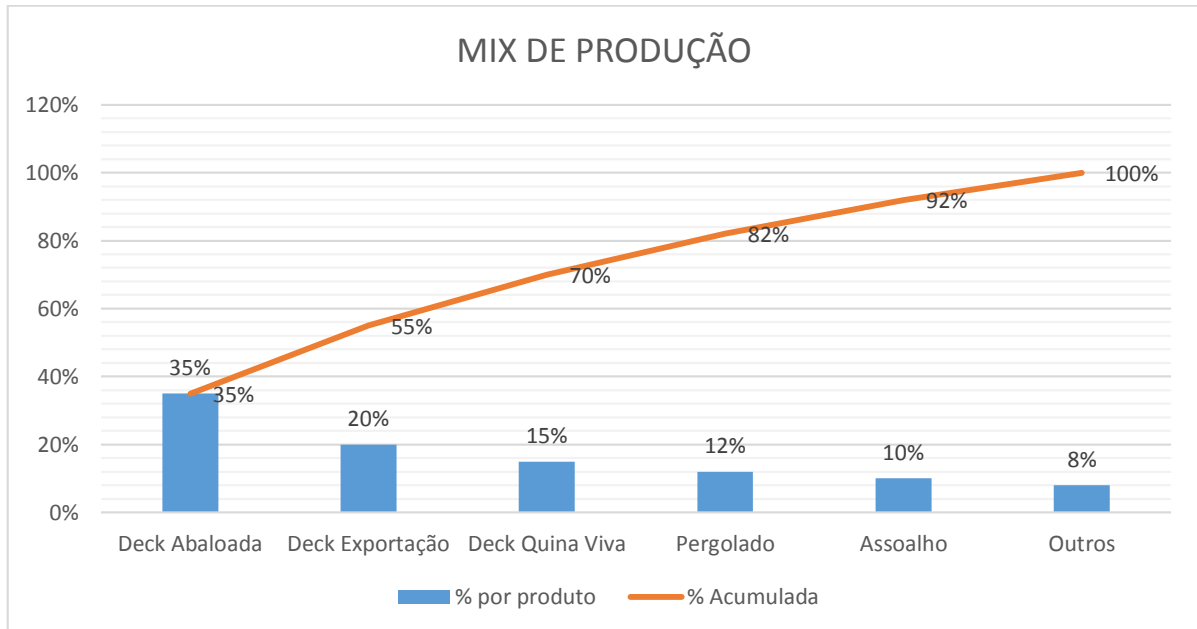


Figura 9- Participação de cada produto nas vendas

Durante a observação do arranjo físico constatou-se a tecnologia empregada para produção. Os principais equipamentos utilizados são:

- **(M1) Serra Fita**– Serve para cortar grandes peças de madeira em partes menores;
- **(M2) Desengrosso** - Mecanismo alimentador que garante acabamento suave com mínimo desperdício de material;
- **(M3) Plaina** - Geralmente utilizada para nivelar e determinar a espessura das peças e para a sua fabricação
- **(M41/M42) Desempeno** - Processo cuja finalidade é melhorar a planicidade e reduzir tensão mecânica, por meio de golpes, em chapas metálicas ou em peças de grande área superficial com pequena espessura.
- **(M5) Alinhadeira**- Alinhadeira de tábuas e pranchas, composta por um sistema de alinhamento de serra circular.
- **(M6/M9) Estopadeira** – Serra circular fixa para cortes em tamanhos precisos.
- **(M7) Lixadeira** – Máquina com lixa de rolo que faz o primeiro lixamento do processo.
- **(M8) Furadeira** – Furadeira fixa para a produção de furos.
- **(M10) Plaina Macho/Fêmea** – Máquina que tem a função de prover cortes precisos para que os produtos possam ser encaixados em conexões estilo macho/fêmea.

- (M11) **Plaina de cabeça** – Processo de nivelamento das pontas para encaixes perfeitos.
- (M12) **Amarração** – Máquina que faz a amarração das peças para expedição.
- (M13) **Plaina** – Tem por função fazer cortes de forma linear em baixo relevo para peças com lados “trabalhados” (geralmente em assoalho e lambril).
- (B1) **Bancada** – Montagem;
- (B2) **Bancada** – Montagem/Amaciamento/Lixamento/Pintura;
- (B3/B4) **Bancadas** – Amaciamento/Lixamento/Pintura;
- (C1) **Chão** - Amaciamento/Lixamento/Pintura;
- **Área de seleção da madeira** – Encontra-se ao redor de toda matéria prima disponível, é nessa área que a madeira é separada e encaminhada para o preparo.
- Há também as ferramentas manuais utilizadas nos setores de acabamentos, que são: Lixadeira Bailarina, Lixadeira treme-treme e a Lixadeira Hokit (orbital).

3.3 Avaliação do ambiente físico de trabalho

Para o início do trabalho foi realizada uma avaliação do ambiente físico instalado na empresa, para esta avaliação utilizou-se um questionário proposto por Moura (1998) o qual pode ser observado pelo Quadro 4, já com os resultados da empresa respondido pelo proprietário:

Quadro 4- Questionário de análise

Avalie seu Layout	Sim	Em Parte	Não
1. O layout foi concebido a partir de um plano-diretor			X
2. O layout contemplou as áreas não- fabris (escritórios, apoio)?		X	
3. O layout previu expansões para novos produtos, mudanças de volume?	X		
4. As áreas de armazenagem para matérias- primas, materiais em processo, materiais auxiliares, materiais de embalagem, foram adequadamente dimensionadas?			X
5. Houve estudo de localização para as atuais instalações industriais?	X		
6. As atuais instalações contemplam as necessidades do meio ambiente?		X	
7. A distribuição interna dos recursos obedece aos princípios das células e mini fábricas?			X
8. O fluxo de materiais é resultado de um modelo padrão adotado na empresa?			X
9. A movimentação de materiais considerou todos os meios de fazer os materiais se movimentarem eficientemente sobre o padrão geral?		X	
10. Os métodos de trabalho estabelecem os melhores caminhos para executar cada operação, bem como o seu espaço necessário?			X

11. O layout considerou possibilidades de novos processos?		X	
12. O layout armazém recebe o mesmo tratamento do layout da fábrica?			X
13. O layout analisado com relação às NR's - Normas Regulamentadoras de Higiene e Segurança do trabalho?		X	
14. Há um plano- diretor que demonstre o crescimento físico das unidades prediais?			X
15. O layout contemplou todas as instalações de estocagem em áreas externas?			X
16. O material flui sem necessidade de instruções verbais?			X
17. As máquinas e equipamentos estão localizados para possibilitar o pleno uso de sua capacidade?		X	
18. Todos os recursos correlacionados estão próximos uns dos outros?		X	
19. O layout atende à capacidade de carga do piso, altura do prédio e portas de emergência?	X		
20. Os desenhos do layout estão atualizados com as instalações?		X	
TOTAL	3	8	9

A avaliação proposta por Moura (1998) é realizada pelo número de respostas “SIM” assinaladas no questionário de acordo com Quadro 5:

Quadro 5- Número de respostas

Número de respostas SIM	
De 16 a 20	Seu layout é excelente: mantenha a performance
De 10 a 15	Faça uma melhoria em todo o seu layout
Abaixo de 10	Seu layout é provavelmente a causa de muitos problemas na sua empresa. Promova um reprojeto.

Obteve-se um número total de 3 respostas “SIM”, portanto concluiu-se que há necessidade de projeto de re-layout na empresa analisada.

3.3.1 Chão de fábrica na visão dos operários

Aplicou-se um questionário que procurou avaliar questões relevantes ao projeto de re-layout. O questionário, que foi elaborado de forma qualitativa, por observações gerais na empresa, foi composto de seis questões abertas e uma fechada, onde todos os vinte funcionários do setor de produção puderam expor suas opiniões sobre o assunto, depositando o questionário em uma urna, sem serem identificados, num prazo máximo de cinco dias. O questionário pode ser observado no Quadro 6:

Quadro 6- Questionário de Re-Layout

<u>QUESTIONÁRIO DE RE-LAYOUT</u>	
Para que não haja nenhum constrangimento por parte do funcionário, não é necessário identificar-se.	
Função/Máquina: _____	
1) As condições de SEGURANÇA FÍSICA relacionadas ao meu trabalho são?	
() Ótimas () Regulares () Péssimas	
Em sua opinião o que deveria existir para proporcionar maior segurança?	

2) O ESPAÇO FÍSICO é suficiente para realizar as atividades do meu trabalho?	
() Sim () Não	
3) As condições de VENTILAÇÃO E TEMPERATURA no ambiente de trabalho são?	
() Ótimas () Regular () Péssimas	
Como poderia ser resolvido o problema de ventilação/temperatura?	

4) A ILUMINAÇÃO do ambiente é adequada?	
() Ótima () Regular () Péssima	
5) As FERRAMENTAS DE TRABALHO estão próximas e são de fácil acesso?	
() Sim () Não	
6) Na sua opinião deveria existir um LOCAL específico para a matéria prima e produto acabado?	
() Sim () Não	
Caso a resposta seja sim, qual seria melhor local para armazenar madeira e produto acabado?	

7) O que deveria ser mudado em relação ao atual layout da madeireira para facilitar seu trabalho?	

Fonte: Bruna Ventrone Fiori (2008) – Adaptado

3.3.1 Resultados do Questionário

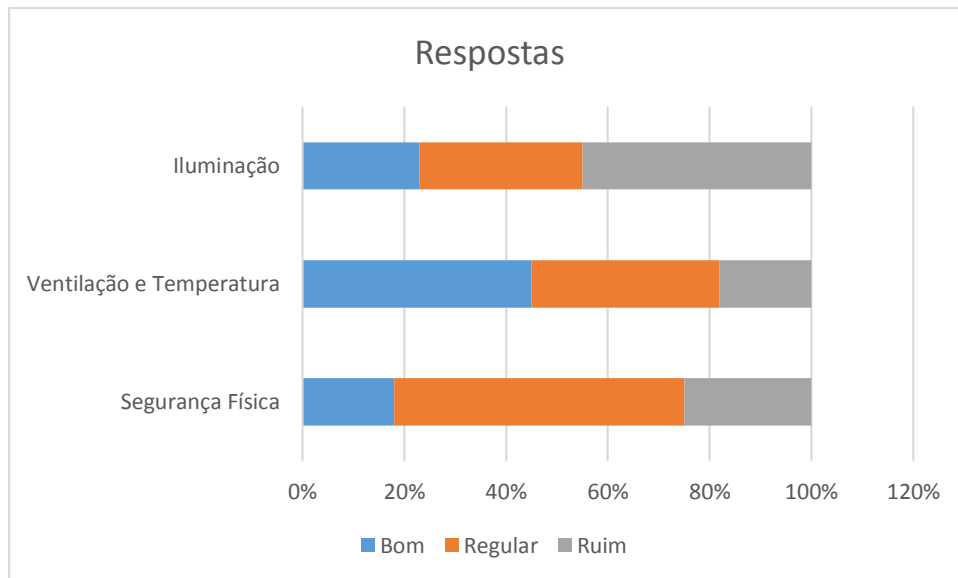


Figura 10- Respostas dos funcionários

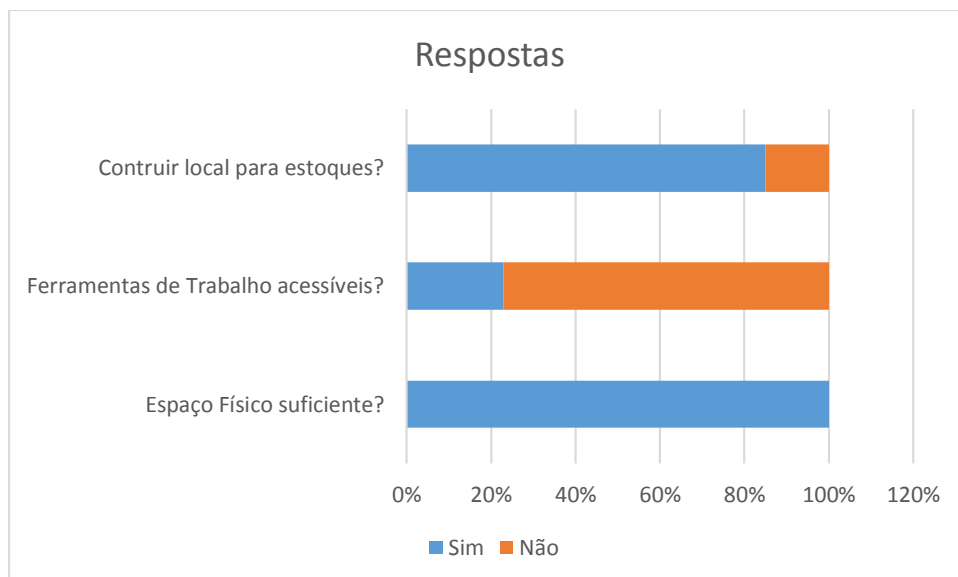


Figura 11- Respostas dos funcionários

De acordo com os resultados obtidos e apresentados nos gráficos de respostas da Figura 10 e Figura 11, pode-se tabular os seguintes resultados:

a) Segurança no ambiente de trabalho: há relato de que 57 % dos funcionários consideram a segurança física regular, 25 % consideram-na ruim isso devido à falta de equipamento de segurança em máquinas de corte e 18 % consideram a segurança boa;

- b) Ventilação e temperatura: Obteve-se cerca de 18 % de reclamação considerando péssima a temperatura, pois no verão intenso as telhas superaquecem deixando o barracão mais abafado; no inverno intenso, o ambiente fica muito gelado, já que o barracão não é todo fechado fazendo com que o ar externo adentre no mesmo, fatores estes que, sem dúvida, afetam a eficiência dos funcionários; 37 % acham a temperatura e ventilação regulares e 45 % consideram-nas boas;
- c) Acessibilidade às ferramentas de trabalho: 75% consideram que as mesmas estão em locais inapropriados, muitas vezes perdidas pelo barracão ou escondidas por outros funcionários;
- d) Espaço Físico: para a realização das tarefas os funcionários consideram que o espaço físico é suficiente, porém, mal utilizado;
- e) Iluminação: 45 % consideram a iluminação do ambiente de trabalho ruim, ainda mais em dias de chuva, 32 % consideram-na regular e 23 % acredita que não há necessidade de melhoria.

3.3.2 Sugestões de melhoria

A instalação de alguns ventiladores ajudaria a amenizar o desconforto gerado para a realização do trabalho em dias muito quentes, assim como a instalação de mais luminárias melhorando a iluminação do ambiente e melhorando a produtividade e o rendimento dos funcionários.

Também podem ser criados espaços para estoques intermediários em processo próximos a cada centro produtivo. O problema de ferramentas não acessíveis ocorre pelo compartilhamento das mesmas, deixando algumas equipes na base do improvisado; fator que pode ser corrigido com a compra de novas ferramentas.

Grande parte dos funcionários também considerou a segurança do trabalho ruim, dado o fato de algumas máquinas de alto risco não possuírem sistemas de proteção, problema que pode ser corrigido com a implantação desses objetos de proteção.

Observou-se que a disposição dos centros produtivos encontram-se distantes e desordenados, as máquinas apresentam problemas que poderiam ser resolvidos com manutenção preventiva.

Outro aspecto observado foi que na indústria madeireira utilizam-se produtos altamente inflamáveis, como: solvente, verniz e madeira, mencionados na análise do questionário, deve-se alocá-los em um espaço adequado e que siga as Normas de Higiene e Segurança do Trabalhador, para que não provoque nenhum acidente de trabalho.

A utilização da ferramenta “5S” seria a melhor alternativa para selecionar, descartar e organizar as matérias primas em estoque (entulho) que não são utilizadas e geram uma

bagunça e ocupação de áreas que poderiam ser produtivas agregando algum valor ao espaço ocupado.

3.4 Descrição dos processos e os fluxos atuais

Foram elaborados fluxogramas do processo visualizados na Figura 12 representando os principais produtos (Deck Quina Viva, Deck Quina Abaulada e Deck Exportação) levantados pelo estudo da demanda.

Além do fluxograma do processo foi realizada uma representação do fluxo do processo no atual layout (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), para visualizar problemas detectados na avaliação do Layout e aplicação do questionário, é perceptível às longas distâncias percorridas pelos lotes de produção durante o processo de fabricação do produto, além de contra fluxos.

Já em relação ao estoque, analisou-se a disposição do estoque e pode-se notar que não há um lugar específico para estoque de matéria prima, estoque em processo e estoque produto acabado. São colocados de maneira aleatória pelo layout, fato este que gera alguns problemas como: distanciamento do centro de produção, aumento do tempo de fabricação, diminuição da qualidade, aumento de refugos, obstrução de corredores, diminuição da eficiência dos funcionários.



Figura 12 - Fluxogramas dos decks de exportação, quina viva e quina abaulada.

- MÁQUINAS**
 M1 - Serra Fita
 M2 - Desengrosso
 M3 - Plaina
 M41 - Desempeno
 M42 - Desempeno
 M5 - Estopadeira
 M6 - Alinhadeira
 M7 - Lixadeira
 M8 - Furadeira
 M9 - Estopadeira
 M10 - Plaina Maxo/Fêmea
 M11 - Plaina de cabeça
 M12 - Amarração
 M13 - Plaina

- BANCADAS**
 B1 - Montagem
 B2 - Montagem/Amaciamento/Lixamento/Pintura
 B3 - Amaciamento/ Lixamento/ Pintura
 B4 - Amaciamento/ Lixamento/ Pintura

- CHÃO**
 C1 - Amaciamento/ Lixamento/ Pintura

- Fluxo de Produção para Deck Exportação
 — Fluxo de Produção Para Deck Quina Abaloada
 - - - Fluxo de Produção Para Deck Quina Viva

- Estoques finais e intermediários
 ■ Máquinário
 ■ Bancada

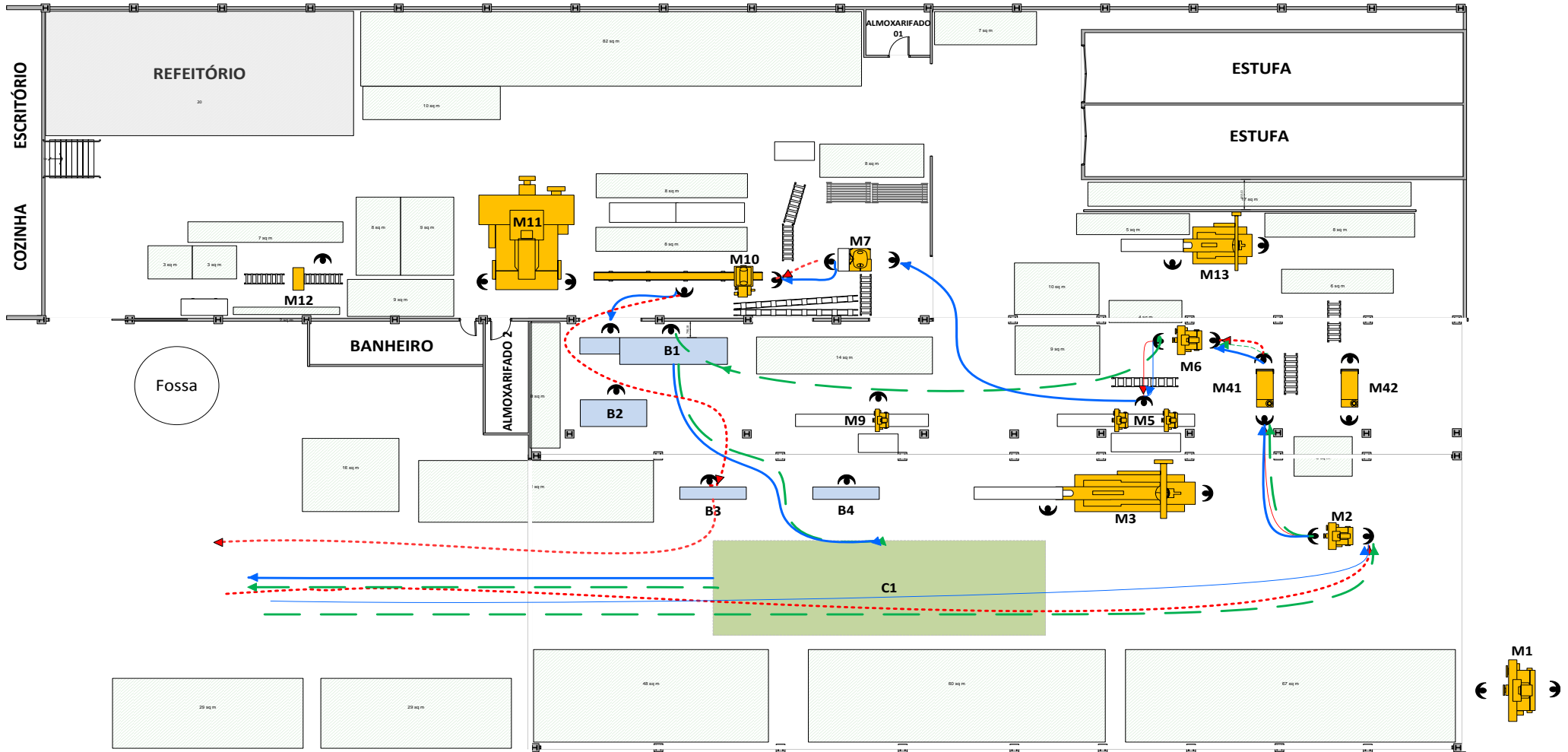


Figura 13 - Layout e fluxo dos três principais processos

3.5 Análise dos fluxos dos processos

Decidiu-se entre os métodos referenciados pela literatura, utilizar o método do digrama Método dos Elos / Diagrama De-Para e o Método dos Torques com Valores Corrigidos.

3.5.1 Método dos Elos / Diagrama De-Para

No caso da aplicação deste método não é a sequência de operações de produção que irá orientar o arranjo físico, mas sim o número de relacionamentos que são estabelecidos entre as diferentes operações que atendem ao mix de produtos.

O quadro 2 apresenta a sequência de cada produto e suas intensidade de fluxos produzidas em m², mostrando qual produto tem o maior fluxo.

Tabela 4- Fluxo dos processos e intensidade de produção

Representação do Fluxo de Processos			
Cód.	Produto	Fluxo do Processo	Intensidade do Fluxo do Produto (m²)
1	Deck quina Abaulada	M2-M41-M6-M5-M7-M10-B1-C1	8.225
2	Deck exportação	M2-M41-M6-M5-M7-M10-B3/B4	5.875
3	Deck quina viva	M2-M41-M6-B1-C1	3.525
4	Pergolado	M42-M1-M2-M7-B3/B4	2.820
5	Assoalho	M3-M2-M41-M6-M9-M7-M10-M11-B3/B4-M12	2.350
6	Outros	Variado	
TOTAL			22.795

A intensidade do fluxo de produtos (produção anual em m²) apresentado na Tabela 4, mostra que as sequências de produção entre os elos são mais relevantes nos produtos considerados “Decks” representando cerca de 70% do total produzido.

Em seguida foi elaborado o desdobramento dos fluxos entre os pares de processos como mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Representação dos fluxos entre os elos por produto

Elo\Produto	1	2	3	4	5	Total
M2-M41	8.225	5.875	3.252	0	2.350	19.702
M41-M6	8.225	5.875	3.525	0	2.350	19.975
M6-M5	8.225	5.875	0	0	0	14.100
M5-M7	8.225	5.875	0	0	0	14.100
M7-M10	8.225	5.875			2.350	16.450
M10-B1	8.225	0	0	0	0	8.225
B1-C1	8.225		3.525			11.750
M10-B3/B4	0	5.875	0	0	0	5.875
M6-B1	0	0	3.525	0	0	3.525
M42-M1	0	0	0	2.820	0	2.820
M1-M2	0	0	0	2.820	0	2.820
M2-M7	0	0	0	2.820	0	2.820
M7-B3/B4	0	0	0	2.820	0	2.820
M3-M2	0	0	0	0	2.350	2.350
M6-M9	0	0	0	0	2.350	2.350
M9-M7	0	0	0	0	2.350	2.350
M10-M11	0	0	0	0	2.350	2.350
M11-B3/B4	0	0	0	0	2.350	2.350
B3/B4-M12	0	0	0	0	2.350	2.350

A tabela mostra que os maiores fluxos estão presentes nos elos M2-M41, M41-M6, M7-M10 e assim por diante.

Construiu-se uma matriz para representar a relação entre os centros produtivos bem como sua intensidade de fluxo do processo (Tabela 6):

Tabela 6 - Matriz de representação dos fluxos

De/Para	M1	M2	M6	M41	M42	M5	M3	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	B1	B2	B3/B4	B4	C1	Total
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3/B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2350	0	0	0	0	0	0	2350
B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11750	11750
M13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2350	0	0	2350
M10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2350	0	0	8225	0	5875	0	0	16450
M9	0	0	0	0	0	0	0	2350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2350
M8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19975	0	0	0	0	0	0	0	0	19975
M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	0	0	0	0	0	0	0	14100	0	2350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16450
M42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M41	0	0	17625	0	0	2350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19975
M6	0	0	0	0	0	14100	0	0	0	0	0	0	0	0	3525	0	0	0	0	17625
M2	0	0	0	19975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19975
M1	0	17625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17625
Total	0	17625	17625	19975	0	16450	0	16450	0	2350	19975	2350	2350	0	11750	0	8225	0	11750	

Na Tabela 7 observa-se a interseção de cada linha com cada coluna, número de elos existentes em ambos os sentidos entre as unidades dos arranjos físicos.

Tabela 7 – Matriz de interseção dos fluxos

	M1	M2	M6	M41	M42	M5	M3	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	B1	B2	B3/B4	B4	C1
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11750
B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3/B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2350	0	0	0	10575	0	0
B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23500	0	0	0	11750
M13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2350	0	0	0	0	0	0
M11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4700	0	0	0	0	2350	0	0
M10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36425	2350	0	0	8225	0	5875	0	0
M9	0	0	0	0	0	0	0	2350	0	4700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7	0	0	0	0	0	0	0	36425	0	0	19975	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	0	0	0	0	0	32900	0	14100	0	2350	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M41	0	0	17625	39950	0	2350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M6	0	0	35250	0	0	14100	0	0	0	0	0	0	0	0	3525	0	0	0	0
M2	0	37600	0	19975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1	17625	17625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	17625	17625	19975	0	16450	0	16450	0	2350	19975	2350	2350	0	11750	0	8225	0	11750

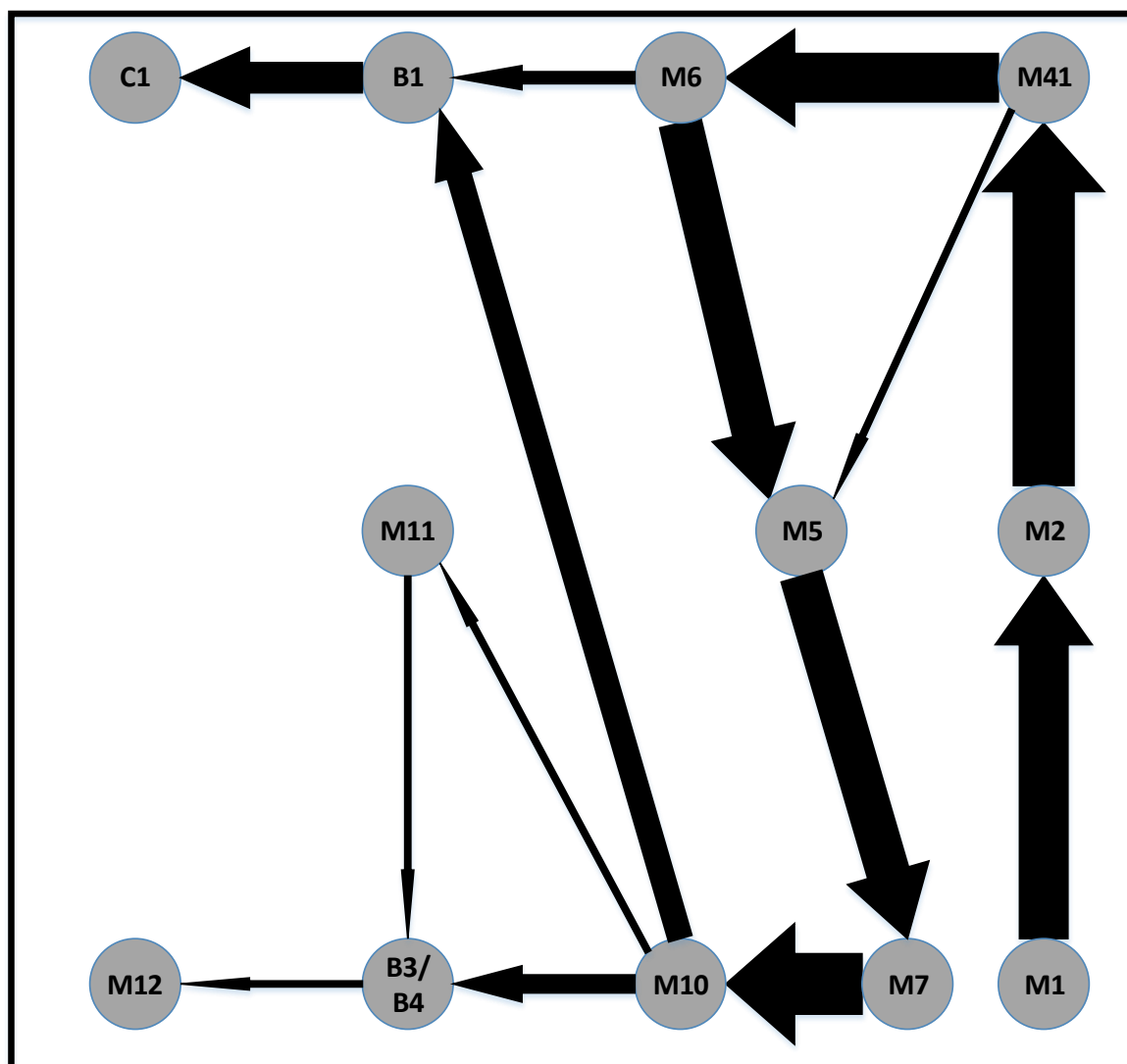


Figura 15- Intensidade e sentido dos fluxos rearranjados

Baseado na Figura 15, que apresenta uma redistribuição das principais máquinas dos centros produtivos, as intensidades dos fluxos e seus sentidos, foi elaborada uma nova proposta de layout (Figura 16), estimando as novas distâncias entre os elos, para que seja recalculado os novos torques e comparados com os torques do layout atual. Também foi construída uma faixa de segurança, que deve ser respeitada, para o trânsito de pessoas, tanto da linha de produção quanto qualquer outra pessoa, seja funcionário ou visitante.

MÁQUINAS

- M1 – Serra Fita
- M2 - Desengrosso
- M3 - Plaina
- M41 - Desempeno
- M42 - Desempeno
- M5 - Estopadeira
- M6 - Alinhadeira
- M7 - Lixadeira
- M8 - Furadeira
- M9 - Estopodeira
- M10 – Plaina Maxo/Fêmea
- M11 – Plaina de cabeça
- M12 - Amarração
- M13 – Plaina

BANCADAS

- B1 – Montagem
- B2 – Montagem/Amaciamento/Lixamento/Pintura
- B3 – Amaciamento/ Lixamento/ Pintura
- B4 – Amaciamento/ Lixamento/ Pintura

CHÃO

- C1 - Amaciamento/ Lixamento/ Pintura

- Estoques finais e intermediários
- Máquinário
- Bancada
- Acesso seguro de pessoas

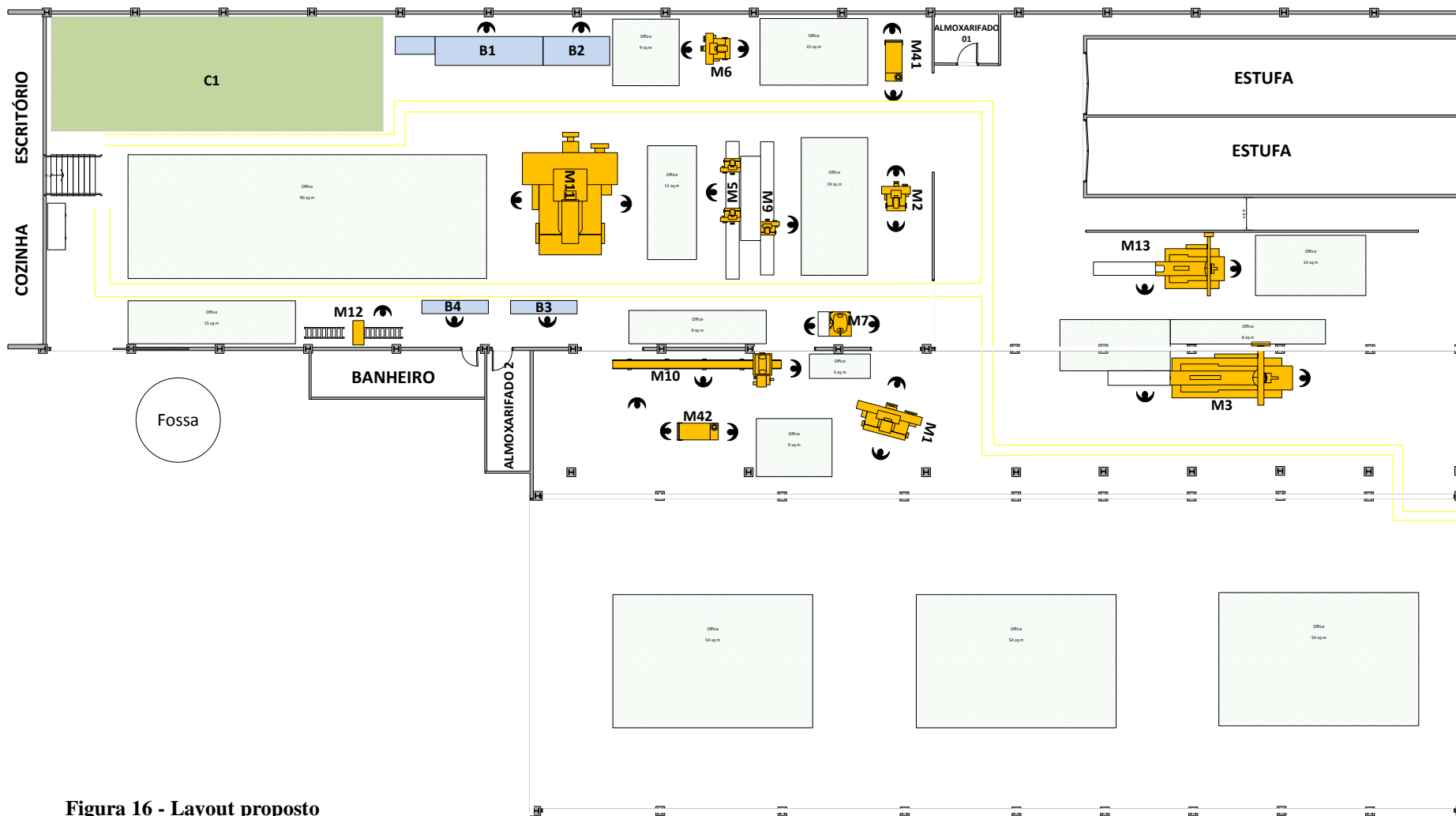


Figura 16 - Layout proposto

3.6.1 Método dos Torques com Valores Corrigidos

A partir do novo layout proposto pelo Método dos Elos / Diagrama De-Para realizado para cada produto, analisaram-se as sequências de operações e os volumes de transportes movimentados entre elas, seguindo seus fatores de importância. Em seguida foi calculado as distâncias dos centros produtivos (elos), e corrigidos de acordo com a intensidade de seu fluxo proposto pelo novo layout. Determinado o torque do layout atual (distâncias do transporte x fator de fluxo), foram feitas alterações no mesmo, de modo a diminuir as distâncias entre os elos e, por fim, os cálculos de torque foram refeitos para o novo layout.

Tabela 8 - Fluxo entre os elos com suas respectivas distâncias e torques

Elos	FLUXO DOS PRODUTOS (m ²)						Distância Atual (m)	Torque Atual	Distância proposta (m)	Torque Proposto
	1	2	3	4	5	Total				
M2-M41	8.225	5.875	3.252	0	2.350	19.702	7,13	140.475	3,40	66.987
M41-M6	8.225	5.875	3.525	0	2.350	19.975	1,99	39.750	2,00	39.950
M6-M5	8.225	5.875	0	0	0	14.100	2,7	38.070	3,80	53.580
M5-M7	8.225	5.875	0	0	0	14.100	15	211.500	5,73	80.793
M7-M10	8.225	5.875			2.350	16.450	2	32.900	1,72	28.294
M10-B1	8.225	0	0	0	0	8.225	4,1	33.723	17,72	145.747
B1-C1	8.225		3.525			11.750	16,5	193.875	7,50	88.125
M10-B3/B4	0	5.875	0	0	0	5.875	18,22	107.043	5,79	34.016
M6-B1	0	0	3.525	0	0	3.525	23,63	83.296	3,15	11.104
M42-M1	0	0	0	2.820	0	2.820	17,3	48.786	4,21	11.872
M1-M2	0	0	0	2.820	0	2.820	11,32	31.922	5,20	14.664
M2-M7	0	0	0	2.820	0	2.820	27,9	78.678	2,25	6.345
M7-B3/B4	0	0	0	2.820	0	2.820	18,82	53.072	8,88	25.042
M3-M2	0	0	0	0	2.350	2.350	18,20	42.770	15,17	35.649,50
M6-M9	0	0	0	0	2.350	2.350	13,20	31.020	6,44	15.134,00
M9-M7	0	0	0	0	2.350	2.350	8,20	19.270	4,63	10.880,50
M10-M11	0	0	0	0	2.350	2.350	4,95	11.633	6,92	16.262,00
M11-B3/B4	0	0	0	0	2.350	2.350	18,00	42300	4,82	11.327,00
B3/B4-M12	0	0	0	0	2.350	2.350	24,28	57058	6,74	15.839,00
TOTAL							253,44	1.297.141	116,07	711.611
Percurso							100%	100%	46%	55%

Também foram analisadas as distâncias individuais dos principais produtos como segue na Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13.

Tabela 9 - Deck Quina Abaulada

DECK QUINA ABAULADA		
ELOS	Distância Percorrida (m)	
	Atual	Proposto
M2-M41	7,13	3,4
M41-M6	1,99	2
M6-M5	2,7	3,8
M5-M7	15	5,73
M7-M10	2	1,72
M10-B1	4,1	17,72
B1-C1	16,5	7,5
Total	49,42	41,87
Torque	406.479	344.381

Tabela 10 - Deck Exportação

DECK EXPORTAÇÃO		
ELOS	Distância Percorrida (m)	
	Atual	Proposto
M2-M41	7,13	3,4
M41-M6	1,99	2
M6-M5	2,7	3,8
M5-M7	15	5,73
M7-M10	2	1,72
M10-B3/B4	18,22	5,79
Total	47,04	22,44
Torque	276.360	131.835

Tabela 11 - Deck Quina Viva

DECK QUINA VIVA		
ELOS	Distância Percorrida (m)	
	Atual	Proposto
M2-M41	7,13	3,4
M41-M6	1,99	2
M6-B1	23,63	3,15
B1-C1	16,5	7,5
Total	49,25	16,05
Torque	160.161	52.195

Tabela 12 - Pergolado

PERGOLADO		
ELOS	Distância Percorrida (m)	
	Atual	Proposto
M42-M1	17,3	4,21
M1-M2	11,32	5,2
M2-M7	27,9	2,25
M7-B3/B4	18,82	8,88
Total	75,34	20,54
Torque	212.459	57.923

Tabela 13 - Assoalho

ASSOALHO		
ELOS	Distância Percorrida (m)	
	Atual	Proposto
M3-M2	18,2	15,17
M2-M41	7,13	3,4
M41-M6	1,99	2
M6-M9	13,2	6,44
M9-M7	8,2	4,63
M7-M10	2	1,72
M10-M11	4,95	6,92
M11-B3/B4	18	4,82
B3/B4-M12	24,28	6,74
Total	97,95	51,84
Torque	230.182	121.824

Obteve-se uma redução das distâncias em 15,28% no deck quina abaulada; 64,41% no deck quina viva; 52,30% no deck exportação; 72,74% no pergolado e 47,07% no assoalho. Gerando uma redução média total de 45,80%.

3.6.2 Análise do tempo de movimentação

Foi analisado o distanciamento dos centros produtivos, tanto do atual layout quanto do novo layout proposto, e através dos cálculos efetuados, foi observada uma redução total de torque (distância x fluxo) de 45%.

Como os materiais são transportados internamente pelos próprios funcionários, com a ajuda de um cronômetro, foi mensurada a velocidade média que uma pessoa normal gasta para percorrer de um elo a outro; sendo essa velocidade de 1,5 m/s, foram estimados os tempos gastos no transporte de materiais entre os elos (Tabela 14).

Tabela 14 - Tempos entre os elos

Elos	Distância Atual (m)	Tempo Atual (s)	Distância proposta (m)	Tempo Proposto (s)
M2-M41	7,13	4,8	3,4	2,3
M41-M6	1,99	1,3	2	1,3
M6-M5	2,7	1,8	3,8	2,5
M5-M7	15	10,0	5,73	3,8
M7-M10	2	1,3	1,72	1,1
M10-B1	4,1	2,7	17,72	11,8
B1-C1	16,5	11,0	7,5	5,0
M10-B3/B4	18,22	12,1	5,79	3,9
M6-B1	23,63	15,8	3,15	2,1
M42-M1	17,3	11,5	4,21	2,8
M1-M2	11,32	7,5	5,2	3,5
M2-M7	27,9	18,6	2,25	1,5
M7-B3/B4	18,82	12,5	8,88	5,9
M3-M2	18,2	12,1	15,17	10,1
M6-M9	13,2	8,8	6,44	4,3
M9-M7	8,2	5,5	4,63	3,1
M10-M11	4,95	3,3	6,92	4,6
M11-B3/B4	18	12,0	4,82	3,2
B3/B4-M12	24,28	16,2	6,74	4,5
TOTAL	253,44	169	116,07	77,4

Como os produtos em processo não possuem um transporte adequado, os mesmo são carregados por peças, que somadas, dá uma média de 1 m²/pessoa, estimado a partir do tamanho médio das peças de qualquer produto, mas este cálculo pode variar de acordo com o produto (comprimento, largura e espessura) e de quem o transporta.

Assim, pôde-se analisar o tempo percorrido de produção para cada produto (Tabela 15).

Tabela 15 - Tempo total do layout atual

Produto	Demanda (m ²)	Tempo total do percurso entre os elos para a produção de 1 m ² (s)	Tempo x Demanda (s)
Deck Quina Abaulada	8.225	32,9	270.986
Deck Exportação	5.875	31,4	184.240
Deck Quina Viva	3.525	32,8	115.738
Pergolado	2.820	50,2	141.639
Assoalho	2.350	65,3	153.455
Total			866.058

Também foi feito o cálculo para os produtos do novo layout proposto (Tabela 16).

Tabela 16 - Tempo total do layout proposto

Produto	Demanda (m ²)	Tempo total do percurso entre os elos para a produção de 1 m ² (s)	Tempo x Demanda (s)
Deck Quina Abaulada	8.225	27,9	229.587
Deck Exportação	5.875	15,0	87.890
Deck Quina Viva	3.525	10,7	37.718
Pergolado	2.820	13,7	38.615
Assoalho	2.350	34,6	81.216
Total			475.026

Tabela 17 - Percentual de redução com a nova proposta de layout

Produto	Distância (%)	Torque (%)	Tempo (%)
Deck Quina Abaulada	15,28	15,28	15,28
Deck Exportação	52,30	52,30	62,92
Deck Quina Viva	64,41	64,41	80,46
Pergolado	72,74	72,74	78,77
Assoalho	47,07	47,07	44,30
Total	45,80	45,80	78,16

Portanto, pode-se observar que mesmo sendo feito o rearranjo físico para os produtos que correspondem a 70% do total do mix (decks), o pergolado foi quem teve maior redução tanto na distância quanto no torque, ficando bem próximo ao tempo do deck quina viva. O deck de quina abaulada, apesar de ser o mais produzido, teve uma menor redução pelo fato da disposição do maquinário produtivo estarem arranjados de forma mais próximas no atual layout. A tabela 17 mostra a redução na distância, torque e tempo de cada produto. No geral, houve uma redução significativa de 45% no tempo percorrido entre os elos; gerando uma economia de 109 horas, ou seja, 13,6 dias úteis de trabalho. Além de perder com o pagamento por horas não trabalhadas, a empresa também deixa de ganhar por obras não produzidas neste período

4 CONCLUSÃO

Este estudo de caso teve por objetivo apresentar uma proposta de reestruturação do arranjo físico do setor produtivo, em uma empresa transformadora de madeira, visando a melhoria do fluxo de produção.

Durante o estudo do layout pode-se analisar o fluxo do processo e de materiais a fim de garantir uma melhor movimentação interna, ou seja, adequando melhora logística interna.

Em relação às propostas de layout há uma significativa redução no distanciamento entre os centros produtivos a partir do novo posicionamento das máquinas, melhorando o fluxo produtivo, fato este que contribuirá para redução de custo, diminuirá o tempo de fabricação, melhorará a eficiência dos funcionários e desobstruirá os corredores com a delimitação e criação de estoques intermediários.

Procurou-se aplicar os conceitos ergonômicos para as propostas do layout, obedecendo às Normas de Higiene e Segurança do Trabalhador, observando que a questão do ambiente de trabalho interfere na eficiência e bem estar do funcionário.

Conclui-se que a proposta de re-layout poderá aumentar a produtividade e reduzir custos diretos e indiretos em relação à logística interna, fato este preponderante para sobrevivência e competitividade de uma organização.

Devido ao estudo geral do ambiente de trabalho levantado, tais quais: iluminação, ventilação, segurança, facilidade de acesso às ferramentas e materiais, poderá ser elaborado trabalhos futuros de melhoria dentro desta mesma empresa.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

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

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

CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo: Atlas, 2001.

CORREIA, KS. A. et al. Mapeamento de Processo: **Uma Abordagem para Análise de Processo de Negócio**. XXII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba PR, 23-25, Out/2002. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR10_0451.pdf. Acessado em 31 de Março de 2013.

CURY, Antony. **Organização & Métodos**. São Paulo: Atlas, 2000.

DORNIER, P.-P. et al. **Logística e operações globais**. São Paulo: Atlas, 2000.

FIGLIARELLI, Bruna Vetrone. **A Logística Interna e sua Importância no Fator Produtividade e Custos: Projeto de Re-Layout de uma Indústria Gráfica**. 2008. 106 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ªed. São Paulo: Atlas, 1991.

LACKSONEN, T.; HUNG. C. *Project sheduling algorithms for re-layout projects*. IIE Transactions, v.30, p.91-99, 1998.

MARTINS, P. G. e LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MOURA, Reinaldo Aparecido. **Check sua logística interna**. São Paulo: Imam, 1998.

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

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

PORTER, Michael. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro, Campus, 1989.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

VALLE, Cyro Eyer do. **Implantação de indústrias**. Rio de Janeiro; Livros Técnicos e Científicos, 1975.

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