

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**A Logística Interna e sua Importância no Fator Produtividade  
e Custos: Projeto de *Re-Layout* de uma Indústria Gráfica**

*Bruna Vetrone Fiore*

**TCC-EP-11-2008**

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

**A Logística Interna e sua Importância no Fator Produtividade  
e Custos: Projeto de *Re-Layout* de uma Indústria Gráfica**

*Bruna Vetrone Fiore*

**TCC-EP-11-2008**

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

Orientador(a): Prof.<sup>(a)</sup>: M.Sc.Maria de Lourdes Santiago Luz.

**Maringá - Paraná  
2008**

**Bruna Vetrone Fiore**

**A Logística Interna e sua Importância no Fator Produtividade e Custos: Projeto de *Re-Layout* de uma Indústria Gráfica**

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

---

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. M.Sc.Maria de Lourdes Santiago Luz.  
Departamento de Informática, CTC

---

Prof<sup>ª</sup>.Daiane Maria De Genaro  
Departamento de Informática, CTC

Maringá, setembro de 2008

## DEDICATÓRIA

Dedico á minha mãe Rosalva Vetrone Fiore  
(in memória).

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer á algumas pessoas que são essenciais em minha vida e que colaboraram de alguma forma para realização deste trabalho:

Á Deus em primeiro lugar;

Á minha família em especial ao meu pai José Sebastião Fiore e a minha madrinha Walkyria Vetrone que me apoiaram e sempre me dão força em tudo em minha vida;

Aos meus amigos e ao meu namorado pelo carinho e compreensão;

Á professora M.Sc.Maria de Lourdes Santiago Luz,pela sua orientação, dedicação, amizade e pelo seu apoio constante para concretizar este trabalho.

## RESUMO

Para que as organizações possam sobreviver é necessário desenvolver produtos melhores, mais baratos, mais seguros, de entrega mais rápida, de manutenção mais fácil e sem defeitos. Desta forma temos que logística engloba a uma cadeia de atividades que envolvem desde suprimentos até a entrega de produtos, passando pela movimentação interna. O presente trabalho propôs-se analisar a logística interna através de um rearranjo do *layout*, objetivando aumentar a produtividade e reduzir custos. Além de analisar o fluxo de produção e materiais a fim de garantir uma melhor movimentação interna, visou delimitar o local e área necessária tanto ao estoque de matéria prima e produto acabado, além maximizar proximidades dos centros produtivos e por fim, aplicar o conceito ergonômico assegurando saúde e bem estar do trabalhador. Portanto concluiu-se que a proposta de re-*layout* poderá contribuir para que os objetivos inicialmente propostos relacionados á redução de custos e aumento da produtividade sejam atingidos garantindo desta forma a sobrevivência e competitividade da organização.

**Palavras-chave:** *layout*, produtividade, logística interna, custos.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 <i>Objetivo geral</i> .....	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2 LOGÍSTICA.....</b>	<b>4</b>
2.1 REVISÃO HISTÓRICA DA LOGÍSTICA.....	4
2.2 DEFINIÇÃO E CONCEITOS DA LOGÍSTICA.....	5
2.3 OBJETIVOS E CARACTERÍSTICAS DA LOGÍSTICA.....	6
2.4 LOGÍSTICA INTERNA.....	7
<b>3 ARRANJO FÍSICO.....</b>	<b>8</b>
3.1 REVISÃO HISTÓRICA DO ARRANJO FÍSICO.....	8
3.2 DEFINIÇÃO E CONCEITOS DE ARRANJO FÍSICO.....	8
3.3 OS PRINCÍPIOS, RECOMENDAÇÕES E OBJETIVOS DO ARRANJO FÍSICO.....	9
3.4 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO.....	11
3.4.1 <i>Arranjo funcional ou por processo</i> .....	12
3.4.2 <i>Arranjo em linha ou por produto</i> .....	13
3.4.3 <i>Arranjo celular</i> .....	14
3.4.4 <i>Arranjo fixo ou posicional</i> .....	15
3.5 ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO.....	15
3.6 GRÁFICO DO FLUXO DO PROCESSO.....	17
3.6.1 <i>Os tipos básicos de fluxograma</i> .....	19
3.6.1.1 Fluxograma singular.....	19
3.6.1.2 Fluxograma de montagem.....	19
3.6.1.3 Fluxograma de fabricação e montagem.....	20
3.6.1.4 Fluxograma de setores.....	20
3.6.1.5 Fluxograma cronológico.....	20
3.7 MÉTODOS PARA ELABORAÇÃO DE UM ARRANJO FÍSICO.....	20
3.7.1 <i>Método dos Elos</i> .....	20
3.7.2 <i>Método dos Torques com Valores Corrigidos</i> .....	22
3.7.3 <i>Método do Diagrama De-Para</i> .....	23
3.7.4 <i>Método da Carta de Processo Múltiplo</i> .....	24
3.7.5 <i>Método do Planejamento Sistemático de Layout (SLP)</i> .....	25
3.8 DIMENSIONAMENTO DE ÁREAS – CONSTRUÇÃO DOS <i>TEMPLATES</i> .....	26
3.9 CURVA ABC - APLICAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DO <i>LAYOUT</i> .....	28
3.10 CONDIÇÕES DO AMBIENTE DE TRABALHO.....	29
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>30</b>
4.1 METODOLOGIA.....	30
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	31
4.3 AVALIAÇÃO DO <i>LAYOUT</i> ATUAL.....	31
4.4 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	33
4.5 DEFINIÇÃO DO MIX DO PRODUTO E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO.....	40
4.6 ESTUDO DO FLUXO DO PROCESSO E ESTOQUE.....	46
4.7 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS.....	53
4.7.1 <i>Método Diagrama De-Para</i> .....	53
4.7.2 <i>Método dos Elos</i> .....	55
4.7.3 <i>Método da Carta de Processo Múltiplo</i> .....	56
4.8 MONTAGEM DOS <i>TEMPLATES</i> DOS CENTROS DE PRODUÇÃO.....	58
4.9 CONSTRUÇÃO DO <i>LAYOUT</i> .....	60
4.10 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4.11 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>68</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE A – TEMPLATE: GUILHOTINA .....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B – TEMPLATE: MÁQUINA DE IMPRESSÃO I.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE C – TEMPLATE: MÁQUINA DE IMPRESSÃO II.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE D – TEMPLATE: PLASTIFICADORA.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE E – TEMPLATE: CORTE E VINCO .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE F – TEMPLATE: COLADEIRA .....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE G – TEMPLATE: MÁQUINA DE VERNIZ .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE H – TEMPLATE: EMBALAGEM I.....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE I – TEMPLATE: EMBALAGEM II.....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE J – PLANTA BAIXA/COTAS.....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE K – LAYOUT 1 PROPOSTO/COTAS .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE L – LAYOUT 2 PROPOSTO/COTAS .....</b>	<b>93</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: EVOLUÇÃO LOGÍSTICA A PARTIR DE 1960.....	4
FIGURA 2: TIPO DE ARRANJO FÍSICO.....	12
FIGURA 3: ARRANJO FUNCIONAL OU POR PROCESSO.....	13
FIGURA 4: ARRANJO EM LINHA OU POR PRODUTO.....	13
FIGURA 5: ARRANJO FIXO OU POSICIONAL.....	15
FIGURA 6: PROCESSO DE PROJETO DO LAYOUT INDUSTRIAL.....	16
FIGURA 7: METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE ARRANJOS FÍSICOS.....	17
FIGURA 8: CARTA DE FLUXO DE PROCESSO.....	19
FIGURA 9: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO LAYOUT.....	24
FIGURA 10: CARTA DE PROCESSO MÚLTIPLO.....	25
FIGURA 11: SEGURANÇA FÍSICA NO AMBIENTE DE TRABALHO.....	36
FIGURA 12: ASPECTOS RELACIONADOS A VENTILAÇÃO E TEMPERATURA.....	36
FIGURA 13: ACESSIBILIDADE AS FERRAMENTAS DE TRABALHO.....	37
FIGURA 14: ESPAÇO FÍSICO SUFICIENTE PARA REALIZAÇÃO DAS TAREFAS.....	37
FIGURA 15: ASPECTOS RELACIONADOS A ILUMINAÇÃO.....	38
FIGURA 16: SINTOMAS PROVOCADOS PELA ATIVIDADE DE TRABALHO.....	38
FIGURA 17: GRÁFICO DA DEMANDA DE 2007.....	41
FIGURA 18: MÁQUINA DE IMPRESSÃO CATU.....	42
FIGURA 19: MÁQUINA DE IMPRESSÃO REKORD.....	42
FIGURA 20: GUILHOTINA.....	43
FIGURA 21: PLASTIFICADORA UBERABA.....	43
FIGURA 22: COLADEIRA.....	43
FIGURA 23: CORTE E VINCO.....	44
FIGURA 24: PLANTA BAIXA.....	45
FIGURA 25: FLUXOGRAMA DO PROCESSO – EMBALAGEM.....	47
FIGURA 26: FLUXOGRAMA DO PROCESSO – FOLDER.....	48
FIGURA 27: FLUXOGRAMA DO PROCESSO – ETIQUETA ADESIVA.....	49
FIGURA 28: FLUXOGRAMA DO PROCESSO – FOLHETO.....	50
FIGURA 29: REPRESENTAÇÃO DO FLUXO DO PROCESSO.....	51
FIGURA 30: ANÁLISE DE ESTOQUE.....	52
FIGURA 31: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO DIAGRAMA DE PARA.....	54
FIGURA 32: LAYOUT PROPOSTO.....	55
FIGURA 33: LAYOUT PROPOSTO.....	56
FIGURA 34: LAYOUT PROPOSTO.....	58
FIGURA 35: PROPOSTA DE MUDANÇA DO LAYOUT 1.....	61
FIGURA 36: PROPOSTA DE MUDANÇA DO LAYOUT 2.....	62
FIGURA 37: FLUXO DO LAYOUT 1.....	65
FIGURA 38: FLUXO DO LAYOUT 2.....	66
QUADRO 1 - DIFERENTES TIPOS DE FLUXO.....	6
QUADRO 2 - SIMBOLOGIA UTILIZADA NOS FLUXOGRAMAS DE PROCESSO.....	18
QUADRO 3 - SEQUÊNCIA DE OPERAÇÃO.....	21
QUADRO 4 - FLUXO DE TRANSPORTE.....	21
QUADRO 5 - QUADRO DOS ELÓS.....	22
QUADRO 6 - DIAGRAMA DE-PARA.....	23
QUADRO 7 - ESQUEMA DO LAYOUT.....	24
QUADRO 9 - RISCOS AMBIENTAIS.....	29
QUADRO 10 - AVALIAÇÃO DO LAYOUT ATUAL.....	32
QUADRO 11 - AVALIAÇÃO NÚMERO DE RESPOSTAS “SIM”.....	33
QUADRO 12 - QUESTIONÁRIO PARA ESTUDO DO LAYOUT.....	34
QUADRO 13 - REPRESENTAÇÃO DO FLUXO DO PROCESSO EM RELAÇÃO AO EQUIPAMENTO.....	57
QUADRO 14 - GRUPOS DE TRABALHO.....	57
QUADRO 15 - ANÁLISE DAS DISTÂNCIAS PERCORRIDAS.....	63
QUADRO 16 - ANÁLISE CUSTO DO FUNCIONÁRIO EM RELAÇÃO MOVIMENTAÇÃO.....	64

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ANÁLISE DA DEMANDA EM 2007.....	40
TABELA 2: REPRESENTAÇÃO DOS CENTROS PRODUTIVOS.....	53
TABELA 3: REPRESENTAÇÃO DO FLUXO DO PROCESSO .....	53
TABELA 4: DIAGRAMA DE-PARA .....	54
TABELA 5: REPRESENTAÇÃO DOS ELOS.....	55
TABELA 6: QUADRO DOS ELOS. ....	56
TABELA 7: CÁLCULO PARA MATÉRIA PRIMA NÃO PROCESSADA. ....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASME	<i>The American Society of Mechanical Engineers</i>
SLP	<i>Sistematic Layout Planning</i>
NR's	Normas Regulamentadoras de Higiene e Segurança do Trabalho

# 1 INTRODUÇÃO

Para que as empresas possam sobreviver dentro desse contexto de mudanças constantes, é necessário desenvolver produtos melhores, mais baratos, mais seguros, de entrega mais rápida, de manutenção mais fácil e sem defeitos. Esse processo de inovação contínua tem como referência o cliente e a concorrência, e se constitui na própria garantia de sobrevivência da empresa (CAMPOS, 1992). 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 conceito de logística apresentado por Ching (2001, p.18) o relaciona 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 temos que logística engloba a uma cadeia de atividades que envolvem desde suprimentos até a entrega de produtos, passando pela movimentação interna das empresas.

A logística interna tema abordado neste trabalho, refere-se ao processo de recebimento, guarda controle e distribuição de materiais utilizados, sendo um fator primordial para obtenção do aumento de produtividade e diminuição de custos. As suas principais características são: o atendimento dos recursos materiais utilizados dentro da empresa, a redução do tempo entre as operações desenvolvidas pelos funcionários, interação dos demais setores de forma ágil e eficaz.

Segundo Camarotto (2005, p.4) temos que “arranjo físico é a representação espacial dos fatores de produção que são: homem, materiais e equipamentos”. Desta forma para o melhoramento da logística interna a reestruturação do arranjo físico torna-se uma solução adequada.

## 1.1 Justificativa

O setor gráfico brasileiro é composto por segmentos industriais, como fabricação de embalagens, etiquetas, envelopes, cadernos, impressos promocionais, impressão de livros e impressão digital. A indústria gráfica tem contribuído para desenvolvimento socioeconômico brasileiro sendo que, as produções de embalagens e material promocional são importantes na comercialização de diversos setores da economia, contribuindo para aquecimento da mesma.

Foram observadas algumas questões que determinaram uma proposta de *re-layout* na indústria a ser analisada pelo presente estudo de caso. Dentre estas questões pode-se citar:

- a) A obsolescência das instalações: novos produtos estão sendo comercializados com crescimento significativo da demanda;
- b) Redução dos custos de produção: em virtude do mercado extremamente competitivo do setor gráfico a redução de custos se faz necessária para a sobrevivência da indústria através redução do tempo entre as tarefas desenvolvidas pelos funcionários;
- c) Ambiente de trabalho inadequado: observa-se alta temperatura gerando desconforto;
- d) Manuseio excessivo: o transporte de estoques intermediários percorre longas distâncias desnecessárias;
- e) 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.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar a logística interna propondo um rearranjo do *layout*, objetivando aumentar a produtividade e reduzir custos.

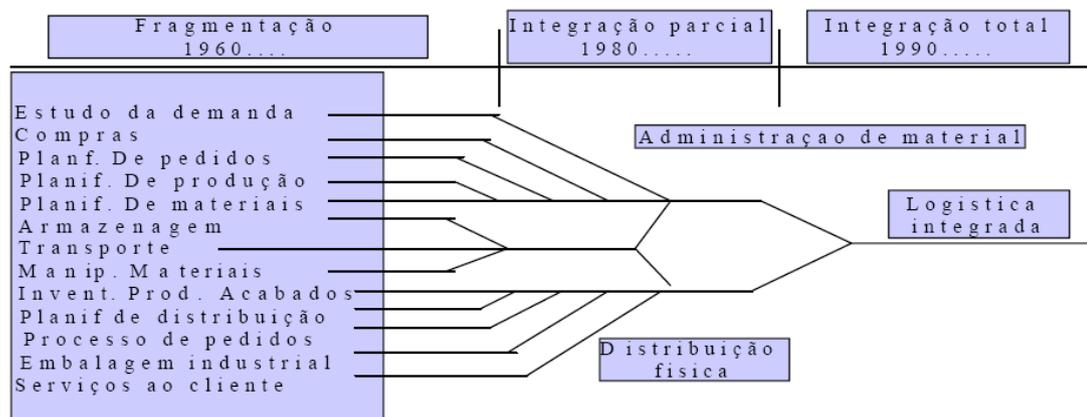
### **1.1.2 Objetivos específicos**

- a) Analisar o fluxo de produção e materiais, a fim de garantir uma melhor movimentação interna;
- b) Analisar os pontos de abastecimento de estoque intermediário bem como área necessária para o mesmo;
- c) Delimitar o local e área necessária tanto ao estoque de matéria prima e produto acabado;
- d) Maximizar proximidades dos centros produtivos;
- e) Racionalizar espaço visto que se observa a necessidade do mesmo;
- f) Aplicar o conceito ergonômico assegurando saúde e bem estar do trabalhador;
- g) Melhorar o índice de refugo e desperdício garantindo uma melhor qualidade ao produto.

## 2 LOGÍSTICA

### 2.1 Revisão Histórica da Logística

A história da logística teve início no século XVIII, no reinado de Luiz XIV, quando os seus exércitos usavam o planejamento logístico para o transporte de equipamentos e alimentos, ou seja, provendo recursos e informações para a execução de todas as atividades. A terminologia logística surgiu, portanto, em campos de batalhas militares que asseguravam que as pessoas, materiais, máquinas estivessem no lugar certo quando requisitados.



**Figura1: Evolução logística a partir de 1960**  
**Fonte: Ching(2001)**

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).

Dando continuidade, Ballou (1993) destaca o período entre 1950 e 1970, como um período de desenvolvimento da teoria e prática da logística, com a utilização de sistemas integrados de logística como uma excelente oportunidade para a redução de custos.

A partir da década de 1970, a logística empresarial já estava com os seus conceitos desenvolvidos e já estabelecidos como campo da administração de empresas. No entanto, sua

aceitação era pequena, pois, segundo Ching (2001) as empresas pareciam estar mais preocupadas com a geração de lucros do que com o controle de custos.

Ainda segundo 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.

A partir de 1900 houve avanços consideráveis na logística, sendo notáveis na redução de custos, e aumento da produtividade da mão de obra. (MOURA, 1998).

## **2.2 Definição e Conceitos da Logística**

Segundo o dicionário Aurélio (2004):

Logística é à parte da arte da guerra que trata do planejamento e da realização de:

- a) Projeto e desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de material (para fins operativos ou administrativos);
- b) Recrutamento, incorporação, instrução e adestramento, designação, transporte, bem-estar, evacuação, hospitalização e desligamento de pessoal;
- c) Aquisição ou construção, reparação, manutenção e operação de instalações e acessórios destinados a ajudar o desempenho de qualquer função militar.

Dentre autores, selecionamos o conceito de logística apresentado por Ching (2001, p. 18):

Podemos entender logística como o 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.

Ainda segundo Ching (2001, p.18), “logístico é o fluxo de mercadorias em contrapartida ao fluxo de informações, desde o fornecedor de matéria prima até o cliente final”.

Já Dornier (2000) coloca o termo de forma mais ampla, definindo-a como a gestão de fluxos, caracterizando a logística interna e externa, e os fluxos diretos e reversos, como no (Quadro 1) abaixo:

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

**Quadro 1 - Diferentes tipos de fluxo**  
**Fonte: Dornier (2000)**

A logística tem relação com todas as atividades de operações, no suprimento de materiais, seu manuseio e na expedição de produtos acabados, sendo grande sua influência nos níveis de estoques e, portanto, de capital de giro e despesas operacionais necessários para manter a empresa em operação com eficiência operacional e atendendo satisfatoriamente os clientes.

### **2.3 Objetivos e Características da Logística**

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.

Essas características apresentam-se na essência da logística para Moura (1998, p.53):

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 apóia 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.

## 2.4 Logística Interna

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”.

Os processos da logística interna, por sua vez, são os responsáveis pela movimentação e armazenagem dos materiais dentro da organização. Sem essas atividades, não haveria o fluxo e, portanto, as transformações que agregam valor aos produtos. Onde a logística interna não está comprometida, os custos podem até inviabilizar processos produtivos, deteriorando uma vantagem competitiva conquistada nos demais processos.

As principais características da logística interna são:

- a) A logística interna é responsável pelo atendimento dos recursos materiais utilizados dentro da empresa;
- b) A logística interna permite redução do tempo entre as tarefas desenvolvidas pelos funcionários através da eliminação de espaços e entrega na quantidade ideal;
- c) A logística interna aproxima os setores discutindo a aplicação e o uso dos produtos na execução de suas tarefas;

## 3 ARRANJO FÍSICO

### 3.1 Revisão Histórica do Arranjo Físico

O conceito de arranjo físico vem sendo adaptado às necessidades de cada época, podendo se identificar esta evolução em três fases distintas.

A primeira fase, anterior a década de 50, caracteriza-se pela apresentação de estudos de casos e aplicações isoladas que não contêm métodos sistemáticos de abordagem do assunto.

A segunda fase, situada nas décadas de 50-60, é a mais fértil no desenvolvimento dos conceitos e princípios fundamentais da teoria sobre arranjo físico.

Finalmente, da década de 70 até os dias de hoje, tem-se a terceira fase de desenvolvimento do estudo de arranjo físico, os mesmos autores da Segunda Fase, lançam no mercado programas computacionais específicos para a elaboração de arranjo físico.

Atualmente, o bom arranjo físico é aquele que consegue incorporar facilidades nas futuras mudanças. Segundo Valle (1975) representará sempre menores investimentos nas futuras expansões da indústria, permitirá ampliações mais suaves, sem crises de crescimento, e protegerá a instalação contra os males das soluções de emergência e os riscos das modificações impensadas.

### 3.2 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.

Sendo assim, o arranjo físico é uma característica evidente do processo produtivo, porque determina sua forma, aparência e a maneira como os materiais, informações e clientes fluem através da operação.

Nas atividades, os arranjos físicos devem estar na seqüência do roteiro de produção e entendendo Slack *et al.* (1997, p.218), “Em algumas operações, há diferenças significativas no custo de mover materiais ou clientes entre diferentes centros de trabalho”, as distâncias entre os postos de trabalho devem ser os menores possíveis para que os tempos de movimentação entre elas sejam os menores possíveis e se evite apontamentos de produto em trânsito hora máquina/homem ociosa.

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.

Sobre os elementos que devem ser considerados na definição de *layout* das instalações, 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.

### **3.3 Os Princípios, Recomendações e Objetivos do Arranjo Físico.**

Os seis princípios e seis recomendações ao estudo do arranjo físico são (CAMAROTTO, 2005):

- a) 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;
- b) O Princípio da Mínima Distância: recomenda que as distâncias devem ser reduzidas ao mínimo para evitar esforços inúteis, confusões e custos maiores;

- c) O Princípio de Obediência ao Fluxo das Operações: recomenda que recursos, equipamentos, pessoas, devem movimentar-se em fluxo contínuo e de acordo com a seqüência do processo de manufatura. Evitando-se cruzamentos, retornos e interrupções de fluxo;
- d) 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;
- e) 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*;
- f) O Princípio da Flexibilidade: principalmente nos dias de hoje de elevados e rápidos avanços tecnológicos, deve ser altamente considerado;

Por sua vez as seis recomendações são as seguintes:

- a) 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;
- b) 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;
- c) Planeje Para o Futuro: deve-se dotar a empresa de condições de expansão com visão para futuro;
- d) Procure a Idéia de Todos: devem-se recolher todas as sugestões, analisá-las e colocá-las em concordância com o plano geral;
- e) 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;
- f) Prepare-se Para Vender a Idéia: utilizar de todos os recursos para a venda da idéia: apresentação, contato, boas relações humanas etc.

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

- a) 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;
- b) Aumentar a moral e satisfação no trabalho: através da ordem no ambiente, limpeza, sanitários adequados;
- c) Incrementar a produção: através do fluxo mais racional;
- d) Redução de manuseio: através da utilização da movimentação no processo produtivo;
- e) Redução do tempo de manufatura: reduzindo demoras e distâncias;
- f) Redução dos custos indiretos: com menos congestionamento e confusão e menos manuseio (menor perda e danos de materiais).

### **3.4 Tipos de Arranjo Físico**

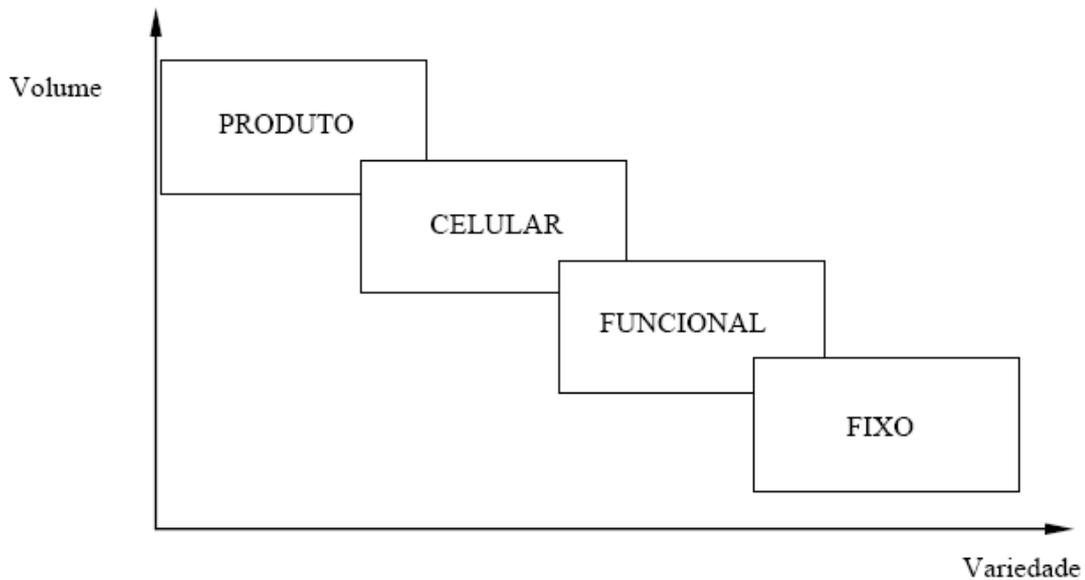
Conforme identificado na literatura Slack *et al.* (1997), a maioria dos arranjos físicos encontrados na prática deriva de apenas quatro tipos básicos de *layouts*:

- 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.

Ainda segundo Borba (1999) tem-se a constatação dos mesmos arranjos físicos propostos por Slack *et al.* (1997) sendo estes: arranjo posicional ou por posição fixa, arranjo funcional ou por processo, arranjo linear ou por produto, arranjo de grupo ou celular.

A necessidade de um *re-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).



**Figura 2: Tipo de Arranjo Físico**  
**Fonte: Adaptado Slack et al. (1997)**

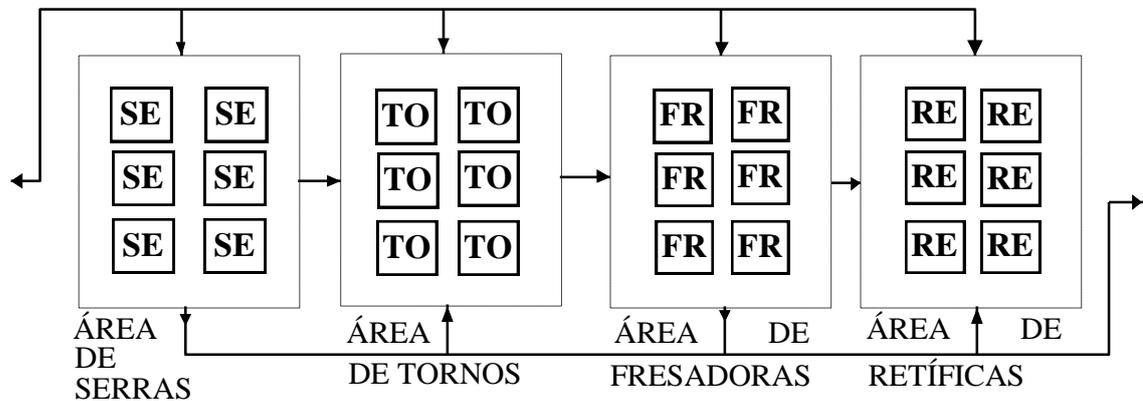
### 3.4.1 Arranjo funcional ou por processo.

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.

No layout funcional, máquinas e ferramentas são agrupadas de acordo com o tipo geral de processo de manufatura: tornos em um departamento, furadeiras em outro, e assim por diante. A vantagem deste layout é a sua capacidade de produzir uma grande variedade de produtos.

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 3: Arranjo Funcional ou por Processo**  
Fonte: Borba(1999)

### 3.4.2 Arranjo em linha ou por produto.

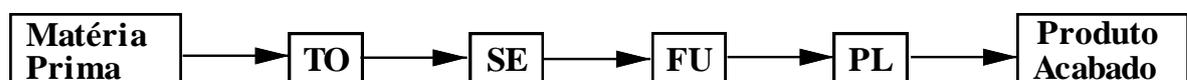
Nesse tipo de layout o processo de produção é contínuo, sendo que o produto a ser transformado movimenta-se enquanto as máquinas permanecem fixas.

Segundo Cury (2000, p.395):

Os equipamentos são dispostos ao longo de uma linha, segundo a seqüência 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 seqüência 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 4: Arranjo em linha ou por produto**  
Fonte: Borba (1999)

### 3.4.3 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 seqüência 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, e se houver defeito o próprio trabalhador devolverá a peça ao companheiro;
- e) Redução de espaço.

### 3.4.4 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.

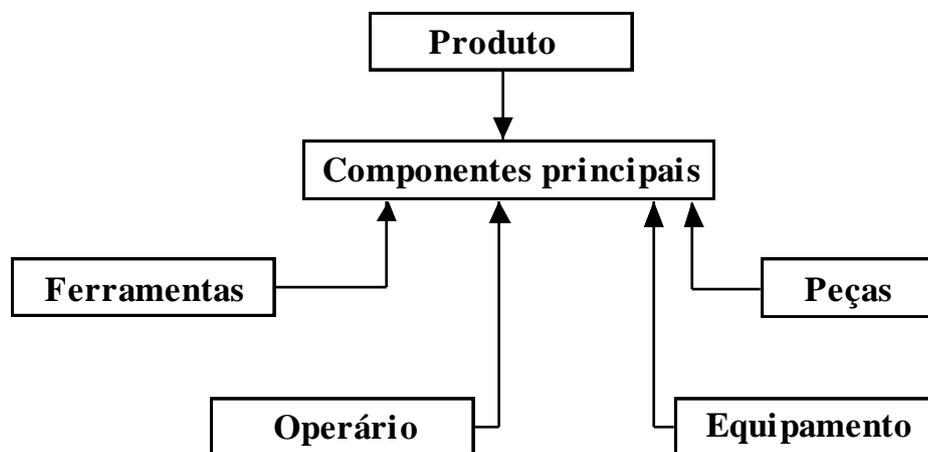


Figura 5: Arranjo fixo ou posicional  
Fonte: Borba(1999)

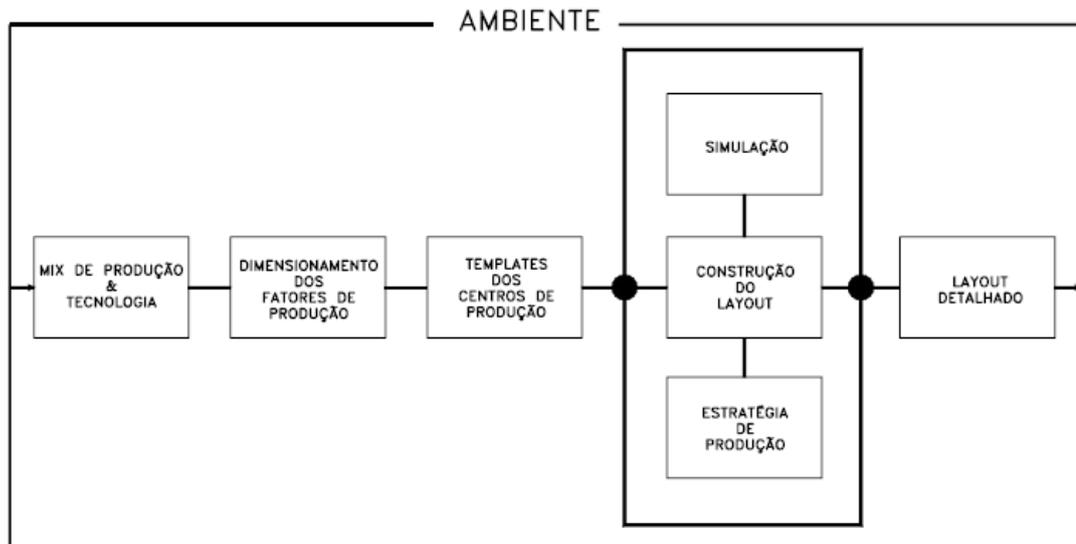
### 3.5 Etapas de Implantação do Arranjo Físico

Segundo Camarotto (2005, p.15) “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 6), as etapas para Projeto do *re-layout* propostas por Camarotto (2005) que consiste das seguintes etapas:

- a) Definição do *mix* de produto e tecnologia de produção;
- b) Dimensionamento dos fatores de produção;

- c) Montagem dos *Templates* dos centros de produção;
- d) Construção do *layout* e simulação;
- e) *Layout* detalhado.



**Figura 6: Processo de Projeto do Layout Industrial**  
**Fonte: Camarotto(2005)**

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.

Para Valle (1975) há três métodos para solução do problema do inter-relacionamento de departamentos: o método dos elos; o método dos momentos e o método das seqüências 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 7: Metodologia de Elaboração de Arranjos Físicos**  
 Fonte: Olivério(1985)

### 3.6 Gráfico do Fluxo do Processo

Segundo Camarotto (2005, p.28)

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

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) e representada pela (Quadro 2):

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 alguma característica de um objeto ou de um conjunto de informações com um padrão de qualidade ou de quantidade.
	Transporte	movimento de um objeto ou de um registro de informação de um local para outro, exceto os movimentos inerentes à operação ou inspeção.
	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 ou de um registro de informação em determinado local exclusivamente dedicado a este fim e que para ser removido necessita de controle formal.

Quadro 2 - Simbologia utilizada nos fluxogramas de processo  
Fonte: Camarotto (2005)

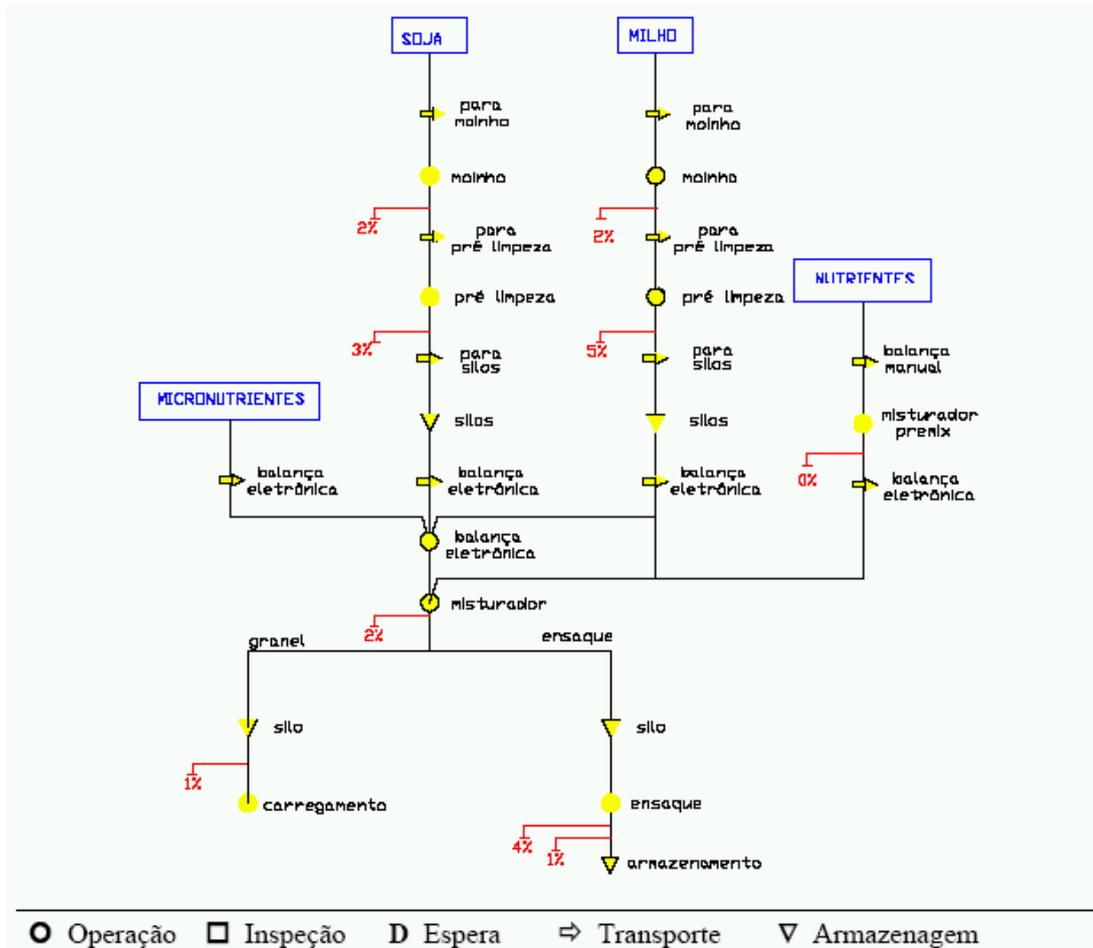


Figura 8: Carta de Fluxo de processo  
Fonte: Camarotto (2005)

### 3.6.1 Os tipos básicos de fluxograma

Abaixo são descritos os principais tipos de fluxograma segundo (CAMAROTTO, 2005):

#### 3.6.1.1 Fluxograma singular

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

#### 3.6.1.2 Fluxograma de montagem

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

### **3.6.1.3 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.

### **3.6.1.4 Fluxograma de setores**

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

### **3.6.1.5 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.

## **3.7 Métodos para Elaboração de um Arranjo Físico**

### **3.7.1 Método dos Elos**

De acordo com metodologia proposta por Borba (1999, p.32) temos que 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 a 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 seqüência de operação e quantidade de transporte (volume de produção e capacidade do veículo), área necessária para cada unidade de trabalho;

produto	roteiro	Quantidade transp
P1	A-B-C-D	10
P2	A-B-D	5

**Quadro 3 - Seqüência de operação**  
**Fonte:(Borba,1999)**

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

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

**Quadro 4 - Fluxo de transporte**  
**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 um menor importância de cada unidade nos ciclos de fabricação dos produtos.

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

Quadro 5 - Quadro dos elos  
Fonte: (Borba, 1999)

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

Já na abordagem de Valle (1975) o método dos elos enfatiza os relacionamentos quantitativos onde não é a seqüência 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.

Ainda podemos fazer referência ao aspecto tratado por Camarotto (2005) em que o método dos elos consiste em obter uma matriz onde a primeira linha representa à seqüência de operações e primeira coluna a seqüência em ordem inversa sendo esta preenchida de acordo com os relacionamentos sendo a diagonal inferior a qual representará o somatório destes relacionamentos.

### 3.7.2 Método dos Torques com Valores Corrigidos

A utilização deste método baseia-se no cálculo do volume corrigido. Segundo Borba (1998) os procedimentos são seguintes:

- a) Determinar para cada produto a seqüência 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).

O melhor *layout* é aquele que apresenta o menor torque.

### 3.7.3 Método do Diagrama De-Para

Segundo Camarotto (2005) 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.

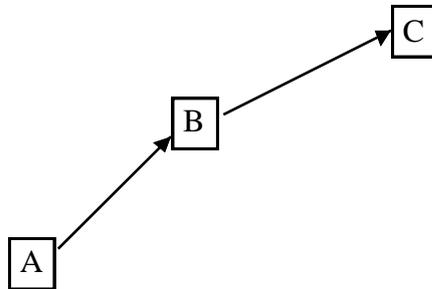
O procedimento proposto por Borba (1999) segue as seguintes etapas:

- a) Determinar para cada produto ou serviço a seqüência 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	X	5	
B		X	10
C			X

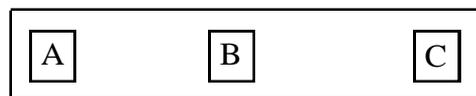
**Quadro 6 - Diagrama De-Para**  
Fonte: (Borba, 1999)

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



**Figura 9: 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 idéia do fluxo geral. As setas são de largura proporcional aos fluxos entre os postos de trabalho;
- e) Elaborar o *layout* que será uma reprodução do esquema apresentado.



**Quadro 7 - Esquema do Layout**  
Fonte: (Borba, 1999)

### 3.7.4 Método da Carta de Processo Múltiplo

Permite que estudo do *layout* contenha um maior número de dados e informações, unindo os variados processos em um único elemento que denominamos grupo de trabalho. O grupo de trabalho aborda as seqüências preferenciais de processamento bem como os equipamentos utilizados.

Segundo Camarotto (2005, p.60) utiliza-se a carta de processo múltiplo quando “o produto é constituído de várias partes, ou para diversos produtos que possuem partes ou processos comuns entre si”.

O método obedece a duas regras:

- a) A regra horizontal: que consiste em colocar a os equipamentos iguais na mesma linha;
- b) A regra vertical: respeita a seqüência de processamento.

Tipo de Equipamento/ Processo	Peça A	Peça B	Peça C
Tornos (E1)	1	1	
Fresadoras (E2)	2		1
Retificadoras (E3)		4	3
Tanques de Limpeza óx. (E4)	3	5	
Tanques de Limpeza Gordura (E5)	4	6	
Tanques de Cromação (E6)	5	7	
Prensas (E7)		2	2
Furadeiras (E8)		3	
Cabines Pint. Fundo (E9)	6	8	4
Lixamento (E10)	7	9	5
Cabines Pint. e acabamento (E11)	8	10	6
Polimentos (E12)	9	11	7

**Figura 10: Carta de processo Múltiplo**  
**Fonte: Camarotto (2005)**

Para utilização do método é necessário percorrer a carta com uma peça até que não obedeça mais regra, seguindo o mesmo procedimento para próxima peça. Então se destaca os grupos de trabalho e relação entre eles. Por fim, com as relações das atividades obtidas e com as áreas reais obtém-se um esquema das relações das áreas.

### 3.7.5 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. O mesmo consiste de uma estruturação de fases, de um modelo de procedimentos e de uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento.

Pode-se estabelecer um procedimento de aplicação segundo Borba (1999):

- 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.

### **3.8 Dimensionamento de Áreas – Construção dos *Templates***

Segundo Camarotto (2005, p.46) “Centro de produção é uma unidade de funcionamento independente da fábrica que colabora diretamente para a transformação de qualquer matéria prima em produto acabado”.

Para dimensionamento dos centros de produção devem ser consideradas as seguintes áreas (BORBA, 1999):

- a) Área para o equipamento: é projeção do equipamento, o espaço necessário para a sua representação, sendo adotada um escala para o mesmo;
- b) Área para o processo: é a área necessária para operador possa executar as operações de processamento, sendo que devem ser consideradas áreas de alimentação das máquinas, deslocamento dos componentes, espaço para retirada da peça depois do processamento, colocação e retirada de dispositivos;
- c) Área para operador na operação: é a área necessária para deslocamento do operador devido às diferentes posições de trabalho e deslocamento para atingir essas posições, sendo que em cada uma destas posições estuda-se a movimentação necessária para deslocamentos dos membros envolvidos. Devem-se analisar aspectos relacionados à segurança, liberdade de movimentação, dimensionamento de assentos, aspectos psicológicos como sensação de enclausuramento;
- d) Área de acesso dos operadores: analisa como será feito à entrada e saída do operador do centro de produção, sendo que este acesso deve permitir livre movimentação, rapidez, segurança;

- e) Área para acesso e para manutenção: deve-se considerar que a manutenção é imprescindível em quase todos os processos industriais. Ainda devem ser levantadas as áreas para serviços regulares de manutenção preventiva, preditiva, corretiva, lubrificação, limpeza, inspeção, substituição de peças. Deve-se considerar que a manutenção, freqüentes vezes, deve agir com os equipamentos próximos em pleno funcionamento, e que esse trabalho não deve interromper o ciclo normal dos equipamentos vizinhos, e nem deve o homem da manutenção estar sujeito a acidentes provocados pelo seu mau posicionamento;
- f) Área para acesso dos meios de transporte e movimentação: há necessidade constantemente retirar e colocar peças para o processamento, portanto há necessidade do transporte atingir o centro de produção sendo que necessita retirar e colocar material. No caso de empilhadeiras, carrinhos, o acesso deverá existir para o meio de transporte e para o seu operador;
- g) Área para matérias prima não processada: quando a peça é transportada em lotes, e fica ao lado da máquina à espera do processamento, deve-se reservar área para essa demora. Este dimensionamento está estritamente relacionado com a programação, e pode-se adotar como cuidado principal, o dimensionamento da área, prevendo-se as condições mais desfavoráveis para que, se esta vier a ocorrer não se vá prejudicar o funcionamento do centro de produção;
- h) Área para peças processadas: devem ser feitas às mesmas considerações da área da matéria prima não processada;
- i) Área para refugos, cavacos, resíduos: as operações industriais produzem sobras de matérias primas que muitas vezes, são de volume significativo, o que conduz à necessidade da previsão de área especificamente destinada para tal fim;
- j) Área para ferramentas, dispositivos, instrumentos: muitas vezes a programação se encarrega do transporte do ferramental necessário à operação, que é entregue no centro da produção juntamente com a matéria prima a ser processada, utilizando, dessa forma, a área já dimensionada para materiais. Em algumas indústrias, entretanto, o ferramental é colocado ao lado da máquina e o operário é responsável pela sua guarda e manutenção;

- k) Área para serviços de fábrica: o centro de produção pode exigir alguns serviços de fábrica: água, iluminação, ventilação, aquecimento, ar comprimido e devem-se localizar essas áreas de forma a não prejudicar o seu bom desempenho;
- l) Área para atendimento aos dispositivos legais: a análise do trabalho e o dimensionamento correto de área conduzem a um projeto que sem dúvida possibilita o desempenho da operação industrial com conforto e segurança. Dessa forma, como decorrências, terão satisfeito os textos legais correlatos ou que, especificamente, determinam condições para os centros de produção.

### **3.9 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 que consiste na análise da porcentagem de uma pequena quantidade de itens, mas que estará abrangendo uma porcentagem grande de itens. Temos que a classe A representa itens com maior valor de demanda ou consumo anual, o B são itens que possuem demanda ou consumo anual intermediário, já o C possuem 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.

### 3.10 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 9:

GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	GRUPO IV	GRUPO V
QUÍMICOS	FÍSICOS	BIOLÓGICOS	ERGONÔMICOS	MECÂNICOS
Poeiras, fumos, névoas, vapores, gases, produtos químicos em geral, neblinas.	Ruído, vibração, Radiações, Pressões, Temperaturas, Iluminação, Umidade.	Vírus, bactérias, protozoários, fungos, bacilos, parasitas, insetos, cobras, aranhas.	Trabalho Pesado, posturas incorretas, treinamento inadequado, responsabilidade, monotonia, ritmo intenso.	Arranjo físico, Máquinas e equipamentos, ferramentas, eletricidade, incêndio, transportes de materiais, Armazenamento.
VERMELHO	VERDE	MARROM	AMARELO	AZUL

**Quadro 9 - Riscos ambientais.**  
**Fonte: Camarotto (2005).**

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

- a) Temperatura: entre 20°C e 24°C;
- b) Umidade relativa: entre 40% e 60%;
- c) Ruído: Até 80 decibéis não se observam danos ao aparelho auditivo do trabalhador, podendo haver danos a partir deste nível;
- d) 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.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Metodologia

A pesquisa científica é uma realização concreta de uma investigação planejada e desenvolvida pela metodologia científica. É constituída de etapas que são: escolha do tema, desenvolvimento metodológico, coleta e tabulação de dados, análise dos resultados, elaboração de conclusões e apresentação de resultados.

Do ponto de vista da natureza, o presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, já que é dirigida a solução de um problema específico. Já em questões relacionadas à forma de abordagem é classificada como qualitativa onde existe um ambiente para coleta de dados e o pesquisador é de vital importância.

Para Gil (1991) pesquisa exploratória é a análise de um problema a fim de torná-lo explícito ou construir hipóteses ainda é válido ressaltar que trabalho utilizar-se-á de observação e aplicação de questionários e entrevistas para atingir seus objetivos.

Por fim, temos que a pesquisa é um estudo de caso que de acordo com Gil (1991) envolve o estudo ativo e exaustivo de um problema ou situação questionada.

O estudo de caso proposto trata-se de um projeto de *re-layout* em uma indústria gráfica que seguirá as seguintes etapas:

- a) Caracterização da empresa;
- b) Avaliação do *layout* e aplicação do questionário;
- c) Definição do *mix* de produto e tecnologia de produção;
- d) Estudo do fluxo de processo e estoques;
- e) Montagem dos *templates* dos centros de produção;
- f) Construção do *layout*;
- g) Apresentação do *layout* detalhado;

h) Propostas de melhoria.

## **4.2 Caracterização da Empresa**

Em Abril de 1997 nascia a Qualigraph. Com uma estrutura inicial de 120m<sup>2</sup> e máquinas de pequeno porte, os proprietários da empresa investiram em uma equipe qualificada e determinada. O foco inicial da empresa era apenas de impressos promocionais.

Nos últimos dez anos, através de um trabalho voltado à inovação, qualidade e satisfação do cliente, a empresa investiu em máquinas, equipamentos, ampliação da indústria e principalmente no capital humano tendo a estrutura aumentada.

O resultado desse investimento está na mudança do foco principal da empresa para o setor de embalagens e o reconhecimento dos clientes e do mercado como uma das melhores empresas da região nesse setor.

A empresa é caracterizada por ser uma indústria de processamento intermitente, processa o produto sem regularidade de período ou de tamanho do lote.

O processamento depende de encomenda e os produtos podem sofrer alterações de especificações.

## **4.3 Avaliação do *Layout* Atual**

Para o início do trabalho foi realizada uma avaliação do atual *layout* instalado na empresa a ser analisada, para esta avaliação utilizou-se um questionário proposto por Moura (1998) o qual pode ser observado pelo Quadro 10:

<b>Avalie seu <i>Layout</i></b>	<b>SIM</b>	<b>EM PARTE</b>	<b>NÃO</b>
1. O <i>layout</i> foi concebido a partir de um plano-diretor			x
2.O <i>layout</i> contemplou as áreas não-fabris (escritórios,apoio)?	x		
3. O <i>layout</i> 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 minifábricas?			x
8. O fluxo de materiais é resultado de um modelo padrão adotado na empresa?			x
9. A movimentação de materiais considerou todos os meio de fazer os materiais se movimentarem eficientemente sobre o padrão geral?			x
10. Os métodos de trabalho estabelecem os melhores caminhos para executar casa operação, bem como o seu espaço necessário?			x
11. O <i>layout</i> considerou possibilidades de novos processos?		x	
12. O <i>layout</i> armazém recebe o mesmo tratamento do <i>layout</i> da fábrica?	x		
13. O <i>layout</i> 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 <i>layout</i> 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 <i>layout</i> atende á capacidade de carga do piso, altura do prédio e portas de emergência?		x	
20. Os desenhos do <i>layout</i> estão atualizados com as instalações?	x		
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>		

**Quadro 10 - Avaliação do *layout* atual**  
**Fonte: Moura (1998)**

A avaliação proposta por Moura (1998) é realizada pelo com número de respostas “SIM” assinaladas no questionário de acordo com Quadro 11:

<b>Número de respostas SIM</b>	
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.

**Quadro 11 - Avaliação número de respostas “SIM”  
Fonte: Moura (1998)**

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

#### **4.4 Aplicação do Questionário**

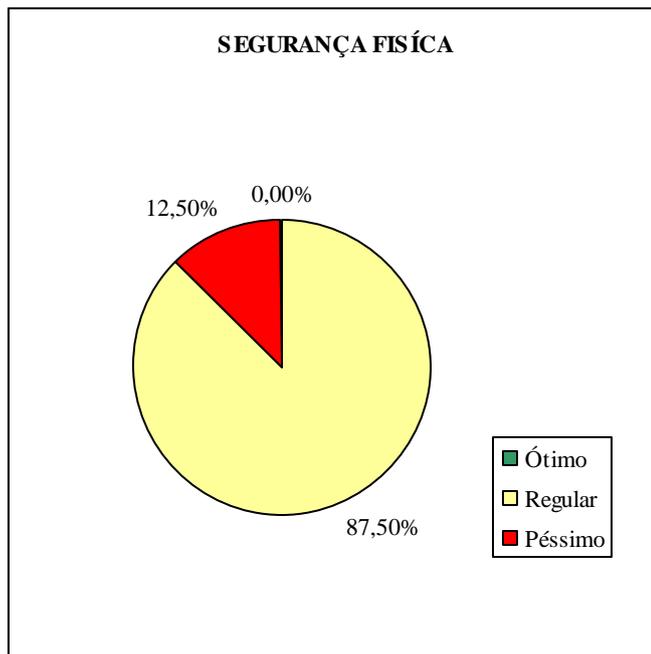
Aplicou-se um questionário que procurou avaliar questões relevantes ao projeto de *re-layout*. O questionário foi composto de questões abertas e fechadas, onde todos os funcionários do setor de produção puderam expor suas opiniões acerca do assunto. O questionário pode ser observado no Quadro 12:

	<b>QUESTIONÁRIO - PROJETO DE RE-LAYOUT</b>
<p style="text-align: right;">Data: ____/____/____</p> <p><b>Operador(a):</b> _____</p> <p><b>Função/Máquina:</b> _____</p> <p>1) As condições de SEGURANÇA FÍSICA relacionadas ao meu trabalho são?</p> <p><input type="checkbox"/> Ótimas   <input type="checkbox"/> Regulares   <input type="checkbox"/> Péssimas</p> <p>Em sua opinião o que deveria existir para proporcionar maior segurança?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2) O ESPAÇO FÍSICO é suficiente para realizar as atividades do meu trabalho?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim   <input type="checkbox"/> Não</p> <p>3), As condições de VENTILAÇÃO E TEMPERATURA no ambiente de trabalho são?</p> <p><input type="checkbox"/> Ótimas   <input type="checkbox"/> Regular   <input type="checkbox"/> Péssimas</p> <p>Como poderia ser resolvido o problema de ventilação/temperatura?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>4) A ILUMINAÇÃO do ambiente é adequada?</p> <p><input type="checkbox"/> Ótima   <input type="checkbox"/> Regular   <input type="checkbox"/> Péssima</p> <p>5) As FERRAMENTAS DE TRABALHO estão próximas e são de fácil acesso?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim   <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Caso seja não, quais estão distantes?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>6) Na sua opinião deveria existir um LOCAL específico para a matéria prima (Papel) e produto acabado?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim   <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Caso a resposta seja sim, qual seria melhor local para armazenar papel e produto acabado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>7) Apresento os seguintes SINTOMAS devido a realização das atividades do meu trabalho?</p> <p><input type="checkbox"/> Cefaléia (dor de cabeça)   <input type="checkbox"/> Cansaço   <input type="checkbox"/> Dor muscular   <input type="checkbox"/> Dor nas costas</p> <p><input type="checkbox"/> Outros _____</p> <p>8) O que deveria ser mudado em relação ao atual <i>layout</i> da gráfica para facilitar seu trabalho?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

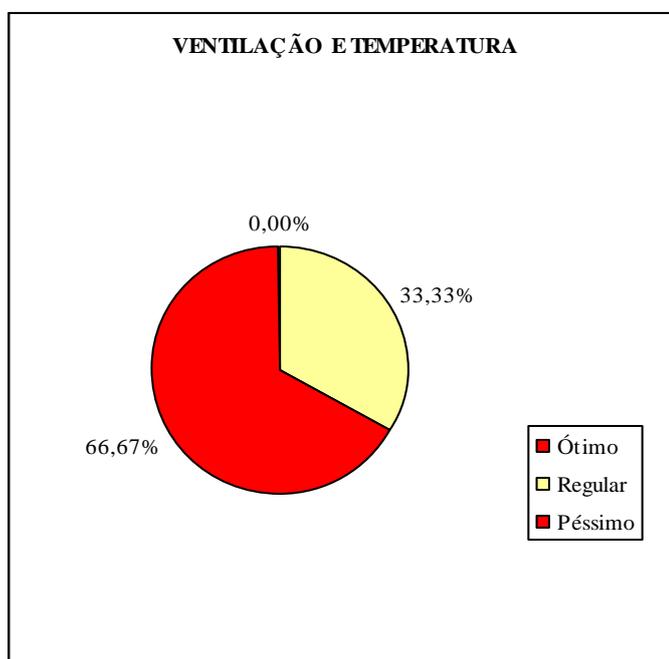
**Quadro 12 - Questionário para estudo do layout**

De acordo com tabulação dos dados podem-se obter os seguintes resultados que são ilustrados nas Figuras 11, 12, 13, 14, 15,16 em relação:

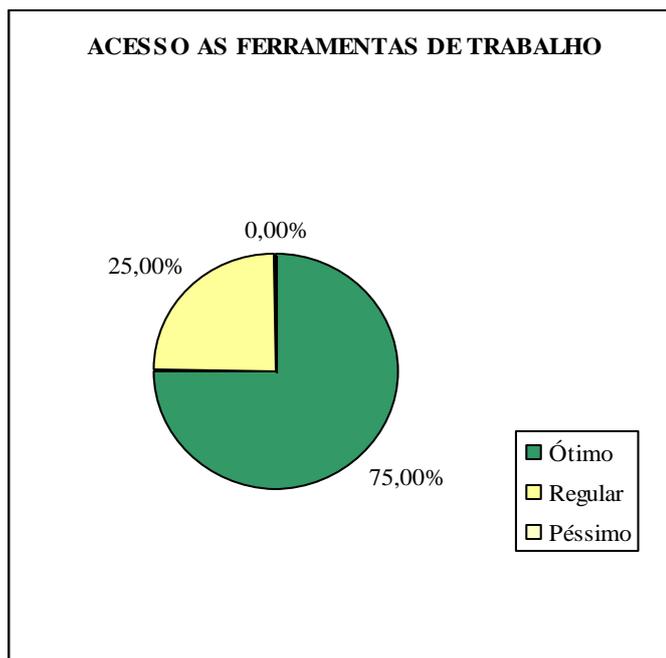
- a) Segurança no ambiente de trabalho: há relato de que 87,5% dos funcionários consideram a segurança física regular e que 12,5 % consideram-na péssima isso devido à falta de equipamento de segurança e a utilização de produtos químicos sem devidas precauções;
- b) Ventilação e temperatura: Obteve-se cerca de 70 % de reclamação considerando péssima a temperatura, fator este que sem dúvida afeta a eficiência dos funcionários.
- c) Acessibilidade às ferramentas de trabalho: não há problemas em relação ao acesso as ferramentas sendo que 75% consideram que as mesmas estão em locais apropriados;
- d) Espaço Físico: para a realização das tarefas os funcionários consideram que o espaço físico é suficiente;
- e) Iluminação: não há indícios de qualquer problema em relação à iluminação;
- f) Sintomas provocados pela atividade de trabalho: o maior índice de sintomas provocados pela atividade de trabalho e relatados pelos funcionários foi cansaço (87,5%), dor muscular (65,5%) e cefaléia e dor nas costas (50%).



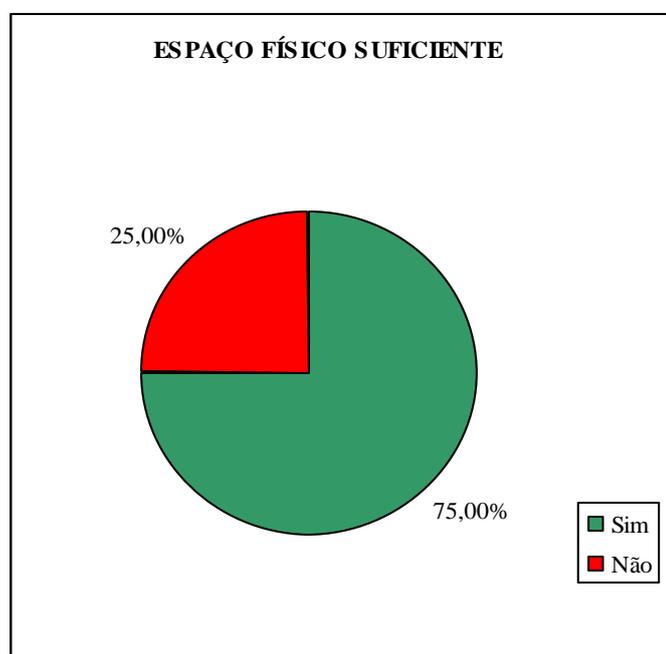
**Figura 11: Segurança Física no ambiente de trabalho**



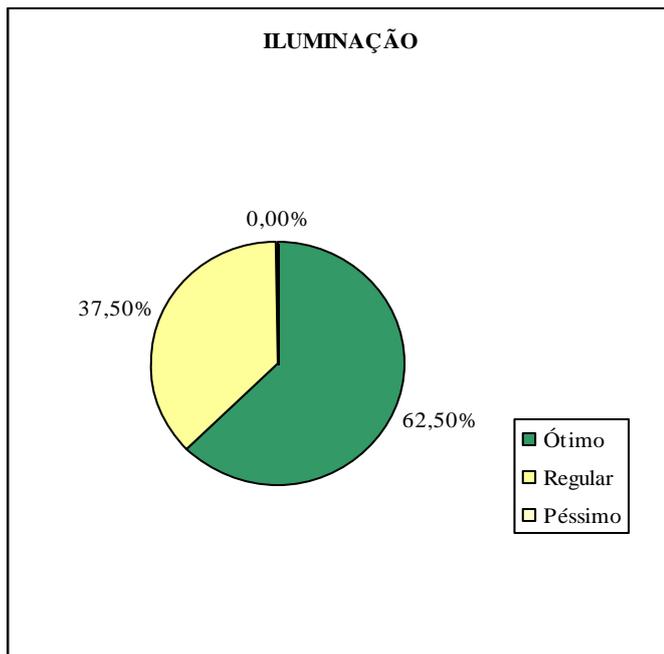
**Figura 12: Aspectos relacionados a ventilação e temperatura**



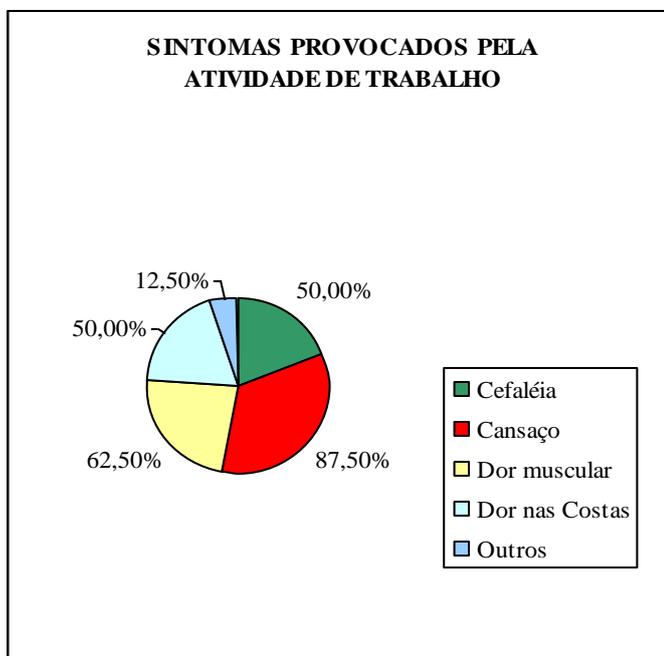
**Figura 13: Acessibilidade as ferramentas de trabalho**



**Figura 14: Espaço Físico Suficiente para realização das tarefas**



**Figura 15: Aspectos relacionados a iluminação**



**Figura 16: Sintomas provocados pela atividade de trabalho**

Após a tabulação dos resultados pode-se chegar a algumas conclusões que direcionaram o trabalho como:

- a) Em relação à segurança física do trabalhador houve reclamações de excessiva poeira e produtos químicos inalados e a constatação de que equipamentos de segurança não são utilizados;
- b) Reclamação em relação à qualidade da matéria prima: plásticos para plastificação e papel;
- c) Sugeriu-se a instalação de ventiladores ou mesmo a troca do tipo de telha para resolver o problema de ventilação;
- d) Relatou-se o distanciamento dos estoques intermediários;
- e) Sugeriu-se a manutenção de máquinas para melhorar a produtividade;
- f) Relatou-se problema de qualidade de impressão devido à alta temperatura.

Há necessidade de realizar algumas considerações em relação aos dados coletados pelo questionário ilustrado no Quadro 12 com os dados obtidos na avaliação do *layout*, proposto por Moura (1998), no Quadro 10. Tais como:

- a) Ambiente de trabalho: em relação ao questionário (Quadro 12) observa-se que os funcionários consideram o ambiente de trabalho inadequado, devido à alta temperatura e utilização de produtos químicos sem devidas precauções. Fato este, que também pode ser observado na avaliação do *layout* (Quadro 10), de acordo com questão 13 onde se observa que as Normas Regulamentadoras de Higiene e Segurança do trabalho não são obedecidas;
- b) Área de estoque intermediário: tanto no questionário (Quadro 12) quanto na avaliação do *layout* (Quadro 10) constatou-se que não foram dimensionadas áreas para estoque em processo, bem como seu longo distanciamento;

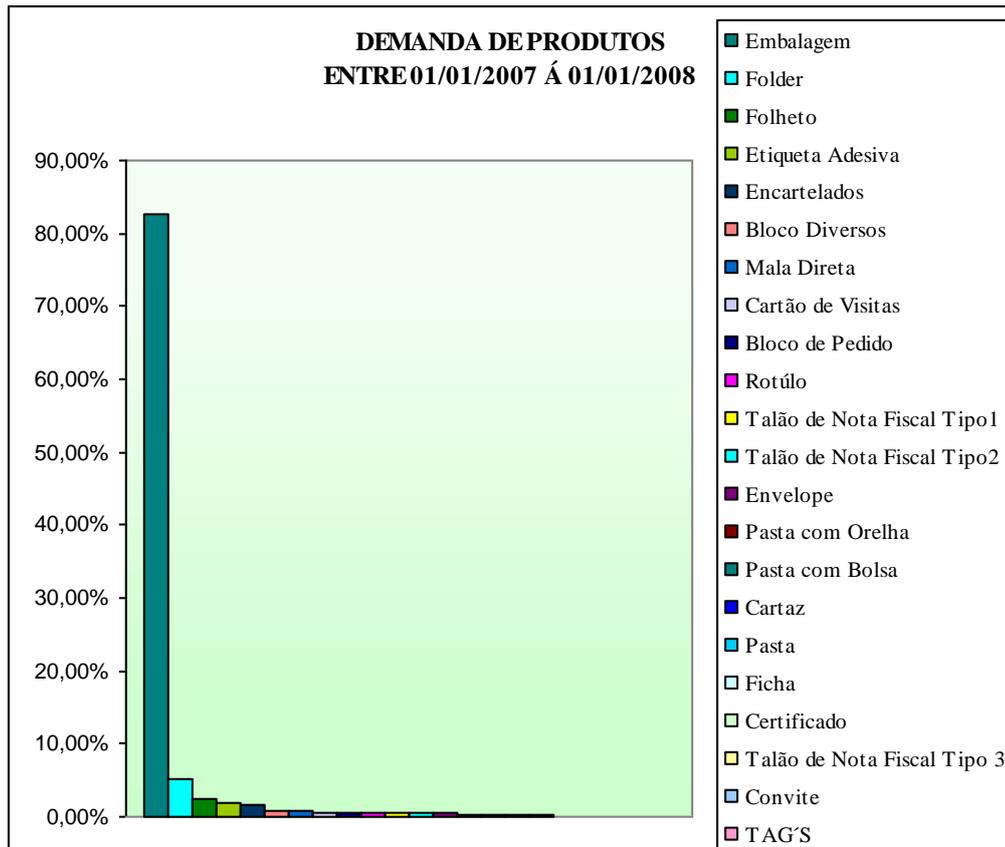
Deve-se, portanto constatar que *re-layout* é necessário para adequar o atual *layout*.

#### 4.5 Definição do Mix do Produto e Tecnologia de Produção

Inicialmente foi realizada a análise da demanda referente ao ano de 2007, através da curva ABC, pode-se concluir que cerca de 82,5% da demanda é de fabricação de embalagens, seguido de folder 5,3%, folheto 2,5%, etiqueta adesiva 1,9%. Sendo, portanto estes produtos de maior demanda que nortearam o presente estudo de caso para análise do fluxo do processo. Pode-se visualizar a demanda de acordo com Figura 17:

**Tabela 1: Análise da Demanda em 2007**

<b>Produtos</b>	<b><i>Demanda (%)</i></b>
Embalagem	82,5
Folder	5,3
Folheto	2,5
Etiqueta Adesiva	1,9
Encartelados	1,5
Bloco Diversos	0,9
Mala Direta	0,7
Cartão de Visitas	0,7
Bloco de Pedido	0,6
Rotúlo	0,6
Talão de Nota Fiscal Tipo1	0,5
Talão de Nota Fiscal Tipo2	0,5
Envelope	0,5
Pasta com Orelha	0,3
Pasta com Bolsa	0,3
Cartaz	0,2
Pasta	0,2
Ficha	0,1
Certificado	0,1
Talão de Nota Fiscal Tipo 3	0,1
Convite	0,0
TAG'S	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>



**Figura 17: Gráfico da Demanda de 2007**

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

- a) Máquina de Impressão 1: consiste em uma pequena máquina de impressão da marca Catu (Figura 18) que somente é utilizada para impressões de pequeno porte como notas fiscais, recibos, etiquetas;
- b) Máquina de Impressão 2: são máquinas de impressão de maior porte (Figura 19), onde é realizada a impressão de embalagens, que hoje representa cerca de 90% da demanda, são máquinas de alta tecnologia;
- c) Guilhotina: a matéria prima utilizada constitui-se de diversos tipos de papéis e formatos, em virtude disto, a guilhotina é utilizada (Figura 20) para cortar o papel de maneira adequar o pedido do cliente;
- d) Máquina de Plastificação: processo em que ocorre a plastificação de produtos, a máquina utilizada é Plastificadora Uberaba (Figura 21);

- e) Máquina de Colagem e Verniz: Constitui da máquina de colagem (Figura 22), onde é realizada a colagem dos produtos e da máquina de verniz utilizada para passagem de verniz;
- f) Corte e Vinco: a máquina de corte e vinco (Figura 23) é utilizada para cortar e vincar os produtos em geral.



**Figura 18: Máquina de Impressão Catu**



**Figura 19: Máquina de Impressão Rekord**



**Figura 20: Guilhotina**



**Figura 21: Plástica Uberaba**



**Figura 22: Coladeira**



**Figura 23: Corte e Vinco**

Para ter uma visão mais abrangente da empresa, foi construída uma planta baixa, representando o atual *layout* e a disposição das máquinas, a qual pode ser observada na Figura 24<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> O *layout* da planta baixa com as cotas encontra-se no Apêndice J.

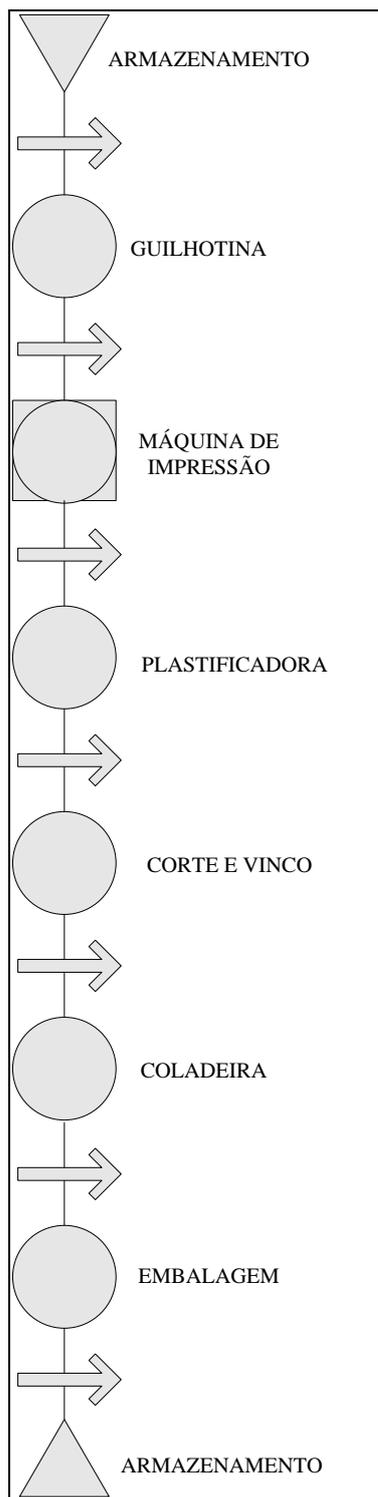


#### 4.6 Estudo do Fluxo do Processo e Estoque

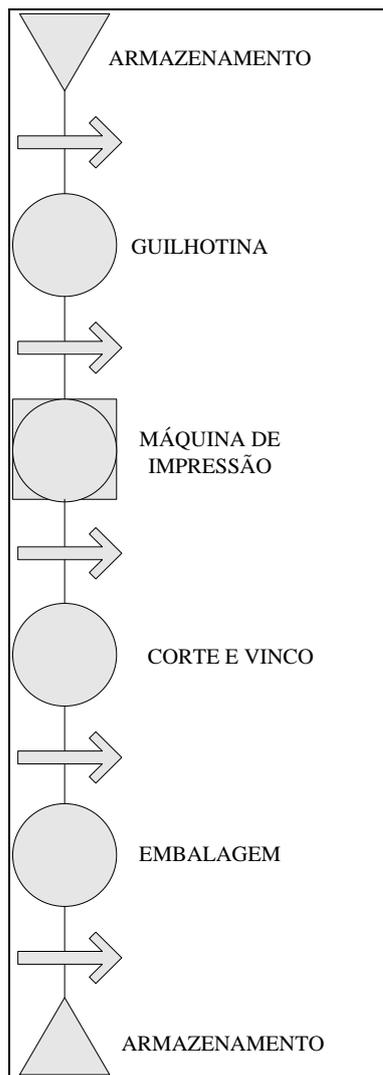
Foram elaborados fluxogramas do processo visualizados nas Figuras 25, 26, 27, 28, representando os principais produtos (embalagem, folder, etiqueta, folheto) levantados pelo estudo da demanda.

Além do fluxograma do processo foi realizada uma representação do fluxo do processo no atual *layout* (Figura 29), 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.

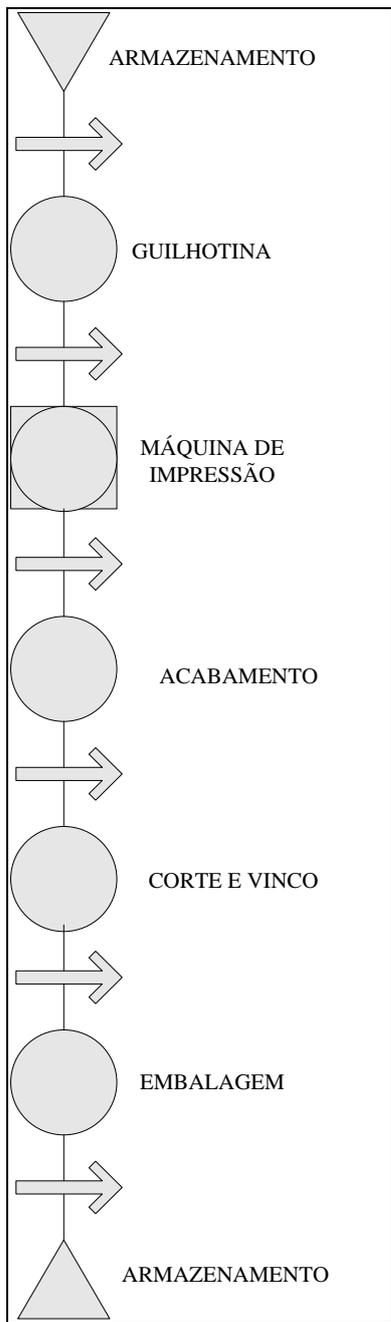
Já em relação ao estoque, analisou-se a disposição do estoque (Figura 30) pode-se notar que não há um lugar específico para estoque de matéria prima, estoque em processo e estoque produto acabado. São colocados de maneira aleatória pelo *layout*, fato este que gera alguns problemas como distanciamento do centro de produção, aumento do tempo de fabricação, diminuição da qualidade, aumento de refúgios, obstrução de corredores, diminuição da eficiência dos funcionários.



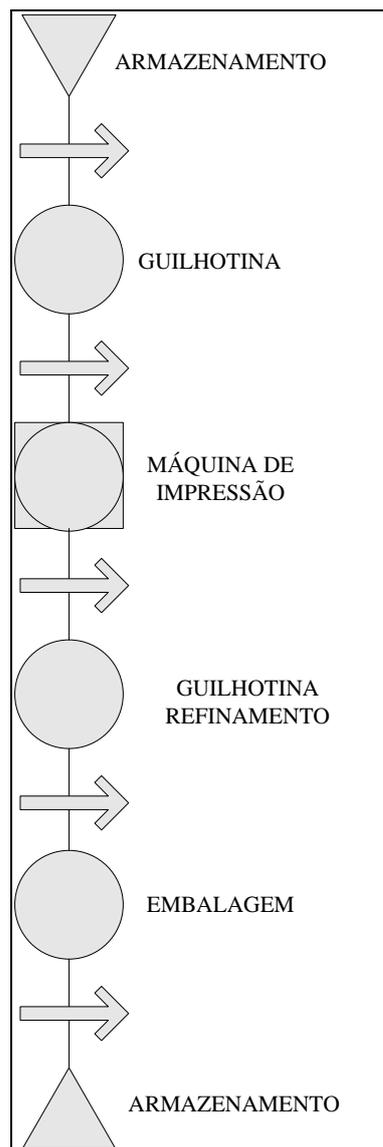
**Figura 25: Fluxograma do Processo – Embalagem**



**Figura 26: Fluxograma do Processo – Folder**

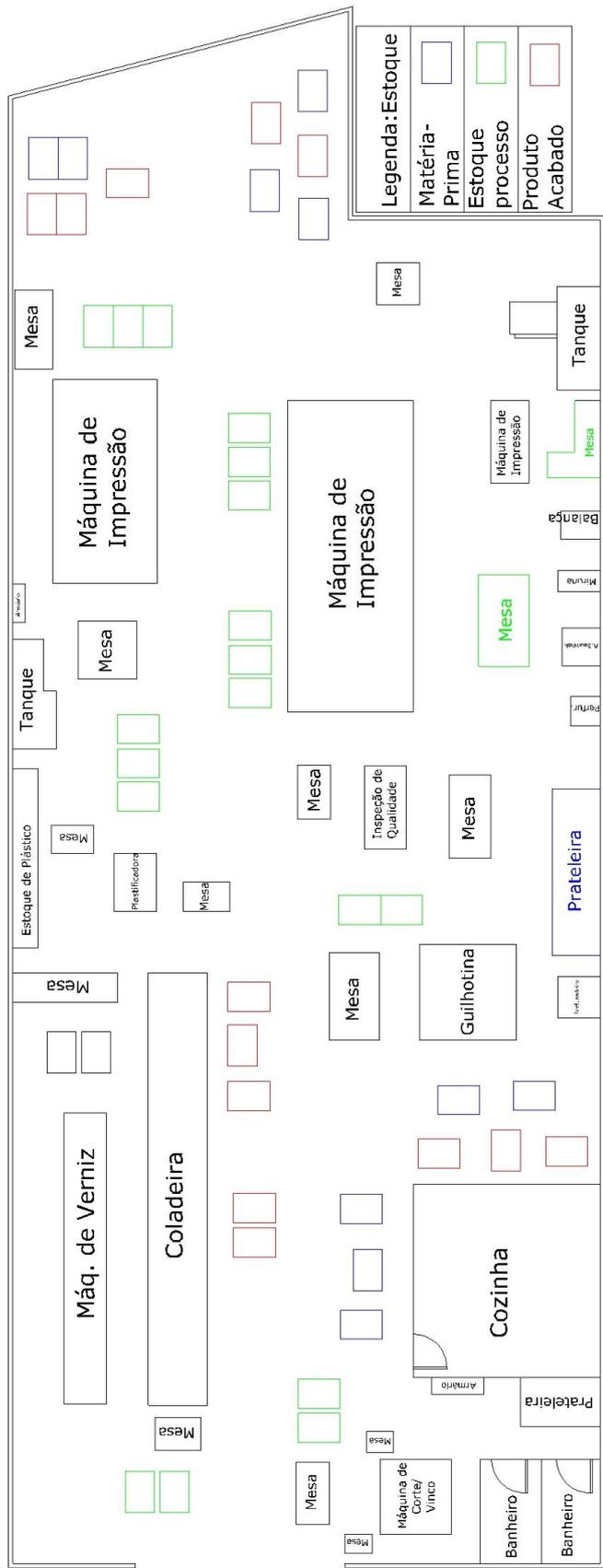


**Figura 27: Fluxograma do Processo – Etiqueta Adesiva**



**Figura 28: Fluxograma do Processo – Folheto**





**Figura 30: Análise de estoque**

## 4.7 Aplicação dos Métodos

Decidiu-se entre os métodos referenciados pela literatura, utilizar o método do digrama De-Para, Método dos Elos, Carta de Processo Múltiplo. Para a aplicação dos métodos, o setor produtivo foi representado de acordo com Tabela 2:

**Tabela 2: Representação dos centros produtivos**

<b>Representação dos centros produtivos</b>	
A	Guilhotina
B	Máquina de Impressão
C	Plastificadora
D	Corte e Vinco
E	Coladeira
F	Embalagem

### 4.7.1 Método Diagrama De-Para

Para a aplicação do Diagrama De-Para representou-se o fluxo do processo (Tabela 3) em relação à intensidade de fluxo dos produtos (Nº. de pedidos em 2007), para os produtos levantados no estudo da demanda que são: embalagem, etiqueta adesiva, folder, folheto.

**Tabela 3: Representação do Fluxo do processo**

<b>Código</b>	<b>Produto</b>	<b>Fluxo do processo</b>	<b>Intensidade de fluxo do produto (Nº pedidos em 2007)</b>
1	Embalagem	A B C D E F	956
2	Etiqueta Adesiva	A B F D F	21
3	Folder	A B D F	61
4	Folheto	A B A F	28
<b>Total</b>			<b>1066</b>

Construiu-se uma matriz para representar a relação entre os centros produtivos bem como sua intensidade de fluxo do processo (Tabela 4):

Tabela 4: Diagrama De-Para

De/Para	A	B	C	D	E	F	Total
<b>A</b>	0	1066	0	0	0	28	1094
<b>B</b>	28	0	956	61	0	21	1066
<b>C</b>	0	0	0	956	0	0	956
<b>D</b>	0	0	0	0	956	82	1038
<b>E</b>	0	0	0	0	0	956	956
<b>F</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	28	1066	956	1017	956	1087	

Elaborou-se a representação gráfica do Diagrama De-Para onde as setas indicam o sentido e intensidade do fluxo.(Figura 31).

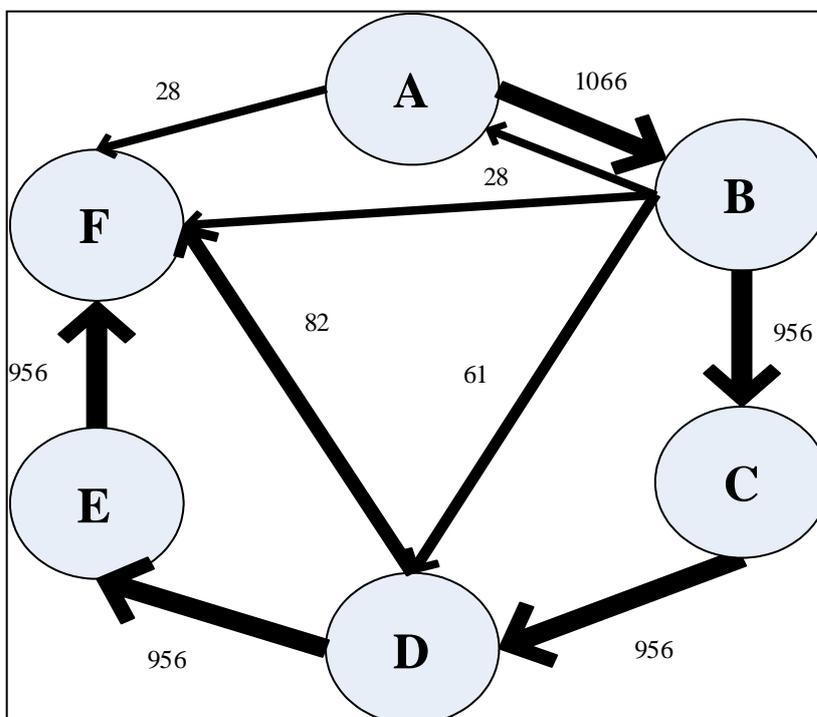


Figura 31: Representação Gráfica do Diagrama de Para

Por fim, representou-se a reprodução do que será o *layout* proposto (Figura 32):

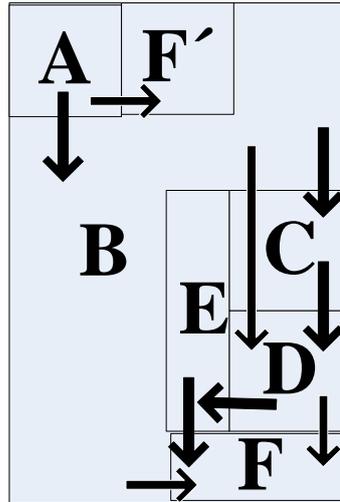


Figura 32: *Layout Proposto*

#### 4.7.2 Método dos Elos

No caso da aplicação do método dos elos não é a seqüência 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.

Inicialmente elaborou-se uma tabela com demonstração dos elos referentes aos produtos (Tabela 5):

Tabela 5: Representação dos elos

Elo \ produto	1	2	3	4	TOTAL
<b>AB</b>	956	21	61	56	1094
<b>BC</b>	956	0	0	0	956
<b>BF</b>	0	21	0	0	21
<b>BD</b>	0	0	61	0	61
<b>CD</b>	956	0	0	0	956
<b>FD</b>	0	42	61	0	103
<b>AF</b>	0	0	0	28	28
<b>DE</b>	956	0	0	0	956
<b>EF</b>	956	0	0	0	956

Na Tabela 6 observa-se a interseção de cada linha com cada coluna, o número de elos existentes em ambos os sentidos e entre as unidades do arranjo físico.

Tabela 6: Quadro dos Elos.

	A	B	C	D	E	F
F	28	21	0	103	956	<b>152</b>
E	0	0	0	956	<b>1912</b>	0
D	0	61	956	<b>2076</b>	0	0
C	0	956	<b>1912</b>	0	0	0
B	1094	<b>2132</b>	0	0	0	0
A	<b>1122</b>	0	0	0	0	0

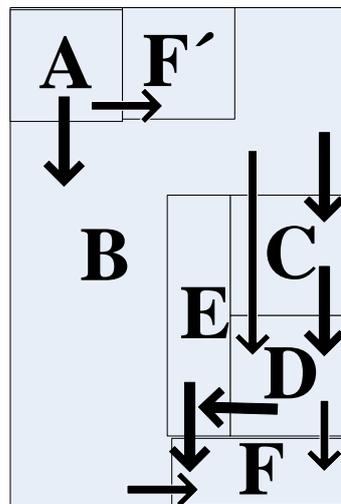


Figura 33: Layout Proposto

Portanto pode-se observar a relação entre os centros de produção (Figura 27), estabelecendo desta forma um critério de prioridade na localização dessas unidades.

#### 4.7.3 Método da Carta de Processo Múltiplo

Propôs-se a representação (Quadro 13), do fluxo de processo dos produtos levantados pela demanda que são embalagem, folder, etiqueta adesiva e folheto em relação aos equipamentos utilizados no processo produtivo.

<b>Tipo de Equipamento</b>	<b>Embalagem</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Folder</b>	<b>Folheto</b>
A	1	1	1	1 3
B	↓ 2	↓ 2	2	↓ 2 → 3
C	↓ 3			
D	↓ 4		↓ 4 3	
E	↓ 5		↓ 4	
F	↓ 6	↓ 3 → 5	↓ 4	↓ 4

**Quadro 13 - Representação do Fluxo do processo em relação ao equipamento**

Em seguida, estabeleceram-se os grupos de trabalho (Quadro 14).

<b>Grupos de trabalho</b>	<b>Embalagem</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Folder</b>	<b>Folheto</b>
<b>I</b>	1-A	1-A	1-A	1-A
<b>II</b>	2-B	2-B	2-B	2-B
<b>III</b>	3-C			
<b>IV</b>	4-D		3-D	
<b>V</b>	5-E			
<b>VI</b>	6-F	3-F	4-F	
<b>IV'</b>		4-D		
<b>I'</b>				3-A
<b>VI'</b>		5-F		4-F

**Quadro 14 - Grupos de trabalho**

Por fim, obteve-se a relação das atividades e relação das áreas representação esquematicamente a construção do re-*layout* proposto. (Figura 34).

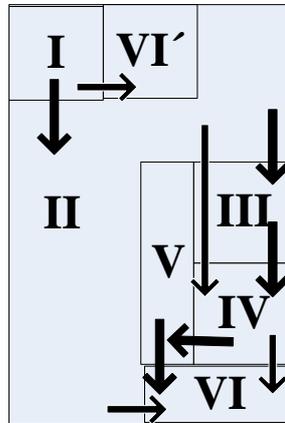


Figura 34: *Layout* Proposto

#### 4.8 Montagem dos *Templates* dos Centros de Produção

Para montagem do *templates* foi utilizada a metodologia proposta por Olivério (1985) que analisa o dimensionamento das seguintes áreas:

- a) Área para o equipamento: é o espaço para posicionamento do equipamento no layout, foram medidas diretamente as máquinas;
- b) Área para processo: é área necessária para executar as operações de processamento foi obtida a partir de análise do processo, análise da movimentação das máquinas, análise de preparação das máquinas;
- c) Área para o operador na operação: analisou os deslocamentos e movimentos do operador em conjunto com equipamento para efetuar a operação industrial;
- d) Área para acesso de operadores: analisou a entrada e saída do operador do centro de produção;
- e) Área para manutenção: observaram-se áreas para serviços de manutenção preventiva, corretiva e manutenções excepcionais;
- f) Área para acesso dos meios de transporte e movimentação: previu-se a área necessária para retirar e colocar material, a área de carga e descarga no centro de produção;

- g) Área para matéria prima não-processada e processada: para cálculo da matéria prima não processada considerou-se a máxima eficiência das máquinas e que em um *pallet* há capacidade de armazenar 1500 folhas. Utilizou-se a seguinte fórmula para calculo do estoque intermediário proposto por Olivério (1985):

$$Q(i, j) = C1*(j - i) - C2*(j - i) \quad (1)$$

Sendo que:

$Q(i, j)$  : é quantidade estocada no período  $i - j$ ;

$C1$  : produção da primeira operação;

$C2$  : produção da segunda operação;

$i - j$  : são os tempos;

**Tabela 7: Cálculo para matéria prima não processada.**

<b>Equipamento</b>	<b>Produção por hora</b>	<b>Tempo (h)</b>	<b>Estoque intermediário</b>	<b>Nº Pallets necessários</b>
Guilhotina	10000	1	10000	2
Máquina de Impressão	5000	1	5000	3
Plastificação	1600	1	3400	2
Corte e Vinco	1500	2	1400	1
Colagem	6000	1	3000	2
Embalagem	5000	0,5	3500	2

- h) Áreas para refugos, cavacos e resíduos: analisou-se a liberação de sobras, método de coleta, dimensão do depósito;
- i) Área para ferramentas, dispositivos, instrumentos: analisaram-se as dimensões ferramentais e método de ferramental e transporte;
- j) Área para atendimentos aos dispositivos legais: observaram-se os textos legais para adequação do layout.

Os *templates* são: Guilhotina (Apêndice A), Máquina de Impressão 1 (Apêndice B), Máquina de impressão 2 (Apêndice C), Plastificadora (Apêndice D), Corte e Vinco (Apêndice E), Coladeira (Apêndice F), Máquina de Verniz ( Apêndice G), Embalagem (Apêndice H), Acabamento (Apêndice I).

#### 4.9 Construção do Layout

Foi proposta à implantação de dois *layouts* que podem ser observados na (Figura 35) e (Figura 36)<sup>2</sup>.

A proposta do *Layout 1* (Figura 35) foi realizada obedecendo os critérios estabelecidos pela metodologia aplicada ,ou seja, foi construído o *layout* de acordo com o proposto pelo Diagrama De-Para, Método dos Elos e Carta de Processos Múltiplos. Foi levado em consideração principalmente o fluxo de processo, a redução de distâncias entre estoques intermediários e adequação do posto de trabalho.

Já em relação à proposta do *Layout 2* (Figura 36) procurou adequar o *layout* seguindo o fluxo do processo, porém com menores mudanças provocadas nos centros produtivos, portanto tentou-se evitar ao máximo mudanças nas instalações industriais, devido aumento de custos para implantação. Porém buscou-se atingir uma melhora no processo produtivo.

---

<sup>2</sup> Os *layouts* 1 e 2, com as cotas, encontram-se nos Apêndices L e M respectivamente.

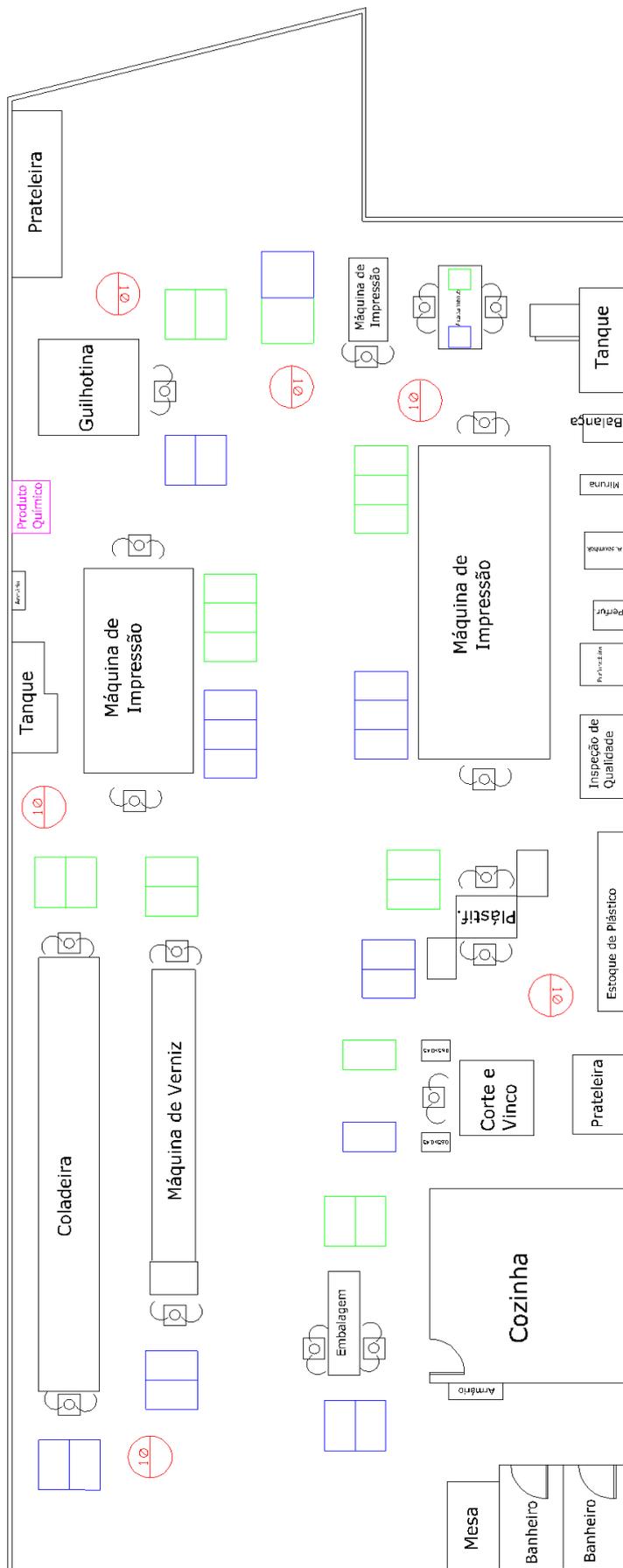


Figura 35: Proposta de mudança do layout 1.

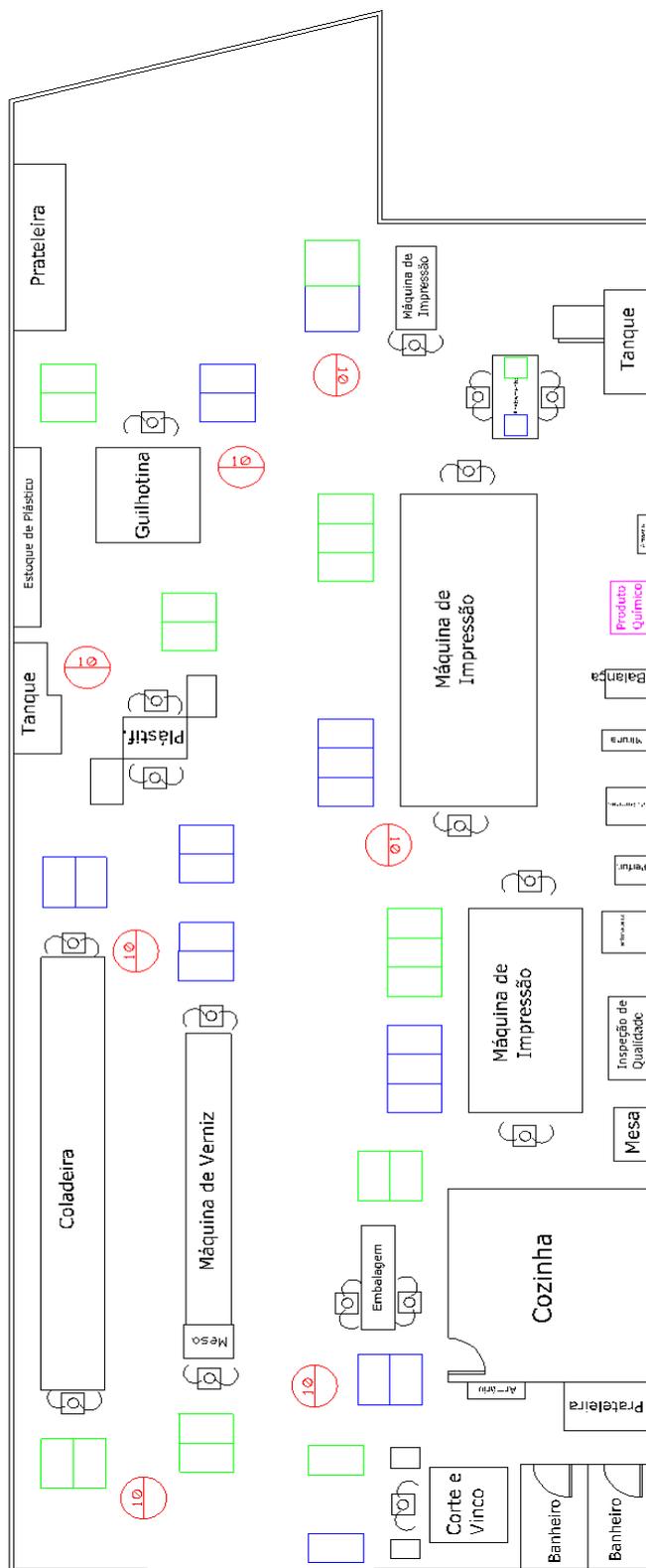


Figura 36: Proposta de mudança do layout 2.

#### 4.10 Resultados e Discussão

Crerios como distanciamento dos centros produtivos e custos puderam ser analisados. Observando que a proposta do *layout 1*, apresenta uma reduo de movimentao interna de 73,1% e que a proposta do *layout 2* apresenta uma reduo de movimentao interna de 62,8% em relao ao atual *layout*.

	DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)		
	LAYOUT ATUAL	LAYOUT 1 PROPOSTO	LAYOUT 2 PROPOSTO
<b>EMBALAGEM</b>			
Guilhotina - Máquina de Impressão	25	2,5	2
Máquina de Impressão - Plastificadora	6	1	9,5
Plastificadora - Corte e Vinco	18	0,5	13
Corte e Vinco - Coladeira	3,5	11	5
Coladeira - Embalagem	2,5	11	5
<b>Total Parcial</b>	<b>55</b>	<b>26</b>	<b>34,5</b>
<b>FOLDER</b>			
Guilhotina - Máquina de Impressão	17	1,5	1
Máquina de Impressão - Corte e Vinco	40	17,5	27
Corte e Vinco - Embalagem	28	0,6	9
<b>Total Parcial</b>	<b>85</b>	<b>19,6</b>	<b>37</b>
<b>ETIQUETA ADESIVA</b>			
Guilhotina - Máquina de Impressão	25	2,5	2
Máquina de Impressão - Acabamento	13	12	10,7
Acabamento - Corte e Vinco	25	2	0,5
Corte e Vinco - Embalagem	25	2	6
<b>Total Parcial</b>	<b>88</b>	<b>18,5</b>	<b>19,2</b>
<b>FOLHETO</b>			
Guilhotina - Máquina de Impressão	16	2,5	1,5
Máquina de Impressão - Guilhotina	12	0,5	1,5
Guilhotina - Embalagem	7	3,5	4
<b>Total Parcial</b>	<b>35</b>	<b>6,5</b>	<b>7</b>
<b>TOTAL</b>	<b>263</b>	<b>70,6</b>	<b>97,7</b>
<b>PORCENTAGEM DE REDUÇÃO</b>	100,0%	73,1%	62,8%

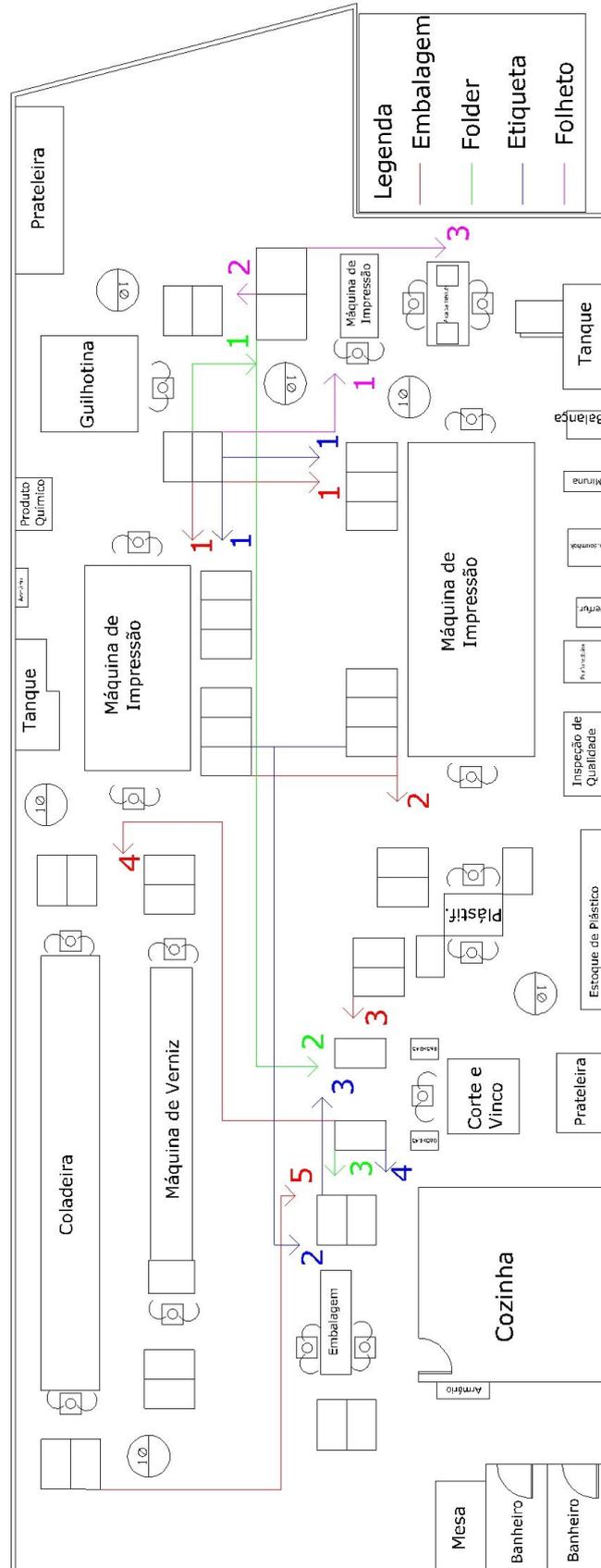
Quadro 15 - Análise das distâncias percorridas

Já relacionado a custos hora/funcionário pode-se observar a redução dos gastos com movimentação interna rearranjando a logística interna e desta forma reduzindo custos.

	DISTÂNCIA PERCORRI DA (m)	TEMPO DE MOVIMENTAÇÃO (s)	CUSTO HORA/FUNCIONÁRIO (R\$)
<b>LAYOUT ATUAL</b>			
Embalagem	55	550	2,75
<i>Folder</i>	85	850	4,25
Etiqueta Adesiva	88	880	4,40
Folheto	35	350	1,75
<b>TOTAL</b>	<b>263</b>	<b>2630</b>	<b>13,15</b>
<b>LAYOUT PROPOSTO 1</b>			
Embalagem	26	260	1,30
<i>Folder</i>	19,6	196	0,98
Etiqueta Adesiva	18,5	185	0,93
Folheto	6,5	65	0,33
<b>TOTAL</b>	<b>70,6</b>	<b>706</b>	<b>3,53</b>
<b>LAYOUT PROPOSTO 2</b>			
Embalagem	34,5	345	1,73
<i>Folder</i>	37	370	1,85
Etiqueta Adesiva	19,2	192	0,96
Folheto	7	70	0,35
<b>TOTAL</b>	<b>97,7</b>	<b>977</b>	<b>4,89</b>

Quadro 16 - Análise custo do funcionário em relação movimentação

Em relação ao fluxo do processo constatou-se uma melhora considerável obedecendo ao fluxo de produção, além de permitir uma melhor movimentação com redução espaços percorridos que pode ser observado nas Figuras 37 e 38.



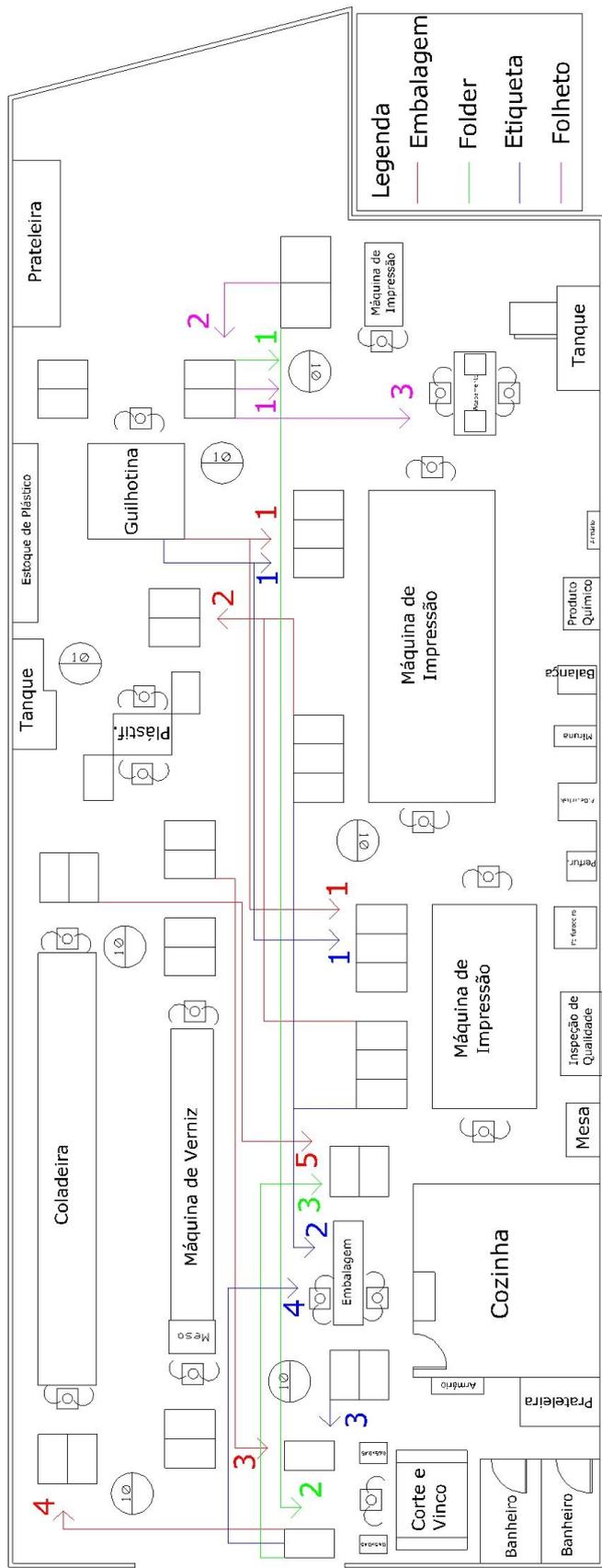


Figura 38: Fluxo do Layout 2

#### 4.11 Considerações Finais

Foram sugeridas duas propostas de melhoria para *layout* atual entre estas melhorias nota-se que (*Layout 1*) apresenta uma situação ideal reduzindo distâncias e adequando melhor a logística interna, porém se comparado ao (*Layout 2*) este propõe menos mudanças físicas das instalações industriais e de posicionamento.

Outro aspecto observado foi que na indústria gráfica utilizam-se produtos químicos como: solvente, tinta, combustível, 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, fato este proposto nas duas propostas de *layout*, através da delimitação espaço reservado para mesmos.

Durante a realização do questionário foi observado que temperatura é muito alta provocando certo desconforto para realização do trabalho e mesmo queda na qualidade de impressão, para este problema é sugerida a instalação de alguns ventiladores.

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

## 5 CONCLUSÃO

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 melhor a logística interna. Delimitaram-se os estoques intermediários além de estabelecer a área e disposição necessária aos mesmos.

Em relação às propostas de layout há uma significativa redução de distâncias entre centros produtivos, fato este que contribuiria para redução de custo, além de melhorar qualidade dos produtos, diminuiria o tempo de fabricação, melhoraria a eficiência dos funcionários, desobstruiria os corredores.

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.

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

## REFERÊNCIAS

- BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais edistribuição 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 instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC controle da qualidade total: (no estilo japonês)**. 2.ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo: Atlas, 2001.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- CURY, Antony. **Organização & Métodos**. São Paulo: Atlas, 2000.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda . **Novo dicionário aurélio da língua portuguesa**. 3. ed. rev. atual. Curitiba: Positivo, 2004.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- DORNIER, P.-P. et alli. **Logística e operações globais**. São Paulo: Atlas, 2000.
- FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati (org.). **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo, Atlas, 2000. (Coleção COPPEAD de Administração).
- LACKSONEN, T.; HUNG, C. **Project scheduling algorithms for re-layout projects**. IIE Transactions, v.30, p.91-99, 1998.

MARTINS, Petrônio. G; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2ª edição São Paulo: Saraiva, 2005.

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 Aiub Hijjar e Miguel de Simoni. São Paulo, Edgard Blücher, 1978.

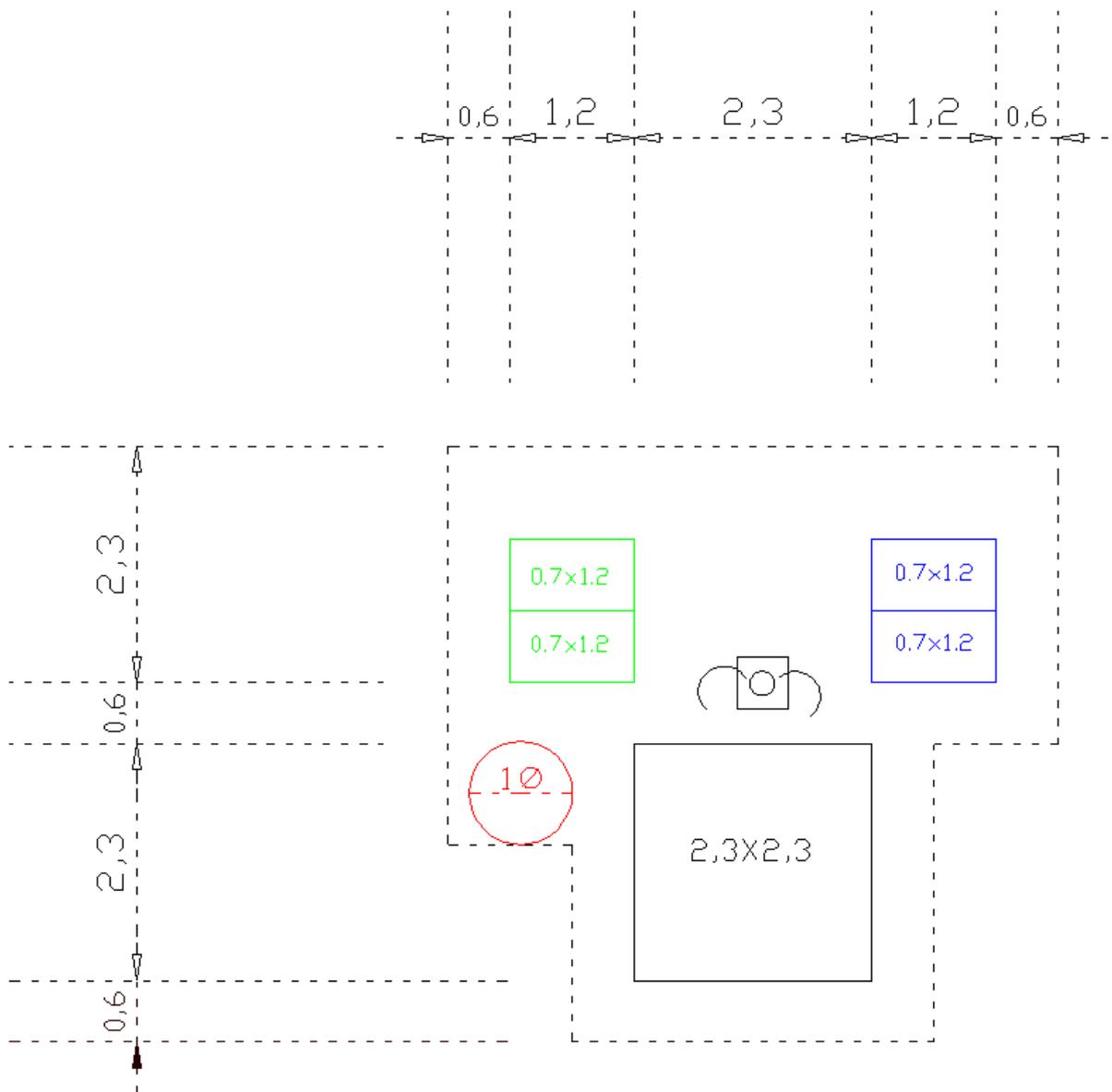
OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais**. 1ª. Edição. São Paulo. IBLC, 1985.

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

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

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

## **APÊNDICE A – TEMPLATE: GUILHOTINA**



### LEGENDA



Área para refugio

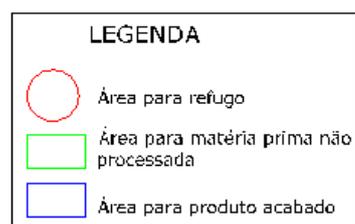
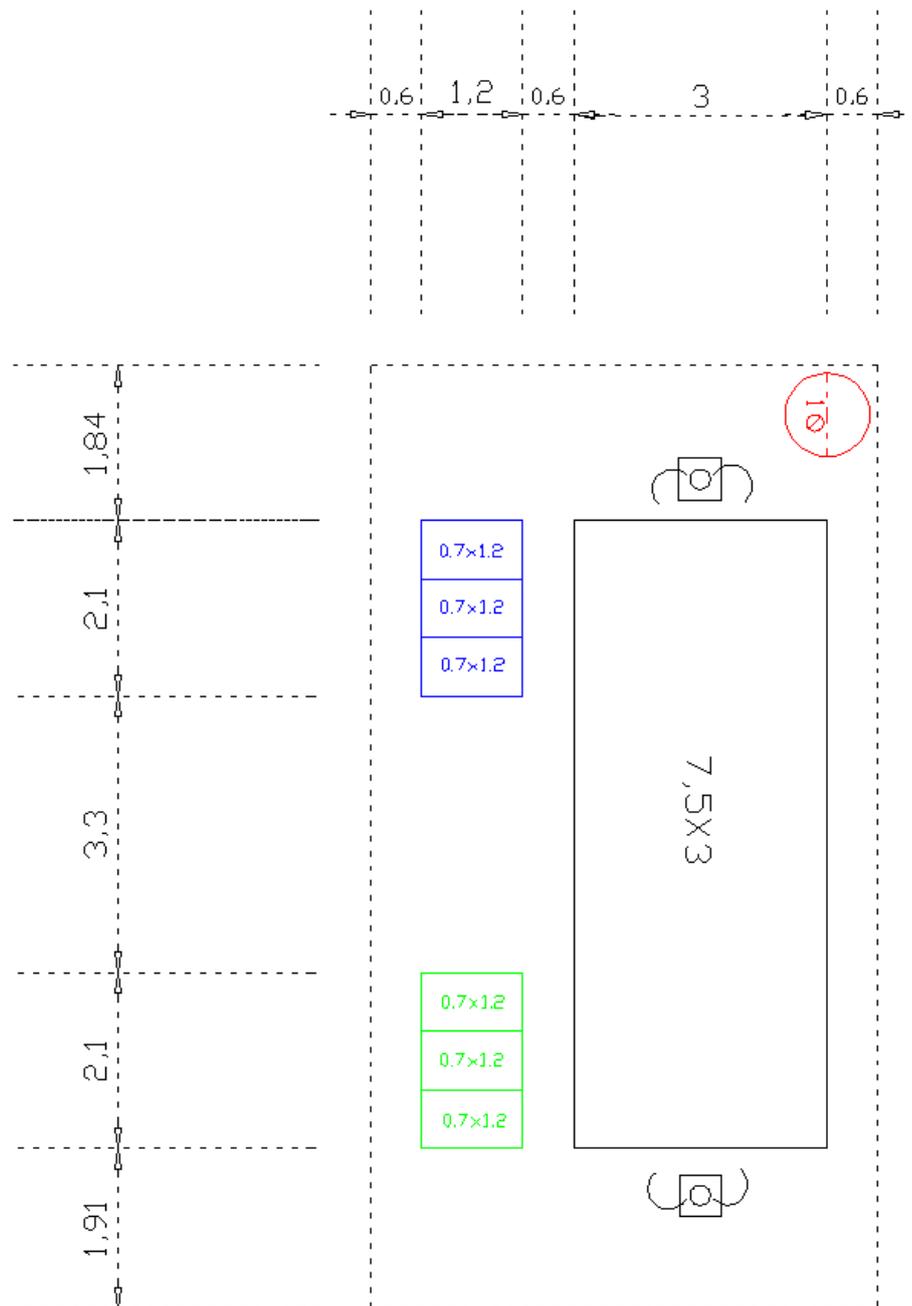


Área para matéria prima não processada

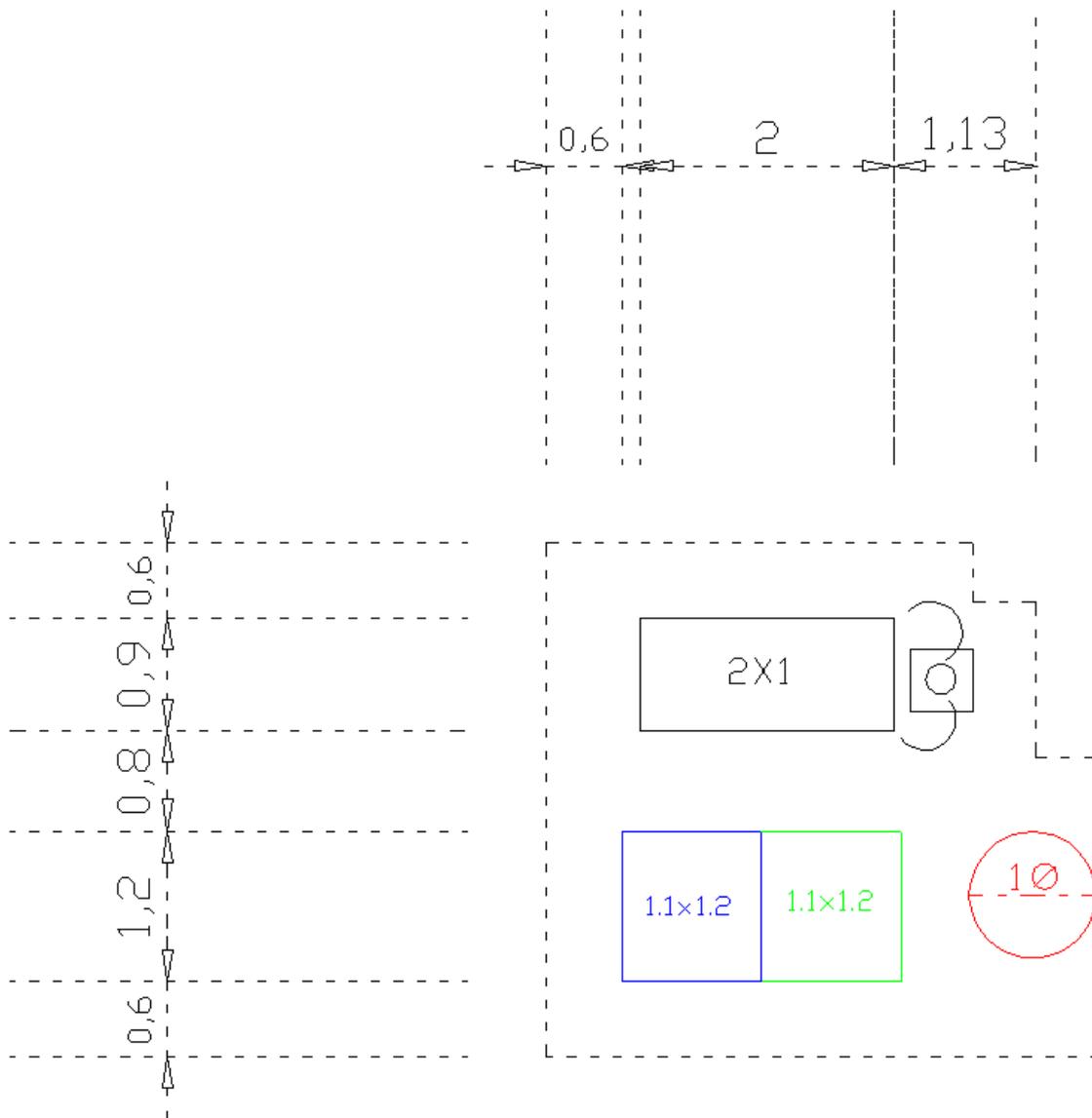


Área para produto acabado

## **APÊNDICE B – TEMPLATE: MÁQUINA DE IMPRESSÃO I**



**APÊNDICE C – *TEMPLATE*: MÁQUINA DE IMPRESSÃO II**



### LEGENDA



Área para refugo

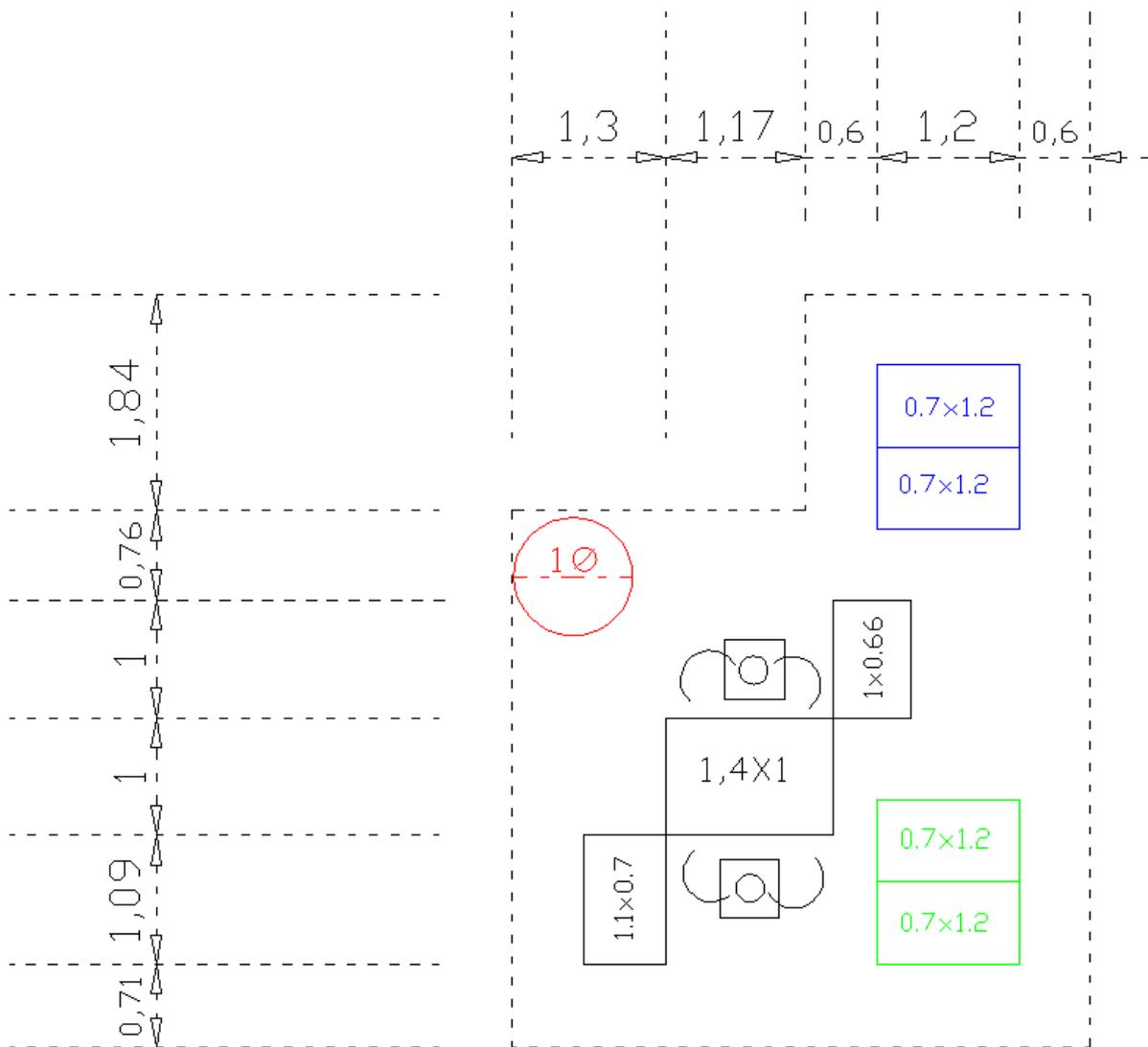


Área para matéria prima não processada

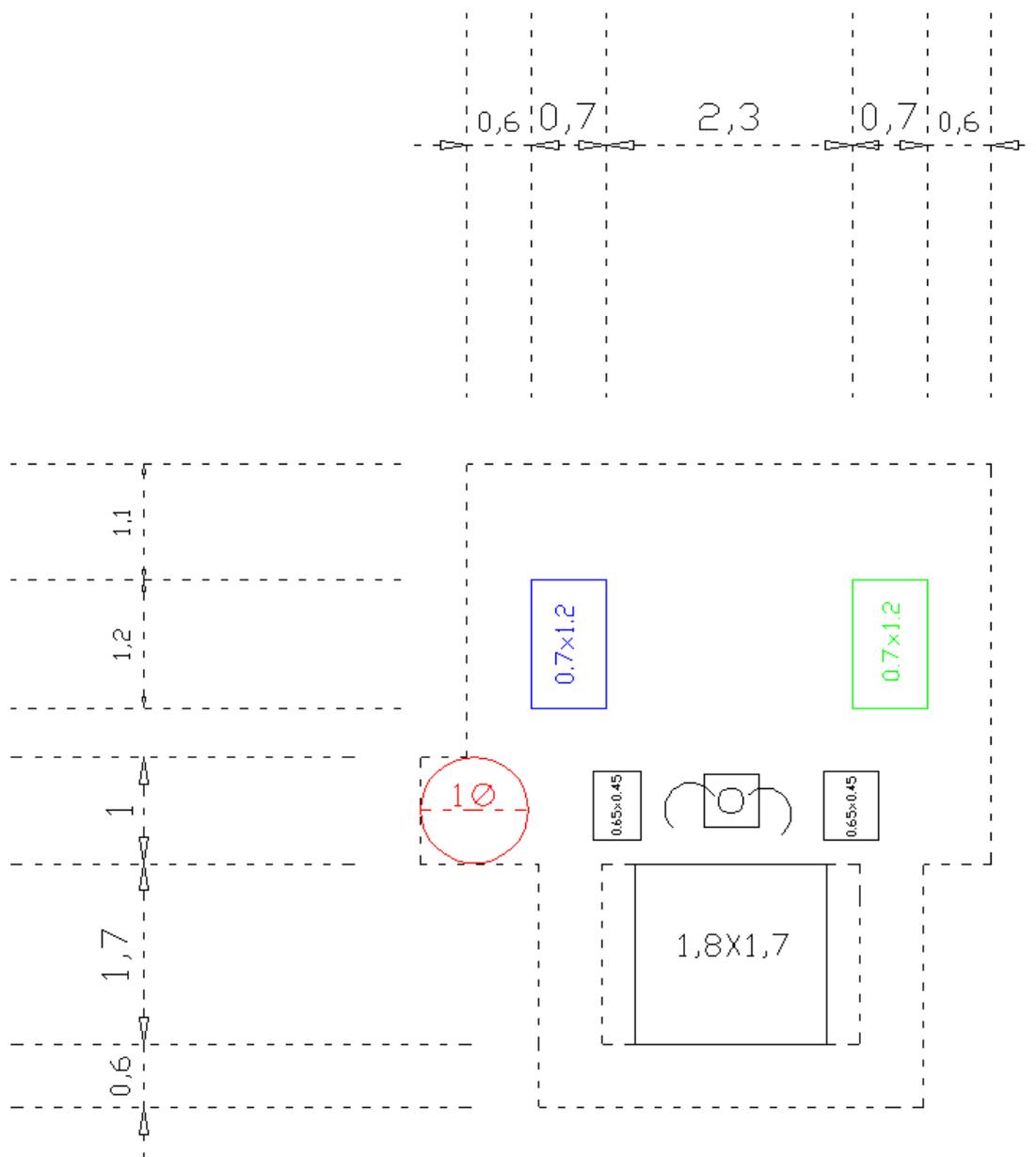


Área para produto acabado

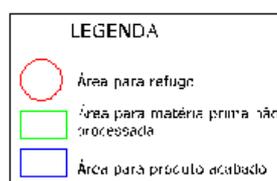
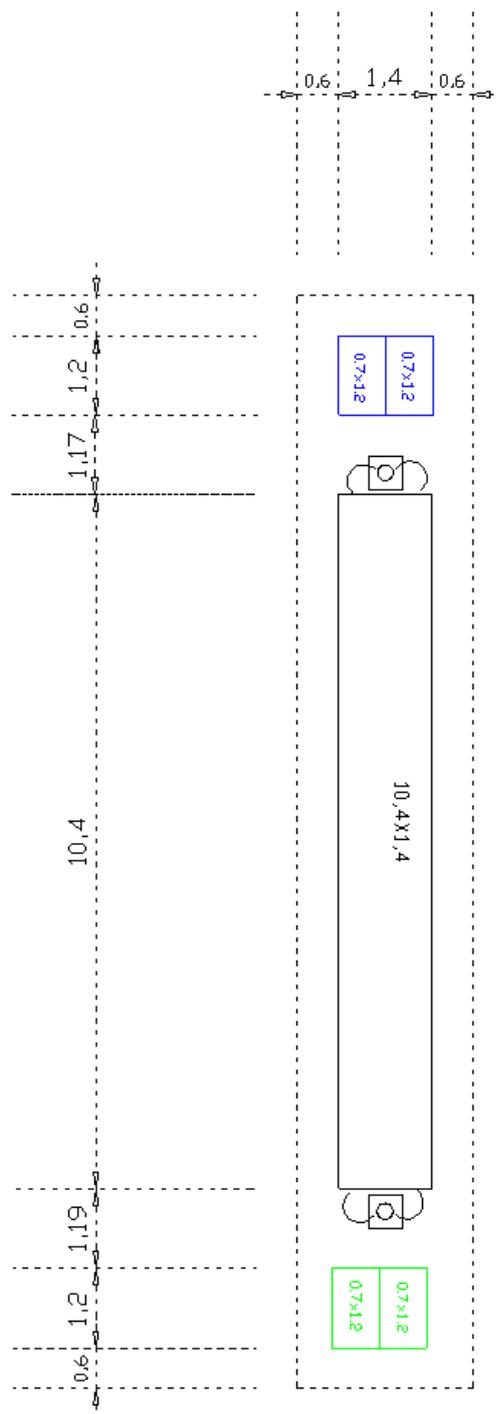
**APÊNDICE D – *TEMPLATE*: PLASTIFICADORA**



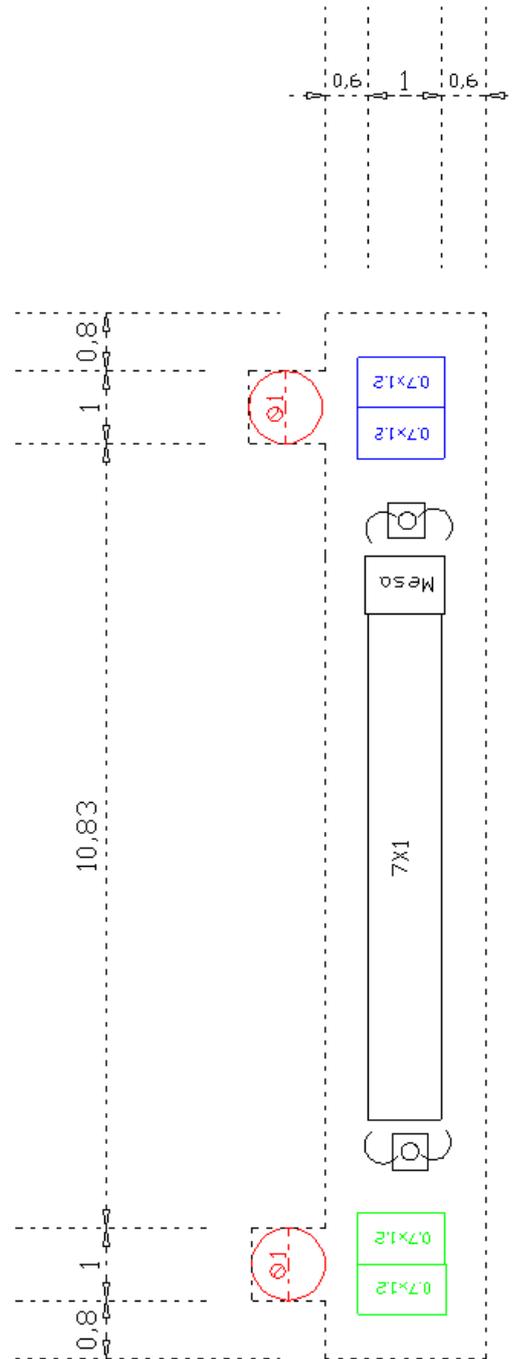
**APÊNDICE E – *TEMPLATE*: CORTE E VINCO**



**APÊNDICE F – *TEMPLATE*: COLADEIRA**



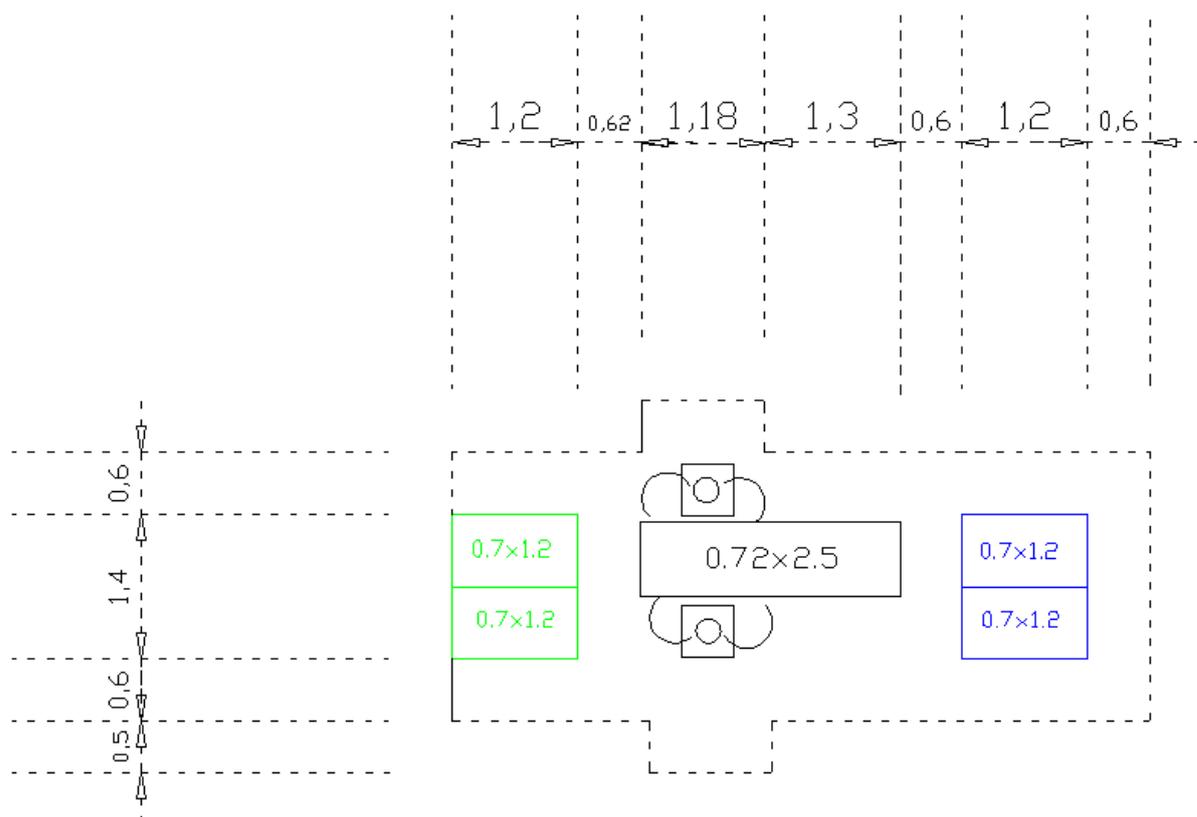
**APÊNDICE G – *TEMPLATE*: MÁQUINA DE VERNIZ**



**LEGENDA**

-  Área para refugo
-  Área para matéria prima não processada
-  Área para produto acabado

**APÊNDICE H – *TEMPLATE*: EMBALAGEM I**



### LEGENDA



Área para refugio

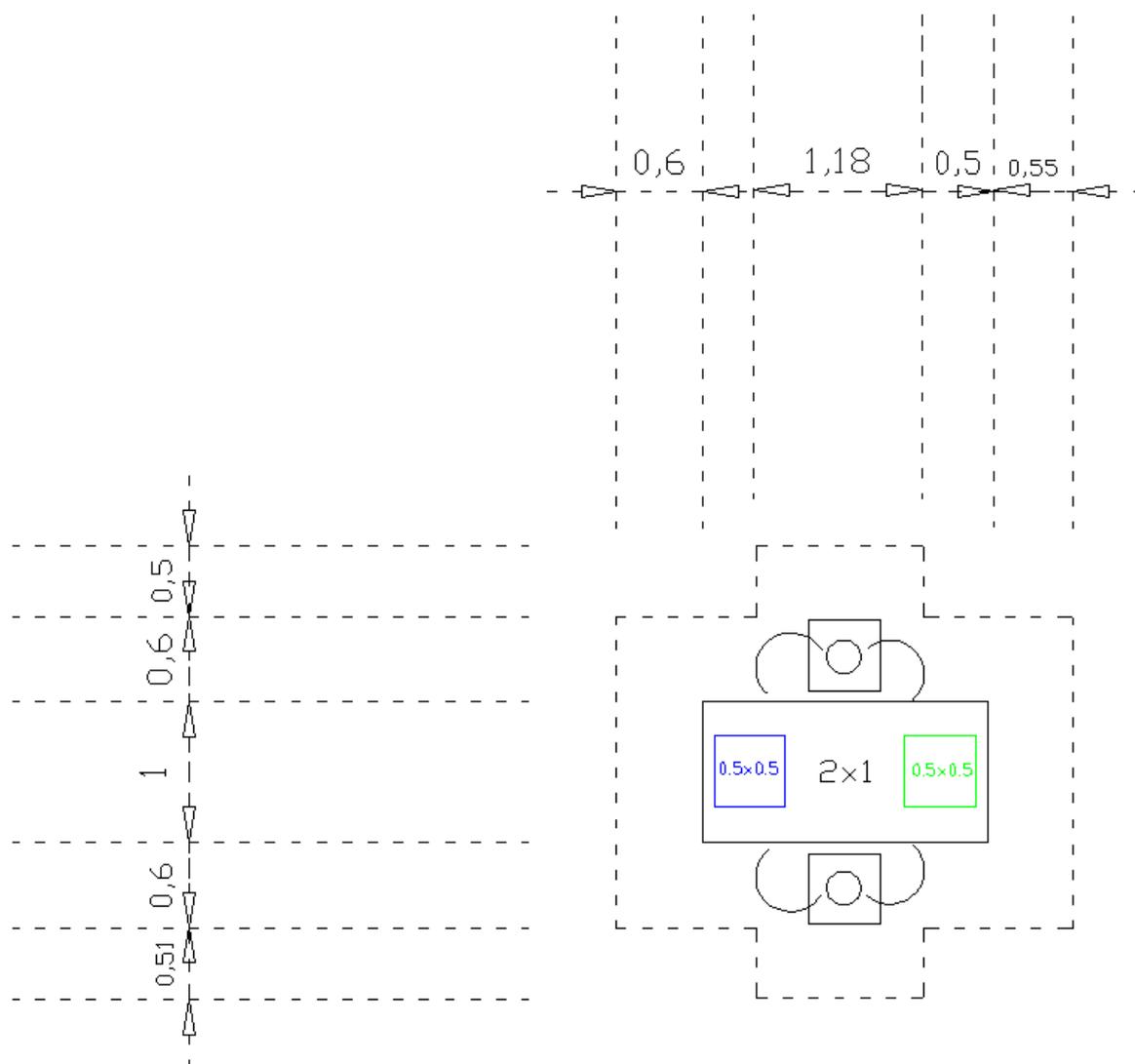


Área para matéria prima não processada



Área para produto acabado

**APÊNDICE I – *TEMPLATE*: EMBALAGEM II**



### LEGENDA



Área para refugo



Área para matéria prima não processada



Área para produto acabado

## **APÊNDICE J – PLANTA BAIXA/COTAS**



**APÊNDICE K – *LAYOUT* 1 PROPOSTO/COTAS**



**APÊNDICE L – *LAYOUT 2* PROPOSTO/COTAS**



**Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção  
Av. Colombo 5790, Maringá-PR  
CEP 87020-900  
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**