

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE E MELHORIA DE LAYOUT DE PROCESSO  
NA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE COURO**

**Fabiano André Trein**

**Porto Alegre, 2001**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE E MELHORIA DE LAYOUT DE PROCESSO  
NA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE COURO**

**Fabiano André Trein**

**Orientador: Professor Dr. Fernando Gonçalves Amaral**

**Banca Examinadora:**

**Profa. Dra. Carla ten Caten**

**Prof. Dr. Leonardo Rocha de Oliveira**

**Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel**

**Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia  
apresentado ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção como  
requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade  
Profissionalizante**

**Porto Alegre, 2001**

**Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

---

**Prof. Dr. Fernando Gonçalves Amaral**

Orientador

Escola de Engenharia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

**Prof<sup>a</sup>. Helena Beatriz Bettella Cybis**

***Coordenadora***

***Mestrado Profissionalizante em Engenharia***

***Escola de Engenharia***

***Universidade Federal do Rio Grande do Sul***

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Carla ten Caten**

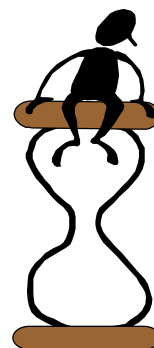
PPGEP/UFRGS

**Prof. Leonardo Rocha de Oliveira**

PPGEP/UFRGS

**Prof. Ricardo Augusto Cassel**

UNISINOS



*“Quando se tem muito tempo para começar um trabalho, o primeiro esforço é mínimo. Quando o tempo se reduz a zero, o esforço beira as raias do infinito. Se não existissem os últimos minutos, nada nesse mundo seria realizado”.*

*Murphy*

*“Viva cada dia ao máximo.  
Extraia o máximo de cada hora, cada dia, cada estágio da vida.  
Então você pode olhar pra frente com confiança e para trás sem remorços.  
Seja você – mas o melhor que você pode ser.*

*Ouse ser diferente – e seguir a sua estrela.  
Não tenha medo de ser feliz – e apreciar o que é belo.  
Ame com todo o seu coração, toda sua alma.  
Acredite – aqueles que você ama, também amam você.*

*E quando um desafio exigir a sua ação,  
tome sua decisão tão sabiamente quanto possível – e depois, esqueça.  
O momento da absoluta certeza nunca chega.  
E, acima de tudo, lembre-se de que Deus ajuda àqueles que se ajudam.*

*Aja como se tudo dependesse de você,  
e reze como se tudo dependesse de Deus.”*

## **AGRADEÇO ...**

... aos colegas e amigos da Divisão Dana de Juntas – Victor Reinz do Brasil, pelo companheirismo, trabalho em grupo e lições de humildade;

... à Dana Corporation, pelo apoio financeiro, sem o qual tornaria ainda mais árdua essa tarefa;

... ao meu gerente de planta e grande amigo, Frederico Jorge Vucetic, exemplo de persistência, determinação e avidez pela perfeição;

... ao pessoal do Curtume Berghan Ltda pela oportunidade de realização deste projeto e pela descoberta da real personalidade das pessoas;

... ao professor Dr. Fernando Gonçalves Amaral, mais do que pela sua brilhante orientação, pela paciência, compreensão e amizade;

... ao professor Luís Henrique Rodrigues e demais professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção pela iniciativa pioneira no Mestrado Profissional;

... aos colegas Evandro Braido, Romildo Rizzi, Andrei Morgado, Leonardo Pierozan e Elóide Pavoni pela amizade e alegre convivência ao longo do mestrado;

... aos meus pais Milton e Noeli, pelo incentivo e apoio em toda a vida acadêmica;

... à Deus, pelo dom da vida e do tempo;

... por último, mas de importância ímpar, à minha esposa Ana Cláudia pelo seu amor, carinho companhia e confiança; exemplo de luta, determinação e paixão pelo trabalho.

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>

### **CAPÍTULO I**

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO .....	3
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO .....	4
1.3 ETAPAS DE TRABALHO .....	5
1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	6
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	7

### **CAPÍTULO II**

<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE <i>LAYOUT</i> .....	9
2.2 PLANEJAMENTO DE <i>LAYOUT</i> .....	12
<b>2.2.1 O impacto da mudança .....</b>	<b>15</b>
2.3 TIPOS BÁSICOS DE <i>LAYOUT</i> .....	16
<b>2.3.1 <i>Layout</i> funcional ou por processo .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.2 <i>Layout</i> em linha .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.3 <i>Layout</i> celular .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.4 <i>Layout</i> fixo .....</b>	<b>23</b>
2.4 CRITÉRIOS DE PERFORMANCE .....	25
2.5 METODOLOGIA DE <i>RE-LAYOUT</i> .....	27

<b>2.5.1 Modelando layouts de processo .....</b>	<b>28</b>
2.5.1.1 Coleta de informações .....	29
2.5.1.2 Desenvolvimento de um diagrama de blocos .....	30
2.5.1.3 Modelagem de um <i>layout</i> detalhado .....	30
<b>2.6 PROCEDIMENTOS PARA O PLANEJAMENTO DE LAYOUT .....</b>	<b>31</b>
<b>2.6.1 Técnicas gráficas sistemáticas .....</b>	<b>32</b>
2.6.1.1 Diagramação das rotinas .....	32
2.6.1.2 Análise da tabela de rotinas.....	32
2.6.1.3 Planejamento Sistemático de <i>Layout</i> (SLP) .....	32
<b>2.6.2 Algoritmos heurísticos .....</b>	<b>34</b>
<b>2.7 ADAPTANDO PARA A MUDANÇA E PLANEJANDO PARA A</b>	
<b>REORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>2.8 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE LAYOUT .....</b>	<b>38</b>
<b>2.9 IDENTIFICAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL – COURO .....</b>	<b>39</b>
<b>2.9.1 O couro através dos tempos .....</b>	<b>39</b>
<b>2.9.2 Histórico da indústria dos curtumes .....</b>	<b>40</b>
<b>2.9.3 A indústria de curtumes no Brasil .....</b>	<b>42</b>
<b>2.9.4 A indústria de curtumes no Rio Grande do Sul .....</b>	<b>42</b>
<b>2.9.5 A indústria do couro atual .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>48</b>
3.1 IDENTIFICAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL .....	49
3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DA INDÚSTRIA DO COURO .....	49
<b>3.2.1 Ribeira .....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2 Curtimento .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.3 Preparação do <i>wet-blue</i> / <i>atanado</i> .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.4 Recurtimento .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.5 Secagem .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.6 Pré-acabamento .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.7 Acabamento .....</b>	<b>53</b>
3.3 ESTUDO DE CASO .....	54
<b>3.3.1 Histórico da empresa .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3.2 Projeto Piloto .....</b>	<b>56</b>



<b>Fase I – Preparação .....</b>	<b>57</b>
3.3.2.1 Escolha da área piloto .....	57
3.3.2.2 Formação do time .....	57
3.3.2.3 Definição dos objetivos .....	58
3.3.2.4 Implementação de técnicas de suporte .....	58
<b>Fase II – Definição .....</b>	<b>59</b>
3.3.2.5 Escolha dos métodos de agrupamento .....	59
3.3.2.6 Coleta de dados .....	59
3.3.2.7 Agrupamento .....	74
3.3.2.8 Dimensionamento .....	77
3.3.2.9 Montagem do Diagrama de Blocos .....	84
3.3.2.10 Desenho do <i>layout</i> com sistemas de movimentação .....	86
<b>Fase III – Instalação .....</b>	<b>86</b>
<b>3.3.3 Avaliação das alternativas de <i>layout</i> .....</b>	<b>87</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>92</b>
4.1 CONCLUSÕES .....	92
4.2 AVALIAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO .....	94
4.3 PROJETOS E TRABALHOS FUTUROS .....	95
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	96
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO I –<i>LAYOUT</i> ATUAL DO CURTUME BERGHAN LTDA .....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO II – <i>LAYOUT</i> DO SETOR DE SECAGEM .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO III – EXEMPLO DE ROTEIROS DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO IV – DIAGRAMA DE ROTINA .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO V - DIAGRAMA DE RELAÇÕES (REL) DA SECAGEM E SETORES ADJACENTES .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO VI - AJUSTE DA OPÇÃO 3 AO PRÉDIO DA SECAGEM .....</b>	<b>119</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – Localização relativa idêntica e localização absoluta diferente .....	14
FIGURA 2.2 – Tipos de <i>layout</i> : volume versus variedade .....	17
FIGURA 2.3 – Exemplo de <i>layout</i> de processo .....	18
FIGURA 2.4 – Exemplo de <i>layout</i> em linha .....	21
FIGURA 2.5 – Exemplo de <i>layout</i> celular .....	23
FIGURA 2.6 – Exemplo de <i>layout</i> fixo .....	25
FIGURA 2.7 – Metodologia de <i>re-layout</i> .....	29
FIGURA 2.8 – Procedimento do Planejamento Sistemático de <i>Layout</i> (SLP) .....	35
FIGURA 2.9 – Fluxo em linha com fluxos em “U”, “I” e “S” .....	37
FIGURA 2.10 – <i>Layout</i> após a expansão e contração em alguns setores .....	38
FIGURA 3.1 – Etapas da abordagem desenvolvida .....	49
FIGURA 3.2 – Cavaletes e mesas de transporte .....	61
FIGURA 3.3 – Diagrama de Blocos – Opção 1 .....	85
FIGURA 3.4 – Diagrama de Blocos – Opção 2 .....	85
FIGURA 3.5 – Diagrama de Blocos – Opção 3 .....	86

## LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 – Produção 2000 por artigos – Curtume Berghan Ltda (em m <sup>2</sup> de couro)..	<b>63</b>
TABELA 3.2 – Utilização dos postos de trabalho (em m <sup>2</sup> de couro/ ano) .....	<b>66</b>
TABELA 3.3 – Tabela condensada de utilização dos postos de trabalho (em m <sup>2</sup> de couro/ ano) .....	<b>67</b>
TABELA 3.4 – Tabela condensada de utilização dos setores adjacentes (em m <sup>2</sup> de couro/ ano) .....	<b>68</b>
TABELA 3.5 – Diagrama de Movimento da Secagem (em m <sup>2</sup> de couro/ ano) .....	<b>70</b>
TABELA 3.6 – Diagrama de Movimento dos Setores Adjacentes (em m <sup>2</sup> de couro/ ano) .....	<b>71</b>
TABELA 3.7 – Diagrama Reduzido de Movimento (em m <sup>2</sup> de couro/ ano) .....	<b>72</b>
TABELA 3.8 – Preparação para o Diagrama de Relações .....	<b>75</b>
TABELA 3.9 – Preparação dos setores Adjacentes para o Diagrama de Relações .....	<b>76</b>
TABELA 3.10 – Escala de valores .....	<b>77</b>
TABELA 3.11 – Áreas mínimas necessárias dos postos de trabalho na Secagem .....	<b>78</b>
TABELA 3.12 – Tabela de equivalência .....	<b>79</b>
TABELA 3.13 – Critérios de escolha do segundo posto de trabalho .....	<b>80</b>
TABELA 3.14 – Critérios de escolha do terceiro posto de trabalho .....	<b>81</b>
TABELA 3.15 – Critérios de escolha do quarto posto de trabalho .....	<b>82</b>
TABELA 3.16 – Ordem de disposição dos demais postos de trabalho .....	<b>83</b>
TABELA 3.17 – Ordem de disposição final dos postos de trabalho .....	<b>84</b>
TABELA 3.18 – Valores numéricos para os níveis de relacionamento .....	<b>87</b>
TABELA 3.19 – Distâncias reais e escalonadas .....	<b>88</b>
TABELA 3.20 – Aplicação do Método “Score” aos Diagramas de Blocos .....	<b>89</b>
TABELA 3.21 – Aplicação do Método “Score” à Opção 3 e ao <i>Layout</i> Atual .....	<b>90</b>

## RESUMO

A aplicação de técnicas de estudo de sistemas em ambientes industriais com grande concorrência, é cada vez mais significativa devido às modificações e flexibilidade de produção exigidas. A aplicação de técnicas de análise e ajustes de *layouts* são algumas destas técnicas que podem trazer resultados competitivos positivos.

O presente trabalho descreve os tipos de *layouts* existentes, com suas aplicações, vantagens e desvantagens com a finalidade de analisar e propor melhorias em *layouts* de processo na indústria coureira. O trabalho enfoca ainda os principais pontos a serem considerados quando da criação de um novo *layout* ou do ajuste e/ou melhoria de um existente.

Para tal, foi realizado um estudo de caso utilizando a técnica de Melhoria de *Layout* de Silveira (1998), com a aplicação do Planejamento Sistemático de *Layout* em um *layout* de processo do setor da Secagem, característico em uma indústria beneficiadora de couro.

Os resultados obtidos traduzem o re-arranjo de seus postos de trabalho com redução do fluxo de material de acordo com a aproximação de postos com relações de afinidade. Essa alteração possibilitou uma melhor organização espacial dos postos de trabalho e um melhor controle da produção, através da separação natural dos lotes. A metodologia adotada pode ser utilizada como ferramenta de melhoria nos demais setores, tanto da própria empresa, como do mercado coureiro em geral.

## **ABSTRACT**

The application of techniques for system studies in industrial processes is more often than the past because of the changes and production flexibility that the present market requires. The application of layout improvement and analysis techniques are one of these ways that can improve and increase the results.

This text makes a description of the several types of layout, with their applications, advantages and disadvantages with the intention to analyze and to promote improvements in process layouts in a leather tannery plant. It also focus on the main points to be consider when a new layout is created or a current layout is improved.

A case study was developed using the Layout Improvement Technique of Silveira (1998) applying the Systematic Layout Planning in a process layout of the Dry Department, typically in a leather factory.

The results obtained sign the relayout of the workstations with material flow reduction in according to proximate stations with relationship. This improvement has reached a better space disposal of the workstations and a better production control through the natural batch separation. The methodology that was adopted can also be used as an improvement technique in the other departments, as well as in other tannery plants.

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

O mundo vem presenciando a criação de blocos econômicos que visam a facilitação de negociações entre países. Mais do que nunca, as distâncias existentes entre uma parte e outra do nosso planeta não são mais restrições para a realização de negócios. Esta corrida capitalista vem fazendo com que as empresas cada vez mais procurem se sobressair e atender melhor os seus clientes, buscando obter seus nichos de mercado evitando que seus concorrentes as ultrapassem. Este fato acarreta em um cenário onde ocorrem novas mudanças visando a satisfação do cliente e posicionamento estratégico no mercado.

Para sobreviver neste mercado competitivo é preciso superar os concorrentes, como nos mostra o conceito de *marketing*:

“... a chave para atingir os objetivos da organização consiste em determinar as necessidades e os desejos dos mercados-alvo e satisfazê-los mais eficaz e eficientemente do que os concorrentes.”  
(Kotler, 1993)

A força de uma vantagem competitiva baseada na qualidade superior dos produtos começou a declinar, à medida que um número cada vez maior de empresas começou a melhorar a qualidade de seus produtos, segundo Cassel (1996). É notório que a globalização

da economia tem levado a uma corrida contra o tempo, na intenção de vencer o desafio da necessidade de modificar o quadro mundial de produção de bens de consumo, sob pena de perder mercado.

De acordo com Cassel (1996), cada vez mais, técnicas avançadas vêm sendo desenvolvidas, com o intuito de otimizar a produção com garantia da qualidade, a menores custos, alta produtividade e com alta flexibilidade obtida com uma produção com lotes menores, com trocas rápidas de ferramentas, com tempos de ciclo mais curtos, gerando cada vez mais respostas rápidas e objetivas. Infelizmente, a maioria destas soluções incorrerá em aumentos de custos de produção e diminuição da diferenciação dos produtos. Assim, para ser flexível e manter a vantagem competitiva, o processo de manufatura pode ser a própria peça a ser alterada.

Estratégias modernas para obtenção de flexibilidade utilizam sistema de manufatura integrado e automatizado. No entanto, esta solução não é viável para empresas com falta de capital ou conhecimento para a sua implementação. A maioria das empresas precisa de soluções menos onerosas e complexas que também venham a trazer maior flexibilidade em suas operações de manufatura.

Essa nova postura dinâmica do mercado, em grande parte causada pela visão de várias companhias em diversificar seus centros de consumo buscando globalizar seus mercados, fez com que empresas começassem a se preocupar com perdas decorrentes dos seus processos produtivos. Destaca-se entre estas, o desperdício de matéria-prima, produção em excesso, formação de estoques intermediários, retrabalho, mas principalmente as perdas decorrentes de movimentações desnecessárias devido a um *layout* mal ajustado e inadequado.

As técnicas de análise e melhoria de *layout* estão cada vez mais sendo empregadas no mercado mundial no intuito de otimizar processos produtivos, minimizando os investimentos necessários.

Segundo Santos e Araújo (1999), cerca de 75% das peças produzidas nas indústrias metalúrgicas são em lotes menores que 50 peças, sendo que existe a tendência de aumentar a diversificação de peças e produtos, aumentando a necessidade de novas técnicas de planejamento da produção. Constata-se ainda, que cerca de 95% do tempo gasto para produzir uma peça é resultado de movimento de material pela fábrica e espera junto à máquina. Além disso, o conjunto de peças é desordenado e o planejamento de processos se torna uma tarefa onde filas são formadas durante o processo produtivo, devido a gargalos.

Desta forma, o *layout* tem relevante importância em relação à produção, de forma que o seu projeto pode gerar perdas por excesso de operações, deslocamentos desnecessários e ineficiência produtiva. A sua correta análise e dimensionamento pode aumentar a flexibilidade e a produtividade da produção. Portanto, de acordo com as características e vantagens explicitadas anteriormente, este trabalho versa sobre a aplicação de técnicas de análise e melhoria de *layout* em um setor industrial específico do estado do Rio Grande do Sul.

## 1.1 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A análise e as melhorias de *layout* permitem reduzir o tempo de processo e a movimentação da matéria-prima dentro do processo produtivo, de forma que o fluxo da produção transcorra de forma mais linear possível sem grandes e desnecessários deslocamentos.

As análises de *layout* podem otimizar a produção com nenhuma ou pouca alteração de processo, com baixo investimento e redução de pessoal e atividades secundárias. O estudo de *layout* possui várias possíveis aplicações, tanto em ambientes industriais, os conhecidos “chão-de-fábrica”, como nas áreas de apoio à produção (escritórios, manutenção, etc.), com benefícios aos seus usuários.

As análises e os ajustes de *layout* são ferramentas que poderiam ser utilizadas para aumentar a flexibilidade e melhorar a eficiência e a produtividade da produção. Segundo Cassel (1996), o avanço tecnológico não implica, necessariamente, na aquisição de máquinas mais modernas e mais automatizadas, necessitando menos mão de obra.

Optou-se pelo ramo coureiro, mais especificamente empresas curtumeiras gaúchas. Esta escolha foi feita, com base nos seguintes fatores, de acordo com Cassel (1996):

### ***Importância econômica***

- o mercado coureiro é um dos mais competitivos do Rio Grande do Sul, sendo que esse setor brasileiro gerou um saldo positivo na Balança Comercial de US\$ 569.820.990 no ano de 1997; (Boletim do Couro - ABICOURO, 1998)



### ***Geográfico***

- a maioria das empresas curtumeiras estão situadas no Vale do Rio dos Sinos, região onde foi realizado o trabalho;

### ***Organizacional***

- o setor coureiro está partindo para a padronização de processos, com dados disponíveis e estruturados, sobre fluxos de produção, ordens de serviço e resultados de produção;

### ***De acesso***

- o acesso ao processo produtivo escolhido e o contato com operadores e possibilidades de modificações industriais;

### ***Aspectos ligados à concorrência***

- as empresas do setor estão procurando alternativas rápidas e baratas para baixar seu custo de produção, aumentando sua competitividade junto às empresas calçadistas e produtoras de artefatos nacionais e internacionais;

## **1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO**

Este estudo tem como objetivo principal analisar e propor melhorias no *layout* em um processo produtivo da indústria coureira, de forma a otimizar o fluxo produtivo, minimizando o custo de produção e investimentos.

Devido ao comprovado sucesso da aplicação dessas técnicas no setor metal-mecânico, decidiu-se aplicá-la em um outro setor específico e fazer o estudo em função deste tipo de atividade, no caso, a indústria de beneficiamento de couros.

Para alcançar este objetivo, ter-se-á de buscar, também, alguns objetivos secundários como:

- realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema de análise e técnicas de melhoria em *layouts* de produção;
- realizar um estudo de caso em uma empresa do setor, buscando informações sobre o processo produtivo do setor coureiro identificando o tipo de *layout* típico e suas características;
- aplicar técnicas de Planejamento Sistemático de *Layout* e propor melhoria do *layout* estudado, verificando ao final, a eficiência e a consistência da alteração proposta;
- avaliar o potencial de otimizações de *layout* no setor coureiro e suas possíveis aplicações em empresas do setor.

Para se obter êxito nestes objetivos, é necessário que se desenvolva o trabalho de uma forma metodológica. Assim, a seguir são apresentadas as etapas de trabalho.

### 1.3 ETAPAS DE TRABALHO

Procurando-se alcançar os objetivos citados anteriormente, as seguintes etapas serão contempladas:

#### **1. Identificação do tópico de pesquisa**

O primeiro passo para se realizar uma pesquisa é delimitar o tema, o qual pretende-se trabalhar. No caso deste trabalho, o assunto “análise e melhoria de *layout* aplicado nos processos do couro em indústrias gaúchas”, como demonstrado na justificativa, se mostra relevante do ponto de vista acadêmico e industrial.

#### **2. Revisão bibliográfica sobre o assunto**

Depois de ter escolhido o tema da pesquisa, é necessário colher informações sobre o tópico em questão (Yin, 1994). Para tanto, deve ser feito levantamento do estado da arte através de bibliografias referentes a estudo de *layout*.

Da mesma forma, foram também coletados dados do setor coureiro junto à ABQTIC (Associação Brasileira dos Químicos e Técnicos da Indústria Coureira, 1996) para conhecer melhor o setor e os processos produtivos envolvidos.

### **3. Estudo de caso - aplicação prática**

Para tal é necessário uma minucosa identificação do processo produtivo escolhido, caracterizando-o pelo tipo de *layout* atual, quantidade de setores, máquinas e mão de obra, assim como fluxos, roteiros e mix de produção, no intuito de compreender, em um primeiro momento, o funcionamento do processo como um todo.

O estudo destas características, através de uma metodologia de estudo de caso, permite, segundo Yin (1994), uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto na vida real, especialmente quando as fronteiras entre contexto e fenômeno não estão explicitamente evidentes. A pesquisa do estudo de caso beneficia-se então de um desenvolvimento de proposições teóricas anteriores para guiar a coleta e a análise dos dados.

Após a realização da coleta inicial de informações, pode-se então partir para a fase de aplicação das técnicas de análise de *layout* e elaboração de sugestões alternativas, visando sempre os objetivos principais da dissertação e da empresa escolhida.

### **4. Formalização da pesquisa**

Nessa fase descreveu-se a coleta de dados realizada, os procedimentos adotados, os resultados obtidos, as considerações assumidas, os problemas encontrados e as conclusões alcançadas.

#### **1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Este trabalho possui as seguintes limitações:

- por razões citadas na justificativa do trabalho, a realização desta pesquisa limitou-se ao setor coureiro, mais especificamente em uma empresa beneficiadora do Vale do Rio dos

Sinos. Portanto, as conclusões alcançadas e resultados obtidos versam sobre esta referida empresa, podendo não ser compatíveis com outras do mesmo setor, embora exista semelhança nos processos produtivos, conforme Silva (1998);

- este trabalho se detém exclusivamente em um determinado fluxo de produção e conhecimento técnico próprio e dos produtos por ele produzido, embora possa ser amplamente estendido aos demais setores da empresa ou de outras empresas curtidoras, com outras conclusões;
- a metodologia utilizada foi a técnica de Melhoria de *Layout* de Silveira (1998), com a aplicação do Planejamento Sistemático de *Layout* proposta por Muther (1973) apud Tompkins et al. (1996), indicada para *layouts* tipicamente de processo, fazendo uso do fluxo de material transportado entre postos de trabalho como principal agente das relações entre eles o que pode diferenciar das conclusões obtidas com a aplicação de outras técnicas;
- utilizou-se para a formação dos Diagramas de Blocos o Método da Tentativa e Erro, pela não disponibilidade da empresa de programas computacionais que poderiam apresentar outras sugestões.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em 4 capítulos como segue:

### **Capítulo 1: Introdução**

Contém as informações para a compreensão inicial do como está situado o trabalho. Estas informações são apresentadas através de tópicos, tais como, a apresentação do tema, a justificativa pela escolha do tema no setor coureiro, os objetivos e o método de trabalho desenvolvido. Demonstra-se, também, a forma como foi estruturado o trabalho e cita-se algumas delimitações deste.

## **Capítulo 2: Revisão bibliográfica**

Neste capítulo faz-se um apanhado geral sobre análise de *layout* e técnicas utilizadas para a sua otimização. Estão descritos também os tipos básicos de *layout* existentes e metodologias utilizadas ao *re-layout* e posterior avaliação.

Detalha-se também o setor coureiro, apresentando um breve histórico da região do Vale do Rio dos Sinos no contexto do couro brasileiro e a importância do setor no cenário nacional.

## **Capítulo 3: Apresentação do estudo de caso**

Neste capítulo apresenta-se informações relativas ao embasamento teórico e definições sobre a metodologia de estudo de caso utilizada nesta dissertação.

Neste capítulo os tópicos tratados são relacionados com o contexto no qual o estudo foi aplicado. Trata-se de uma breve descrição do contexto e da situação atual da população alvo escolhida identificando o processo da empresa piloto; culminando com a aplicação prática dos conhecimentos teóricos desenvolvidos no Capítulo II, representada pelo projeto-piloto.

Fez-se, também, um levantamento histórico da empresa onde realizou-se o estudo de caso, mostrando como a empresa iniciou suas atividades, seus principais processos e produtos, e os níveis de produção na qual se encontra hoje.

É descrito ainda o trabalho realizado na empresa, analisando os problemas que foram encontrados e as soluções que foram dadas. Mostra-se os resultados obtidos no projeto de análise e otimização do *layout*, as alterações realizadas e as conclusões obtidas.

## **Capítulo 4: Conclusões e trabalhos futuros**

São apresentados comentários sobre as atividades realizadas e considerações sobre possibilidades de futuros trabalhos aprofundando o tema proposto. São ainda, comentadas as alterações realizadas em relação aos objetivos do trabalho.

## CAPÍTULO II

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica enfoca, primeiramente, uma introdução ao estudo de *layout*, com os métodos de planejamento e tipos básicos de *layout*. Engloba também as metodologias para o planejamento de *layouts* alternativos e os impactos e melhorias que as mudanças podem ocasionar.

#### 2.1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE *LAYOUT*

De acordo com Slack et al. (1996), 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 onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. Dessa forma, o arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua forma e aparência. É aquilo que a maioria das pessoas notaria em primeiro lugar quando entrasse pela primeira vez em uma unidade de operação. Este arranjo também determina a maneira segundo a qual os recursos transformados (materiais, informação e clientes) fluem através da operação. Mudanças relativamente pequenas na localização de uma máquina numa fábrica ou dos bens

em um supermercado, ou a mudança de salas em um centro esportivo podem afetar o fluxo de materiais e pessoas através da operação. Isto, por sua vez, pode afetar os custos e a eficácia geral da produção.

De acordo com Mason (1989), o *layout* de uma planta é objeto tradicional da engenharia industrial e joga com relações especiais e sensitivas. É a atividade que atualmente traz “sangue e suor” para a adaptação da estratégia de manufatura. Segundo Monks (1987), um bom *layout* permitirá que materiais, pessoal e informações fluam de forma eficiente e segura.

A geração de alternativas de *layout* é passo crítico para o processo de planejamento da produção. É importante que as pessoas que planejam a produção e o *layout* tenham criatividade e compreensão das alternativas possíveis de elaborá-lo e, que o *layout* selecionado, tenha sido escolhido entre as alternativas geradas.

A estratégia de *layout* da produção deve emergir de planejamento estratégico macro, planejamentos de produto, manufatura, distribuição, gerenciamento e de recursos humanos serão impactados e impactarão no *layout* produtivo.

É apropriado fazer-se, primeiramente, a questão: “O que vem em primeiro lugar, o sistema de transporte de material ou o *layout* da produção?” Acredita-se que o *layout* deva ser desenhado antes e, só depois, o sistema de transporte de material deve ser desenvolvido. Todavia, as decisões nos transportes de material podem ter um significativo impacto na eficiência do *layout*.

Segundo Shingo (1988), a abordagem básica de um problema de *layout* é reduzir o transporte a zero. Isso significa a rejeição imediata do *layout* de processo, porque ele sempre envolve uma certa quantia de transporte.

Segundo Tompkins et al. (1996), o *layout* e o sistema de manuseio do material devem ser desenvolvidos simultaneamente. No entanto, devido à complexidade dos problemas de projeto, geralmente se requer que um processo seqüencial seja usado. Por isso, é recomendado que se desenvolva um bom número de alternativas de sistemas de manuseio e um *layout* apropriado para cada uma delas. O *layout* preferido deve ser o que resulte das considerações de todo o sistema.

Mayer (1990) afirma que as exigências futuras de uma instalação podem ser determinadas considerando-se o *layout* dos equipamentos de produção da fábrica. Isso acontece porque, desse modo, a empresa pode estabelecer quanto e qual tipo de espaço será

necessário. Mas isso não significa, entretanto, que a empresa somente irá considerar esse problema quando tiver necessidade de determinar as exigências futuras da instalação.

Todo assunto relativo à fabricação defronta-se com problemas de *layout*. Para começar, quando se faz uma análise dos métodos de trabalho em uma oficina, deve-se considerar a possibilidade de aumentar o rendimento, pela redistribuição dos equipamentos com os quais o operador irá trabalhar. Em outros casos, mudança no projeto do produto ou nos processos de industrialização poderá resultar em outra seqüência de operações, surgindo conseqüentemente a necessidade de mais ou menos espaço.

O *layout* tem implicações práticas e estratégicas. Alterar um *layout* pode afetar uma organização e também se encontrar as prioridades competitivas por:

- facilitar o fluxo de materiais e de informações;
- aumentar a eficiência de utilização de mão de obra e dos equipamentos;
- aumentar a conveniência dos clientes e vendas;
- reduzir os riscos dos trabalhadores;
- melhorar o moral dos trabalhadores;
- melhorar a comunicação.

Os maiores objetivos de um bom *layout* de planta são discutidos por Apple (1963), Lockyer (1983) e Moore (1962) apud Bartlett et al. (1994) e pode ser resumido nos seguintes tópicos:

- proporcionar uma simplificação geral;
- minimizar o custo com manuseio de material;
- manter a flexibilidade do arranjo e das operações;
- minimizar o WIP (work-in-process);
- promover uma efetiva utilização do espaço;
- promover uma máxima visibilidade;



- promover a conveniência, satisfação e segurança dos trabalhadores;
- eliminar investimentos de capital desnecessários;
- estimular a efetiva utilização da mão de obra;
- estabelecer um fluxo unidirecional;
- definir rotinas visíveis.

## 2.2 PLANEJAMENTO DE *LAYOUT*

O planejamento de *layout* envolve decisões sobre o arranjo físico de centros de atividade econômica em uma produção. Segundo Krajewski e Ritzman (1999), um centro de atividade econômica pode ser qualquer coisa que ocupe espaço: uma pessoa, um grupo de pessoas, um terminal de computador, uma máquina, um posto de trabalho, um departamento, uma escada, um corredor, uma lancheria, um depósito, etc. O objetivo do planejamento de *layout* é o de permitir que trabalhadores e equipamentos operem da maneira mais eficiente possível. Antes, porém, de tomar-se decisões em relação aos arranjos físicos, segundo Krajewski e Ritzman (1999), quatro tópicos devem ser elucidados:

- Quais setores devem ser incluídos no *layout*?

Os setores devem refletir decisões de processos e maximizar a produtividade. Por exemplo, uma área central de depósito de ferramentas é mais eficiente em certos processos, embora manter as ferramentas em estações de trabalho individuais possa ser mais sensato em outros casos, como por exemplo as prensas em um setor de Acabamento de couro.

- Quanto espaço e capacidade cada setor necessita?

Os espaços inadequados podem reduzir a produtividade, excluem a privacidade de funcionários e podem, ainda, criar riscos à saúde e à segurança. No entanto, espaço excessivo é dispendioso, pode reduzir a produtividade e isolar funcionários desnecessariamente.

- Como o espaço de cada setor deve ser configurado?

A maioria dos espaços são ajustados e interrelacionados com os elementos em seu interior. Por exemplo, a colocação de uma mesa e uma cadeira com outro móvel é determinada pelo tamanho e pela forma do escritório, assim como pelas atividades lá

realizadas. A intuição de conceber uma atmosfera agradável também deve ser considerada como parte na decisão da configuração do *layout*.

- Onde cada setor deve ser localizado?

A localização pode afetar significativamente a produtividade. Por exemplo, funcionários que freqüentemente interagem face a face deveriam ser localizados preferencialmente em uma área central do que em separado, eliminando deslocamentos desnecessários de ida e volta.

A localização dos setores tem duas dimensões:

- localização relativa: ou seja, a localização de cada setor em relação a outros centros;
- localização absoluta: é o espaço particular que cada setor ocupa dentro da produção.

Ambos afetam a performance do setor. A análise da Figura 2.1 pode esclarecer melhor estes dois conceitos.

Observa-se que ambos os *layouts* do supermercado demonstram o setor dos produtos não perecíveis, incluído ao centro dos demais quatro setores: as comidas congeladas, a padaria, o açougue e os vegetais. A localização relativa do setor dos congelados em relação à padaria é a mesma do que a localização relativa do açougue com o setor dos vegetais. Localização relativa é, normalmente, um ponto crucial quando o tempo de deslocamento, custo de manuseio e a efetividade de comunicação são muito importantes.

Pela figura 2.1 (B), pode-se observar que apesar das localizações relativas serem as mesmas, a localização absoluta foi alterada. Esta modificação do *layout* pode ter sido não operacional. Por exemplo, o custo de mover o açougue para o canto noroeste pode ser excessivo. Ou os clientes podem reagir negativamente à troca dos vegetais do canto sudeste para o canto sudoeste, preferindo-o perto da entrada.

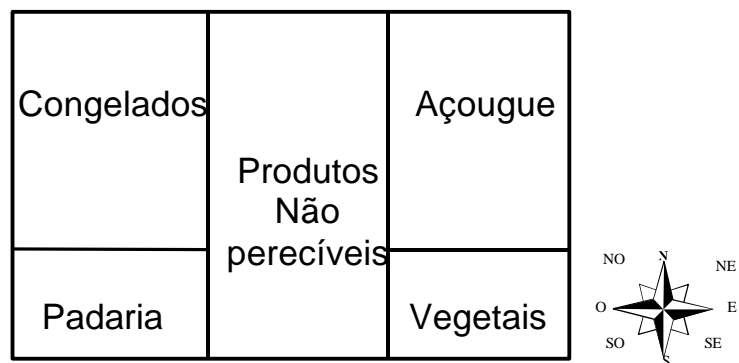
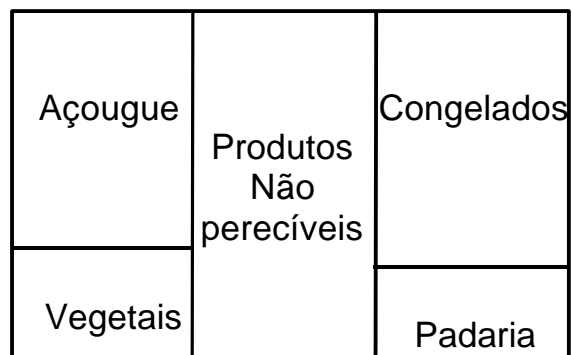
(A) *Layout Original*(B) *Layout Revisado*

FIGURA 2.1 - Localização relativa idêntica e localização absoluta diferente (adaptado de Krajewski e Ritzman (1999))

As seguintes decisões podem afetar o *layout*:

- descentralizar *versus* centralizar os estoques dos *WIP* (*work-in-process*), de ferramentas e de fornecimentos;
- utilizar manuseios fixos ou variáveis;
- utilizar ou não o transporte único para os sistemas;
- o grau de automação usado no manuseio;
- o nível de controle do inventário, do controle físico e do controle informatizado dos materiais.

Estas considerações afetam as necessidades de espaço, equipamento e pessoal, assim como o grau de proximidade requerido entre as atividades.

Escolhas de *layout* podem auxiliar a comunicar estratégias de produto e prioridades competitivas. Por exemplo, o fato de divulgar planos de melhora do nível de qualidade de uma loja de roupas, certamente deverá trazer mais exclusividade e luxúria ao estabelecimento.

O tipo de operação determina os requisitos do *layout*. Por exemplo, em grandes armazéns, o fluxo dos materiais e o custo de elevação são considerações dominantes. Em lojas de pontas de estoque a conveniência dos clientes e as vendas podem dominar assim como a eficiência de comunicação e a disposição física das equipes podem ser cruciais em um escritório.

Segundo Mayer (1990), na atividade de elaboração do *layout* da fábrica são considerados dois pontos: o arranjo dos departamentos de produção e de serviço da fábrica e o arranjo dos equipamentos de produção, com os quais o operador deve trabalhar em determinada seção, em algum desses departamentos. Em ambos os casos, o objetivo é o arranjo que permita o mais eficiente fluxo de trabalho, do ponto de vista do custo de produção.

Logo, não é suficiente para o analista preocupar-se apenas com a localização de uma oficina ou equipamento em relação ao outro. Embora essa providência garanta um fluxo interno de trabalho mais eficiente, ela não significa que será alcançado o nível de eficiência desejado. Deve-se considerar também as alternativas dos métodos de manuseio dos materiais.

### **2.2.1 O impacto da mudança**

A necessidade de um estudo de *layout* na produção pode ocasionar no surgimento de uma variedade de circunstâncias. Por exemplo, algumas das situações mais comuns que surgem no contexto de *layout* incluem:

- mudanças no *design* de produtos existentes, a eliminação de antigos produtos e a introdução de novos;
- mudanças nas seqüências do processo de produtos existentes, substituição de equipamentos existentes e alterações em equipamentos gerais e especiais;

- mudanças nas quantidades de produção associadas às necessidades agendadas, resultando em alterações de capacidades;
- mudanças na estrutura organizacional, assim como nas filosofias gerenciais assumindo estratégias de produção, como conceitos de Just-in-Time, Gerenciamento pela Qualidade Total, etc.

Se as exigências mudam frequentemente, então é desejável planejar e desenvolver um *layout* flexível, o qual pode ser facilmente modificado, expandido ou contraído. Propst (1981) em sua obra, na qual comenta os impactos das mudanças no planejamento da produção, cita:

“ Nossos ancestrais podiam lidar com as mudanças como um fator evolutivo. Mudanças podiam ser digeridas em pequenos degraus ou ignoradas por toda a vida. Hoje, é o domínio da realidade; nosso novo estado natural de sobrevivência. Curiosamente, é a falta de flexibilidade de nossos processos que é o gargalo em nossa produção. A maioria das irritações provêm de serviços e empresas que respondem muito lentamente, ou não totalmente, às necessidades, e que precisam ser revisualizadas e revitalizadas.”

A flexibilidade pode ser obtida com a utilização de equipamentos modulares, tanto em escritórios como nas estações de trabalho e equipamentos de manuseio de material.

Além da opção por uma maior flexibilidade, o próprio *design* da produção também pode ter um significativo impacto no custo da expansão.

### 2.3 TIPOS BÁSICOS DE *LAYOUT*

Segundo Silveira (1998), pode-se identificar 4 tipos básicos de *layout* (Figura 2.2), os quais podem ser dispostos em um gráfico correspondendo a diferentes níveis de volume e variedade de produtos ou serviços.

Segundo Slack et al. (1996), a decisão de qual tipo de arranjo físico adotar muito raramente envolve uma escolha entre os quatro tipos básicos. As características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha, a grosso modo, a uma ou duas opções. Ainda assim, as faixas de volumes e variedades contidas em cada tipo de arranjo físico

sobrepõem-se. Logo, a decisão sobre qual arranjo específico escolher é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um.

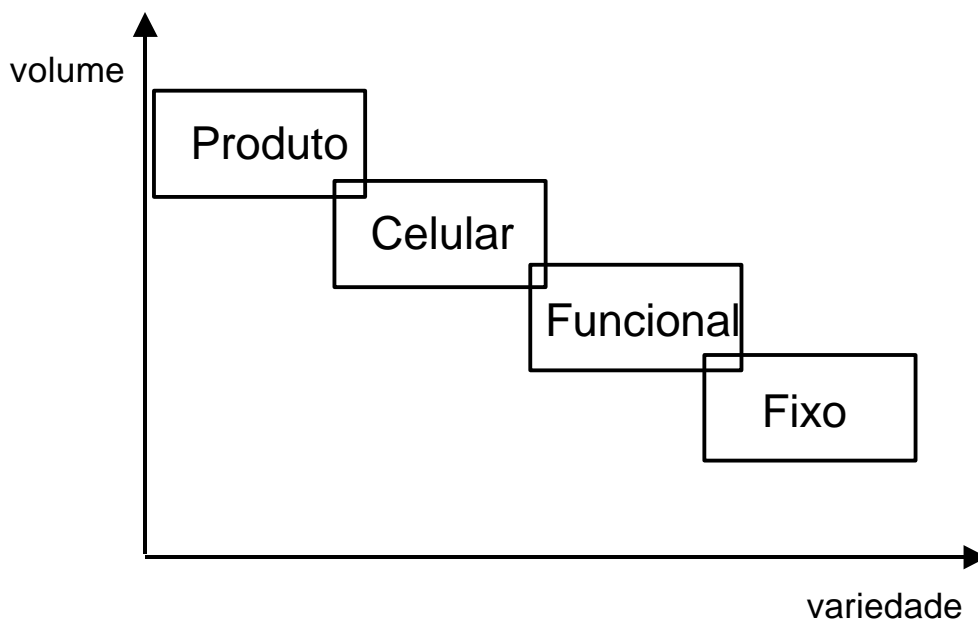


FIGURA 2.2 – Tipos de *layout*: volume versus variedade (adaptado de Silveira (1998))

### 2.3.1 *Layout* funcional ou por processo

O arranjo físico por processo ou por operações é assim chamado, segundo Slack et al. (1996), porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico.

Este tipo de *layout* é obtido pelo agrupamento de processos similares em áreas específicas, formando departamentos de processos, caracterizando o fluxo entre departamentos. Tipicamente, existe um alto fluxo inter-departamental e um baixo fluxo intra-departamental.

A justificativa pela escolha desse arranjo pode ser baseada na conveniência para que a planta produtiva mantenha os processos ou postos de trabalho similares juntos, ou que dessa forma a utilização dos recursos transformadores seja beneficiada. Isso significa que, quando produtos, informações ou clientes fluírem através da operação, eles percorrerão um roteiro de

processo a processo, de acordo com suas necessidades. Diferentes produtos ou clientes, terão diferentes necessidades e, portanto, percorrerão diferentes roteiros.

Segundo Krajewski e Ritzman (1999), esse *layout* é usado quando o volume de atividade das peças ou grupos de peças não é suficiente para justificar o *layout* celular ou em linha. Ele é particularmente utilizado com uma estratégia de fluxo flexível, na qual é mais aconselhável um baixo volume e produção de alta variedade, onde o gerenciamento das operações deve organizar recursos (trabalhadores e equipamentos) ao longo do processo.

Dessa forma, este tipo de *layout* é mais comum quando uma mesma operação deve intermitentemente produzir diferentes produtos ou servir clientes diferentes, conforme Figura 2.3. Nesta figura observa-se que os blocos identificados com as mesmas letras representam a separação espacial dos postos de trabalho similares ao longo do processo produtivo. As setas indicam o fluxo do produto entre os postos de trabalho, podendo ter sentido único ou bi-direcional.

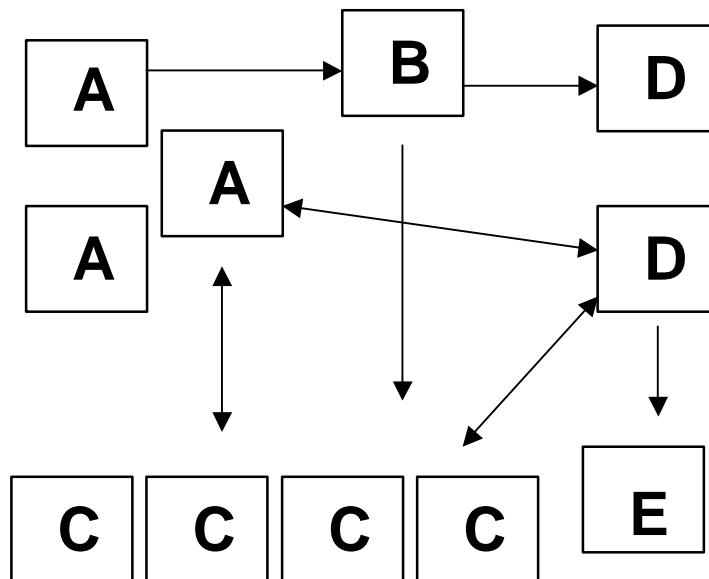


FIGURA 2.3 – Exemplo de *layout* de processo (adaptado de Silveira (1998))

O *layout* funcional, segundo Tompkins et al. (1996) e Silveira (1998) proporciona:

- a não necessidade de duplicação de máquinas, baixa ociosidade das mesmas e do investimento fixo;
- equipamentos versáteis para várias atividades podem ser usados;

- flexibilidade de processo e mix (estática) na alocação de pessoal e equipamento; o impacto em uma mudança do mix de produção por uma estratégia de *marketing*, por exemplo, é menor;
- flexibilidade de produto (dinâmica) quando da alteração de fluxos de produção;
- supervisão mais especializada; fator importante quando o trabalho requer um conhecimento técnico.

As limitações do *layout* funcional, segundo Tompkins et al. (1996) e Silveira (1998) são:

- os altos custos indiretos: movimentação, supervisão;
- o difícil planejamento e controle da produção;
- tempos de produção normalmente longos: principalmente entre o final de uma operação e o início da operação seguinte;
- os altos estoques intermediários;
- a baixa integração entre atividades;
- a diversidade nas rotinas e fluxos variáveis necessitam de dispositivos variáveis, tais como ora carreta, ora esteiras.

O maior desafio no planejamento de *layouts* de processo é a locação dos setores de forma que eles proporcionem alguma ordem ao caos aparente nos fluxos flexíveis de operação, com a maior aproximação possível, minimizando a movimentação de materiais.

De acordo com Shingo (1988), as prensas devem ser posicionadas na área de prensas, máquinas-ferramenta por sua vez devem ser posicionadas na área de usinagem, e assim por diante. Uma vez locadas numa determinada área, as máquinas são dispostas por tamanho. Em outras palavras, prensas são colocadas com outras prensas de tamanho semelhante e, tornos, furadeiras, fresadoras, esmeris, etc., são colocados junto a máquinas de mesmo tipo e tamanho.



### 2.3.2 *Layout em linha*

Segundo Slack et al. (1996), o arranjo físico em linha ou por produto envolve localizar os recursos produtivos transformadores, segundo a melhor conveniência em função da matéria-prima que está sendo transformada. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a seqüência de atividades requerida coincide com a seqüência na qual os processos foram arranjados fisicamente.

Este tipo de *layout* é baseado em processos seqüenciais das peças na forma de linha, conforme Figura 2.4. Segundo Krajewski e Ritzman (1999), os materiais tipicamente fluem diretamente de uma estação para outra adjacente, proporcionando um volume de produção. Os recursos são arranjados ao longo da linha de produção. Embora a maioria dos *layouts* em linha sejam dispostos na forma de uma reta, existem ainda os formatos em “L”, “O”, “S” ou “U”. Este tipo de *layout* também é conhecido como linha de produção ou linha de montagem.

O *layout* em linha, segundo Tompkins et al. (1996) e Silveira (1998) proporciona:

- fluxo lógico, simples e suave em pequenos espaços;
- baixos estoques intermediários;
- pouca movimentação e manejo de partes resultando em diminuição de tempos improdutivos;
- tarefas simples que requeiram pouco treinamento da mão de obra;
- um simples planejamento e controle da mão de obra;
- um curto tempo de produção unitário;
- a utilização de equipamentos específicos.

As limitações do *layout* em linha, segundo Tompkins et al. (1996) e Silveira (1998) são:

- a parada de uma das estações ocasiona a parada de toda a linha;
- que as mudanças em projeto do produto podem exigir mudanças em *layout* (baixa flexibilidade);
- que gargalos têm grande efeito no sistema;
- que as linhas múltiplas requerem duplicação de máquinas;

- a baixa utilização dos recursos para produtos ou serviços de baixo volume;
- a necessidade de uma supervisão geral.

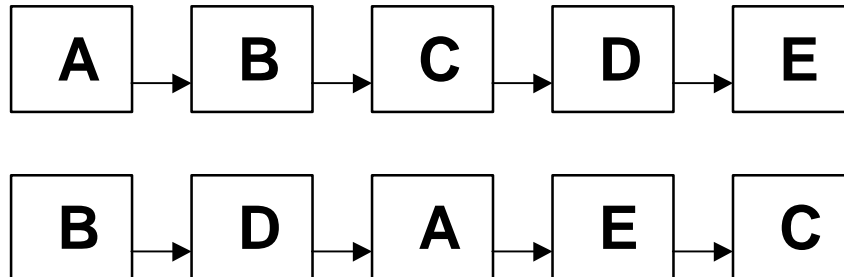


FIGURA 2.4 – Exemplo de *layout* em linha (adaptado de Silveira (1998))

Para *layouts* de produtos é fácil decidir onde locar os setores, porque as operações devem ocorrer na ordem seqüencial prescrita. Por exemplo, num lava-carros, a rotina do carro deve ser da lavagem para o enxágüe e do enxágüe para a secagem. Os postos de trabalho são dispostos o mais próximo possível uns dos outros, reduzindo o deslocamento.

O desafio nos *layouts* de produtos é o de agrupar atividades entre estações de trabalho e atingir os resultados com o mínimo de recursos, balanceando as operações e minimizando os gargalos de produção. A composição e o número de estações de trabalho são decisões cruciais neste tipo de arranjo.

### 2.3.3 *Layout* celular

Conforme Slack et al. (1996), o arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento se encontram.

Os *layouts* celulares são baseados em agrupar peças para formar famílias de produtos. Segundo Krajewski e Ritzman (1999), peças distintas podem ser agrupadas em famílias

baseadas em processos sequenciais familiares, composição material, necessidade de ferramental semelhante, ou similaridade de manuseio, estoque ou controle. A família de produto é tratada como um pseudo produto e um pseudo *layout* é desenvolvido. Os equipamentos de processo necessários para o pseudo produto são agrupados conjuntamente e dispostos em uma célula de manufatura, conforme Figura 2.5. Nesta figura observa-se que estão representados dois fluxos produtivos distintos. Em ambos, os blocos identificados com letras representam diferentes postos de trabalho entre os quais flui a matéria-prima, indicada pelas setas.

O *layout* resultante tipicamente tem um alto nível de fluxo intra-departamental e um pequeno fluxo inter-departamental.

O *layout* celular, segundo Tompkins et al. (1996) e Silveira (1998) proporciona:

- uma grande utilização dos equipamentos/ baixa ociosidade;
- a criação de grupos multifuncionais e visão do produto;
- um maior controle do sistema e confiabilidade de entregas;
- um melhor fluxo e uso do espaço do que o *layout* funcional;
- uma boa combinação de flexibilidade e integração;
- uma melhoria de lotes, estoques, set-ups e tempos.

As limitações do *layout* celular, segundo Tompkins et al. (1996) e Silveira (1998) são:

- o alto custo com o treinamento da mão de obra;
- que o balanceamento do fluxo de materiais na célula deve ser razoável para não gerar ociosidades;
- a necessidade de máquinas pequenas e móveis;
- a possibilidade de duplicação de máquinas;

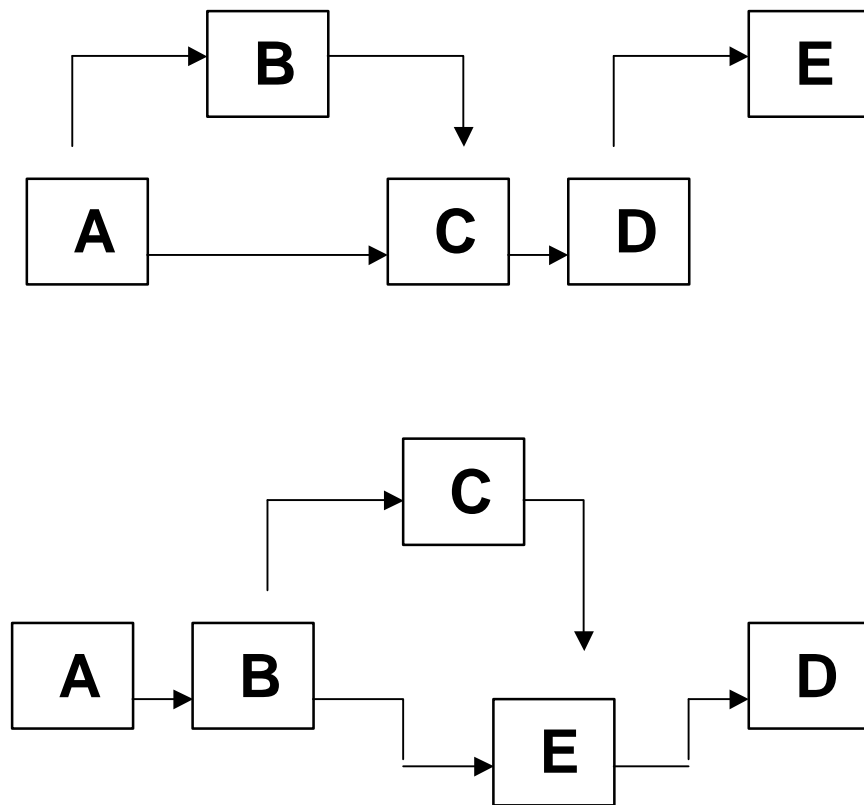


FIGURA 2.5 – Exemplo de *layout* celular (adaptado de Silveira (1998))

#### 2.3.4 *Layout* fixo

O *layout* fixo difere conceitualmente dos demais. Segundo Krajewski e Ritzman (1999), este tipo de *layout* geralmente é utilizado na montagem de aviões, navios, construção civil, geradores, turbinas, ou seja, quando o produto é particularmente volumoso ou difícil de locomover. O *layout* fixo envolve o seqüenciamento e a disposição das estações ao redor do material ou produto, conforme Figura 2.6. Embora os *layouts* fixos sejam sempre associados às grandes montagens, existem muitas outras aplicações, como é o caso das montagens de computadores, onde sub-sistemas são montados paralelamente e escoam para uma área de montagem final, de onde o produto sai pronto.

Para Slack et al. (1996), um canteiro de obra é tipicamente um exemplo de arranjo físico fixo, já que existe uma quantidade de espaço limitada que deve ser alocada aos vários

recursos transformadores, neste caso, as várias empreiteiras subcontratadas. O principal problema em projetar o arranjo físico será então alocar áreas no canteiro aos vários subcontratados de forma que:

- eles tenham suficiente espaço para executar suas atividades;
- eles possam receber e armazenar seus suprimentos;
- todos os subcontratados possam ter acesso à área do canteiro onde eles estejam trabalhando sem interferir na movimentação dos recursos dos outros subcontratados;
- a movimentação total dos subcontratados, de seus veículos e de materiais seja minimizada tanto quanto possível.

O *layout* fixo, segundo Tompkins et al. (1996) e Silveira (1998) proporciona:

- uma pequena movimentação de materiais;
- o enriquecimento de tarefas;
- o trabalho em times;
- uma alta flexibilidade de processo e produto;
- centros de trabalho quase autônomos: rapidez.

As limitações do *layout* fixo, segundo Tompkins et al. (1996) e Silveira (1998) são:

- a grande movimentação de pessoas e equipamentos;
- a grande necessidade de supervisão;
- o posicionamento de equipamento e pessoas que pode ser inseguro, não ergonômico ou pouco prático;
- a baixa utilização do equipamento;
- a grande qualificação de mão de obra;
- a possibilidade de duplicidade de equipamentos.

Tipicamente, a maioria dos processos se enquadram em um destes quatro tipos de *layout*, embora, muitas vezes, se encontre a hibridização, onde um mix de tipos de *layout* é melhor aplicado.

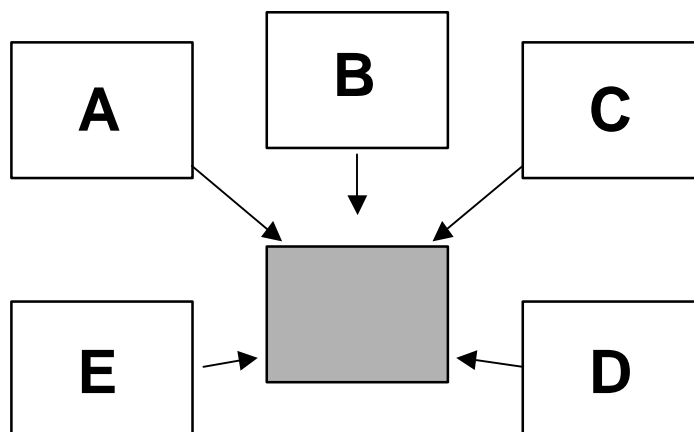


FIGURA 2.6 – Exemplo de *layout* fixo (adaptado de Silveira (1998))

## 2.4 CRITÉRIOS DE PERFORMANCE

Segundo Krajewski e Ritzman (1999), outra escolha fundamental junto ao planejamento do *layout* são os critérios de performance, os quais podem incluir um ou mais de um dos fatores abaixo listados:

- nível de investimento de capital;
- necessidades de manuseio de materiais;
- facilidade da movimentação do estoque;
- a natureza e o ambiente de trabalho;
- facilidade da manutenção dos equipamentos;
- atitudes dos funcionários;
- quantidade de flexibilidade necessária;
- conveniência dos clientes e nível de vendas.

A gerência deve decidir inicialmente com relação ao processo quais dos fatores irá enfatizar no intuito de produzir uma boa solução em *layout*. Segundo Krajewski e Ritzman (1999), na maioria dos casos, múltiplos critérios são usados.

- **Investimento de capital:** área fabril, equipamentos e níveis de inventário são bens que as empresas compram ou vendem. Estes gastos são critérios importantes em qualquer *design*. Por exemplo, em um escritório que possui repartições para aumentar a privacidade, tem seu custo também elevado. Ao invés de aumentar o espaço para encher de gabinetes, poderiam associá-los e reduzir os espaços “mortos”. Custos de renovação podem também ser significantes, como é o caso da remodelação das Lojas JCPenney, Sears e Kmart que custaram à organização mais de U\$ 5 bilhões citado por Krajewski e Ritzman (1999);
- **Manuseio de material:** localizações relativas de setores devem se limitar a fluxos largos em curtas distâncias. Logo, setores com freqüentes deslocamentos entre si e com constantes interações devem ser locados perto um do outro. Na produção, esta aproximação minimizará os custos de transporte e manuseio. A separação espacial é uma das maiores razões para o fato da multi-coordenação entre os departamentos ser o desafio do sucesso;
- **Flexibilidade:** um *layout* flexível permite a adaptação rápida às mudanças das necessidades e preferências dos clientes e é a melhor característica em muitas situações. A flexibilidade do *layout* significa que ocorra a permanência desejável da produção após significativas mudanças ou que a mesma possa facilmente e praticamente sem gasto ser adaptada em resposta às mudanças. Estas mudanças podem ser no mix de clientes, melhorias feitas na planta, necessidade de espaço em determinados setores;
- **Outros critérios:** outros critérios que podem ser importantes inclui a produtividade da mão de obra, a manutenção das máquinas, a natureza das operações e a estrutura da organização. A produtividade da mão de obra pode ser afetada ou não se certas estações de trabalho são operadas por várias pessoas em comum. Tempo gasto pela espera de material pode ser causado pela dificuldade resultante de um *layout* pobre. A manutenção de equipamentos pode ser dificultada por espaços inadequados ou acessos reduzidos. A natureza do trabalho, incluindo a temperatura, o nível de ruído e segurança podem também serem relacionados ao *layout*. Finalmente, as atitudes dos trabalhadores podem depender da socialização que o *layout* os permite, refletindo os níveis de responsabilidade que os mesmos assumiram.

Os pontos adicionais a serem considerados na execução de um bom arranjo físico, são destacados ainda por Slack et al. (1996) como:

- **Segurança inerente:** todos os processos que podem representar perigo, tanto para a mão-de-obra como para os clientes, não devem ser acessíveis a pessoas não

autorizadas. Saídas de incêndio devem ser claramente sinalizadas com acesso desimpedido. Passagens devem ser claramente marcadas e mantidas livres;

- **Extensão do fluxo:** o fluxo de materiais, informações ou clientes deve ser canalizado pelo arranjo físico de forma a atender aos objetivos da operação. Em muitas operações, isso significa minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformados;
- **Coordenação gerencial:** supervisão e coordenação devem ser facilitadas pela localização da mão-de-obra e dispositivos de comunicação;
- **Uso do espaço:** todos os arranjos físicos devem permitir o uso adequado do espaço disponível da operação. Isso em geral, implica em minimizar o espaço utilizado para determinado propósito.

## 2.5 METODOLOGIA DE *RE-LAYOUT*

Um *layout* de planta é o resultado final de uma análise e proposições de um arranjo físico em empresas após as decisões relacionadas à localização, processos e meios de produção tenham sido tomadas. Quando um *layout* de planta é considerado, vem a tona o problema de um completo planejamento para a produção de uma nova peça ou produto. No entanto, tais problemas envolverão cada vez mais situações de *re-layout* de processos já existentes ou na alteração de alguns arranjos em alguns equipamentos.

As razões mais comuns para os problemas de *layout* têm sido discutidas por Apple (1963), Immer (1950) e Moore (1962) apud Bartlett et al. (1994).

Mallick e Gaudreau (1957) apud Bartlett et al. (1994) intitulam o *layout* de planta como uma impressão geral do gerenciamento da produção. De fato, o *layout* de planta é o plano mestre que integra e coordena fisicamente os 5 fatores do gerenciamento industrial: homem, material, dinheiro, máquinas e mercado.

APPLE, J.M., "*Plant Layout and Materials Handling*", Ronald Press Company, New York, 1963.

IMMER, J.R. "*Layout Planning Techniques*", McGraw-Hill, New York, 1950.

MOORE, J.M. "*Plant: Layout and Design*", Macmillan Company, New York, 1962.

MALLICK, R.W. and GAUDREAU, A.T. "*Plant Layout: planning and practice*", John Wiley, New York, 1957.



Um *layout* típico de planta envolve a consideração de uma grande série de atividades interrelacionadas entre os setores. De acordo com Hill (1985), o desenho de um *layout* de planta é a materialização da estratégia de manufatura, contemplando a maioria dos pontos de escolha do processo e da infraestrutura da manufatura.

Devido a esse conteúdo, o *layout* de planta é o produto principal de vários campos da engenharia e da administração. Está presente na modificação de prédios e máquinas, na relação com gastos em investimentos, na escolha de materiais de produtos e no volume de produção requerida pela previsão de vendas.

Segundo Silveira (1998), a metodologia para o *re-layout* pode ser dividida em 3 fases, conforme Figura 2.7. Na fase I, denominada Preparação, delimita-se a área a ser estudada, forma-se o time de trabalho e define-se os objetivos pretendidos com a prática, focalizando precisamente o processo escolhido, ou parte deste. Na fase II, denominada Definição, realiza-se uma coleta específica de dados, trabalha-se com esses dados de acordo com as técnicas de análise escolhidas e por fim, dimensiona-se de forma conceitual e real as melhorias propostas. Na fase III, denominada Instalação, prepara-se a planta para as mudanças propostas, gerencia-se as mesmas e retoma-se as fases iniciais de uma nova avaliação.

Em resumo, segundo Mayer (1990), o método de análise do *layout* existente de toda uma fábrica, objetivando sua revisão completa, exige a consideração de maior número de fatores do que o método de análise de qualquer outro problema desse tipo. Conseqüentemente, se nos familiarizarmos com todos esses fatores, não haverá dificuldade em adaptar a análise a ser descrita na solução de um problema menos complexo.

### **2.5.1 Modelando *layouts* de processo**

O caminho para a modelagem de *layouts* depende se o *layout* funcional ou em linha têm sido alterados. Os *layouts* fixos basicamente eliminam os problemas de *layout* e os *layouts* híbridos utilizam parcialmente os conceitos de *layouts* de processo e de produto.

Segundo Krajewski e Ritzman (1999), os *layouts* de processos envolvem 3 passos básicos, tanto para o desenvolvimento de um novo *layout* como para a revisão de algum existente:

- coleta de informações;
- desenvolvimento de um diagrama de blocos;
- modelagem de um *layout* detalhado.

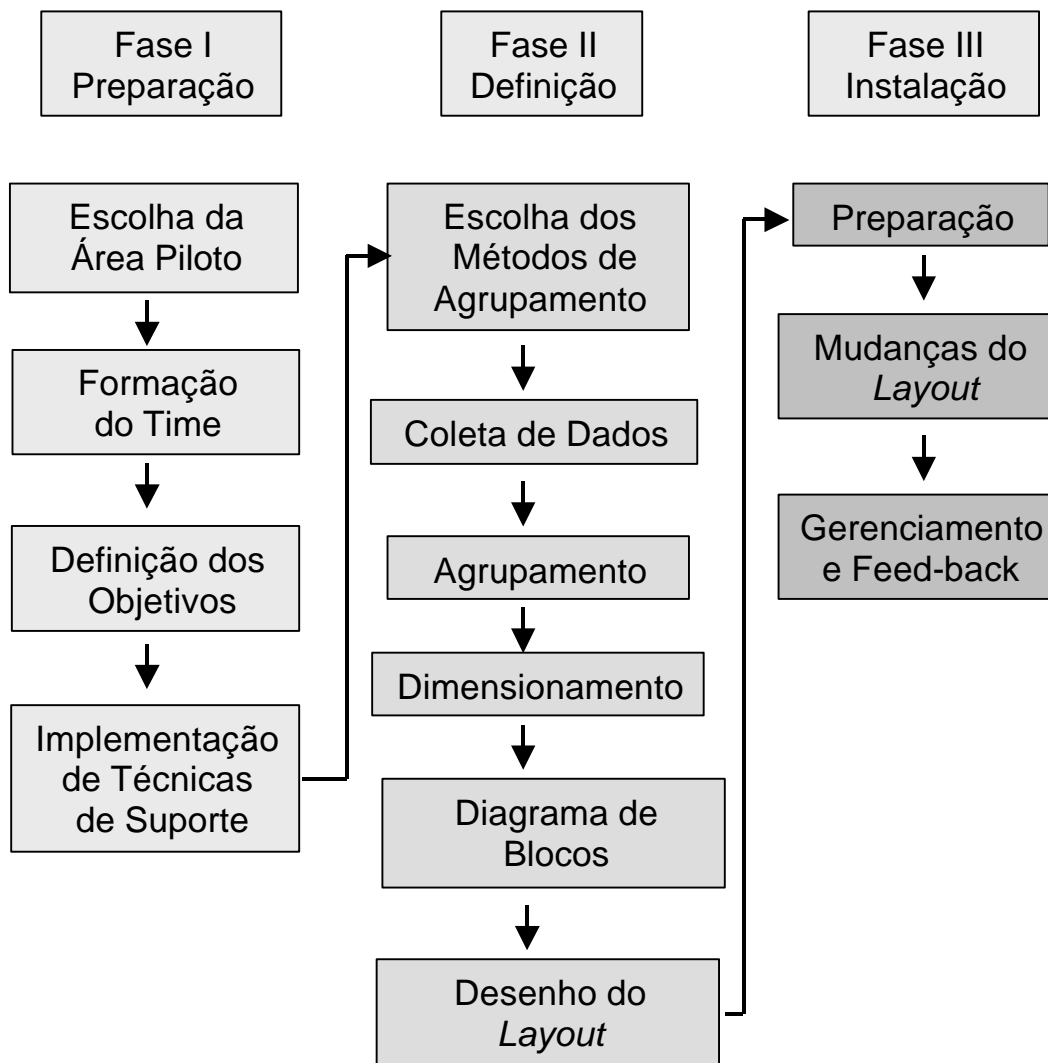


FIGURA 2.7 – Metodologia de *re-layout* (adaptado de Silveira (1998))

#### 2.5.1.1 Coleta de informações

Três tipos de informações são necessárias para se iniciar o projeto de revisão de um *layout*:

- necessidade de espaço por setor: o projetista de *layouts* deve unir as necessidades de espaço com a capacidade de planejamento, calcular os equipamentos específicos e os espaços necessários para cada setor, além de prever espaços de circulação e corredores;
- espaço disponível: um diagrama espacial aloca os espaços e indica a colocação de cada setor. Para descrever um novo *layout* de uma planta, é necessário somente as dimensões da fábrica e a alocação espacial de cada setor. No caso da alteração de um *layout* já existente, o diagrama de blocos também é necessário, para o início de um novo desenvolvimento;
- fatores individuais característicos: na elaboração de novos *layouts*, deve-se também conhecer quais setores devem ser locados próximos uns aos outros. A locação é baseada no número de viagens e deslocamentos entre os setores e de fatores qualitativos.

#### 2.5.1.2 Desenvolvimento de um diagrama de blocos

O segundo passo para o projeto de *layout* é desenvolver um diagrama de blocos que melhor satisfaça os critérios de performance e necessidades de área. O caminho mais elementar para fazer isso é por tentativa e erro. O sucesso depende da habilidade em observar padrões nos dados, porém esta aproximação não garantirá a seleção da melhor solução ou próxima dela.

#### 2.5.1.3 Modelagem de um *layout* detalhado

Após o encontro de uma solução satisfatória para o Diagrama de Blocos, o projeto do *layout* se transfere para uma representação detalhada, demonstrando o exato local e os limites de cada setor, além da localização exata de cada máquina e posto de trabalho. Esta representação visual pode ser através de desenhos bidimensionais ou tridimensionais, inclusive com a utilização de ferramentas computacionais.

## 2.6 PROCEDIMENTOS PARA O PLANEJAMENTO DE *LAYOUT*

De acordo com Slack et al. (1996), há algumas razões práticas pelas quais as decisões de arranjo físico são importantes na maioria dos tipos de produção.

- o arranjo físico é freqüentemente uma atividade difícil e de longa duração devido às dimensões físicas dos recursos de transformação movidos;
- o re-arranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento suave, levando à insatisfação do cliente ou a perdas na produção;
- se o arranjo físico (examinado a *posteriori*) está errado, pode levar a padrões de fluxo excessivamente longos ou confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamento necessariamente longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos.

Assim, há uma dupla pressão para a decisão sobre o arranjo físico. A mudança de arranjo físico pode ser de execução difícil e cara e, portanto, os gerentes de produção podem relutar em fazê-la com freqüência. Ao mesmo tempo, eles não podem errar em sua decisão. A consequência de qualquer mau julgamento na definição do arranjo físico terá um efeito considerável de longo prazo na operação.

Logo, para projetar o arranjo físico de uma operação produtiva, assim como qualquer atividade de projeto, deve iniciar-se com uma análise sobre o que se pretende que o arranjo físico propicie.

Um número expressivo de diferentes procedimentos têm sido desenvolvidos para auxiliar no planejamento de *layouts*. Todavia, os procedimentos podem ser classificados em duas categorias principais, como: tipo de construção e tipo de melhoria.

Os métodos de *layout tipo construção* basicamente envolvem o desenvolvimento de um novo *layout*. E os métodos *do tipo melhoria* geram *layouts* alternativos baseados nos já existentes.

Embora a maioria da literatura atual se concentre no tipo de procedimentos de construção, muitos trabalhos de *layout* ainda envolvem algumas formas de melhorias dos *layouts* existentes.

O planejamento de *layout* é um dos problemas não estruturados mais representativos, chamados de problemas que não podem ser totalmente descritos por fatores numéricos ou

funções, e não há nem algoritmos que possam dar uma solução ótima. Assim, a solução final será dependente de muitos parâmetros não-numéricos. (Tompkins et al., 1996)

A maioria destas técnicas são metodologias de aproximação da solução ótima, enquanto que outras fornecem a solução ótima, porém sem levar em consideração as restrições reais.

Os métodos usados no estudo de caso são descritos, sumariamente, abaixo.

## **2.6.1 Técnicas gráficas sistemáticas**

Estas técnicas são baseadas na análise sistemática do fluxo de material. O planejamento do *layout* é baseado nos resultados desta análise. As técnicas características desta abordagem são:

### 2.6.1.1 Diagramação das rotinas

Esta é uma técnica de melhoria. Um Diagrama de Movimento é construído para o *layout* existente e esta análise revela problemas de rotina. *Re-layout* reforça paradas quando nenhuma melhoria adicional pode ser realizada. Atualmente, a técnica é considerada ultrapassada.

### 2.6.1.2 Análise da tabela de rotinas

Utilizando o Diagrama de Movimento, um esboço de um *layout* é formado, com departamentos sem as reais dimensões (são considerados como pontos).

O *design* do *layout* final é orientado por este esboço inicial. Esta técnica é metódica e ainda são encontrados exemplos de sua utilização atualmente.

### 2.6.1.3 Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP)

Este método, que foi desenvolvido por Muther (1961) apud Bartlett et al. (1994), é uma melhoria da segunda técnica descrita acima.

Baseado na entrada de dados e no entendimento dos fluxos de materiais e das relações entre os postos de trabalho, Diagramas de Movimento e de Relações são produzidos.

O Diagrama de Relações posiciona os postos de trabalho espacialmente. Muther (1961) apud Bartlett et al. (1994), introduziu o Diagrama de Relações e a Escala AEIOUX (onde A = absolutamente necessário, E = especialmente importante, I = importante, O = apropriado, U = não-importante e X = indesejável) para a visualização da importância da relação e proximidade dos postos de trabalho e a inclusão de fatores quantitativos (como por exemplo os custos de transporte). SLP é de longe, o método mais popular entre os modernos praticantes de planejamento de *layout*. As considerações espaciais, quando combinadas com o Diagrama de Relações, levam à construção do Diagrama Espaço-relacional, também chamado de Diagrama de Blocos, que é na realidade, o resultado do próprio *layout* através da locação e ajuste dos espaços necessários.

Baseado nas considerações de modificação e limitações práticas, um certo número de alternativas são desenvolvidas e avaliadas. A alternativa preferida é então recomendada.

O planejamento SLP pode ser usado seqüencialmente, desenvolvendo inicialmente um *layout* de um Diagrama de Blocos, e após um *layout* detalhado de cada planejamento setorial. No final, as relações entre os postos de trabalho, localização das áreas de estocagem e as entradas e saídas de cada setor são usadas para determinar a localização relativa das atividades.

A Figura 2.8, apresenta um esquema gráfico do Método de Planejamento SLP, adaptado de Tompkins et al. (1996). Pode-se observar que o procedimento é dividido em três fases, similar ao método proposto por Silveira (1998), denominadas Análise, Pesquisa e Seleção. Na fase de Análise, coleta-se dados relativos à área selecionada, assim como níveis de relacionamento entre os postos de trabalho e as necessidades e disponibilidade de espaço. Na fase de Pesquisa, adicionam-se as limitações reais e com a elaboração do diagrama Espaço-relacional, elaboram-se as alternativas de *layout*. Na terceira fase, avalia-se as alterações propostas e prepara-se para a mudança.

## 2.6.2 Algoritmos heurísticos

Estes métodos tentam aproximar a solução da solução ótima através das técnicas heurísticas (transposição mútua de setores, etc.). Alguns algoritmos usualmente têm uma simples estrutura e exploram a rápida capacidade de execução dos computadores através do grande número de cálculos. Aproximadamente, 30% destes métodos são interativos, permitindo a intervenção humana durante o planejamento. Segundo Francis e White (1974) apud Bartlett et al. (1994), eles são distinguidos por serem programas de construção e melhorias. Em decorrência, muitos algoritmos heurísticos têm sido desenvolvidos através dos anos, como é o caso de *CRAFT*, *CORELAP*, *ALDEP*, *FRAT*, *LAYOPT* entre outros.

## 2.7 ADAPTANDO PARA A MUDANÇA E PLANEJANDO PARA A REORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Antes de partir-se diretamente para como planejar a mudança, é desejável dar-se um passo atrás e observar que em muitas organizações manufatureiras existem ciclos de expansão e de redução devido à natureza do negócio. O *layout* da produção também deve ser tratado dinamicamente. Da mesma forma que existem as estratégias de longo prazo em muitos negócios, também existe a necessidade de ter um plano macro para o *layout*. Este plano deve antecipar investimentos futuros e prever adaptações às mudanças na produção. Muitas vezes, decisões precipitadas poderão impor severas restrições e que trarão muitas dificuldades para instituir mudanças no *layout*. Alguns exemplos incluem mudanças em locais de Expedição e recebimento, realocação de máquinas pesadas, pisos com baixa capacidade de carga, etc.

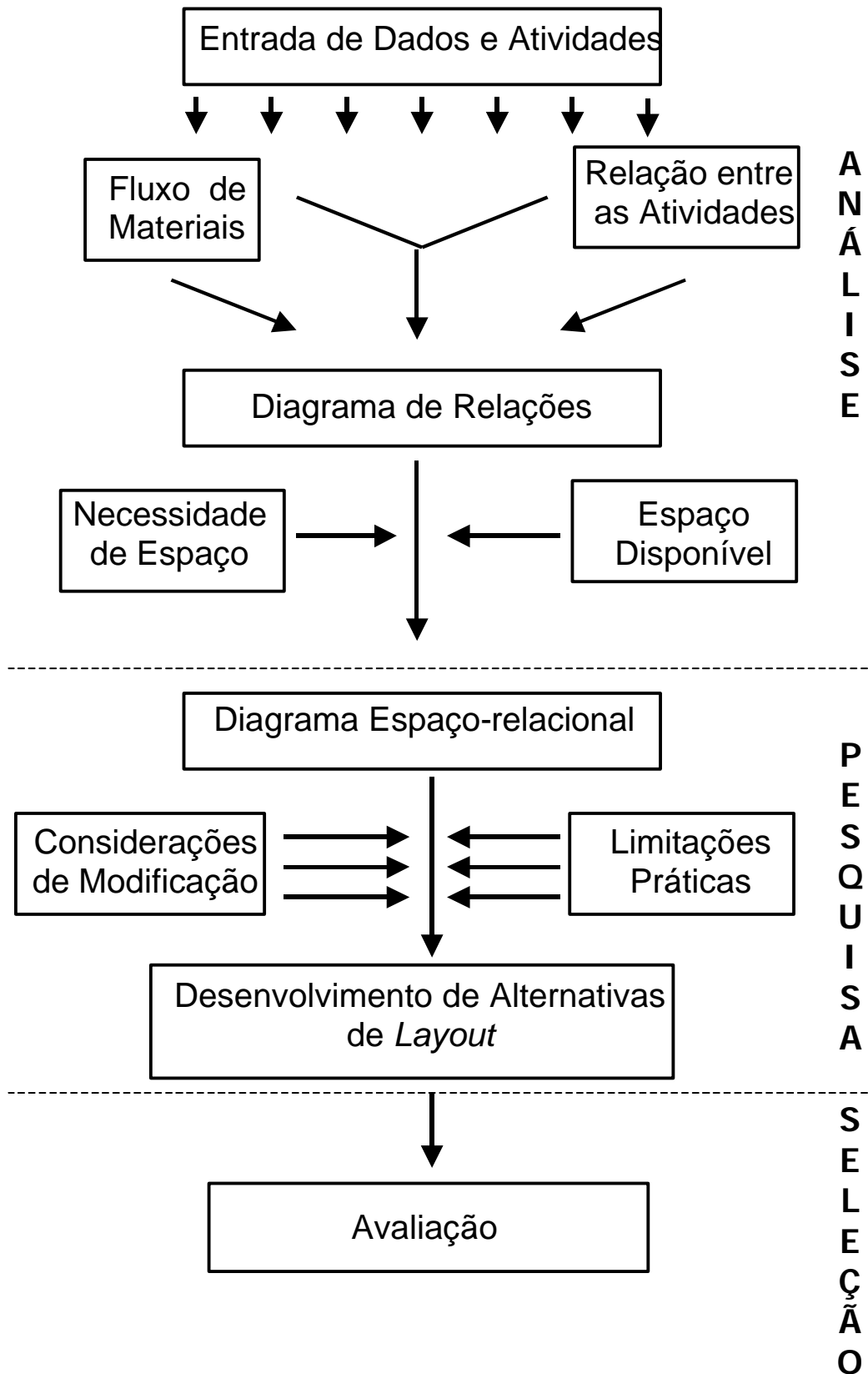


FIGURA 2.8 - Procedimento do Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP) (adaptado de Tompkins et al. (1996))



O *layout* macro deve também prever o significado da produção em reagir rapidamente à mudança, ampliando sua capacidade em um curto espaço de tempo ou ser possível de trabalhar eficiente e paralelamente às mudanças. O *design* da produção deve ser flexível no sentido de prever este alto nível de responsabilidade. Observa-se, no entanto, que variações nas necessidades da produção não obrigam necessariamente a uma alteração de *layout*.

Geralmente, a melhoria do *layout* pode proporcionar uma melhor utilização das máquinas, melhor manutenção do maquinário, fluxos mais suaves de material e uma coordenação mais próxima entre clientes e fornecedores, ao ponto de identificar a criticidade das datas de entrega.

Porém, quando todas estas tentativas falham ou se apresentam ineficazes para as solicitações impostas, pode ser a hora de realizar um novo *layout* da produção, por ser a alternativa de mais fácil implementação e de menor custo. Quando estas ocasiões surgem, então o *layout* deve ser flexível o suficiente para rapidamente acomodar estas mudanças.

Assim, uma questão é pertinente: como desenvolver um *layout* flexível? Harmon e Peterson (1990) sugerem o uso dos seguintes objetivos:

- reorganizar os setores da produção para atingir um nível de manufatura superior;
- estipular o espaço de acesso mais reduzido e prático possível de recebimento e Expedição de materiais e componentes para cada setor;
- organizar todos os setores no sentido de dedicar-se à produção de um mesmo produto ou de uma família de produtos; minimizando inventários, estoques e melhorar a intercomunicação;
- locar componentes comuns à alguns setores em um mesmo ponto, central aos usuários, para minimizar as distâncias de trajeto;
- minimizar o tamanho da planta, eliminando o máximo de tempo perdido e locomoção de trabalhadores;
- eliminar os estoques centralizados, dispersando-os aos setores competentes;
- eliminar escritórios fixos e realizar serviços de suporte no perímetro da produção;
- minimizar o raio de espaços laterais na área de produção.

A idéia de transformar toda a fábrica em unidades menores não é um novo conceito, conforme Skinner (1974) apud Tompkins et al. (1996). Cada setor pode ser organizado mais eficientemente. Dessa forma, *layouts* alternativos podem ser projetados para cada setor tendo a vantagem de possuir seus produtos e maquinários específicos.

Um exemplo de uma fábrica, que é organizada pelos conceitos de setores, é apresentado na Figura 2.9. A figura mostra o fluxo principal ao longo da espinha horizontal e o fluxo de material de cada setor organizado na forma de linha em “U”, linha reta e linha em “S”.

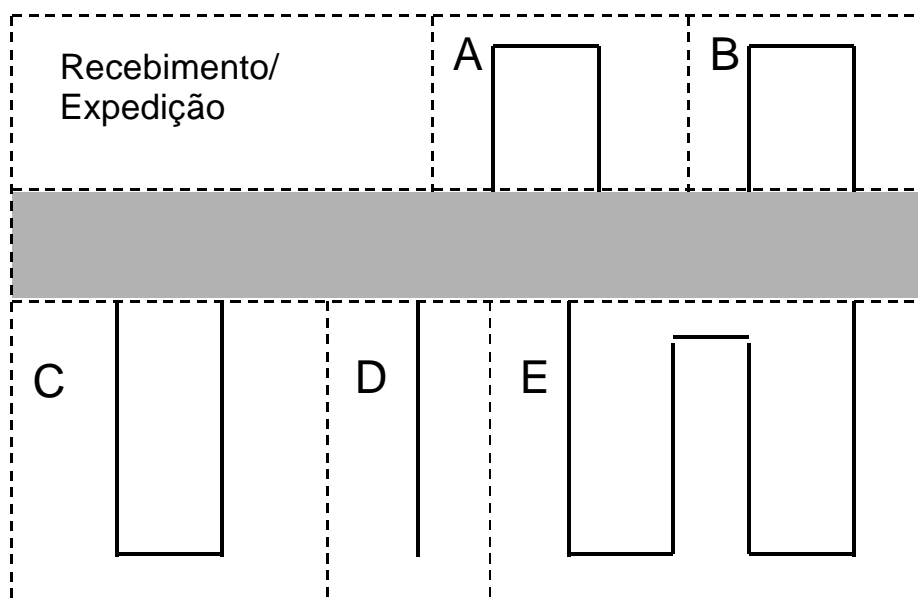


FIGURA 2.9 – Fluxo em linha com fluxos em “U”, “T” e “S” (adaptado de Tompkins et al. (1996))

Na Figura 2.10, pode-se notar para a mesma produção, a facilidade na expansão e na contração de cada setor, locado modularmente.

Uma consideração crítica, no entanto, é o fluxo central que poderá se transformar no gargalo da produção quando o manuseio de todos os materiais entre os setores exceder a capacidade da espinha central. Capacidade suficiente deve ser incorporada no *design* inicial, antecipadamente às necessidades futuras de fluxo de material.

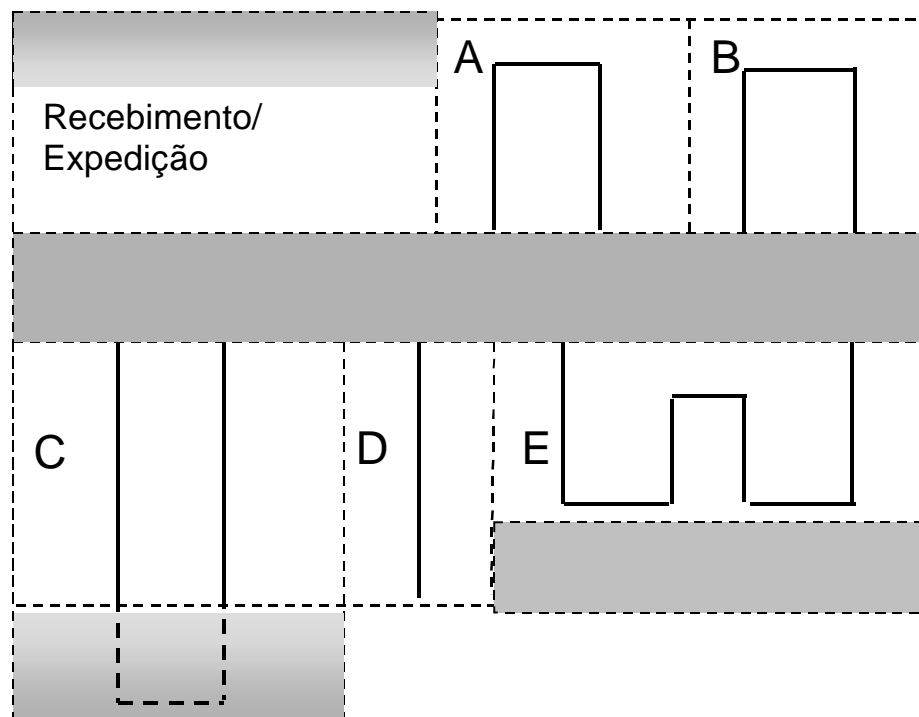


FIGURA 2.10 – *Layout* após a expansão e contração em alguns setores (adaptado de Tompkins et al. (1996))

## 2.8 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE *LAYOUT*

A avaliação das alternativas de *layout* pode ser problemática e, geralmente, é difícil de se estabelecer um método consistente de avaliação. Basicamente, existem dois métodos para a avaliação dos projetos de *layout*. Um deles é o método direto e é baseado no preenchimento das relações de proximidade, de acordo como elas foram estabelecidas. O segundo método é indireto e é baseado na formulação de uma medida de satisfação dos critérios estabelecidos.

De acordo com Bartlett et al. (1994), no sentido de fornecer uma consistente e comparável lista de resultados, utiliza-se geralmente o Método “*Score*”, no qual cada *layout* é

computado como segue: a menor distância retilínea entre as bordas de cada par de postos de trabalho é multiplicada pelo valor numérico das relações entre os referidos postos de trabalho, e o resultado final foi obtido pela soma total de todas as relações. O menor resultado indica o melhor *layout*. Existe, no entanto, três pontos a serem destacados ao usar essa técnica:

- a distância retilínea mais curta entre as bordas dos postos de trabalho é usada como medida de proximidade;
- valores numéricos arbitrários são assumidos para as taxas de relacionamento e operações aritméticas são realizadas para a definição da função distância-relacional;
- é assumido que a proximidade é função linear da distância retilínea mais curta.

A avaliação final das alternativas de *layout* deve sempre levar em consideração mais fatores do que somente o mero custo de transporte. No entanto, nos casos onde a avaliação toma lugar entre as variações do mesmo *layout* básico, onde as diferenças dos “*scores*” é pequena, o uso paralelo de uma tabela de decisões é recomendada. Neste sentido, fatores qualitativos não diretamente de acordo com o posicionamento dos postos de trabalho podem ser considerados e julgados de acordo.

## 2.9 IDENTIFICAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL - COURO

Para contextualizar o setor no qual foi realizado o Estudo de Caso é necessário conhecer um pouco de seu histórico e evolução.

### 2.9.1 O couro através dos tempos

Segundo Anusz (1995), o estudo da história da utilização de peles de animais e do fabrico do couro, através dos tempos, não só descreve esse material proporcionado pela natureza, mas retrata a própria história da civilização e do homem, de suas necessidades, costumes e idéias. Desta forma, evidencia-se que o couro sempre esteve presente na vida do homem, desde as eras mais remotas.

O período glacial, 2.000.000 a 7.000.000 A.C. , proporcionou ao homem uma das mais importantes descobertas em sua evolução: o controle da temperatura do meio ambiente. Como seu habitat eram as cavernas e dentro delas aquecia-se com fogo, toda a vez que tinha que se deslocar em busca de alimento, ele foi obrigado a conseguir uma maneira para se manter aquecido. Surgiu, então, a necessidade de proteger-se, criando assim a roupa. Com o corpo coberto, não sendo tão castigado pelo frio, o homem se aventura em caminhadas mais longas a procura da caça para prover a sua subsistência. Todavia, surgiu a necessidade de cobrir outra região do corpo, que o prejudicava nestas expedições, os pés. Logo, ao prolongar a cobertura do corpo nu com couro cobrindo e envolvendo os pés, criou então o sapato, segundo Silva (1998).

Assim, com o corpo e os pés protegidos, o homem pôde aventurar-se mais longe a procura de outros víveres, constituindo assim grupos de caça. Estes utensílios, roupa e sapato eram confeccionados com as peles dos animais que eram abatidos para servirem de alimentação. Por exemplo, algumas pinturas datadas de aproximadamente 20.000 anos, encontradas em cavernas da Espanha, ilustram mulheres vestidas com jaquetas e saias de peles e caçadores usando botas altas e calças de peles. Além disso, o estudo da utilização do couro desvenda-nos muitos mistérios da evolução do homem, como nas escavações do Egito Antigo, onde foram encontradas as peles e objetos de couro mais antigos que se tem conhecimento, de acordo com Anusz (1995).

### **2.9.2 Histórico da indústria dos curtumes**

O couro natural (pele), utilizado tal como fora retirado dos animais, tinha um período de uso pequeno, pois tornava-se rígido e apodrecia devido à deterioração do material. Dessa forma, o homem primitivo começou a notar que os couros mastigados eram flexíveis e apresentavam melhor conservação, de acordo com Anusz (1995).

Uma explicação para estes tipos de couros mais flexíveis era que a mastigação era realizada pelos indivíduos mais frágeis. Estes, não tendo força para brigar pelo alimento, se contentavam com as sobras, que eram restos de carne muitas vezes aderidas às peles e que eram retiradas com os dentes pelo processo de mastigação. Tal processo proporcionava a estas peles uma conservação por um período mais longo e também a manutenção da flexibilidade.

As múltiplas maneiras de curtimento e conservação das peles deram origem à Indústria do Couro. Segundo Silva (1998), os registros apontam para os babilônios como sendo o mais antigo dos povos a realizar a transformação do revestimento cutâneo dos animais em couro propriamente dito. Isto nada mais é do que a conversão da pele em uma substância forte e imputrescível, denominada couro.

A primeira medida sócio-econômica com relação ao couro, conforme Mello (1987), teve também seu surgimento na Babilônia, com o rei Hamurabi, regulamentando por lei em 2067 A.C. com o salário dos curtidores. A valorização destes profissionais foi tanta que, em 1249 A.C., Kastilash III recompensou um curtidor exclusivo de sua corte com título e honras de príncipe.

Dessa região, o conhecimento migrou para o Egito, sendo então repassado para os hebreus que aperfeiçoaram os métodos de curtimento, inclusive com o emprego de produtos vegetais.

Porém, o grande passo à frente para o processo de curtir ocorreu com Tchun Fung, fundador da Dinastia Chang na China, que descobriu no ano de 1770 A.C. como se poderia fazer o curtimento das peles.

De acordo com Mello (1987), mais tarde coube aos romanos a síntese e o aperfeiçoamento dos antigos processos de tratamento de peles e os lançadores do “*calceus*”, uma sandália de couro precursora dos modelos de calçados.

Apesar da arte de curtir ser antiquíssima, o desenvolvimento de suas técnicas pode ser considerado insignificante até os últimos séculos. Por exemplo, somente no século VIII, quando a Europa foi invadida pelos árabes, houve a introdução da arte de curtir peles empregando extratos vegetais.

A primeira indústria de curtumes foi instalada na Europa apenas no século XVIII. Somente no século XIX é que o setor foi se consolidar. Até o século XIX o trabalho era feito à mão e os segredos da “arte de curtir” eram transmitidos através das gerações, conforme Mello (1987). Hoje, a indústria de curtumes é dotada de moderna e sofisticada maquinaria e métodos científicos de trabalho, substituindo o que era uma arte quase secreta, por uma tecnologia avançada, transformando-se em fonte de riqueza e ocupação para inúmeros operários e técnicos especializados, graças ao aspecto multiplicador, se considerarmos a elaboração de produtos finais.

### **2.9.3 A indústria de curtumes no Brasil**

Sobre o surgimento da Indústria de Curtumes no Brasil, destaca Ferreira (1997) que:

“A indústria do couro no Brasil é tão antiga como a sua história e necessita mesmo ser investigada sob o ponto de vista de sua evolução.”

Sabe-se que os primeiros colonizadores trouxeram entre seus conhecimentos para o Novo Mundo, as técnicas rudimentares da arte de curtir peles, a fim de fabricar utensílios domésticos tais como botas, tamancos, cantis, selas, correias e cintas.

O progresso da indústria curtidora só se fez realmente presente a partir do século XIX, quando da chegada, primeiramente, dos colonizadores alemães e, posteriormente, dos italianos. Este progresso se tornou evidente na medida em que os colonizadores desenvolveram indústrias, ainda que com características primitivas, sem uma tecnologia satisfatória para o processo de elaboração do couro. Mesmo assim, este fato proporcionou um avanço, no momento em que foi deixado de lado o caráter rudimentar com que era trabalhado o couro.

Segundo Mello (1987), somente no início deste século é que a indústria nacional se tornou realmente fortalecida. Só com o surgimento de fabricantes de máquinas e equipamentos que proporcionaram aos curtumes um crescimento em nível de mercado internacional e conseqüentemente a valorização pela indústria nacional, é que os fabricantes de calçados começaram a deixar de importar produtos prontos.

### **2.9.4 A indústria de curtumes no Rio Grande do Sul**

O couro teve participação marcante na formação da história do Rio Grande do Sul, a partir do momento que os índios começaram a usar o cavalo como meio de transporte e o gado como fornecedor de alimento e pele (couro).

Segundo Costa (1998):

“Na fase primitiva da exploração econômica do Pampa, no século XVI, matava-se o gado só para aproveitar o couro, que servia para tudo: casa, canoa, arreios, calçado, caneco e como moeda de troca, sendo uma matéria prima indispensável. A esta época, os historiadores deram o nome de “Idade do Couro”.

A valorização econômica do couro teve seu crescimento aumentado a partir da colonização européia. O gado no pampa sul-brasileiro era abundante, devido à herança deixada pelos jesuítas, que entre as colônias de Sacramento e Laguna, tinham as principais estâncias, local onde hoje se encontra a área correspondente ao Rio Grande do Sul.

O abate realizado nesta região tinha como principal objetivo a exportação de peles, ficando a carne como sub-produto, que mais tarde, devido a sua abundância, provocou as condições necessárias para o surgimento e desenvolvimento da indústria de beneficiamento de carnes e peles. Com o início da fabricação de charque, a participação das peles, no conjunto das atividades decorrentes do abate de gado, decresceu em valor, ou seja, a carne passou a ter uma parcela maior na economia (Costa, 1998).

Assim, o excedente das peles determinou, além das transformações sociais, o crescimento da indústria de transformação das peles em couro, os curtumes.

A importância do couro na economia deste estado teve sua organização marcante com a chegada dos imigrantes alemães, que em 1824 e 1830, formaram as primeiras colônias, onde hoje se encontram as cidades de São Leopoldo, Novo Hamburgo e Estância Velha. Com a principal atividade sendo o trabalho com o couro, deu-se assim a formação da Indústria de Curtumes para a Região do então Vale do Rio dos Sinos e, mais tarde, se espalhando pelo interior do estado, em regiões como a Serra Gaúcha, Missões e Planalto Médio. Estes artesãos produziam principalmente selas, bainhas de faca e sapatos. Produtos que foram ganhando o mercado por sua qualidade. Como descreve Andrade (1989):

“A participação do Rio Grande do Sul na indústria nacional de curtumes sempre foi marcante, chegando mesmo a registrar quase metade do pessoal ocupado no setor, atingindo também mais da metade do valor da produção e do valor de transformação industrial.”



Esta característica artesanal do trabalho destes industriais pioneiros se manteve praticamente durante todo o século XIX. A partir do século XX a industrialização existente na Europa começou a chegar no país. Alguns fatos podem ser apontados como sendo os principais motivos desta busca de maior produtividade (ABAEX – 1995) apud Cassel (1996):

- Durante a I Guerra Mundial produziu-se o couro para os produtos calçadistas que foram vendidos para as tropas militares da África do Sul;
- na II Guerra Mundial novamente produziu-se o couro para a fabricação dos coturnos e outros artefatos de uso dos soldados da Força Expedicionária Brasileira (FEB);
- porém, o fato mais relevante para o desenvolvimento do setor coureiro-calçadista ocorreu em 1959, quando em uma missão comercial aos Estados Unidos, calçadistas foram mostrar e tentar vender seus produtos. Apesar do sucesso que o calçado brasileiro teve nesta missão, principalmente pela qualidade e preço baixo, nenhuma venda foi realizada, pois estes pioneiros da exportação esbarraram em um problema: sua baixa produção.

De acordo com Cassel (1996), estes fatos levaram os empresários do setor a repensar o seu modo de trabalhar e fizeram com que estruturassem melhor seu processo de produção e buscassem novas tecnologias para substituir o antigo trabalho artesanal.

### **2.9.5 A indústria do couro atual**

Hoje, o mercado coureiro é um dos mais competitivos do Rio Grande do Sul, devido ao número de empresas estabelecidas nesta região. Ao total são 143 curtumes em todo o estado que estão cadastrados no Guia Brasileiro do Couro (ABQTIC, 1996), principalmente no Vale do Rio dos Sinos, fornecendo couro para empresas calçadistas, de artefatos e também para o mercado internacional, via companhias exportadoras. Para se ter uma idéia da importância deste mercado, observa-se que o setor coureiro brasileiro gerou um saldo positivo na Balança Comercial de US\$ 569.820.990 no ano de 1997 (Boletim do Couro- ABICOURO, 1998).

O mercado coureiro constitui-se em uma das principais atividades econômicas do Vale do Rio dos Sinos, atuando continuamente como fornecedor para empresas calçadistas, onde grande parte da produção destina-se à exportação. Para manter-se neste mercado é necessário o esforço conjunto entre curtumes, fábricas de sapato e companhias exportadoras, conforme Pilger (2000).

No início da década de 80, o setor coureiro-calçadista do Rio Grande do Sul respondia pela geração de 10,8% do valor bruto da produção, sendo que em relação ao emprego, o índice do setor ficava em torno de 19,84% do pessoal, ou seja, de cada cinco empregados na indústria do Rio Grande do Sul, um estava trabalhando no segmento do couro-calçado (Andrade, 1989). Porém, o que se observou do início desta década até a atualidade, é que o setor coureiro-calçadista sofreu uma brusca redução de seu poder no mercado interno e externo.

Os desafios competitivos oriundos da abertura comercial instituída no Brasil têm exigido dos segmentos industriais uma postura dinâmica e criativa para enfrentá-los com sucesso. Dessa maneira, o segmento couro calçado responsável por aproximadamente 2,2% do PIB, proporciona uma intensa participação na política econômica do país. Através da sua cadeia produtiva que compreende frigoríficos, indústrias de máquinas e de produtos químicos, curtumes, calçadistas e indústrias de artefatos e de mobiliários (Boletim do Couro-ABICOURO, 1998).

As novas tendências da moda também ajudam a impulsionar as indústrias brasileiras: tal como no vestuário, as novidades em sapatos provém dos desfiles de moda dos estilistas europeus, que procuram novos calçados para compor seus figurinos. Estes, rapidamente, se distribuem pelas vitrines da Europa e, posteriormente, para o resto do mundo. As companhias de exportação têm o trabalho de manter o contato com estes clientes e trazer novas tendências de moda para o desenvolvimento destes calçados aqui no Brasil.

De certa forma, por ter um contato direto com os clientes, as companhias exportadoras possuem domínio da situação, podendo selecionar os curtumes com os quais irão trabalhar, segundo critérios próprios. A habilidade comercial do curtume e, principalmente, sua flexibilidade produtiva, aliados à competência em fabricar bons produtos a custos acessíveis, são características fundamentais para que ele seja “aceito” e possa desfrutar de sua fatia no mercado.

No caso do mercado interno a situação é semelhante, porém não há a figura da companhia exportadora e as fábricas de sapato possuem seus próprios modelistas e pessoal

responsável pelo desenvolvimento de amostras de couro. Novamente faz-se necessária a habilidade comercial e a flexibilidade produtiva e técnica do curtume em atender estas empresas.

Existe ainda uma terceira opção para o mercado do couro, na qual os curtumes exportam diretamente o couro acabado para as fábricas de sapatos estrangeiras, propiciando um valor agregado maior ao produto gerado.

Percebe-se, então, a existência de um mercado potencial, tanto a nível interno quanto externo que um trabalho de modernização estrutural e tecnológica deveria ser realizado contemplando estes mercados.

De forma geral, pode-se classificar os curtumes em dois tipos: aqueles que industrializam o couro cru até o estágio do *wet-blue*, chamados de curtumes de primeira geração e aqueles que industrializam o couro a partir do *wet-blue* até o couro acabado, também chamadas de curtumes de segunda geração ou indústrias de beneficiamento de couros.

O couro é um produto com um alto grau de diversidade no mercado, com características específicas que variam de cliente à cliente. A complexidade do couro varia de acordo com sua especificação técnica, como por exemplo, cor, toque, lisura, espessura, cobertura, estampa e classificação.

O couro possui valor agregado da ordem de US\$ 25,00 por metro quadrado na venda e US\$ 5,00 no beneficiamento, oscilando de acordo com a sua utilização e Classificação utilizada, de acordo com o Balanço Anual do Curtume Berghan Ltda (2000).

A frequência de compra é sazonal, tendendo o cliente a manter um padrão de compra mensal, oscilando nos períodos de troca de estações devido à mudança dos padrões da moda mundial.

Apesar destes dados o setor vem enfrentando dificuldades, principalmente pela concorrência no mercado externo.

Uma possível explicação para o fato da perda de competitividade é o avanço tecnológico alcançado pelos principais concorrentes dos produtores brasileiros em relação à tecnologia convencional utilizada no país desde o período da substituição das importações nos anos 70. Para sair deste estado de inércia, é necessário incentivar e desenvolver pesquisas, buscando maior qualidade e menores preços, para que se consiga competir no mercado externo (Pilger, 2000).

Este avanço pode ser em nível de estrutura da empresa, de mudança no processo ou de mudança na disposição do sistema produtivo. Preocupa-se, portanto, com a competitividade da empresa, evitando gastos monetários desnecessários.

## CAPÍTULO III

### ESTUDO DE CASO

A aplicação de técnicas de estudo de sistemas em ambientes industriais com grande concorrência, é cada vez mais significativa devido às rápidas modificações e flexibilidade de produção que o mercado exige nos dias atuais. A aplicação de técnicas de análise e ajustes de *layouts* são algumas destas técnicas que podem trazer resultados competitivos positivos.

Neste capítulo apresenta-se então, informações relativas ao método e ao embasamento teórico e metodológico desenvolvido.

Descrever-se-á um levantamento histórico da empresa onde o Estudo de Caso foi realizado, mostrando como a empresa iniciou suas atividades, seus principais processos, produtos e os níveis de produção na qual se encontra hoje.

É descrito ainda o desenvolvimento do estudo de caso realizado na empresa, analisando e demonstrando as etapas dos métodos propostos, as considerações assumidas e as soluções propostas. Mostra-se os resultados obtidos com a análise do processo atual e a aplicação e a importância desta coleta de dados no projeto de alteração do *layout*, com suas melhorias e benefícios.

A abordagem desenvolvida consta em 3 etapas, conforme Figura 3.1, as quais serão descritas a seguir.

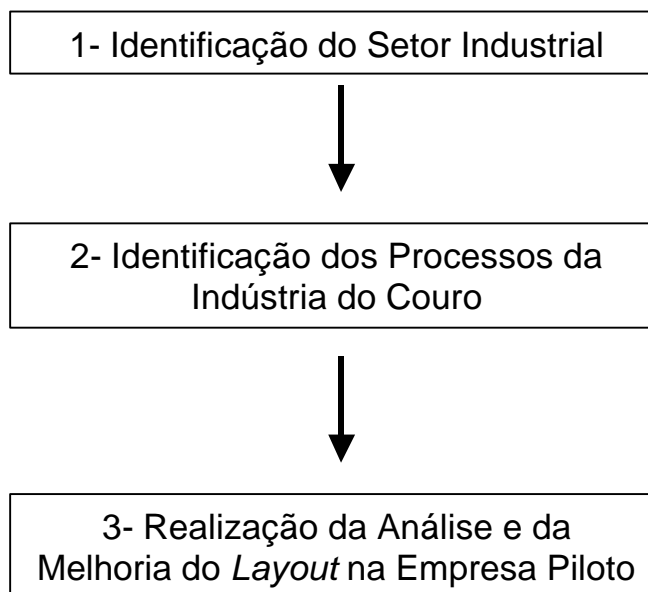


FIGURA 3.1 – Etapas da abordagem desenvolvida

### 3.1. IDENTIFICAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL

Devido ao fato da aplicação de técnicas de análise e ajustes de *layouts* ser um assunto extenso e com possibilidade de várias aplicações, escolheu-se apenas o setor coureiro para se desenvolver o trabalho. Esta escolha foi feita em função de fatores geográficos, organizacionais, de acesso, de importância econômica e de aspectos ligados à concorrência, como já mencionado na introdução do trabalho. Pode-se ter uma idéia da importância do setor através do seu histórico e de sua situação no mercado atual, que está descrito no Capítulo II.

### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DA INDÚSTRIA DO COURO

Nesta etapa da metodologia desenvolvida são descritos os processos da indústria do couro, de forma seqüencial, desde o recebimento do couro *in natura* até o seu acabamento e transformação no produto final.

Segundo Silva (1998), Curtume é a indústria que transforma (processa) uma pele animal putrescível em couro imputrescível. Os processos apresentados a seguir descrevem os passos a serem seguidos para a transformação das peles em couro final.

### 3.2.1 Ribeira

As peles salgadas ao chegarem ao curtume são armazenadas em local apropriado, denominado barraca. No caso da indústria trabalhar com a chamada “pele verde”, recém tirada do animal (processo realizado pelo frigorífico e chamado de esfola), as mesmas necessitam de operação chamada salga, que proporcionará as condições para a sua conservação, conforme Anusz (1995).

O primeiro processo ao qual são submetidas as peles é o remolho. Realizado em um cilindro rotativo chamado fulão<sup>1</sup> (tambor), esta etapa tem como principal finalidade a hidratação da pele.

Após a etapa do remolho, no mesmo equipamento chamado fulão, realizam-se as etapas de depilação e caleiro, que têm como finalidade a retirada dos pelos e a abertura da estrutura fibrosa. As peles neste estágio são chamadas de “tripas”.

Em seguida, as tripas são submetidas a duas operações em máquinas específicas que são o descarne e a divisão. Na etapa de descarne são retirados restos de gorduras e carne que não foram retirados com sucesso na esfola. A próxima etapa é a divisão, que consiste no corte horizontal de sua superfície, ou seja, a parte superior sendo nobre é denominada de flor<sup>2</sup>, e a parte inferior é denominada raspa<sup>3</sup>.

Com a parte nobre são produzidos artigos como: napas<sup>4</sup>, nubuks<sup>5</sup>, floaters<sup>6</sup> e estampados<sup>7</sup>. Da parte inferior (menos nobre) normalmente são produzidos artigos chamados de camurção<sup>8</sup> e designados geralmente para a confecção de calçados.

<sup>1</sup> Fulão é a máquina de curtir. Fundamentalmente, é um tonel rotativo em torno de um eixo central. Permite a carga e descarga de peles e licores curtentes.

<sup>2</sup> Flor é a superfície externa da pele ou do couro, com os desenhos específicos que caracterizam o animal.

<sup>3</sup> Raspa é a parte inferior da pele ou couro.

<sup>4</sup> Napas são considerados os couros usualmente curtidos ao cromo que se caracterizam pela maciez, flor integral (não lixada) com um acabamento de toque bem suave. No caso da napa calçado, a mesma é utilizada na confecção de calçados.

<sup>5</sup> Nubuk é o tipo de couro usualmente curtido ao cromo, tingido, usado principalmente para cabedais, lixado no lado da flor para conferir uma superfície aveludada e suave.

<sup>6</sup> Floater são os couros batidos com acabamento a base de óleos com efeito característico.

<sup>7</sup> Os estampados recebem, após seu acabamento final ou parcial, uma gravação de alguma estampa característica.

<sup>8</sup> Camurção é a camurça de grande espessura que identifica os couros afelpados.

### 3.2.2 Curtimento

Segundo Anusz (1995), após a divisão, as peles são novamente colocadas em fulão para serem submetidas a dois processos químicos simultâneos: a “descalcinação”, que é a solubilização e neutralização da cal que foi absorvida na etapa do caleiro e a “purga”, que é um tratamento enzimático realizado a fim de limpar a estrutura fibrosa (interna) da pele.

O processo seguinte, também realizado no fulão, é o píquel, onde as peles são tratadas com soluções de ácidos e sais, visando a preparação para a etapa de curtimento propriamente dita.

A etapa de curtimento, também realizada nos Fulões, é a que proporciona a estabilização química da pele. São dois os tipos mais comuns de curtimento: o mineral e o vegetal. O curtimento mineral utiliza sais de cromo para a estabilização da pele, obtendo-se o couro conhecido como *wet-blue* por sua aparência azulada. No curtimento vegetal, os sais de cromo são substituídos por taninos vegetais, que também estabilizam quimicamente as peles, obtendo-se o couro conhecido como “*atanado*” por sua aparência ocre.

Com o curtimento tem-se o término do processo dos curtumes de 1<sup>a</sup> geração.

### 3.2.3 Preparação do *wet-blue*/ *atanado*

Com a preparação do *wet-blue*/ *atanado* inicia-se o ciclo dos curtumes de 2<sup>a</sup> geração, os chamados beneficiadores de couro.

Os couros, agora assim chamados, para o uso pela indústria calçadista necessitam estar com espessura uniforme, que não se consegue somente com a etapa da divisão. Assim, os couros são passados em uma máquina de enxugar que serve para a retirada do excesso de água e em seguida sofrem uma operação de rebaixe, que consiste em uniformizar a espessura dos mesmos.

Após estas duas operações, os lotes têm suas aparas recortadas e são pesados, a fim de prepará-los novamente para o ingresso nos Fulões.



### 3.2.4 Recurtimento

Os couros retornam novamente para o fulão em uma operação chamada de neutralização, na qual os ácidos livres presentes no curtimento são neutralizados. Após, é realizado o chamado recurtimento. Nesta etapa, são dadas as características que necessita o produto final, em função de sua utilização. Fazem parte destas características a operação de tingimento, que proporciona a coloração do couro, e o processo de engraxe, que irá conferir ao couro a maciez desejada.

### 3.2.5 Secagem

Consiste nas operações que visam a retirada da água do couro, efetuando-se, assim, a sua secagem e proporcionando aos couros, operações iniciais de Acabamento. Geralmente, estas operações de secagem se diferenciam de acordo com o artigo final a ser produzido, mas, seguem esta ordem, com a primeira etapa sendo a operação de enxugamento-estiramento que visa a retirada do excesso de água, além de proporcionar uma abertura dos couros. Esta operação é realizada na máquina de Estira.

Existem diferentes tipos de secagem: a Vácuo, em Estufa, ao natural e no Grampo. Cada uma apresentando suas particularidades e vantagens, tais como: ganho de área, maciez, lisura de flor, etc.

Os couros após estarem secos, apresentam-se armados, necessitando serem amaciados. Esta operação pode ser feita em uma Molissa ou com um batimento a seco em um fulão.

Para poder proporcionar um rendimento e uma melhor apresentação dos couros, após o amaciamento, é realizada a operação de Grampo que é o estaqueamento dos couros através de Grampos em placas perfuradas aquecidas.

Após o Grampo, geralmente as peles são recortadas e podem ser deslocadas à Impregnação ou à Lixa.

### 3.2.6 Pré-acabamento

Pode-se classificar as operações de Lixa, Impregnação e Recondicionamento como sendo de pré-acabamento, pois preparam o couro para o acabamento final.

Na Lixa existe a correção de eventuais defeitos da flor do couro através da uniformização de sua superfície mediante uma lixação, seguida da operação de desemboamento, que é a retirada do pó gerado. Essa operação é realizada somente em couros de Classificação inferior, onde se procura melhorar seu aspecto e Classificação, ou em couros cujo processamento exija esta operação.

Na Impregnação há a adição de resinas acrílicas, no intuito de “firmar” a flor do couro, pelo método da adição por cortina. Essas resinas podem ser acrílicas e são aplicadas diretamente na flor do couro.

O Recondicionamento tem lugar quando a umidade do couro está abaixo daquela ideal para receber o acabamento, que gira em torno de 15%. O couro recebe então uma pulverização de água ou solução de óleo no carnal<sup>9</sup> para devolver a umidade perdida em alguma etapa do processo.

### 3.2.7 Acabamento

Conforme Anusz (1995), o conceito de Acabamento do couro abrange uma série de tratamentos, aos quais a pele curtida é submetida, a fim de conferir as propriedades que se pretende destinar ao couro, tais como:

- uniformidade de cor;
- lisura;
- brilho ou opacidade;
- com acabamento sólido ou transparente;
- estampados;
- com efeito bicolor, graxo, pull-up<sup>10</sup>, etc.

<sup>9</sup> Carnal é o lado da carne da pele. Parte da pele que estava em contato direto com a carne e o corpo do animal.

<sup>10</sup> Graxos e Pull-up são os couros com Acabamento a base de óleos com efeito característico, normalmente bicolor.

Estes tratamentos têm por objetivo o beneficiamento da superfície do couro com a obtenção de propriedades especiais, seja do lado da flor ou do lado do carnal (no caso de raspas ou camurção), proporcionando também outra característica de caráter mais comercial, que é a melhora da Classificação, à medida que certos acabamentos têm tendência de encobrir os defeitos.

### 3.3 ESTUDO DE CASO

A partir da identificação do processo da empresa piloto e da definição junto à direção da mesma quanto à realização de projeto de análise e melhoria de *layout*, aplicou-se a metodologia proposta por Silveira (1998), conforme Revisão Bibliográfica.

Utilizou-se o Método de Estudo de Caso que significa, segundo Yin (1994), uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas. Essa definição, apresentada como uma "definição mais técnica" por Yin (1994), nos ajuda, segundo ele, a compreender e distinguir o método do estudo de caso de outras estratégias de pesquisa como o método histórico e a entrevista em profundidade, o método experimental e o estudo prospectivo.

O Método de Estudo de Caso tem vantagens e desvantagens que devem ser analisadas à luz do tipo de problema e questões a serem respondidas, do controle possível ao investigador sobre o real evento comportamental e o foco na atualidade, em contraste com o caráter do método histórico. Apesar de ter pontos em comum com o método histórico, o Estudo de Caso se caracteriza pela capacidade de lidar com uma completa variedade de evidências - documentos, artefatos, entrevistas e observações, sendo, portanto, adequado à nossa realidade.

### 3.3.1 Histórico da empresa

A empresa E.H. Berghan & Cia Ltda. foi fundada em 28 de dezembro de 1960, pelos sócios-fundadores Ervino Hugo Berghan, Ary Leuck e Reinaldo Jacob Konrath.

No início de suas atividades, a empresa levou o nome de um dos seus sócios, Ervino Hugo Berghan, e contava com um pequeno prédio em alvenaria e um galpão semi-aberto onde se produzia raspa. No primeiro ano, a empresa já contava com 14 funcionários registrados.

Em 1968 foram construídos os prédios da Expedição e parte do escritório. A construção foi feita por etapas e concluída em 1972. Com o aumento da produção de couros, outros prédios foram construídos em 1973 e 1974, onde abrigam hoje o setor de Acabamento. Em 1º de junho de 1980 foi mudada a razão social, que passou a ser Curtume Berghan Ltda.

Atualmente, o Curtume Berghan Ltda é uma tradicional beneficiadora de couros do Vale do Rio dos Sinos com artigos diversos e sofisticados destinados ao mercado nacional e internacional de couro. A empresa conta hoje com um quadro de 146 funcionários produzindo em média 90.000 metros quadrados de couro por mês. Dentre seus produtos, destaca-se a produção de napas para calçados, graxos, floater, estampados como cobra, avestruz, crocodilo e lezard, semicromos<sup>11</sup> e ainda couros com Acabamento à base de anilina, além das tradicionais raspas e camurções.

Existe em sua cultura empresarial, a preocupação com o futuro, no sentido de criar parceria com os clientes, baseada na confiança, suporte tecnológico e afinidade de objetivos. A filosofia da empresa visa o foco no cliente considerando o bom atendimento, a fabricação do artigo com as características solicitadas e, principalmente, a pontualidade na entrega, alicerces para negociações atuais e futuras.

Como o mercado nacional absorve cerca de 95% da sua produção atual, o mix de produtos varia constantemente, alterando tipos de artigos, estampas, Acabamentos e cores, flutuando com a tendência da moda nacional, influenciada fortemente pelos lançamentos internacionais.

Os lotes de produção são cada vez mais menores e variáveis. Aquela antiga idéia de produzir grande quantidade de um mesmo artigo e cor já não vale mais. Os pequenos e variados pedidos dos calçadistas impactam diretamente nos lotes de produção dos curtumes, que têm sua produção “desfiada” pelos chamados lotes “pingados”.

<sup>11</sup> Semi-cromos são couros nos quais o curtimento foi efetuado em duas etapas: na primeira ele é curtido ao tanino, seguido de um curtimento ao cromo, ou vice-versa.

Com inúmeros tipos de fluxos existentes, particulares a cada tipo de artigo, ocorrem dificuldades no planejamento dos deslocamentos internos que variam a cada tipo de processo solicitado, sugerindo um estudo do *layout* atual para a análise de eficiência e possível caráter de melhoria.

Estes problemas não são exclusivos do Curtume Berghan Ltda. De acordo com Pilger (2000), o setor coureiro-calçadista como um todo, enfrenta problemas na sua produção, destacando-se:

- o *layout*, tipicamente de processo, é pouco alterado e atualizado, apesar da variabilidade existente entre o mix de artigos produzidos, sem ter a convicção de que o modelo utilizado é o mais adequado e eficiente;
- o uso intensivo de mão-de obra e a relativa baixa mecanização dos processos aumentam a variabilidade dos processos;
- o ciclo de vida dos produtos é sazonal, repetitivo e curto;
- pelo fato do uso intensivo da mão de obra e da variabilidade do mix de produtos, o sistema produtivo pode não chegar à “maturidade”, pois a curva de aprendizagem leva mais tempo para chegar ao patamar de estabilidade que o tempo de durabilidade do ciclo de vida do produto.

Estes problemas demonstram uma dificuldade para a elaboração de um *layout* apropriado e um fluxo definido para o próprio planejamento da produção, fato que poderia ser auxiliado por uma análise do *layout* utilizado e sua eficiência.

### **3.3.2 Projeto Piloto**

O processo de desenvolvimento do projeto seguiu algumas etapas que podem ser agrupadas, formando o método de trabalho utilizado no projeto. Este método teve como base as etapas descritas no Capítulo II desta dissertação.

## **Fase I – Preparação**

### 3.3.2.1 Escolha da área piloto

A escolha da Secagem como Área Piloto foi realizada levando-se em consideração a importância que este setor exerce sobre o processo de beneficiamento do couro.

A Secagem, conforme já definida na seção 3.2.5 recebe 3 entradas distintas: o couro molhado oriundo do setor de Recurtimento para a realização da pré-secagem e secagem propriamente dita, preparando-o para a fase de Impregnação; o couro úmido impregnado, para receber a cura completa e a secagem da Impregnação preparando-o para a fase final de acabamento; e o couro acabado para receber as operações finais de amaciamento, obtenção de lisura, brilho e maciez ao toque.

Além da diversidade de fluxos entre as matérias-primas destas três entradas, 3 tipos de fluxos macro distintos: o do couro molhado, o do couro impregnado e o do couro acabado. O setor atua como se fosse um “meio de campo” em um time de futebol, que recebe tanto a bola dos zagueiros (couro molhado do Recurtimento) e tem de passá-la ao ataque (Acabamento) como também recebe a bola recuada do ataque (Impregnação do Acabamento) para o lançamento a um novo ataque (Acabamento final), ou chute direto ao gol (couro acabado que vai para a Expedição).

Esse giro de material na Secagem faz do setor o mais numeroso em máquinas, mão-de-obra, transporte de materiais. Conseqüentemente, as perdas por deslocamento e estoques intermediários são mais identificadas.

Priorizou-se portanto, na empresa piloto, o Setor da Secagem como sendo de maior necessidade de análise e ajuste de *layout*.

### 3.3.2.2 Formação do time

Após a apresentação da idéia proposta e do interesse demonstrado de parte da direção da empresa na realização do Projeto Piloto, formou-se um time de trabalho que englobou:

- 1 Técnico em Curtimento para esclarecimentos técnicos e sequenciais dos postos de trabalho de cada artigo selecionado;
- 1 Programador da Produção para o fornecimento dos fluxos de produção, ordens de produção, tamanho dos lotes, etc.;

- 1 Chefe do Setor da Secagem para opinar sobre proximidade e viabilidade das mudanças;
- 1 Gerente da Produção para a supervisão geral das alterações propostas.

Na primeira reunião da equipe foi apresentada a idéia do projeto, a forma de trabalho e as etapas a serem desenvolvidas.

Foi de consenso geral que o projeto, ao invés de englobar toda a empresa, iniciasse pela Secagem, pelo tamanho grau de importância e certa “entropia” que atualmente era visível no setor.

### 3.3.2.3 Definição dos objetivos

Os objetivos do projeto foram definidos como sendo analisar e propor melhoria no arranjo dos postos de trabalho do Setor de Secagem, sendo sumarizados nos seguintes tópicos:

- reduzir espaços entre postos de trabalho;
- reduzir custos com materiais, mão-de-obra, supervisão e movimentação;
- diminuir estoque em processo (WIP);
- flexibilizar a produção aos lotes menores;
- facilitar re-adequações futuras;
- melhorar o ambiente.

### 3.3.2.4 Implementação de técnicas de suporte

Para melhor desenvolvimento dos trabalhos em relação ao Projeto Piloto, realizou-se explicações generalizadas sobre a metodologia a ser utilizada, conforme Silveira (1998).

Apresentou-se também as etapas a serem realizadas nas etapas de coleta de dados, agrupamento e dimensionamento do novo *layout*, evidenciando-se o Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP), conforme Capítulo II.

## Fase II – Definição

### 3.3.2.5 Escolha dos métodos de agrupamento

Conforme citado no Capítulo II, existem técnicas disponíveis para a solução de problemas de *layout*. A maioria destas técnicas são metodologias de aproximação, enquanto que outras fornecem uma solução definida, porém sem levar em consideração as restrições reais.

Utilizou-se a técnica de Melhoria de *Layout* de Silveira (1998), com a aplicação do Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP), desenvolvido por Muther (1961) apud Bartlett et al. (1994).

### 3.3.2.6 Coleta de dados

O atual *layout* da empresa é mostrado no Anexo I. Neste *layout*, pode-se observar os seguintes setores:

- Preparação do *wet-blue*;
- Estoque dos produtos químicos;
- Fulões de amostras;
- Fulões de Produção (Recurtimento);
- Secagem;
- Lixas;
- Acabamento;
- Acabamento das amostras;
- Expedição;
- Manutenção;
- Caldeira;



- Estação de Tratamento de Efluentes;
- Administração.

Conforme descrito na seção 3.3.2.1, foi decidido que o setor da Secagem fosse reorganizado a fim de melhorar a eficiência e diminuir as perdas descritas em 3.3.2.3.

Como é geralmente o caso, o atual *layout* é resultante da prática do dia a dia. O aumento da variedade dos lotes e a diminuição de sua quantidade fez surgir alguns problemas, como o do uso mal dimensionado do espaço disponível, o posicionamento inadequado de algumas máquinas e as dimensões (ora exageradas ora exíguas) de alguns sub-setores. O novo projeto, no entanto, terá restrições físicas e terá também que sugerir a melhor solução de custos.

O primeiro passo para a realização de um novo *layout* é o entendimento de como o *layout* atual funciona. Isto não só auxilia na identificação de problemas operacionais, como também na visualização de restrições às modificações, como paredes, colunas e equipamentos fixos.

Um estudo extensivo foi realizado no atual *layout* do setor da Secagem para desenvolver uma completa lista dos equipamentos e sua exata localização. Isto inclui a tomada de medidas de cada elemento, como equipamentos, áreas de trabalho, corredores, acessos e paredes. O resultado está demonstrado no Anexo II. Como na maioria dos casos reais, este *layout* pode ser considerado como *layout* de processos, pois o principal critério é a similaridade de operações. Assim, cada setor reúne máquinas e operações similares ou idênticas. No entanto, os postos de trabalho são dispostos de maneira a tentar manter um fluxo natural, de acordo com a seqüência de manufatura.

A seguir, apresentam-se os principais tópicos adicionais da coleta de dados realizada:

a) Manuseio e transporte do material

O principal método de manuseio e transporte do material, neste caso, é na forma de cavaletes móveis, no caso dos couros molhados e de mesas móveis, no caso dos couros acabados, (conforme Figura 3.2), muito comum nos curtumes. Estes dois métodos de transporte são comuns em toda a estrutura do curtume, não sendo exclusividade do setor da Secagem, servindo tanto para o transporte dos lotes de produção entre os postos de trabalho da Secagem como para o deslocamento dos lotes aos outros setores. Existe, no entanto, um

problema comum de falta de cavaletes e/ou mesas para todos os lotes ocasionando, muitas vezes, superposição de lotes e espera pela transferência ao próximo posto de trabalho.

A colocação e a retirada do couro nas máquinas é feita manualmente, de forma individual ou coletiva.

FIGURA 3.2 – Cavaletes e mesas de transporte

#### b) Estoque

Na Secagem não existe estoque de matéria-prima, pois as matérias-primas utilizadas no processo de recurtimento são utilizadas no setor de Recurtimento. Os demais insumos são usados no Acabamento.

Portanto, existe somente um estoque de couro que está à espera do processamento, aguardando sua respectiva fila. Existe um descontrole do estoque de espera presente no setor, pois são encontrados couros oriundos do setor de Recurtimento, da Impregnação e do Acabamento.

### c) Rotina de produção

No sentido de estabelecer padrões de fluxos de material, a rotina de produção deve ser recordada e analisada.

O fluxo de produção para artigos similares é padronizado e está descrito nos Roteiros de Produção. Cada lote de produção possui sua respectiva Ordem de Serviço (OS), na qual está descrito o Roteiro de Produção a ser seguido (Anexo III), detalhes de processos e regulagem de máquina.

Escolheu-se os Roteiros de Produção para os artigos abaixo listados, que cobrem a maior parte da produção (mais de 90%), de acordo com a Tabela 3.1 . Estas seqüências foram obtidas pelo setor de Programação e revisados pelo time do projeto piloto:

- napa calçado;
- semi-cromo BST<sup>12</sup>;
- graxo;
- floater;
- estampado;
- camurça;
- nubuk;
- napa 2000 / box<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> Semi-cromos BST são couros semelhantes ao semi-cromo normal, mas com secagem direta total na operação de Vácuo.

<sup>13</sup> Napa 2000 / box são napa de toque armado e acabamento carregado, finalizado com uma resina poliuretânica.

TABELA 3.1 – Produção 2000 por Artigos - Curtume Berghan Ltda (em m<sup>2</sup> de couro)

<i>Artigo</i>	<i>Napa calçado</i>	<i>Semi-cromo BST</i>	<i>Graxos</i>	<i>Floater</i>	<i>Estampados</i>	<i>Camurça</i>	<i>Nobuck</i>	<i>Napa 2000/ Box</i>	<i>Total</i>
TOTAL DA PRODUÇÃO	438.486	64.663,8	71.281	24.404	147.375,15	64.967,57	22.927	99.809,56	933.914,1

Porém, a variação dos artigos produzidos causa variação dos fluxos de produção e das rotinas de processo.

Outro problema é a quantificação do fluxo de material. Neste caso, o processo de produção não envolve o fluxo individual de couros, como no caso de fluxos “on-piece-flow” e sim através do fluxo de lotes com quantidades que podem variar de 30 até 150 “meios”<sup>14</sup> de couros, dependendo do pedido total de produção e do tipo de artigo produzido.

Por exemplo, no fluxo da napa calçado, pode-se visualizar que o couro molhado descarregado dos Fulões, após descanso de 6 horas, sofre uma pré-secagem na Estira e no Vácuo. O couro é então deslocado à Estufa, que por sua vez envia o couro já seco ( $\pm 15\%$  de umidade) ao pré-amaciamento na Molissa, e então enviado ao Grampo para aumento de área. Após ser grampeado, o couro segue para o Recorte manual e, em seguida, para o setor de Lixas. Após ter sua superfície polida (Lixa 400), o couro segue para o setor de Acabamento, onde recebe a sua 1ª Impregnação. Após impregnado o couro retorna à Secagem, onde é seco no Vácuo e na Estufa, retornando novamente à umidade de 15%. O couro é então classificado quanto à “firmeza de flor”<sup>15</sup> e retorna ao Acabamento. Se sua “flor” estiver firme, o couro é então acabado e retorna à Secagem para amaciamento e obtenção de toque e lisura final, efetuados respectivamente na Molissa e no Vácuo. Se sua “flor” não estiver firme, o couro sofre uma 2ª Impregnação, onde novamente é seco no Vácuo e na Estufa e reclassificado. Só então é enviado ao Acabamento para a fase final.

Os Roteiros de Produção (Anexo III) fornecem a seqüência do fluxo de produção. Com o conteúdo dos mesmos, diagramas de rotina são desenhados, conforme Anexo IV, os quais ilustram a seqüência dos postos de trabalho envolvidos para cada produto.

Um fato a ser considerado é que, conforme demonstrado nos roteiros de produção, o Vácuo é uma das operações mais solicitadas no setor da Secagem e a sua programação é uma das mais complicadas, pois deve associar os fluxos de couro molhado oriundo da Estira, de couro impregnado e de couro acabado, com tempos e temperaturas de processo variantes para cada artigo e tipo de processo.

---

<sup>14</sup> “Meio” é a denominação usual na indústria beneficiadora de couros, que representa a metade de uma pele inteira de um animal, cortada longitudinalmente no sentido da cabeça à culatra.  
<sup>15</sup> “Flor solta” é a denominação do problema do desprendimento da flor de suas fibras inferiores, ocasionando em problemas posteriores de rugas e descolamento do acabamento. A flor é então corrigida através da Impregnação de resinas sintéticas, obtendo-se a chamada “Flor firme”.

#### d) Fluxo de material

Uma vez obtidos os fluxos e seqüências de produção, o passo seguinte é a análise da intensidade de movimentação dos materiais.

Apesar dos diferentes artigos em processo e das diferenças nas seqüências de produção entre cada artigo, é relativamente fácil determinar a relação do fluxo de material entre os postos de trabalho envolvidos, pois a unidade utilizada é sempre a mesma, ou seja o número de meios de couros ou metros quadrados.

Como o trabalho foi realizado com o uso da Tabela 3.1 - Relatório de Produção Realizado em 2000, o mix de produtos e quantidades produzidos é referente àquele ano, tomando como unidade de medida “metros quadrados” ( $m^2$ ), que facilmente pode ser transformados em “meios” de couros, utilizando um fator divisor médio de 1,85, se for o caso. Portanto, em termos de fluxo, fica considerado o mesmo valor de transferência o metro quadrado de napa calçado, de graxo ou de qualquer outro artigo.

Os dados do Relatório de Produção Realizado em 2000, conforme descrito na Tabela 3.1 e os dados contidos nos Roteiros de Produção do Anexo III e no Diagrama de Rotina do Anexo IV podem ser usados na construção do Diagrama de Relações.

A Tabela 3.2 representa a utilização de cada posto de trabalho para cada artigo produzido (em  $m^2$ ), durante todo o ano de 2000. Nos casos onde um mesmo artigo passa mais de uma vez no mesmo posto de trabalho, apresenta-se o somatório do número de passagens, produzindo-se um valor total. Adicionou-se à Secagem a Impregnação, pois esta última representa uma grande relação de movimentação com a Secagem, após a verificação visual do Diagrama de Relações. Como a Secagem representa um setor intermediário entre 3 setores posteriores, realiza-se também a utilização da Lixa, do Acabamento e da Expedição para os artigos apresentados. Outra observação é que certos postos de trabalho recebem mais de uma vez o couro em diferentes estados de processamento. Portanto, no caso do Vácuo e da Molissa, condensou-se as utilizações do referido posto como sendo um único tipo de processo. Apresenta-se, então, nas Tabela 3.3 e 3.4, as tabelas condensadas de utilização dos postos de trabalho.

TABELA 3.2 – Utilização dos Postos de Trabalho (em m<sup>2</sup> de couro/ ano)

<i>Posto de Trabalho / Artigo</i>	<i>Napa calçado</i>	<i>Semi-cromo BST</i>	<i>Graxos</i>	<i>Floater</i>	<i>Estampados</i>	<i>Camurça</i>	<i>Nobuck</i>	<i>Napa 2000/ Box</i>
Estira	438486,14	64663,8	71280,8	24404,21	147375,15	64967,57	45854	99809,56
Vácuo Molhado	438486,14	64663,8	71280,8	24404,21	147375,15	64967,57	45854	99809,56
Estufa Molhada	438486,14	0	71280,8	0	0	0	45854	99809,56
Recondicionamento	43848,614	0	71280,8	0	0	0	22927	0
Molissa 1	438486,14	0	71280,8	24404,21	0	64967,57	45854	99809,56
Grampo	438486,14	0	71280,8	24404,21	0	64967,57	45854	99809,56
Recorte	438486,14	64663,8	71280,8	24404,21	0	129935,1	45854	99809,56
Vácuo Impregnação	657729,21	0	94803,46	0	147375,15	0	0	199619,12
Estufa Impregnação	657729,21	64663,8	94803,46	0	294750,3	0	0	99809,56
Classificação	657729,21	0	94803,46	0	147375,15	0	0	99809,56
Fulão de Bater	0	0	0	73212,63	0	38980,54	0	0
Molissa Final	438486,14	64663,8	0	0	0	0	0	0
Vácuo Seco	438486,14	0	0	0	0	0	0	0
Impregnação	657729,21	0	94803,46	0	147375,15	0	0	199619,12

TABELA 3.3 – Tabela Condensada de Utilização dos Postos de Trabalho (em m<sup>2</sup> de couro/ ano)

<i>Posto de Trabalho / Artigo</i>	<i>Napa calçado</i>	<i>Semi-cromo BST</i>	<i>Graxos</i>	<i>Floater</i>	<i>Estampados</i>	<i>Camurça</i>	<i>Nobuck</i>	<i>Napa 2000/ Box</i>
Estira	438486,14	64663,8	71280,8	24404,21	147375,15	64967,57	45854	99809,56
Vácuo	1534701,49	64663,8	166084,3	24404,21	294750,3	64967,57	45854	299428,68
Estufa Molhada	438486,14	0	71280,8	0	0	0	45854	99809,56
Recondicionamento	43848,614	0	71280,8	0	0	0	22927	0
Molissa	876972,28	64663,8	71280,8	24404,21	0	64967,57	45854	99809,56
Grampo	438486,14	0	71280,8	24404,21	0	64967,57	45854	99809,56
Recorte	438486,14	64663,8	71280,8	24404,21	0	129935,1	45854	99809,56
Estufa Impregnação	657729,21	64663,8	94803,46	0	294750,3	0	0	99809,56
Classificação	657729,21	0	94803,46	0	147375,15	0	0	99809,56
Fulão de Bater	0	0	0	73212,63	0	38980,54	0	0
Impregnação	657729,21	0	94803,46	0	147375,15	0	0	199619,12



TABELA 3.4 – Tabela Condensada de Utilização dos Setores Adjacentes (em m<sup>2</sup> de couro/ ano)

<i>Posto de Trabalho / Artigo</i>	<i>Napa calçado</i>	<i>Semi-cromo BST</i>	<i>Graxos</i>	<i>Floater</i>	<i>Estampados</i>	<i>Camurça</i>	<i>Nobuck</i>	<i>Napa 2000/ Box</i>
Lixa	438486,14	0	71281	0	147375,2	64968	22927	199619,12
Acabamento	438486,14	64663,8	71281	73213	147375,2	64968	22927	199619,12
Expedição	438486,14	64663,8	71281	24404	147375,2	64968	22927	99809,56

A Tabela 3.5 representa o Diagrama de Movimento, contendo as movimentações identificadas e indicando especificamente a sua direção. Este diagrama cruza as relações entre os postos de trabalho para os artigos produzidos. Os totais das colunas e linhas indicam as somas de entradas e saídas de cada posto de trabalho, respectivamente. Relacionou-se também as relações de movimentação entre os postos de trabalho da secagem com os chamados setores adjacentes, o que pode ser visualizado na Tabela 3.6.

Cabe esclarecer considerações que se fizeram necessárias pelo entendimento do grupo:

- a utilização da Estufa de Impregnação corresponde à secagem de couros impregnados e a secagem total dos artigos semi-cromo BST e estampados;
- considerou-se, por dados históricos, que 10% das napas calçado necessitam de reumectação e que 50% necessitam de reimpregnação;
- considerou-se, por dados históricos, que 33% dos graxos são reimpregnados;
- no artigo camurça, têm-se que 60% são lixadas, acabadas, batidas no Fulão de Bater e vão para a Expedição. Os 40% restantes são somente lixadas e vão para a Expedição.

A título de uma melhor visualização entre as saídas e entradas de material entre os postos de trabalho, os movimentos entre dois postos de trabalho, em relação à direção, são somados. O resultado aparece na metade superior do diagrama, formando o Diagrama Reduzido de Movimento, constante na Tabela 3.7. Os totais das colunas se referem à movimentação total de entradas e saída de cada posto de trabalho.

É observado que este fluxo é dependente das escolhas existentes de processo, dos métodos de trabalho e da departamentalização especificada. O *layout* não influencia o fluxo de material (em termos de intensidade), mas deve ser projetado de maneira que minimize as distâncias percorridas.

#### e) Contribuição do *layout* atual

Os Roteiros de Produção e os Diagramas de Rotina fornecem a base para uma primeira avaliação do *layout*, mas não contém todas as informações necessárias. O Diagrama de Movimento quantifica e transparece o fluxo de material, provendo elementos de base para análise.

TABELA 3.5 – Diagrama de Movimento da Secagem (em m<sup>2</sup> de couro/ ano)

	<i>Estira</i>	<i>Vácuo</i>	<i>Estufa Molhada</i>	<i>Recondicionamento</i>	<i>Molissa</i>	<i>Grampo</i>	<i>Recorte</i>	<i>Estufa Impregnação</i>	<i>Classificação</i>	<i>Fulão de Bater</i>	<i>Impregnação</i>	<i>Total</i>
Estira		956841,23										956841,23
Vácuo			655430,5			89371,78		1216762,43	94803,46		99809,56	2156177,73
Estufa Molhada				94207,8	584149,7							678357,5
Recondicionamento					138056,4							138056,41
Molissa		438486,14				655430,5	64967,57					1158884,21
Grampo					64967,57		679834,7					744802,28
Recorte					24404,21						509766,9	534171,15
Estufa Impregnação		94803,46					64663,8		685670,9		147375,2	992513,26
Classificação											242765,7	242765,73
Fulão de Bater												0
Impregnação		1004723,48						94803,46				1099526,94
Total	0	2494854,31	655430,5	94207,8	811577,9	744802,3	809466,1	1311565,89	780474,3	0	999717,4	8702096,44

TABELA 3.6 – Diagrama de Movimento dos Setores Adjacentes (em m<sup>2</sup> de couro/ ano)

	<i>Lixa</i>	<i>Acabamento</i>	<i>Expedição</i>	<i>Total</i>
Estira				0
Vácuo			438486	438486
Estufa Molhada				0
Recondicionamento				0
Molissa		527554,15	64663,8	592218
Grampo				0
Recorte	187704	22927		210631
Estufa Impregnação				0
Classificação	657142	99809,56		756952
Fulão de Bater	38980,5	161001,59	24404,2	224386
Impregnação				0
Lixa		856761,21	25987	882748
Acabamento			341393	341393
Expedição				0
Total	883827	1668053,5	894934	3446814

TABELA 3.7 – Diagrama Reduzido de Movimento (em m<sup>2</sup> de couro/ ano)

	<i>Estira</i>	<i>Vácuo</i>	<i>Estufa Molhada</i>	<i>Recondicionamento</i>	<i>Molissa</i>	<i>Grampo</i>	<i>Recorte</i>	<i>Estufa Impregnação</i>	<i>Classificação</i>	<i>Fulão de Bater</i>	<i>Impregnação</i>	<i>Total</i>
Estira		956841,23										956841,2
Vácuo			655430,5		438486,14	89371,78		1311566	94803,46		1104533	3694191
Estufa Molhada				94207,8	584149,7							678357,5
Recondicionamento					138056,41							138056,4
Molissa						720398,1	89371,78					809769,9
Grampo							679834,7					679834,7
Recorte								64663,8			509766,94	574430,7
Estufa Impregnação									685670,9		242178,61	927849,5
Classificação											242765,73	242765,7
Fulão de Bater												0
Impregnação												0
Total	0	956841,23	655430,5	94207,8	1160692,3	809769,9	769206,5	1376230	780474,3	0	2099244,3	8702096

Considerando os dados obtidos até então, já podem ser citadas algumas das maiores desvantagens do atual *layout*, as quais estão descritas abaixo:

- o segundo maior fluxo de material ocorre entre a Impregnação e o Vácuo de secagem da Impregnação. Se for observada a localização física da Impregnação, verificar-se-á que a mesma se encontra no extremo oposto do Acabamento, resultando num deslocamento tanto de envio do couro até o setor, como para o seu retorno à Secagem;
- como o Vácuo é o posto de trabalho mais solicitado na Secagem, a localização do mesmo deveria tomar uma posição central, com múltiplas frentes de contato e não isolado, como é o caso do Vácuo simples;
- não há áreas definidas para o estoque de couros em processo, ocasionando, muitas vezes, em reprocessos ou falta de operações;
- a Estufa molhada também deveria ter uma maior proximidade com o Vácuo, já que sua relação é considerável;
- o Recorte poderia ser centralizado junto aos Grampos, já que possuem uma relação considerável;
- a Classificação também deveria ser centralizada e localizada junto à saída da Estufa de Impregnação e da Lixa, para acelerar seu processo de execução.

#### f) Restrições no *design* do novo *layout*

O *design* de um novo *layout* em prédios existentes pode encontrar certas restrições. A estrutura física dos prédios impõe a maioria destas restrições.

No caso do Setor da Secagem, o prédio não foi construído sob medida e a disposição das máquinas foi sendo composta à medida que foram sendo adquiridas e ou substituídas. Portanto, ineficiências do atual *layout* derivam destas restrições físicas. Especialmente no caso do *relayout* em prédios já existentes, o custo e o tempo da modificação destas restrições devem também ser adicionados. As principais restrições que o prédio da Secagem impõe são listadas abaixo:

- as Estiras devem estar localizadas próximas à área de descarregamento dos lotes de produção nos Fulões, caracterizando o início do processo de Secagem;
- existem colunas por todo o prédio da Secagem, no entanto, não há nenhum requisito quanto à necessidade de apoio ou suporte de nenhum posto de trabalho às mesmas;

- existem quatro saídas de materiais típicas do setor da Secagem: o Acabamento, a Impregnação, as Lixas ou a Expedição, dependendo da fase na qual se encontra o lote. Excluindo-se o Acabamento e a Expedição, cujas modificações representariam em investimentos, a localização da Impregnação e das Lixas pode, de forma fácil, rápida e barata, ser alterada, sendo aproximada, afastada ou realmente tendo sua posição relativa alterada no *layout* geral da empresa;
- um dos principais setores adjacentes da Secagem, os Fulões, dos quais provém as principais entradas da Secagem, isto é, o couro molhado, tem sua localização à esquerda inferior da Secagem, conforme Anexo II. Esta deveria permanecer fixa, pois sua alteração provocaria elevados custos, o que não fica descartado a longo prazo no planejamento da empresa;
- a Impregnação está localizada no Acabamento, porém, não há restrição técnica quanto ao seu posicionamento junto à Secagem. A única solicitação do setor é que a mesma receba pouca corrente de ar ou que seja instalada uma proteção ao filme de Impregnação.

### 3.3.2.7 Agrupamento

A metodologia predominante para a solução de problemas de *layout* é a técnica do Planejamento Sistemático do *Layout* (SLP). O Diagrama Reduzido de Movimento, mostrado na Tabela 3.7, foi usado como a base para o Diagrama de Relações (REL). Fez-se, ainda, uma preparação para o Diagrama de Relações, conforme Tabelas 3.8 e 3.9, o qual utiliza tabela de conversão para a escala A-E-I-O-U. Uma intensidade média mínima significativa de 5000, de caráter adimensional, conforme equação (1), de acordo com Bartlett et al. (1994), foi usada como a base da escala das intensidades correspondentes aos valores de A-E-I-O-U, utilizados no Diagrama de Relações. A escala é mostrada na Tabela 3.10.

Intensidade Média =	$\frac{(\text{Valor Máximo de Relações} - \text{Valor Mínimo de Relações})}{2^8}$	(1)
Mínima Significante		

Aplicando-se a equação (1), temos:

$$\text{Intensidade Média} = \frac{(1311565,89 - 64663,8)}{2^8} = \pm 5000$$

$$\text{Mínima Significante} = 2^8$$

TABELA 3.8 – Preparação para o Diagrama de Relações

	<i>Estira</i>	<i>Vácuo</i>	<i>Estufa Molhada</i>	<i>Recondicionamento</i>	<i>Molissa</i>	<i>Grampo</i>	<i>Recorte</i>	<i>Estufa Impregnação</i>	<i>Classificação</i>	<i>Fulão de Bater</i>	<i>Impregnação</i>
Estira		A									
Vácuo			A		A	E		A	E		E
Estufa Molhada				E	A						
Recondicionamento					E						
Molissa						A	E				
Grampo							A				
Recorte								I			A
Estufa Impregnação									A		E
Classificação											E
Fulão de Bater											
Impregnação											

Escala: A (> 320000)    E (80000 – 320000)    I (20000 – 80000)    O ( 5000 – 20000)    U ( <5000)    (em m<sup>2</sup> de couro/ ano)



TABELA 3.9 – Preparação dos Setores Adjacentes para o Diagrama de Relações

	<i>Lixa</i>	<i>Acabamento</i>	<i>Expedição</i>
Estira			
Vácuo			A
Estufa Molhada			
Recondicionamento			
Molissa		A	I
Grampo			
Recorte	E	I	
Estufa Impregnação			
Classificação	A	E	
Fulão de Bater	I	E	I
Impregnação			
Lixa		A	I
Acabamento			A
Expedição			

TABELA 3.10 – Escala de valores

Escala (em m <sup>2</sup> de couro/ano)	Valor de Relações
Intensidade > 320000	A
80000 < intensidade < 5000 X 2 <sup>6</sup> = 320000	E
20000 < intensidade < 5000 X 2 <sup>4</sup> = 80000	I
5000 < intensidade < 5000 X 2 <sup>2</sup> = 20000	O
Intensidade < 5000	U

O método de formação da escala foi desenvolvido experimentalmente, tentando encontrar correspondência consistente que também agregará valor aos julgamentos da equipe de *re-layout*. É observado que o último número da escala é de  $5000 \times 2^8 = 1280000$  m<sup>2</sup> de couro/ ano, o qual é similar a maior intensidade apresentada no Diagrama de Movimento (1311565,89 m<sup>2</sup> de couro/ ano).

O Diagrama de Relações (REL) é mostrado no Anexo V. Deste diagrama pode-se evidenciar as observações realizadas anteriormente, tal como o fato de que a Estufa molhada também deveria ter uma maior proximidade com o Vácuo. Ressalta-se ainda que o Recorte também poderia ser centralizado junto aos Grampos e que a Classificação deveria ser centralizada e localizada junto à saída da Estufa de Impregnação e da Lixa, já que temos um alto nível de relação entre esses postos de trabalho.

A Manutenção e o Departamento de Acabamento de Amostras, assim como a Área Administrativa não foram incluídas no Diagrama de Relações, visto que não existem relações fortes que justificassem a sua inclusão. São consideradas Áreas de Apoio ao Processo e necessitam manter a sua localização próximo das Áreas de Vendas e Recepção, para melhor atendimento dos clientes e desenvolvimento de novos produtos.

### 3.3.2.8 Dimensionamento

A determinação da necessidade do espaço é, talvez, a parte de maior dificuldade no problema de *layout* de uma planta. Não importando o método utilizado, a previsão de volumes futuros deve ser estabelecida antes que algum cálculo tome lugar. As áreas mínimas

necessárias de cada posto de trabalho estão descritas na Tabela 3.11. Estas áreas foram determinadas considerando o mesmo volume de produção de 900000 m<sup>2</sup> de couro/ ano para um mix de produtos semelhante ao produzido no ano de 2000.

TABELA 3.11 – Áreas mínimas necessárias dos postos de trabalho na Secagem

<i>Posto de Trabalho</i>	<i>Área Mínima Necessária (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Observações</i>
Estira	48	Considerando as 2 Estiras com 2 mesas ou cavaletes em frente à máquina
Vácuo	128,5	Considerando os Vácuos triplo(1), duplo (1) e simples (1) e com a necessidade de 1 mesa em cada lado da máquina
Estufa Molhada	97,9	Considerando 2 mesas na entrada da Estufa
Molissa	23,7	Considerando 1 mesa em cada lado da máquina
Grampo	145,9	Considerando os 4 Grampos em funcionamento com 2 mesas por máquina
Recorte	29	Considerando 3 recortadores com 2 mesas cada um
Estufa Impregnação	51,8	Considerando 1 mesa em cada lado da máquina
Classificação	27	Considerando 2 classificadores com 3 mesas cada um
Fulão de Bater	72,2	Considerando os 4 Fulões de Bater com 1 mesa cada um

O Planejamento Sistemático do *Layout* (SLP) define a construção do Diagrama Espaço-relacional ou Diagrama de Blocos após a definição das solicitações de espaço. O *layout* atual deriva de Diagrama de Blocos que une os espaços envolvidos. Esta união e adequação é, geralmente, feita manualmente pela movimentação de blocos de área unitárias (as áreas atuais são representadas por um número equivalente de blocos móveis), os quais formam arranjos entre eles.

O caminho mais elementar para o início dos arranjos é o método da Tentativa e Erro, o qual depende muito da habilidade do grupo em localizar padrões de dados e, não garante necessariamente a seleção do melhor *layout*. Para auxiliar, no entanto, o Diagrama de Relações fornece a base para a ordenação de qual departamento ou posto de trabalho o *layout* pode ser iniciado.

a) Cálculo da Taxa de Proximidade Total (TPT)

O primeiro passo é o cálculo da Taxa de Proximidade Total (TPT), a qual representa a soma dos valores numéricos das relações de proximidade de cada posto de trabalho com os demais. Utilizou-se a Tabela 3.12 para o cálculo da TPT.

Os valores da TPT de cada posto de trabalho estão apresentados no Diagrama de Relações (REL) no Anexo V.

TABELA 3.12 – Tabela de equivalência

Constante	Valor
A	6
E	5
I	4
O	3
U	2
X	1

b) Escolha do primeiro posto de trabalho

O posto de trabalho de maior TPT é escolhido como o primeiro a ser locado no *layout*. Neste caso, o Vácuo será o primeiro posto de trabalho locado, no centro do *layout*, por possuir um TPT de 55.

## c) Escolha do segundo posto de trabalho

O próximo posto de trabalho a ser escolhido é aquele que possui um maior relacionamento com o Vácuo (o primeiro a ser escolhido). Têm-se então a Estira, a Estufa molhada, a Molissa, a Estufa Impregnação e a Expedição, que possuem relacionamento do tipo “A” com o Vácuo. O critério de desempate é o maior número de A’s, E’s, I’s, O’s e U’s (em ordem de preferência decrescente) com os postos de trabalho restantes. A Molissa é o segundo posto de trabalho escolhido, por possuir 4 A’s e 2 E’s, de acordo com o Diagrama de Relações e conforme Tabela 3.13.

TABELA 3.13 – Critérios de escolha do segundo posto de trabalho

Setor Candidato	1º Critério	2º Critério	3º Critério
	Relação com o Vácuo	Nº de A’s	Nº de E’s
Estira	A	1	-
Estufa Molhada	A	2	1
<b>Molissa</b>	<b>A</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
Estufa Impregnação	A	2	1
Expedição	A	2	-

## d) Escolha do terceiro posto de trabalho

O terceiro posto de trabalho a ser escolhido é aquele que possui o maior relacionamento com os dois primeiros postos de trabalho escolhidos, o Vácuo e a Molissa. A mais alta combinação de relacionamento possível é a relação “A” com os dois postos de trabalho já selecionados. O “ranking” hierárquico é AA, AE, AI, AO e AU, EE, EI, EO, etc. Em caso de empate, vale o critério usado anteriormente. Conforme Tabela 3.14, a Estufa molhada é o terceiro posto de trabalho escolhido.

TABELA 3.14 – Critérios de escolha do terceiro posto de trabalho

Setor	1º Critério	2º Critério	3º Critério	4º Critério
Candidato	Relação com o Vácuo	Relação com a Molissa	Nº de A's	Nº de E's
Estira	A	U	1	-
<b>Estufa Molhada</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Estufa Impregnação	A	U	2	1
Expedição	A	I	2	-

## e) Escolha do quarto posto de trabalho

A escolha do quarto posto de trabalho obedece a mesma lógica da escolha do terceiro posto. A seleção é baseada na mais alta combinação possível de relacionamento com os três primeiros postos de trabalho escolhidos, o Vácuo, a Molissa e a Estufa molhada. O “ranking” hierárquico é AAA, AAE, AAI, AAO e AAU, AEA, AEE, AEI, etc. Em caso de empate, vale o critério usado anteriormente. De acordo com a Tabela 3.15, a Expedição seria a quarta escolha realizada. Mas como a Expedição é um setor adjacente à Secagem, leva-se em consideração tal fato, porém escolhe-se a Estufa Impregnação, que é o posto de trabalho seguinte, na Tabela 3.15.

## f) Escolha dos demais postos de trabalho

A escolha dos demais postos de trabalho obedece a mesma lógica de combinação de relacionamentos. De acordo com a Tabela 3.16, a ordem final da disposição geral dos postos de trabalho é representada na Tabela 3.17.

TABELA 3.15 – Critérios de escolha do quarto posto de trabalho

Setor	1º Critério	2º Critério	3º Critério	4º Critério	5º Critério
Candidato	Relação com o Vácuo	Relação com a Molissa	Relação com a Estufa Molhada	Nº de A's	Nº de E's
Estira	A	U	U	1	-
Estufa Impregnação	A	U	U	2	1
Expedição	A	I	U	2	-

TABELA 3.16 – Ordem de disposição dos demais postos de trabalho

**Definição do 5º Posto de Trabalho**

Setor Candidato	1º Critério Relação com o Vácuo	2º Critério Relação com a Molissa	3º Critério Relação com a Estufa Molhada	4º Critério Relação com a Estufa Impregnação	5º Critério No de A's	6º Critério No de E's
Estira	A	U	U	U	1	-

**Definição do 6º Posto de Trabalho**

Setor Candidato	1º Critério Relação com o Vácuo	2º Critério Relação com a Molissa	3º Critério Relação com a Estufa Molhada	4º Critério Relação com a Estufa Impregnação	5º Critério Relação com a Estira	6º Critério No de A's	7º Critério No de E's
Grampo	E	A	U	U	U	2	1
Classificação	E	U	U	U	U	2	1
Impregnação	E	U	U	E	U	1	3

**Definição do 7º e 8º Posto de Trabalho**

Setor Candidato	1º Critério Relação com o Vácuo	2º Critério Relação com a Molissa	3º Critério Relação com a Estufa Molhada	4º Critério Relação com a Estufa Impregnação	5º Critério Relação com a Estira	6º Critério Relação com o Grampo	7º Critério No de A's	8º Critério No de E's	Posição
Classificação	E	U	U	U	U	U	2	1	8º
Impregnação	E	U	U	E	U	U	1	3	7º

**Definição do 9º, 10º e 11º Posto de Trabalho**

Setor Candidato	1º Critério Relação com o Vácuo	2º Critério Relação com a Molissa	3º Critério Relação com a Estufa Molhada	4º Critério Relação com a Estufa Impregnação	5º Critério Relação com a Estira	6º Critério Relação com o Grampo	7º Critério Relação com a Impregnação	8º Critério Relação com a Classificação	9º Critério Relação com o Recondicionamento	10º Critério Relação com o Recorte	11º Critério No de A's	12º Critério No de E's	Posição
Acabamento	U	A	U	U	U	U	U	E	-	-	-	-	9º
Recondicionamento	U	E	E	U	U	U	U	U	-	-	-	-	9º
Recorte	U	E	U	I	U	A	A	U	U	-	-	-	10º
Lixa	U	U	U	U	U	U	I	A	U	E	-	-	11º
Fulão de Bater	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	-	-	11º



TABELA 3.17 – Ordem de disposição final dos postos de trabalho

Ordem de Disposição	Posto de Trabalho	Setor Adjacente
1º	Vácuo	-
2º	Molissa	-
3º	Estufa Molhada	-
4º		Expedição
4º	Estufa Impregnação	
5º	Estira	
6º	Grampo	
7º	Impregnação	
8º	Classificação	
9º		Acabamento
9º	Recondicionamento	
10º	Recorte	
11º		Lixa
11º	Fulão de Bater	

### 3.3.2.9 Montagem do Diagrama de Blocos

Após determinada a ordem de posicionamento dos postos de trabalho, duas alternativas de *layout* podem ser desenvolvidas:

- um planejamento restrito para um prédio já existente, levando em consideração as restrições do mesmo;
- um planejamento novo, onde o prédio existente e suas restrições não são levadas em consideração.

No exemplo deste Estudo de Caso, como não é de interesse da Direção da empresa a curto prazo a construção de um novo prédio, optou-se pela primeira opção, a qual tenta melhorar e ajustar o *layout* existente.

As áreas dos postos de trabalho foram representadas por “n” blocos quadrados de 25m<sup>2</sup> (arestas de 5 m<sup>2</sup>) os quais foram dispostos segundo a ordem obtida anteriormente.

As Figuras 3.3, 3.4 e 3.5 apresentam as 3 opções de Diagrama de Blocos, onde EI = Estufa da Impregnação, V = Vácuo, CLAS = Classificação, IMP = Impregnação, G =

Grampo, M = Molissa, Recon. = Recondicionamento, Est. = Estira, Es. M = Estufa Molhada e FB = Fulão de Bater.

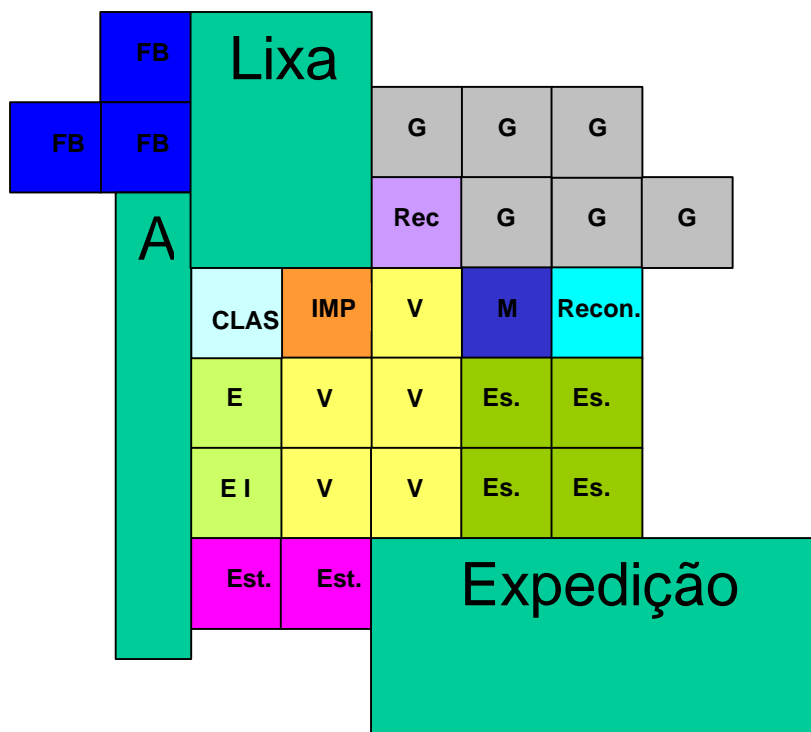


FIGURA 3.3 – Diagrama de Blocos – Opção 1

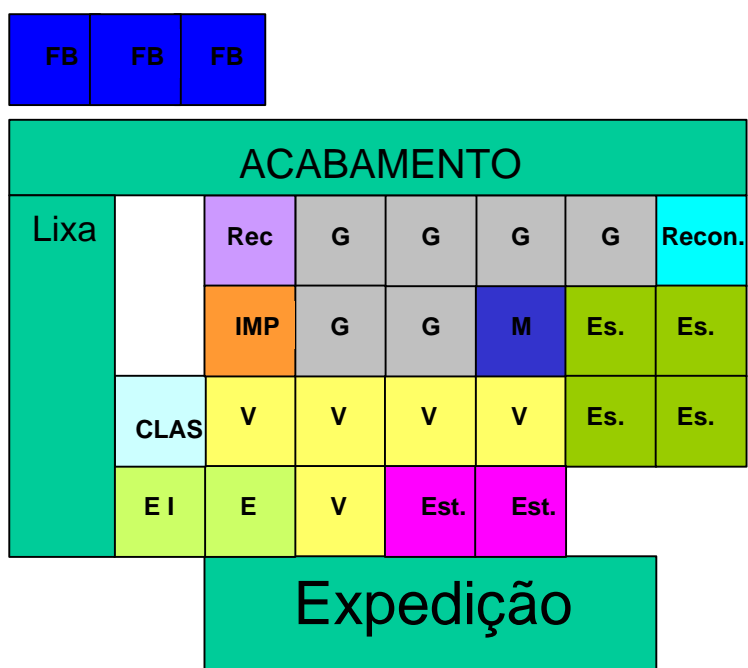


FIGURA 3.4 – Diagrama de Blocos – Opção 2

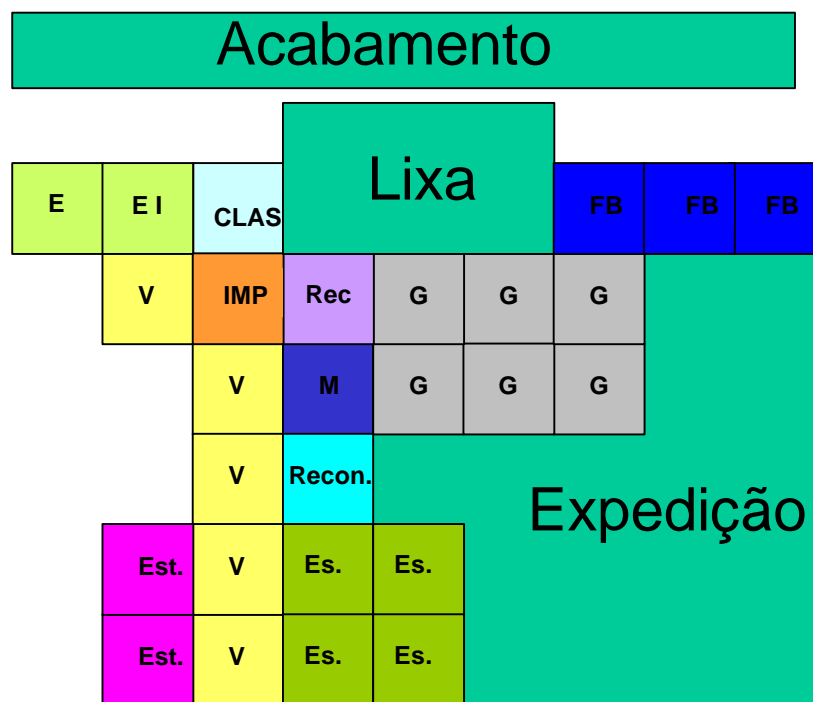


FIGURA 3.5 – Diagrama de Blocos – Opção 3

#### 3.3.2.10 Desenho do *layout* com sistemas de movimentação

A opção 3 apresentada na Figura 3.5 foi a preferida pelo grupo porque melhor se adaptou ao prédio existente e às restrições descritas em 3.3.2.6 – “f”.

O Anexo VI apresenta o ajuste da opção 3 ao prédio da Secagem com suas restrições, utilizando a área necessária para cada posto de trabalho e área de espera.

### Fase III – Instalação

De acordo com os resultados obtidos, a Direção da empresa se comprometeu a realizar reunião da Diretoria com o time de trabalho, afim de apresentar os benefícios e melhorias obtidos. Definir-se-á também o cronograma de implantação com os custos financeiros e operacionais envolvidos.

### 3.3.3 - Avaliação das alternativas de *layout*

No sentido de fornecer uma consistente e comparável lista de resultados, foi utilizado o Método “*Score*”, no qual cada *layout* foi computado como segue: a menor distância retilínea entre as bordas de cada par de postos de trabalho é multiplicada pelo valor numérico das relações entre os referidos postos de trabalho, e o resultado final foi obtido pela soma total de todas as relações. O menor resultado indica o melhor *layout*. A lista com os valores relativos a cada nível de relacionamento está descrita na Tabela 3.18. Existe, no entanto, três pontos a serem destacados ao usar essa técnica:

- a distância retilínea mais curta entre as bordas dos postos de trabalho é usada como medida de proximidade;
- valores numéricos arbitrários são assumidos para as taxas de relacionamento e operações aritméticas são realizadas para a definição da função distância-relacional;
- é assumido que a proximidade é função linear da distância retilínea mais curta.

A aplicação do primeiro argumento não é necessária para o Recorte, a Impregnação, a Classificação, a Molissa e o Recondicionamento que possuem suas áreas representadas por apenas um bloco unitário, contrário dos demais postos de trabalho, os quais possuem sua área representada por mais de um bloco.

TABELA 3.18 – Valores numéricos para os níveis de relacionamento (adaptado de Bartlett et al. (1994))

<i>Nível de Relacionamento</i>	<i>Lista 1</i>
A	6
E	5
I	4
O	3
U	2
X	1

As distâncias são medidas utilizando como unidade o comprimento do lado dos blocos unitários. Neste caso, nossos blocos representam  $25 \text{ m}^2$ , portanto o lado de uma unidade representa 5 m, o lado de duas unidades representa 10 m e assim por diante. Na aplicação manual, medidas reais são obtidas dos desenhos e escalonadas, conforme demonstrado na Tabela 3.19.

TABELA 3.19 – Distâncias reais e escalonadas

<i>Distância Real (m)</i>	<i>Distância Escalonada</i>
0 – 5	0
5 – 10	1
10 – 15	2
15 – 20	3
20 – 25	4
25 – 30	5
30 – 35	6
35 – 40	7
40 – 45	8
45 – 50	9
50 – 55	10
55 – 60	11
60 – 65	12
65 – 70	13
70 – 75	14

Foi aplicado o Método “*Score*” para as três opções de *layout* obtidas, conforme Tabela 3.20. Observa-se que a opção 3 foi a que apresentou o melhor resultado, isto é, a menor soma geral.

Após a adequação da opção 3 ao prédio existente, aplicou-se novamente o Método “*Score*” na opção 3 e no *layout* atual, utilizando, no entanto, as medidas reais de inter-relacionamento e distância, isto é, retiradas dos desenhos reais. Este procedimento foi realizado para obter-se uma noção direta da melhoria obtida e verificar o atingimento ou não dos objetivos do estudo de caso.

TABELA 3.20 – Aplicação do Método “Score” aos Diagramas de Blocos

		Distâncias entre os postos de trabalho (em unidades escalonadas)		
		<i>Opção 1</i>	<i>Opção 2</i>	<i>Opção 3</i>
A	Estira-Vácuo	0	0	0
	Vácuo-Estufa molhada	0	0	0
	Vácuo-Molissa	0	0	0
	Vácuo - Estufa Impregnação	0	0	0
	Estufa molhada – Molissa	0	0	1
	Molissa – Grampo	0	0	0
	Grampo – Recorte	0	0	0
	Recorte – Impregnação	0	0	0
	Estufa Impregnação - Classificação	0	0	0
	Lixa – Classificação	0	0	0
	Acabamento – lixa	0	0	0
	Acabamento – Molissa	3	1	2
	Acabamento - Expedição	0	3	2
	Vácuo - Expedição	1	0	1
E	Vácuo - Grampo	0	0	1
	Vácuo - Classificação	0	0	0
	Vácuo - Impregnação	0	0	0
	Estufa molhada - Recondicionamento	0	0	0
	Recondicionamento - Molissa	0	1	0
	Molissa - Recorte	0	3	0
	Estufa Impregnação - Impregnação	0	1	0
	Classificação - Impregnação	0	0	0
	Lixa - Recorte	0	0	0
	Acabamento - Fulão de Bater	0	0	0
	Acabamento - Classificação	0	2	0
I	Recorte - Estufa Impregnação	2	2	1
	Expedição - Lixa	4	1	1
	Expedição - Fulão de Bater	5	5	0
	Expedição – Molissa	2	2	0
	Recorte – acabamento	3	0	2
	Fulão de Bater – Lixa	0	1	0
Escala 1				
	A = distância escalonada * 6	24	24	36
	E = distância escalonada * 5	0	35	5
	I = distância escalonada * 4	64	44	16
	<b>SOMATÓRIO TOTAL</b>	<b>88</b>	<b>103</b>	<b>57</b>

O resultado é apresentado na Tabela 3.21 e pela análise numérica direta pode ser observado que a proposta apresentada traz melhorias em relação ao *layout* atual. Esta comparação dá um bom respaldo das diferenças entre os dois *layouts*, onde as melhorias são consideráveis por um caminho convincente.

TABELA 3.21 – Aplicação do Método “Score” à Opção 3 e ao *Layout* Atual

	<i>Relação</i>	<i>Relacionamento</i> (m <sup>2</sup> de couro/ ano)	<i>Opção 3</i> <i>Distância (m)</i>	<i>Layout Atual</i> <i>Distância (m)</i>
A	Estira-Vácuo	956841,23	22	10
	Vácuo-Estufa molhada	655430,5	12	24
	Vácuo-Molissa	438486,14	4	4
	Vácuo - Estufa Impregnação	1311565,89	16	8
	Estufa molhada - Molissa	584149,7	10	20
	Molissa - Grampo	720398,07	5	16
	Grampo - Recorte	679834,71	4	4
	Recorte - Impregnação	509766,94	12	12
	Estufa Impregnação - Classificação	685670,85	2	16
	Lixa - Classificação	657142,1	16	56
	Acabamento - Lixa	856761,21	4	46
	Acabamento - Molissa	527554,15	24	16
	Acabamento - Expedição	341392,5	-	-
	Vácuo - Expedição	438486,1	28	16
E	Vácuo - Grampo	89371,78	12	18
	Vácuo - Classificação	94803,46	10	14
	Vácuo - Impregnação	1104533,04	6	36
	Estufa molhada - Recondicionamento	94207,8	6	24
	Recondicionamento - Molissa	138056,41	14	12
	Molissa - Recorte	89371,78	8	8
	Estufa Impregnação - Impregnação	242178,61	4	40
	Classificação - Impregnação	242765,73	2	24
	Lixa – Recorte	187704,1	8	8
	Acabamento - Fulão de Bater	161001,59	1	48
	Acabamento - Classificação	99809,56	1	20
I	Recorte - Estufa Impregnação	64663,8	16	32
	Expedição - Lixa	25987,03	16	56
	Expedição - Fulão de Bater	24404,21	24	56
	Expedição - Molissa	64663,8	16	16
	Recorte - Acabamento	22927	16	8
	Fulão de Bater - Lixa	38980,54	12	8
<b>Somatório Geral</b> (em m percorridos X m <sup>2</sup> de couro/ ano)			129.169.000,3	252.721.694,8

A construção do Diagrama de Relações incorpora critérios qualitativos, acomodando sua necessidade, possibilitando então um procedimento de avaliação, como o apresentado acima (o qual avalia o preenchimento das relações definidas no Diagrama de Relações – Anexo V).



## CAPÍTULO IV

### CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo apresenta, respectivamente, as conclusões desta dissertação, a avaliação do método proposto e sugestões para trabalhos futuros.

#### 4.1 CONCLUSÕES

O *redesign* de um *layout* existente é uma tarefa desafiadora. Em muitos casos existem restrições físicas e econômicas, assim como limitações práticas, que devem ser consideradas.

O presente trabalho demonstrou o processo de análise e aplicação de métodos de melhoria em um *layout* tipicamente de processo de uma empresa curtidora.

Os resultados foram positivos e o conhecimento das ferramentas de *re-layout* pela empresa aumentou ainda mais o interesse da mesma em aplicá-las nos demais setores, pois a aproximação sistemática sempre pode produzir benefícios consideráveis.

As seguintes observações foram obtidas:

- o procedimento e os passos orientados pela técnica de Melhoria de *Layout* de Silveira (1998), com a aplicação do Planejamento Sistemático de *Layout* fornece uma base sistemática para a coleta, processamento e ponderação dos dados relevantes;

- a análise do fluxo de material entre os postos de trabalho pode ser realizada sem o auxílio de conversões suplementares, já que o material transportado, no caso o metro de couro, tem o mesmo grau de relação entre todas as fases do processo;
- o desenvolvimento de um novo *layout* para o setor da Secagem e de alguns setores adjacentes nas instalações existentes, originou melhoria do *layout* atual, demonstrando a força e benefícios do uso de uma metodologia bem estabelecida na solução de problemas da Engenharia de Produção;
- foi observado que o desenvolvimento de um Diagrama de Relações usando os resultados do Diagrama de Movimento foi o ponto chave na identificação das reais prioridades no *design* do novo *layout*. De outra forma, ficou evidenciado que a construção do Diagrama de Relações baseado meramente no julgamento, sem o auxílio do Diagrama de Movimento, pode facilmente levar a uma conceituação errada;
- apesar de não utilizar nenhum método computacional para a criação do Diagrama de Blocos, o algoritmo utilizado foi aplicado manualmente e forneceu resultados satisfatórios;
- o *layout* proposto oferece benefícios sobre o atual , como por exemplo:
  - redução na distância total de movimentação do material, aproximando postos de trabalho com significativas relações de afinidade e reduzindo deslocamentos desnecessários;
  - o deslocamento da Impregnação para o interior físico da Secagem possibilitou maior entrelaçamento dos postos de trabalho adjacentes, como é o caso do Vácuo da Impregnação e da Classificação;
  - o deslocamento da Lixa, próximo ao Acabamento e à Classificação, proporciona um benefício na produção, cujo controle pode ser realizado visualmente, sem incorrer em esquecimentos de lotes ou do não seqüenciamento de lotes semelhantes;
  - melhor controle da produção, através da separação natural dos lotes em processo. Assim os couros molhados estão fisicamente locados em áreas distintas dos couros impregnados e acabados;
  - o Recorte fica próximo aos seus dois maiores clientes internos, a Lixa e a Impregnação;

- o conjunto Impregnação-Vácuo da Impregnação-Estufa da Impregnação-Classificação está locado como uma célula, permitindo a curta e rápida transferência de lotes e, se necessário, uma Reimpregnação;
- o setor dos Fulões tem agora um fluxo seqüencial onde a entrada do “*wet-blue*” ocorre por um lado e a saída do couro recurtido ocorre por outro;
- a proximidade dos Fulões de Bater com o Acabamento, minimizou deslocamentos desnecessários, principalmente no artigo floater;
- conforme visualizado no Diagrama de Relações, como o Vácuo é um dos postos de trabalho mais solicitados, o novo *layout* permite uma futura ampliação do mesmo e um desmembramento do posto de trabalho no caso da necessidade de aumento da produção;
- melhor sistema de trabalho através de uma melhor organização espacial e conseqüentemente melhores condições de trabalho aos operadores.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO

As etapas apresentadas no Capítulo II e IV permitiram que o processo de análise do *layout* e a proposta de alternativas de novos arranjos em uma empresa curtidora obtivesse êxito. O método permitiu que o grupo envolvido no estudo de caso conhecesse algumas técnicas para a elaboração de novas alternativas, levando em consideração o nível de relacionamento entre os postos de trabalho, através do fluxo de material transportado.

O método proposto partiu de uma visão macro do setor, como a origem do couro descrito na primeira etapa, passando para a identificação do processamento do couro, propriamente dito e atingindo seu ápice na aplicação da revisão bibliográfica ao estudo de caso.

Apesar das informações estarem prontamente disponíveis no PCP da empresa, algumas dificuldades foram encontradas na definição de algumas variáveis:

- em alguns artigos, o Roteiro de Produção pode, subitamente, ser alterado por uma solicitação técnica do cliente ou por uma incompatibilidade técnica do produto com sua

aplicação final, o que pode, de um momento para outro, alterar todo um desenvolvimento de produto e ou estudo do *layout*;

- existem restrições quanto à utilização de algumas máquinas em determinados artigos, informações estas que não estão disponíveis nem nos Roteiros de Produção, nem na programação. São dados reais que estão sob o conhecimento do responsável pelo setor ou pelo departamento técnico responsável. Cita-se aí, a grande importância da presença destes dois integrantes junto ao grupo de estudo.

O estudo de caso permitiu comprovar a eficiência e a validade dos métodos utilizados e com os resultados obtidos, já se abriram novas oportunidades de evoluirmos com a aplicação dos métodos utilizados em outros setores da empresa e, talvez até com outras empresas do setor com um mix de produção diferentes.

#### 4.3 PROJETOS E TRABALHOS FUTUROS

A seguir serão apresentadas sugestões de trabalhos que poderiam ser desenvolvidos a partir deste:

- aplicação de programas computacionais para a formação dos Diagramas de Blocos, atingindo uma acurácia ainda maior;
- associar às relações de deslocamento de material entre os postos de trabalho, fatores econômicos, como a quantificação do tempo perdido nos deslocamento e os valores agregados aos estoques em processo;
- associar projetos de simulação ao ajuste do *layout* para a visualização paralela de filas e fluxo de material real;
- ampliar o número de artigos, aproximando ainda mais a proposta de *layout* à realidade produzida.
- aplicar a metodologia nos demais setores da empresa e em outras empresas do setor, com diferentes mix de produção, máquinas e fluxos operacionais;

- criar um processo de divulgação das metodologias empregadas, a título de ampliar os trabalhos na área e aumentando ainda mais a credibilidade da sistemática na solução de problemas estruturais.

Durante a execução do projeto piloto, começou-se a descobrir as possíveis aplicações da análise e das técnicas de melhoria do *layout* nos demais setores da empresa, como por exemplo o Acabamento e a Preparação do “*wet-blue*”, percebendo as vantagens que ela poderia trazer, tanto em nível econômico de eficiência, como em nível organizacional.

Surgiu também a idéia de um segundo projeto adicional, no qual se consideraria a empresa como um todo, a título de analisar-se o próprio posicionamento relativo dos setores, em nível macro, o que, em parte, também foi acrescentado ao projeto inicial.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho de dissertação foi o de aplicar técnicas e métodos de análise e melhoria em *layout*, tipicamente de processo, que foi o objeto de pesquisa no estudo de caso, utilizando para isto, uma abordagem que foi desenvolvida durante todo o estudo.

Esta abordagem permitiu que se lançasse as primeiras “sementes” no tocante à análise dos *layouts* atuais, de forma que se pudesse analisar de forma sistêmica e baseada em pilares consistentes o atual fluxo de produção e, com base nestes resultados, propor sugestões de melhoria.

O método adotado permitiu que se obtivesse maiores informações sobre o setor e as características dos processos envolvidos na área do couro.

A elaboração e a execução deste estudo de caso, embora tenha um caráter inovador na empresa estudada, pode ser vista como uma possibilidade técnica de aprimoramento dos *layouts* atuais e de análise da situação do fluxo da produção do setor coureiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. B. “*O Livro do Couro*”. Porto Alegre: Palloti, 1989. p.89.

ANUSZ, L. “*A Arte de Curtir*”. Estância Velha: ABQTIC, 1995.

BALANÇO ANUAL DO CURTUME BERGHAN LTDA (2000).

BARTLETT, H.; BAXEVANOGLU, A. ,KOCHHAR, A.K. “*The application of systematic techniques to the re-layout of a low volume manufacturing system*”. Journal of Engineering Manufacture. Proc. Instn. Mech. Engrs, vol 208, pp. 89-102, 1994.

BOLETIM DO COURO – ABICOURO. 1998, p.3.

CAMPOS, V. F. “*TQC - Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês*”. 6<sup>a</sup> Edição. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1992.

CAMPOS, V. F. “*TQC - Gerenciamento da Rotina no Trabalho do Dia-a-dia*”. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1994.

CASSEL, R. A. “*Desenvolvimento de uma abordagem para a divulgação da simulação no setor calçadista gaúcho*”. Porto Alegre, 1996. 147p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGEP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- COSTA, Elmar Bones da. ***“História Ilustrada do Rio Grande do Sul.”*** Porto Alegre: Já Porto Alegre Editores, 1998. pp.320.
- FERREIRA, R. N. ***“O Couro é Insuperável: 40 anos do Centro da Indústrias de Curtumes do Brasil”***. Brasília: R. N. Ferreira, 1997. pp 413.
- FRAZIER, G. V.; SRIGGS, M. T. ***“Achieving Competitive Advantage Through Group Technology”***, Business Horizons, pp. 80-86, May-June, 1996.
- GARCIA, A. S. ***“Análise de estratégias de produção em empresas calçadistas de couro da região do Vale do Rio dos Sinos”***. Porto Alegre, 1997. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGEP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GUIA BRASILEIRO DO COURO – ABQTIC - Associação Brasileira dos Químicos e Técnicos da Indústria Coureira, Estância Velha, 1996.
- HARTMANN, L. F. ***“Gerenciamento pelo Planejamento Estratégico”***. 3º Edição. São Leopoldo: Ed. Cometa, 1997.
- HARMON, R.L.; PETERSON, L.D., ***“Reinventing the Factory: Productivity Breakthroughs in Manufacturing Today”***. New York: The Free Press, 1990.
- HILL, T. ***“Manufacturing Strategy”***. London: Macmillan education. 1985.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L.P., ***“Operations Management – Strategy Analysis”*** 5<sup>th</sup> Edition, Ed. Addison-Wesley Longman, Inc, 1999. p.880.
- KOTLER, P. ***“Administração de Marketing”***. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 1993.
- MANUAL DE INTEGRAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS – CURTUME BERGHAN LTDA.  
1996

- MANUAL DO FORNECEDOR CHRYSLER-TRITEC. KAIZEN INSTITUTE OF AMERICA. 1997.
- MASON, E.R., *“Plant Layout requirements for the factory of the future”*. AIPE Facilities Management, Operation and Engineering. January-February 1989, 16, 32-35.
- MAYER, R. *“Administração da Produção”*. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- MELLO, Alcino Ferreira de. *“O Couro Através dos Tempos”*. Tecnicouro, Novo Hamburgo, n.9, p.56-8, set, 1987.
- MONKS, J. G. *“Administração da Produção”*. São Paulo: Mgraw-Hill, 1987.
- MOURA, E. *“As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade - Implementando a Melhoria Contínua com Maior Eficácia”*. São Paulo: Makron Books, 1994.
- PILGER, M. N. *“Influência dos Serviços ao Cliente na Venda de Couros”*. São Leopoldo, 2000. 123p. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação de Administração de Empresas. Centro de Ciências Econômicas – Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- PROPST, R.L. *“The Action Factory System: An Integrated Facility For Electronics Manufacturing”*. Zeeland, MI: Herman Miller Corp., 1981.
- SANTOS, N.; ARAÚJO JR., L. O. *“Sistema de Tecnologia de Grupo: Um Estudo de Caso Através de Análise do Fluxo de Produção”*. Revista Produção. Vol. 9, nº1, p.65-82. Rio de Janeiro: ABEPRO, 1999.
- SHINGO, S. *“Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement”*. Productivity Press, Inc.: USA, 1988.
- SILVA, F. B. *“Treinamento e Desenvolvimento no Setor de Curtumes: uma apreciação crítica”*. São Leopoldo, 1998. 78p. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação de Administração em Recursos Humanos. Centro de Ciências Econômicas – Universidade do Vale do Rio dos Sinos.



SILVEIRA, G. *“Layout e Manufatura Celular”*. Apostila do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP. UFRGS. Porto Alegre. 1998.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C. et. al. *“Administração da Produção”*. São Paulo: Atlas, 1996.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A. et.al. *“Facilities Planning”*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: John Willey & Sons, Inc. . p.734, 1996.

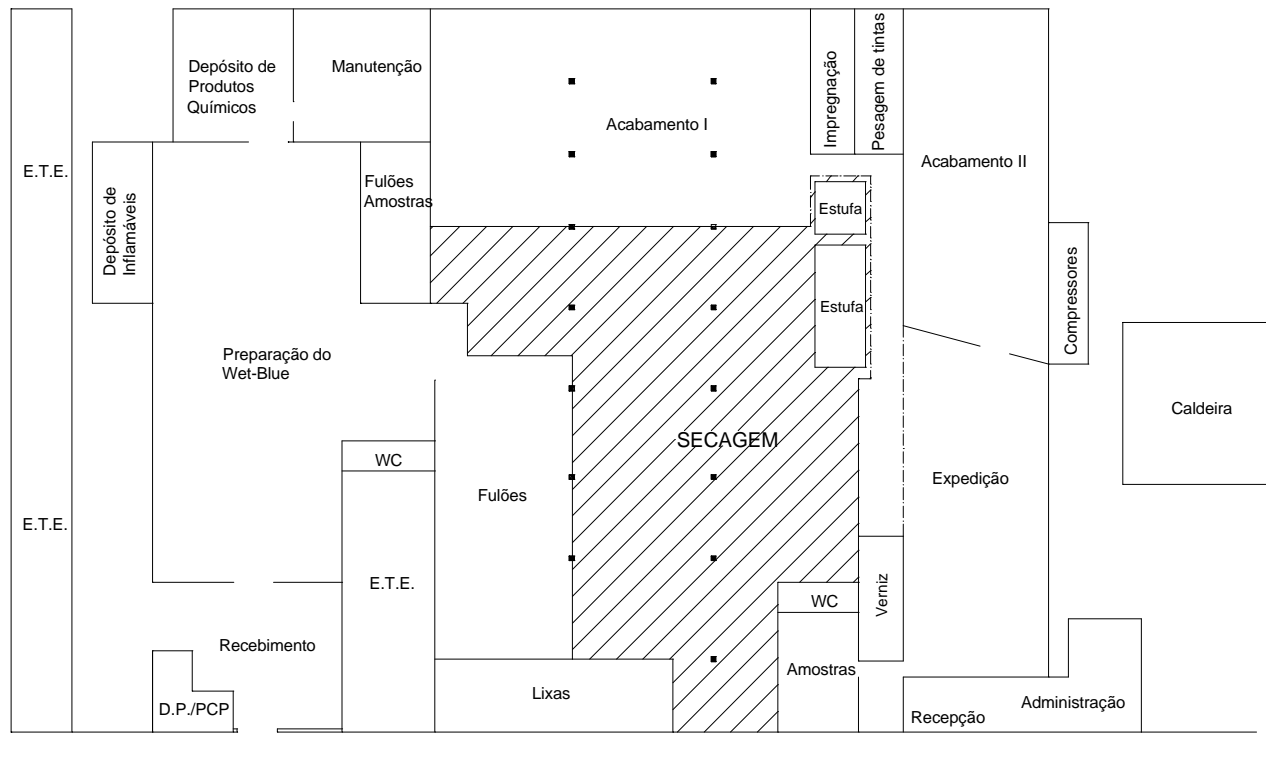
WHITE, J.A., *“Layout: The Chicken or the Egg?”* Modern Materials Handling, vol. 35, no. 9, p.39, September 1980.

YIN, R.K., *“Case Study Research: design and methods”*. 2<sup>nd</sup> ed. Applied social research methods series; v.5, London: SAGE Publications, 1994.

## **ANEXOS**

**Anexo I – *Layout* atual do Curtume Berghan Ltda**

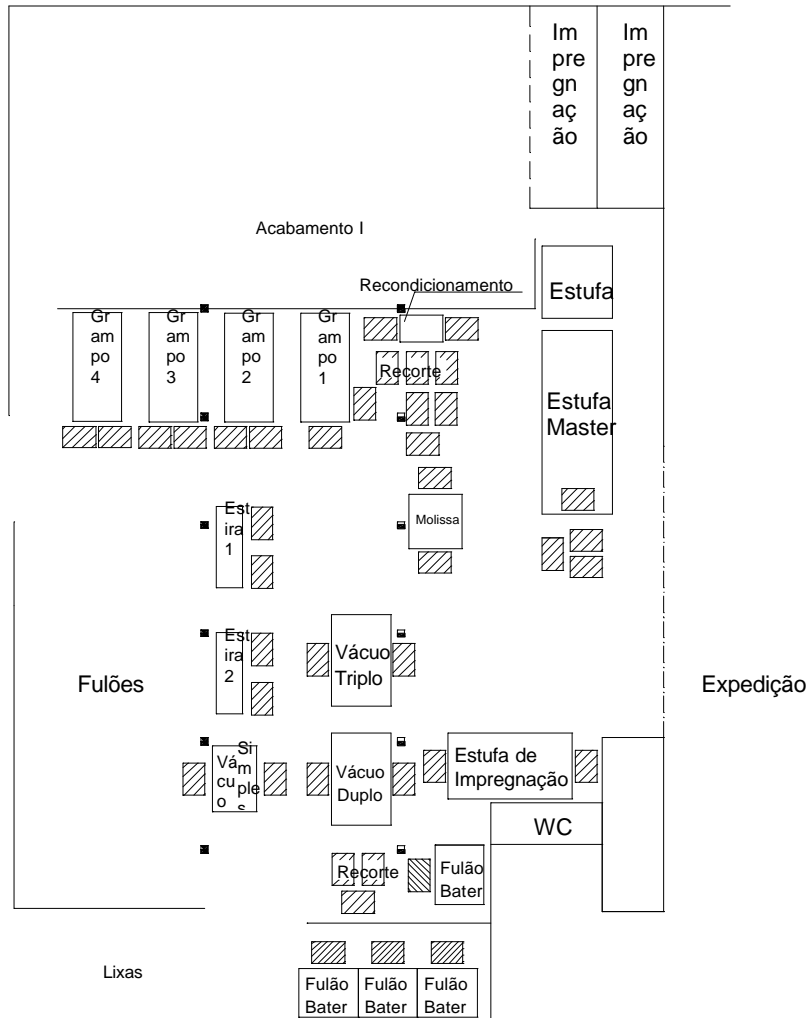
## Layout das instalações do Curtume Berghan Ltda.



Av. 7 de Setembro

## **Anexo II – *Layout* atual do Setor de Secagem**

# Layout atual do Setor de Secagem



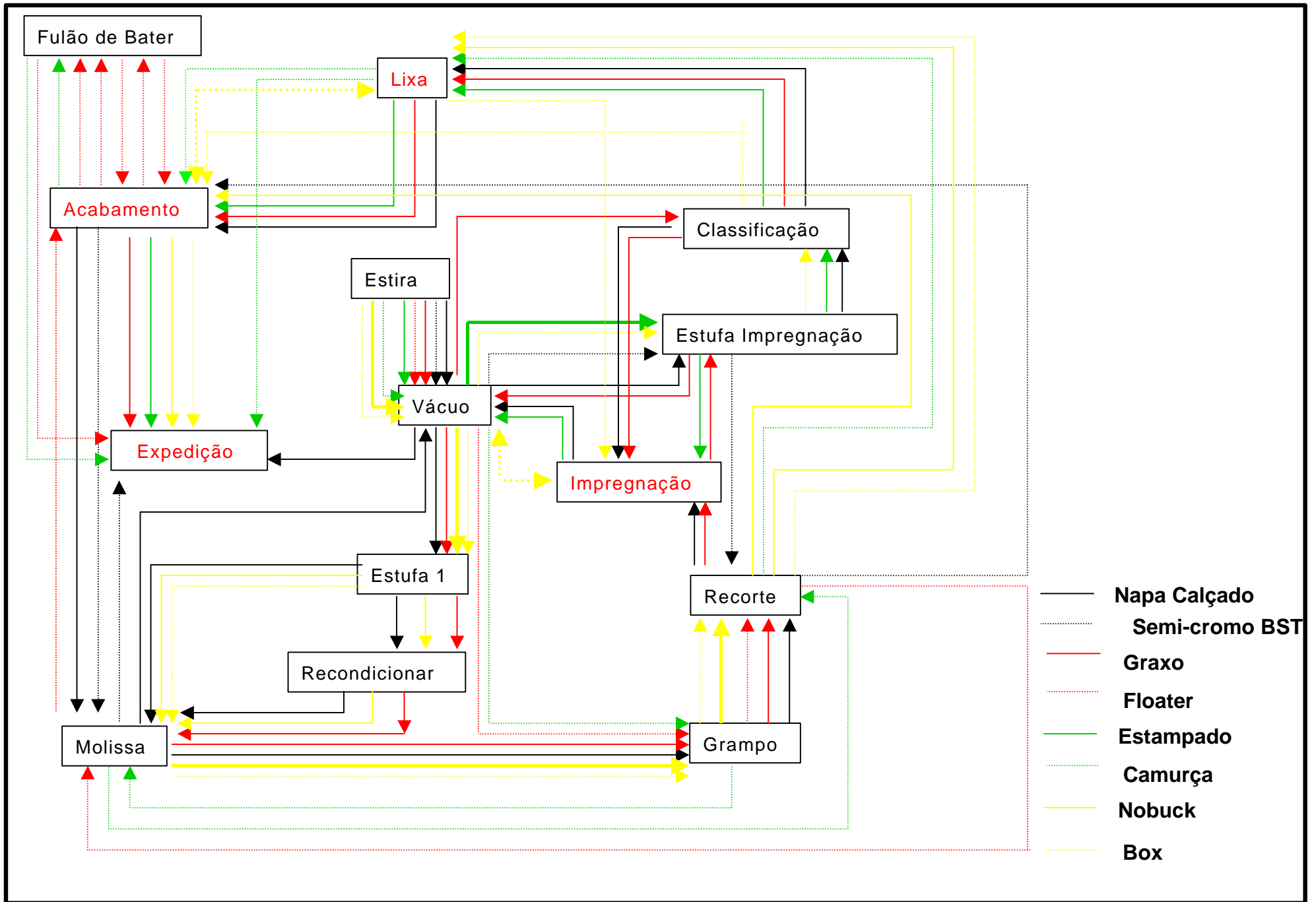
## **Anexo III – Exemplo de Roteiros de Produção**

OS EXEMPLOS DE ROTEIROS DE PRODUÇÃO NÃO  
PODEM SER LIBERADOS POR MOTIVOS TÉCNICOS  
DA DIREÇÃO DO CURTUME BERGHAN LTDA.

PODEM SOMENTE SEREM CONSULTADOS NA  
CÓPIA IMPRESSA.



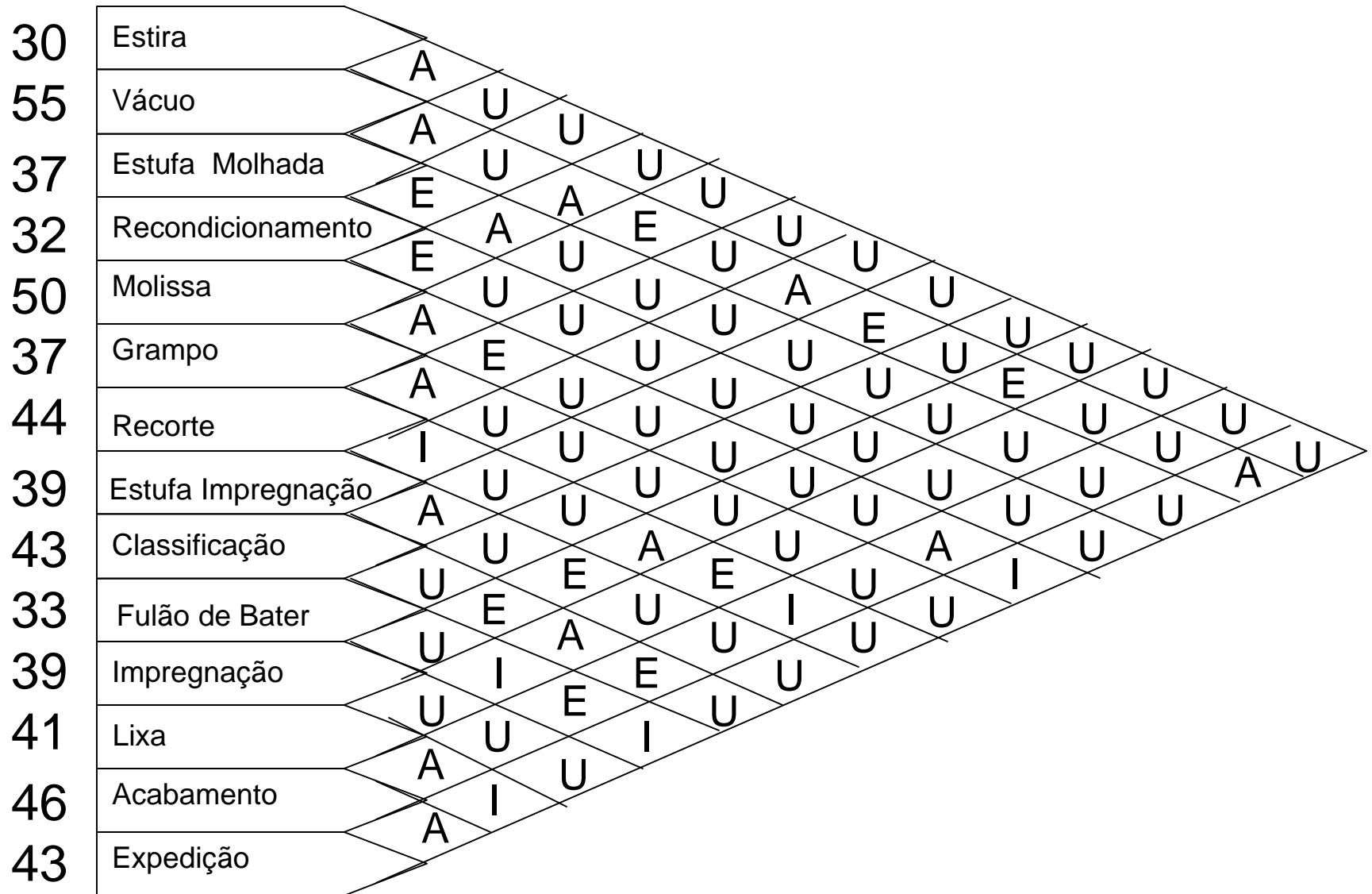
## **Anexo IV – Diagrama de Rotina**



**Anexo V –**  
**Diagrama de Relações (REL) da Secagem e Setores Adjacentes**

# Diagrama de Relações

TPT



## **Anexo VI - Ajuste da Opção 3 ao prédio da Secagem**

## Sugestão de Novo Layout para o Setor de Secagem

