

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**NÍVEL MESTRADO**

**CRISTIANO GUIMARÃES COUTO**

**PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA A ELABORAÇÃO DO LEIAUTE EM**  
**EMPRESAS DIRECIONADAS PARA A INOVAÇÃO EM PRODUTOS**

**SÃO LEOPOLDO – RS**

**2010**

### Ficha Catalográfica

C871p Couto, Cristiano Guimarães  
Proposição de método para a elaboração do leiaute em  
empresas direcionadas para a inovação em produtos / por  
Cristiano Guimarães Couto. – 2010.  
142 f. : il. ; 30cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção,  
São Leopoldo, RS, 2010.

“Orientação: Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior, Co-  
orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel, Ciências Exatas”.

1. Indústria moveleira – Rio Grande do Sul. 2. Indústria  
moveleira – Competitividade. 3. Indústria moveleira – Inovação. 4.  
Indústria moveleira – Layout. 5. Indústria moveleira – Velocidade.  
I. Título.

CDU 684.4(816.5)

Catálogo na Publicação:  
Bibliotecária Camila Rodrigues Quaresma - CRB02/1376

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**NÍVEL MESTRADO**

**CRISTIANO GUIMARÃES COUTO**

**PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA A ELABORAÇÃO DO LEIAUTE EM**  
**EMPRESAS DIRECIONADAS PARA A INOVAÇÃO EM PRODUTOS**

**Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação de engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.**

**Orientador: Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior**

**Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel**

**SÃO LEOPOLDO – RS**

**2010**

Cristiano Guimarães Couto

**PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA A ELABORAÇÃO DO LEIAUTE EM EMPRESAS  
DIRECIONADAS PARA A INOVAÇÃO EM PRODUTOS**

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Aprovado em 30/09/(2010)

**BANCA EXAMINADORA**

---

Rogério Odivan Brito Serrão - PUCRJ

---

Guilherme Luís Roehé Vaccaro - UNISINOS

---

Miriam Borchardt - UNISINOS

Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Junior (Orientador)

**VISTO E PERMITIDA A IMPRESSÃO**

São Leopoldo,

Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel  
Coordenador Executivo PPG em

Engenharia de Produção e Sistemas

## AGRADECIMENTOS

São muitas pessoas que agradeço pelo apoio, compreensão e incentivo para a realização deste trabalho.

À minha família, meus pais Mário e Marisa, que me apoiaram na minha escolha pela escola de Engenharia, caminho que sigo até hoje. Faltam palavras para expressar a admiração pela minha esposa Sandra, pelo carinho, incentivo e apoio neste período de dedicação. Aos meus filhos Luísa e Vitor que compreenderam os motivos pelo qual o pai teve que ficar “em paz” para dedicar-se ao mestrado.

Ao mestre e grande amigo Junico que com muita paciência e dedicação me apoiou e orientou no processo de aprendizado.

A professora Eunice que ajudou na correção ortográfica do trabalho.

Aos professores do Mestrado da Unisinos que sempre demonstraram muita dedicação, paciência em especial ao professor Ricardo Cassel. A Antônia da secretária de Engenharia da Produção que incansavelmente nos manteve atualizado dos acontecimentos.

A direção da empresa que trabalho pelo apoio e incentivo ao aperfeiçoamento profissional. A todos entrevistados pela colaboração.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a quatro pessoas muito especiais.

Meus pais, Mario e Marisa, que sempre me incentivaram a estudar e me ensinaram os valores na vida.

À Sandra, minha mulher, que sempre me apoiou com muito carinho.

Ao mestre Junico, que mostrou se um grande amigo e viabilizou este projeto.

## RESUMO

O atual cenário econômico mundial exige que as empresas desenvolvam métodos eficazes, incluindo os ligados ao sistema de produção, para melhorar sua competitividade no mercado. Em geral, os princípios, métodos e técnicas ligadas à melhoria nos sistemas produtivos são oriundos da indústria automobilística. No contexto geral, as empresas de móveis tendem a apresentar um comportamento mais conservador em relação à aplicação de novos métodos ligados a Engenharia da Produção. Esta dissertação insere-se neste pano-de-fundo. A idéia básica do presente trabalho consistirá em propor um método genérico para a construção de melhorias de leiaute fabril, visando atender a dimensão competitiva velocidade, confiabilidade de entrega, flexibilidade e qualidade em empresas direcionadas para inovação em produto na indústria moveleira. Os elementos utilizados para o desenvolvimento do método foram: i) consulta do referencial teórico sobre o tema, ii) análise aprofundada de um caso de uma empresa que atua na indústria de móveis de alto padrão iii) contribuições oriundas do próprio autor do trabalho. Os resultados obtidos através da aplicação do método foram: i) redução dos prazos de entrega, ii) Maior flexibilidade para a manufatura de novos produtos, iii) Melhoria nos indicadores correlacionados a qualidade do produto.

O presente trabalho possibilitará a reflexão sobre o que é postulado na bibliografia, a respeito da relação entre: leiaute, volume de produção e variedade de produtos. Tal reflexão consiste na avaliação do direcionamento obtido através da aplicação do método.

## **ABSTRACT**

The current world economical scenario demands companies to develop diverse methods, including the ones connected to production systems, efficient in making better their competitiveness in the market. In general, the principles, methods and techniques related to the productive systems improvement come from the automobile industry. In a general setting, the furniture industry has a probable tendency to show a more conservative behavior in relation to the usage of new methods connected to production engineering. The present thesis is set out on this context. The basic idea of this paper is propose a non-specific method to the improvement related to the industrial layout taking the production strategy's dimensions, particularly the speed, into consideration. In order to develop this method the following elements are going to be used: i) bibliographical review on the topic, ii) in-depth analysis of a high standard furniture industry business study case, iii) the author's contribution. The results obtained by applying the method are: i) reduction of delivery times, ii) Greater flexibility for the manufacture of new products, iii) improvement in indicators related to product quality.

This work will allow reflection on what is postulated in the literature regarding the relation between the layout, production volume and variety of products. Such reflection is an assessment of targeting obtained by applying the method.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Hierarquia das Estratégias.....	24
Figura 2: Flexibilidade de uma operação depende de seus recursos .....	32
Figura 4: Leiaute Funcional.....	37
Figura 5: Leiaute em linha.....	38
Figura 6: Configurações básicas de células de manufatura.....	40
Figura 7: Sistema de Produção relacionado com aos produtos / volumes e leiaute / fluxo de matérias em relação aos fatores competitivos .....	43
Figura 8: Diagrama de Pareto para definição do tipo de sistema de produção .....	44
Figura 9: Método SLP - Systematic Layout Planning.....	47
Figura10: Planejamento do macroespaço .....	49
Figura 11: A metodologia de implantação da manufatura celular.....	51
Figura 12: Etapas do MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor .....	56
Figura 13: O Método de Trabalho .....	69
Figura 14: Estrutura de Produção .....	73
Figura 15: Número de novos produtos lançado por ano.....	75
Figura 16: Faturamento anual.....	75
Figura 17: Etapa do processo de fabricação das partes em alumínio (Período de 1997 a 2005) .....	78
Figura 18: Etapa do processo de fabricação do vidro (Período de 1997 a 2005).....	78
Figura 19: Estrutura das células de produção na Montagem Final .....	83
Figura 20: Nível do estoque em processo em dias .....	88
Figura 21: Indicador da “Promessa de Entrega” .....	91
Figura 22: Indicador do ‘Nível de Assistência Técnica’ .....	92
Figura 23: Matriz Produto-Processo.....	94
Figura 24: Matriz Produto-Processo.....	95
Figura 25: Tipos de <i>layout</i> : volume x variedade.....	96
Figura 26: Comparativo da venda acumulada nos anos de 2007 a 2009.....	105
Figura 27: Comparativo da venda acumulada entre os anos de 2007 a 2009, para a família dos produtos portas divisórias.....	105
Figura 28: Comparativo da venda acumulada, entre os anos de 2007 a 2009, para a família de produtos portas de cozinha .....	106

Figura 29: Mecanismo da Função Produção .....	109
Figura 30: Exemplo do ‘Mapa do fluxo de valor atual’ na empresa Estudada .....	110
Figura 31: Exemplo de Gráfico de Espaguete atual .....	111
Figura 32: Exemplo de Gráfico de Espaguete futuro .....	112
Figura 33: Exemplo da proposta do mapeamento do fluxo de valor atual e ideal – ‘fábrica de bolinhas’ .....	113
Figura 34: Cenário viável “A” .....	116
Figura 35: Cenário viável “B” .....	116
Figura 36: Escada para a fábrica ideal.....	116
Figura 37: Relação de Indicadores Globais e Locais .....	120
Figura 38: Ciclo PDCA .....	125

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução do Faturamento e exportações do setor moveleiro Nacional e Gaúcho ...	19
Tabela 2: Dimensões Competitivas Consideradas por Diferentes Autores .....	28
Tabela 3: Níveis de Planejamento de leiaute .....	48
Tabela 4: Parâmetros de escolha no método de formação de células.....	53
Tabela 5: Indicadores da Produção de Portas de Cozinha (Período 2006).....	82
Tabela 6: Indicador do prazo de entrega em dias por família de produto. ....	91
Tabela 7: Etapas para elaboração do método para elaboração do Leiaute .....	99
Tabela 8: Comparativo da venda acumulada, entre os anos de 2007 a 2009, para todas as famílias de produtos .....	106
Tabela 9: Tabela de operações e tempos para a família Portas de Cozinha.....	114
Tabela 10: Tabela de operações padrão.....	118

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**STP** – Sistema Toyota de Produção

**TOC** - Teoria das Restrições

**TRF** - Troca Rápida de Ferramentas

**TPM** – *Total Productive Maintenance*

**JIT** - *Just-In-Time*

**CCR** - Recursos com Capacidade Restrita

**SLP** - *Systematic Layout Planning*

**MFP** – Mecanismo da Função Produção

**CAD** – *Computer Aided Design*

**CAM** – *Computer Aided Manufacturing*

**VSM** – *Value Stream Mapping*

**TQM** – *Total Quality Management*

**MRP** – *Material Requirement Planning*

**PDCA** – *Plan, Do, Check and Action*

## SUMÁRIO

<b>VISTO E PERMITIDA A IMPRESSÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVAS.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.1 Justificativa para o Segmento Moveleiro .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2 Justificativa Acadêmica .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.3 Justificativa Empresarial.....</b>	<b>20</b>
<b>1.4 QUESTÃO DE PESQUISA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.5 OBJETIVOS DO TRABALHO .....</b>	<b>20</b>
<b>1.5.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>21</b>
<b>1.6 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO.....</b>	<b>21</b>
<b>1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....</b>	<b>21</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 CONCEITOS DE ESTRATÉGIA .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.1 Estratégia Corporativa.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2 Estratégia de Negócios.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.3 Estratégia de Produção .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 TIPOS DE LEIAUTE.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.1 Leiaute Funcional .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.2 Leiaute em Linha (<i>Flow Shop</i>) .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.3 Leiaute Celular .....</b>	<b>39</b>
<b>2.4 A CORRELAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE LEIAUTE E AS DIMENSÕES COMPETITIVAS.....</b>	<b>41</b>
<b>2.5 MÉTODOS EXISTENTES NA LITERATURA PARA ELABORAÇÃO DE LEIAUTE .....</b>	<b>46</b>
<b>2.5.1 O método SLP (<i>Systematic Layout Planning</i>).....</b>	<b>46</b>

2.5.2 O método <i>Fac Plan</i> .....	48
2.5.3 O método para implantação do leiaute celular .....	50
2.5.3.1 Fase I – Preparação .....	50
2.5.3.2 Fase II – Definição .....	52
2.5.3.3 Fase III – Implantação .....	54
2.5.4 O método proposto pelo <i>Lean Institute</i> .....	55
2.6 CONSIDERAÇÕES CRÍTICAS SOBRE OS MÉTODOS APRESENTADOS.....	56
2.6.1 Método SLP ( <i>Systematic Layout Planning</i> ).....	56
2.6.2 Método <i>Fac Plan</i> .....	57
2.6.3 Método para implantação do leiaute na manufatura celular (G. Silveira, 1998) ....	57
2.6.4 O método proposto pelo <i>Lean Institute</i> .....	58
2.7 PRINCÍPIOS, CONCEITOS E FERRAMENTAS ASSOCIADOS À ELABORAÇÃO DO MÉTODO A SER PROPOSTO.....	58
2.7.1 O Mecanismo da Função Produção .....	58
2.7.2 A Tecnologia de Grupo .....	61
2.7.3 A Folha de Operação-padrão .....	61
3 METODOLOGIA.....	64
3.1 O MÉTODO DE PESQUISA - ESTUDO DE CASO.....	64
3.1.2 Justificativas Para a Escolha do Método do Estudo de Caso .....	65
3.1.3 Requisitos para o Estudo de Caso .....	65
3.2 COLETA DE INFORMAÇÕES NO MÉTODO DO ESTUDO DE CASO.....	66
3.3 ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS NO ESTUDO DE CASO .....	67
3.4 O MÉTODO DO TRABALHO .....	68
4 DESCRIÇÃO DO CASO .....	72
4.1 INTRODUÇÃO .....	72
4.2 A EMPRESA ESTUDADA.....	72
4.3 ANÁLISE CONTEXTUAL DO PROCESSO COMERCIAL .....	73
4.4 VISÃO HISTÓRICA.....	76
4.4.1 Considerações Iniciais .....	76
4.4.2 Fase 1 - Aplicação do modelo de leiaute funcional em um ambiente com pouca concorrência aos produtos fabricados na empresa estudada (1997 a 2005); .....	77
4.4.3 Fase 2 - Implantação de um modelo piloto de célula de manufatura na Montagem Final em um ambiente de acirramento da concorrência (2006); .....	79
4.4.4 Fase 3 – Aplicação do modelo de manufatura celular em toda montagem final (2007); .....	83
4.4.5 Fase 4 – Criação de uma metodologia ampla para a elaboração de leiaute (2008 a 2009); .....	84
4.5 DESCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS DO ESTUDO DE CASO.....	87
4.5.1 Conceito .....	87
4.5.2 Planejamento.....	88
4.5.3 Método .....	89
4.5.4 Capacitação Tecnológica.....	89

<b>4.5.5 Indicadores de Desempenho .....</b>	<b>90</b>
<b>4.5.6 Aspectos Tecnológicos .....</b>	<b>92</b>
<b>4.6 O LEAD TIME COMO DIMENSÃO COMPETITIVA CENTRAL NO PROCESSO DE DECISÃO NA COMPRA DO MÓVEL DE ALTO PADRÃO. ....</b>	<b>93</b>
<b>4.7 ANÁLISE CRÍTICA DOS MODELOS DE LEIAUTE EM FUNÇÃO DO VOLUME, VARIEDADE E PROCESSO DE MANUFATURA, POSTULADOS NA BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>94</b>
<b>5 PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA A ELABORAÇÃO DO LEIAUTE EM EMPRESAS DIRECIONADAS PARA A INOVAÇÃO EM PRODUTOS .....</b>	<b>99</b>
<b>6 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>126</b>
<b>6.1 CONCLUSÕES.....</b>	<b>126</b>
<b>6.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....</b>	<b>129</b>
<b>6.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>129</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>137</b>
<b>Anexo A – Questionário para elaboração do Estudo de Caso do Leiaute em uma empresa com forte direcionamento para inovação em produtos .....</b>	<b>138</b>
<b>Anexo B – Exemplo de Diário de Bordo .....</b>	<b>140</b>
<b>Anexo C – Exemplos de Famílias de Produto .....</b>	<b>141</b>

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O cenário da globalização remete às empresas a busca contínua por estratégias competitivas eficazes que ajudem a manter e crescer num mercado em constantes mudanças e cada vez mais competitivo. Neste contexto, uma escolha adequada da estratégia de negócio e produção é crucial. Para sustentar uma vantagem competitiva, as empresas devem decidir como se diferenciar dos concorrentes e agregar valor aos seus produtos e/ou serviços. Assim sendo, elas devem desenvolver produtos inovadores com qualidade e reagir rapidamente às necessidades do cliente (Tammela, Canen , 2005). Desta forma, empresas competitivas são as que oferecem os seus produtos com maior valor agregado pelo menor custo e com menor tempo de resposta às necessidades de desenvolvimento de produto e/ou a velocidade de entrega aos clientes.

Slack (2002) afirma que a função de manufatura, na maior parte das empresas, representa o 'grosso' do seu ativo e a maior parte do seu pessoal. Assim, ela tende a ser a verdadeira anatomia da operação. De um prisma metafórico, a manufatura, que representa os ossos, nervos e os músculos, dá à empresa a força para suportar o ataque da concorrência, dá o vigor para manter um melhoramento uniforme no desempenho competitivo e, talvez o mais importante, proporciona a versatilidade operacional que pode responder aos mercados crescentes voláteis e aos concorrentes.

Segundo Coriat (1988), antes da primeira crise internacional do petróleo, que iniciou no ano de 1973, nos grandes setores de produção em massa de produtos discretos (automóveis, eletrodomésticos, etc.), as capacidades instaladas eram inferiores à demanda global do mercado. Neste período, o paradigma dominante era o da produção em larga escala e com grandes lotes de produção, originalmente construído a partir de Henry Ford (Ohno, 1996). Essa situação foi revertida pela crise econômica vivenciada pela economia mundial nos anos 70, com o advento das crises do petróleo de 1973 e 1979. A partir daí as capacidades instaladas nos setores de produção em massa passaram a ser maiores do que a demanda. Isto levou a uma crescente diversificação das linhas de produtos nos diferentes mercados para atender a necessidades cada vez mais amplas e, principalmente, diferenciadas dos clientes ao redor do mundo. Ou seja, observou-se um crescente acirramento da competição nos mercados capitalistas com importantes implicações em termos das necessidades de reprojeter os diferentes sistemas produtivos.

A crescente competição no mercado globalizado requer das empresas respostas rápidas no que se referem às dimensões competitivas de prazos de entrega, custos, qualidade. A competição estimula as empresas a adotar formas de melhorar seus atuais sistemas produtivos. Um ponto a destacar neste contexto é que as inovações associadas à velocidade de implantação das melhores práticas de engenharia de produção são fatores chave no sucesso das empresas. Esta afirmação tende a ser válida tanto para a introdução de novos produtos quanto para a construção processual de sistemas produtivos competitivos.

Reforçando a necessidade de alta flexibilidade, Hayes et. al (2008, p.44) afirmam que "acertar na primeira tentativa", como ensinam as filosofias tradicionais de TQM (*Total Quality Management*), a importância de se entrar cedo no mercado e a rapidez das mudanças na economia e na Tecnologia de Informação (TI), mostram que uma empresa simplesmente não pode se dar ao luxo de esperar para introduzir um novo produto até ele estar perfeito, eficiente e conter todas as funções e opções desejadas. É mais importante lançar hoje, talvez, um sistema não tão perfeito, mas que possa ser melhorado, do que esperar meses para introduzir um sistema superior. Neste caso, então, qualidade significa um produto que, apesar de possivelmente incompleto, é robusto, fácil de usar, praticamente sem defeitos e fácil de expandir e melhorar com o tempo.

Black (1998) afirmou, o que parece ainda continuar verdadeiro, que as mudanças significativas nos projetos de sistemas de produção tendem a ser motivadas pelas seguintes tendências gerais:

- Mercados globais serão alimentados por produtos globais, por desenvolvimentos globais e com compras feitas a partir de uma perspectiva internacional;
- Em função do aumento da expectativa dos clientes em relação aos produtos as tolerâncias dos mesmos tendem a ficar cada vez mais 'apertadas', ou seja, é necessário mais exatidão e precisão no que tange a produção de artigos com qualidade;
- O aumento na variedade de materiais complexos, com propriedades cada vez mais diversificadas, tende a causar uma proliferação no número de processos de fabricação disponíveis no mercado;
- O custo dos materiais, incluindo movimentação de materiais e energia, continuará a ser parte principal do custo total do produto. De outra parte, a mão de obra direta tende a representar um valor entre 5 a 10 % do total e a tendência é que estes valores tendam a diminuir ao longo do tempo;

- A confiabilidade do produto aumentará em resposta ao número excessivo de ações de responsabilidade pelos produtos, ou seja, de ações promovidas pelos clientes questionando se a entrega dos produtos deu-se de acordo com a especificação proposta pelos fornecedores;
- O tempo de atravessamento (*lead-time*) entre a concepção do projeto e o produto fabricado necessitará ser reduzido cada vez mais através da utilização de princípios e técnicas como, por exemplo, a engenharia simultânea;
- O crescente aumento da variedade de produtos, visando atender aos requisitos de clientes cada vez mais exigentes, tende a resultar em redução dos tamanhos dos lotes de fabricação.

Uma análise crítica das tendências gerais proposta por Black (1998) mostra a importância crescente das dimensões flexibilidade e tempo de atravessamento para responder às atuais normas de concorrência do mercado. De um ponto de vista prático, algumas respostas parecem necessárias do prisma das respostas necessárias em termos dos sistemas produtivos, a saber:

- Os lançamentos contínuos de novos produtos visando atender as necessidades do mercado implicam uma contínua necessidade de modificar os sistemas produtivos em geral, sendo as alterações de leiaute provavelmente uma das mais significativas;
- Os sistemas produtivos devem ser projetados de forma o mais flexível possível considerando, de outra parte, a necessidade da simplicidade e do foco nas diferentes famílias de produtos existentes;
- O sistema deve ser capaz de produzir produtos com o menor *lead-time* possível e assegurando as entregas nos prazos acordados com os clientes;

Uma das alternativas necessárias para tratar o tema da velocidade de resposta frente às demandas do mercado é a busca da melhoria contínua do leiaute. Entre as melhorias passíveis de serem obtidas através das alterações de leiaute, pode-se citar: i) redução do tempo de atravessamento (*Lead Time*)<sup>1</sup>, ii) redução dos níveis de estoque em processo (*Work in*

---

<sup>1</sup> *Lead Time* é o tempo que certo material percorre do início do processo (entrada na primeira operação) até a saída do produto acabado (última operação).

*Process*)<sup>2</sup> e de produtos acabados, iii) redução das perdas referentes à qualidade, refugos e retrabalhos, iv) elevação no nível de flexibilidade, frente às distintas demandas do mercado, vi) maior facilidade na identificação dos (Gargalos e *CCR's*)<sup>3</sup> e, conseqüentemente o aumento da capacidade produtiva.

## 1.2 JUSTIFICATIVAS

Na sequência serão apresentadas as principais justificativas para a elaboração do presente trabalho, considerando: i) segmento, ii) acadêmica, iii) empresas.

### 1.2.1 Justificativa para o Segmento Moveleiro

No cenário global, a competição está cada vez mais acirrada o que acarreta, entre outros aspectos, que novos produtos sejam permanentemente lançados e que o ciclo de vida destes artigos tenda a se tornar cada vez menores. Neste contexto, a concepção de novos produtos diferenciados em termos de *design*, inovação e qualidade passa a ser uma alternativa necessária de ser perseguida pelas empresas moveleiras brasileiras. Este movimento tem por finalidade gerar um maior valor agregado para empresa o que implica na possibilidade de praticar margens de contribuição (preço – matérias primas) mais elevadas.

Conforme a Tabela 1, o crescimento da indústria moveleira no país evoluiu na ordem de 337 % entre os anos de 1997 a 2007 e 293% no Estado do Rio Grande do Sul. O volume de exportações apresentou o mesmo comportamento, evoluindo no país em 256% e 334 % nas empresas Gaúchas. Os números apresentados afirmam que a indústria moveleira brasileira é um setor em franco crescimento, principalmente em relação às exportações. Segundo a Formóbile (2004, p.15), “o segmento de mobiliário tem crescido numa média superior à economia nacional”.

---

<sup>2</sup> *Work in Process* é a definição para os níveis de estoque em processo, ou materiais utilizados para a elaboração do produto acabado que encontram-se entre o início e o final do processo de transformação da matéria prima em produto acabado.

<sup>3</sup> Antunes Jr (2008, pág.111) conceitua os recursos críticos e gargalos: “Os gargalos se constituem nos recursos cuja capacidade disponível é menor do que a capacidade necessária para atender às ordens demandadas pelo mercado, ou seja, são recursos cuja capacidade instalada é inferior à demanda do mercado no período geralmente longo, considerado pela análise. Caso existam vários recursos que possuem capacidade inferior à sua demanda, o gargalo principal será aquele recurso que se encontra com valores de déficit de capacidade mais negativos. Já os CCRs (*Capacity constraints resources*), são aqueles recursos que, em média, têm capacidade superior à necessária, mas que em função das variabilidades que ocorrem nos sistemas produtivos ou devido a variações significativas de demanda, podem conjuntamente apresentar restrições de capacidade”.

**Tabela 1: Evolução do Faturamento e exportações do setor moveleiro Nacional e Gaúcho**

<b>ANO</b>	<b>Faturamento Rio Grande do Sul (em bilhões de R\$)</b>	<b>Faturamento Brasil (em bilhões de R\$)</b>	<b>Exportação Rio Grande do Sul (em bilhões de US\$)</b>	<b>Exportação Brasil (em bilhões de US\$)</b>
2007	R\$ 3,63	R\$ 20,58	US\$ 284	US\$ 1
2006	R\$ 3,20	R\$ 18,89	US\$ 269	US\$ 1
2005	R\$ 3,12	R\$ 17,01	US\$ 272	US\$ 1,02
2004	R\$ 3,17	R\$ 16,74	US\$ 280	US\$ 966
2003	R\$ 2,64	R\$ 16,41	US\$ 184	US\$ 703
2002	R\$ 2,63	R\$ 10,3	US\$ 147	US\$ 561
2001	R\$ 1,91	R\$ 9,7	US\$ 153	US\$ 509
2000	R\$ 1,65	R\$ 8,8	US\$ 160	US\$ 514
1999	R\$ 1,40	R\$ 7,3	US\$ 120	US\$ 407
1998	R\$ 1,25	R\$ 7,3	US\$ 103	US\$ 361
1997	R\$ 1,24	R\$ 6,1	US\$ 93	US\$ 390
1996	R\$ 1,19	R\$ 6,2	US\$ 88	US\$ 351

Fonte: Movergs ([www.movergs.com.br](http://www.movergs.com.br))

Tendo como pano de fundo o crescimento da indústria moveleira brasileira, associado à crescente competição internacional, onde proliferam os acordos de livre comércio, o presente trabalho vem colaborar no sentido da elaboração de um método para a criação e melhoria do leiaute.

### **1.2.2 Justificativa Acadêmica**

O tema da construção do leiaute tem longa tradição nos estudos ligados à engenharia de produção. Existe a tendência de tratar o tema a partir do inter-relacionamento entre a variedade de produtos e os volumes envolvidos (Miltenburg, 2001). Outro ponto relevante da discussão refere-se à ligação entre aspectos ligados à estratégia de produção e ao tipo de leiaute a ser desenvolvido. Este trabalho parte dos conceitos supracitados. Porém o estudo pretende tratar de um tema a partir de um ponto mais específico relacionado com a necessidade de construir métodos robustos para a elaboração do chamado leiaute fabril conectando: i) *mix* de produtos fabricados; ii) estratégia de produção da empresa; iii) as dimensões competitivas; iv) aspectos conceituais relacionados ao leiaute fabril dentro de um contexto específico de uma empresa que atua na indústria moveleira.

Enquanto elemento importante, que talvez venha a possibilitar uma generalização parcial da utilização do método, é fato de que trata-se de uma situação tipicamente relacionada com uma empresa onde os aspectos ligados à inovação de produtos é central. Este fato leva a uma incessante e permanente mudança no *mix* de produtos vendidos e, portanto, necessários de serem produzidos flexivelmente na fábrica.

### **1.3.3 Justificativa Empresarial**

O leiaute industrial é um fator importante na reorganização das estruturas fabris. Entretanto, muitas vezes, seu projeto não é realizado de forma sistemática. Isto acarreta que, em muitos casos, é um leiaute que dificulta o fluxo de materiais e de pessoas, gerando uma série de perdas no processo produtivo.

Do prisma empresarial, o tema do trabalho é justificado pelo fato de que oportunidades significativas de maximização dos resultados da empresa estão correlacionadas com a adequação do leiaute às constantes modificações do *mix* de produtos fabricados. A ideia é que as modificações do leiaute fabril, em geral, e do microleiaute, em particular, sejam pensados a partir de uma perspectiva de agregação de valor aos produtos da empresa. Para isso, é necessário que os processos projetados permitam a minimização das perdas nos sistemas produtivos e, também, o atendimento rápido às necessidades de mercado.

Como os leiautes necessitam adequar-se constantemente às inovações de produtos consideradas pelas empresas, torna-se necessário a utilização de métodos robustos que possam ser aplicado sempre que necessário para contribuir na agregação de valor à empresa. Tal é o mote deste trabalho.

## **1.4 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão a ser respondida nesta pesquisa é: Como conceber e implantar e melhorar continuamente um leiaute que possa responder às necessidades de inovação em empresas da indústria de móveis caracterizadas pela introdução contínua de novos produtos?

## **1.5 OBJETIVOS DO TRABALHO**

São os seguintes o objetivo geral e os objetivos específicos desta dissertação:

### **1.5.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral desta dissertação é desenvolver um método para a elaboração e implantação de leiaute, em empresas da indústria de móveis de alto padrão de qualidade, que trabalham com produtos sob encomenda e são caracterizadas pela constante inovação em produtos.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

São os seguintes os objetivos específicos do presente trabalho:

- Propor diferentes técnicas que possam contribuir para operacionalizar os diferentes passos do método proposto;
- Aplicar o método desenvolvido em um estudo de caso na empresa previamente selecionada;
- Verificar os resultados obtidos e realizar uma análise crítica a respeito do método aplicado ao estudo de caso.

## **1.6 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Na sequência, serão destacadas as delimitações do presente trabalho:

- Não serão abordadas neste trabalho questões relacionadas diretamente com a variabilidade no processo.
- Não está no escopo do trabalho a relação do leiaute com outras ferramentas da produção enxuta e o STP - Sistema Toyota de Produção (TRF, Kanban, entre outras).
- O aspecto relacionado ao contexto humano estará presente no trabalho, sempre que necessário. Porém, este tema não será abordado em profundidade na dissertação.
- A aplicação do método para o presente trabalho será restrita a elaboração do macro, micro leiaute e sub micro leiaute, não será abordado o leiaute global e supra leiaute;

## **1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Esta dissertação apresenta a seguinte estrutura:

No primeiro Capítulo, foi realizada uma introdução ao trabalho englobando os tópicos: i) considerações iniciais, ii) relevância do trabalho, iii) justificativas, iv) introdução a questão, v) objetivos do trabalho, vi) delimitações do trabalho.

No segundo Capítulo será apresentado o Referencial Teórico adotado para a elaboração da dissertação.

No terceiro Capítulo será explicitado o método de pesquisa e o método utilizado para a consecução do trabalho.

O quarto Capítulo descreverá o Estudo de Caso sobre a Proposição de Método para a Elaboração do Leiaute – na empresa estudada.

O quinto Capítulo apresentará a proposta para Proposição de Método para a Elaboração do Leiaute em Empresas Direcionadas para a Inovação em Produtos

No sexto capítulo, serão apresentadas as conclusões, limitações e recomendações para trabalhos futuros.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

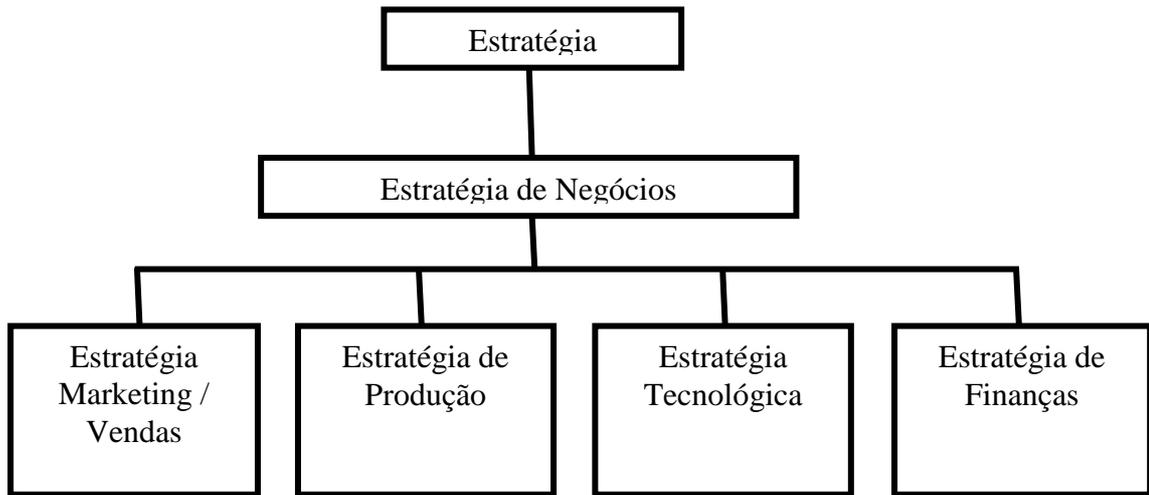
Neste capítulo, será realizada uma revisão da literatura como base para a construção do referencial teórico. Serão abordados os principais conceitos da estratégia com foco nas dimensões da estratégia de produção, os sistemas de arranjo físico leiaute e os pontos críticos centrais associados à relação da estratégia com o leiaute. O referencial teórico será desenvolvido, inicialmente, a partir do desdobramento conceitual das estratégias e suas relações com as dimensões competitivas.

### **2.2 CONCEITOS DE ESTRATÉGIA**

A identificação da estratégia, em três níveis, é recomendada por Hayes e Wheelwright (1984) como uma forma útil de identificar e contrastar os diferentes tipos de estratégias relacionadas com a gestão do negócio. Estes três níveis da estratégia (corporativa, negócio e funcional), segundo Slack et al. (1997, p. 90), “formam uma hierarquia na qual a estratégia de negócio é uma parte importante do ambiente no qual as estratégias funcionais operam, e a estratégia corporativa é um elemento importante do ambiente no qual a estratégia do negócio se encaixa”.

Conforme Slack et al. (1997), a interligação entre os níveis de estratégia delinea uma relação de “cima para baixo”. Contudo, os níveis de estratégia sobrepõem-se e influenciam-se mutuamente.

A Figura 1 tem como objetivo facilitar esta compreensão, através da conexão entre os diferentes níveis de estratégias no âmbito empresarial.

**Figura 1: Hierarquia das Estratégias**

Fonte: Wheelwright, (1984, p.83)

Dentre os muitos conceitos de estratégia, um dos mais utilizados é o de WRIGHT, KROLL e PARNELL (2000) que a definem como “planos da alta administração para alcançar resultados consistentes com a missão e os objetivos gerais da organização”.

### 2.2.1 Estratégia Corporativa

A estratégia corporativa justifica-se em situações características da diversificação empresarial, as quais, se ignoradas, podem levar ao fracasso toda a estratégia de uma organização. Essas situações têm como premissas: a competição ocorre no nível das Unidades de Negócio (UNs). A diversificação, inevitavelmente, acarreta custos e limitações para as UNs; e os acionistas são capazes de diversificar seus investimentos a qualquer momento (PORTER, 1999). O nível mais elevado da estratégia é intitulado de estratégia empresarial. GUPTA (1997, p. 100) define a estratégia corporativa como sendo o “nível mais elevado da estratégia que trata de questões mais amplas, como que negócios atuar e como explorar as sinergias entre as unidades de negócio”.

A estratégia corporativa apresenta como conteúdo, decisões abrangentes, como a definição das fronteiras da corporação (decisões sobre o escopo), o direcionamento das decisões da corporação para os relacionamentos entre as UNs e a determinação dos métodos que definem o grau e a forma de diversificação da corporação. Entre esses métodos estão questões associadas a fusões, aquisições, incorporações, cisões etc. (CHRISTENSEN, 1999).

Evidentemente, este debate sobre a questão da estratégia corporativa geralmente envolve empresas de grande porte.

### **2.2.2 Estratégia de Negócios**

Segundo Porter (1996), a estratégia de um negócio consiste na definição e criação de uma posição única que proporcione desempenho superior frente aos concorrentes, através de considerações sobre as distintas atividades desenvolvidas na Organização. De acordo com Slack et al.(2002), a estratégia de negócios orienta os objetivos de cada Unidade de Negócio (UN) da corporação, sendo um guia da empresa em relação aos seus consumidores, mercados e concorrentes. Ainda, visa a alinhar os objetivos dos negócios com a estratégia corporativa.

De forma mais geral, a estratégia de negócios preocupa-se em estabelecer quais produtos serão fabricados e em quais mercados eles serão vendidos, estabelecendo a forma como a empresa vai competir no mercado, em função das condições ambientais e concorrenciais (ANSOFF & MCDONELL, 2003; SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2002).

Conforme Porter (1996) são cinco as forças competitivas que influenciam o direcionamento estratégico do negócio: poder de barganha dos clientes, poder de barganha dos fornecedores, concorrentes, ameaça de produtos substitutos e ameaça de entrantes potenciais. O próprio Porter (1996) já ampliava seu foco com o conceito de cadeia de valor e sistema de valor, reconhecendo "as atividades da empresa" como base da vantagem competitiva. Assim, "as escolhas de posicionamento determinam não somente quais atividades a empresa desempenhará e como essas atividades serão configuradas, mas, também, como essas atividades estarão relacionadas entre si" (Porter, 1996). Na abordagem clássica proposta por Porter, a idéia perseguida é priorizar a análise dos mercados e da competição e o entendimento da posição relativa de cada empresa em sua indústria ou segmento produtivo. Os principais focos de análise são produtos, consumidores e competidores. Assim, a estratégia da empresa deve ser resultante da identificação de tendências e de oportunidades. Nesse sentido, é considerada uma abordagem, grandes linhas, proveniente da análise do mercado e da competição.

Os posicionamentos estratégicos em relação às forças competitivas exigem diferentes abordagens para a estratégia de negócios, as chamadas estratégias competitivas genéricas, que dividem se da seguinte forma: liderança por custos, diferenciação e focalização.

Na estratégia de liderança por custos, pressupõe-se que o principal foco da empresa é a redução de custos e fabricação em altos volumes. Esta estratégia é aplicada em produtos vendidos em grandes magazines, direcionado às classes com menor poder aquisitivo. Esta estratégia exige elevados investimentos em equipamentos atualizados e preparados para a produção de grandes lotes com baixos índices de perdas, tanto em matéria-prima com o processamento em si. Normalmente, empresas que trabalham focadas nesta estratégia são inseridas em um contexto de fornecimento de volumes pré-definidos, com preços de venda definidos pelo mercado. Ao detalhar as estratégias genéricas, Porter (1990) argumenta que, na liderança por custo total, a empresa tem um escopo amplo. Neste sentido, pretende atender a muitos segmentos industriais, exigindo altos investimentos nas instalações, em escala eficiente, redução constante de custos a partir da experiência da organização, controle rigoroso do custo e das despesas gerais e minimização do custo em áreas como P&D, assistência ao cliente, força de vendas etc. Com preços equivalentes ou mais baixos do que seus rivais, a posição de baixo custo de um líder no custo traduz-se em retornos mais altos.

A segunda possibilidade é adotar a estratégia por diferenciação, que tem como foco a busca pela customização do produto. O requisito de qualidade associado ao produto passa a tornar-se um fator importante dado que, nesta estratégia, busca-se diferenciar os preços no mercado.

Para Porter (1996), as estratégias de liderança no custo e de diferenciação permitem buscar vantagem competitiva em um limite amplo de segmentos industriais. Já a estratégia do enfoque ou focalização, terceira estratégia proposta por Porter, visa a uma vantagem de custo (enfoque no custo) ou uma diferenciação (enfoque na diferenciação) num segmento estreito de mercado. Segundo Paiva et al (2004), a estratégia de focalização visa a um determinado segmento do mercado (grupo comprador, linha de produtos ou mercado geográfico). A estratégia baseia-se no fato de que, com a focalização, a empresa terá condições de atender melhor a seu alvo específico do que as empresas que competem de forma mais ampla.

### **2.2.3 Estratégia de Produção**

O autor responsável pela formulação inicial de Estratégia de Produção foi Skinner (1969). Ele propôs em seu trabalho que para atender às necessidades de sobrevivência, crescimento e lucro, a produção deve ser considerada uma função a ser tratada estrategicamente. Neste sentido, é relevante desenvolver os recursos e competências ligadas à função produção para atender as oportunidades existentes no mercado.

Skinner (1969) define Estratégia de Produção como um conjunto de planos e políticas pelos quais a companhia tenta obter vantagens sobre seus concorrentes. Isto inclui os planos para a produção e venda de produtos para atender um conjunto específico e especificado de consumidores. Existem outras interpretações para o tema. Segundo Wheelwright (1984), a estratégia de produção pode ser definida como sendo uma seqüência de decisões que capacita as Unidades de Negócios (UNs) da organização a obter a vantagem competitiva desejada. Já Slack (1993) apresenta uma abordagem um pouco distinta. Ele afirma que a estratégia de produção trata de um conjunto de políticas, planos e projetos de melhorias que, quando percebidas em seu conjunto, definem a direção da produção até que ela se torne uma fonte de vantagem competitiva.

Qualquer que seja o conceito adotado de Estratégia de Produção, parece possível afirmar que ela trata de um conjunto de objetivos, planos, programas e ações relacionadas, em todos os casos, às chamadas dimensões competitivas. As dimensões competitivas devem compor um conjunto consistente de prioridades que orientarão os programas a serem implantados nas chamadas decisões estruturais e infra estruturais da empresa. Segundo Garvin (1993), as dimensões competitivas são: Custo, Qualidade, Flexibilidade, Serviços e Entrega.

Outros autores consideram estas dimensões de forma diferente, porém estas diferenças tendem a não ser significativas. A Tabela 2 ilustra como os diferentes autores tratam as dimensões competitivas.

Tabela 2: Dimensões Competitivas Consideradas por Diferentes Autores

Autores	Slack (1993)	Garvin (1993)	Whellwright (1984, 1989)	Hill (1995)	Fine e Hax (1985)
Dimensões Competitivas	Velocidade	Serviço	Inovatividade	Velocidade	Flexibilidade
	Flexibilidade	Flexibilidade	Flexibilidade	Flexibilidade	Confiabilidade de Entrega
	Confiabilidade de Entrega	Entrega	Custo	Entrega	Custo
	Custo	Custo	Desempenho nas entregas	Preço	Qualidade
	Qualidade	Qualidade	Qualidade	Conformidade (qualidade)	
				Confiabilidade	
				Volume	
				Produto	
				Projeto	
				Marca	
				Suporte técnico	
				Suporte pós-venda	

Fonte: Autor do trabalho

Para fins deste trabalho, considerar-se-á 5 dimensões competitivas, definidas por Slack (1993) e Fine e Hax (1985) a saber: custo, qualidade, confiabilidade, flexibilidade e velocidade. A seguir, estas dimensões serão tratadas conceitualmente.

#### a) A Dimensão Custo

Segundo Porter (1990), a estratégia de liderança no custo é a de mais fácil entendimento. A empresa que adota essa estratégia tem como características um escopo amplo, atendendo a diversos segmentos do mercado. Oferece um produto padrão e procura obter vantagens de custo absoluto e de escala em todas as fontes. Entretanto, um líder de custo não deve desconsiderar a diferenciação uma vez que precisa garantir que seu produto tenha padrões mínimos de qualidade para garantir a competição com outros.

A dimensão custo exige que a empresa seja a melhor neste item e que, se necessário, isto possa ser utilizado para que a empresa crie um diferencial competitivo em relação aos demais concorrentes.

Segundo Shank e Govindarajan (1997, p.4), a gestão estratégica de custos é “uma análise de custos vista sob um contexto mais amplo, em que os elementos estratégicos tornam-se mais conscientes, explícitos e formais. Aqui, os dados de custos são usados para desenvolver estratégias superiores a fim de se obter uma vantagem competitiva”.

Para Wernke (2001, p.64), entre as possibilidades que a empresa pode utilizar para se manter competitiva no mercado “está o gerenciamento de custos por meio de análise da cadeia de valores, de seu posicionamento estratégico e do estudo dos direcionadores de custos”.

A gestão estratégica de custos passa a ser uma excelente alternativa a ser utilizada pelas empresas, servindo de orientadora no momento de tomada de decisão.

#### b) A Dimensão Qualidade

Para Slack, Chambers e Jhonston (2002), qualidade significa fazer as coisas certas. Isto não implica desconsiderar que este conceito pode pressupor diferentes conseqüências práticas em operações distintas. Conforme esses mesmo autores, o bom desempenho da qualidade em uma operação, não apenas leva à satisfação de consumidores externos, como tende a facilitar o trabalho das pessoas envolvidas na operação, pois satisfazer aos clientes internos pode ser tão importante quanto satisfazer aos consumidores externos. Isso se justifica pelo fato de que, internamente, quanto menos erros ocorrerem em uma unidade de produção, menos tempo será necessário para sua correção, resultando que a qualidade acaba reduzindo os custos.

Já segundo Santos e Pires, (1998), o mercado demanda para empresas com o enfoque em diferenciação por qualidade os seguintes atributos: i) oferecer produtos com alto desempenho; ii) diferenciar produtos similares aos dos concorrentes; iii) prestar serviços de assistência técnica adequados; iv) construir e melhorar a imagem do produto e da empresa; v) melhorar a confiabilidade e durabilidade do produto.

#### c) A Dimensão Confiabilidade de Entrega

O atual ambiente concorrencial trouxe novas formas de competição, baseadas em flexibilidade, variedade, rapidez e confiabilidade de entregas, que se somaram às formas anteriormente hegemônicas, baseadas exclusivamente nas dimensões competitivas preço e qualidade (Paiva et al, 2004).

A confiabilidade de entrega é a capacidade da empresa de entregar o produto no prazo prometido (Slack, 1993). Esta dimensão está relacionada com a entrega de produtos/serviços

no prazo negociado previamente com os clientes. Em outras palavras se a prioridade for pautada pelo desempenho das entregas, a competitividade da empresa estará relacionada aos prazos de entrega que a empresa prometeu cumprir para seus diferentes produtos.

Neste aspecto, Wassenhove & Corbett (1993) afirmam que a confiabilidade de uma organização está relacionada à quantidade de pedidos entregues pela empresa no tempo acordado e no lugar certo. Atualmente, em muitas empresas, esta prioridade vem se tornando fonte de vantagem competitiva, pois os consumidores querem ter certeza de que serão atendidos no momento combinado. Tubino e Suri (2000) apresentam estudos de caso em que associam reduções em tempos de atravessamento a aumentos na confiabilidade das entregas e a reduções de custos

#### d) A Dimensão Flexibilidade

A flexibilidade tem se tornado uma das dimensões competitivas mais relevantes para a competitividade das empresas. Mercados turbulentos, concorrentes ágeis e rápidos, desenvolvimentos em tecnologia forçaram a administração das empresas a avaliarem dinamicamente sua habilidade de modificar o que faz e como se faz. Isto é flexibilidade – habilidade de mudar, de fazer algo diferente, em função das necessidades do mercado (Slack,1993).

Slack (1993) cita razões pelas quais as operações necessitam ser flexíveis: i) a necessidade de lidar eficazmente com uma larga faixa de partes, componentes ou produtos existentes; ii) adaptar os produtos a requisitos específicos dos consumidores; iii) ajustar os níveis de saída dos sistemas produtivos para estar apto a corresponder às variações de demanda; iv) expedir pedidos prioritários ao longo da fábrica; v) tratar de se adaptar às eventuais quebras de equipamento; vi) proporcionar os ajustes necessários em termos de capacidade quando a demanda for significativamente diferente do previsto; vii) absorver com rapidez as eventuais falhas dos fornecedores; viii) adaptar-se rapidamente a situações distintas, considerando que pode não existir uma ideia clara de quanto a capacidade necessária para atender demandas futuras.

Slack (1993) afirma que a dimensão flexibilidade, quando trabalhada de forma eficaz, pode contribuir para a melhoria dos índices de confiabilidade, custos e velocidade das empresas. A confiabilidade é melhorada por uma operação flexível porque ela ajuda a lidar com interrupções inesperadas no fornecimento de matérias-primas, componentes etc. Como exemplo deste tipo de flexibilidade, é possível citar: i) uma grande versatilidade do equipamento *in house* permite que a operação produza as partes internamente se a resposta do

vendedor é lenta ou interrompida; ii) a flexibilidade de mão de obra permite a transferência de pessoas entre departamentos e unidades de fabricação o que pode compensar a necessidade distinta de pessoas em diferentes locais da empresa; iii) processos versáteis podem acomodar a produção através da utilização de recursos e roteiros alternativos no interior do processo produtivo.

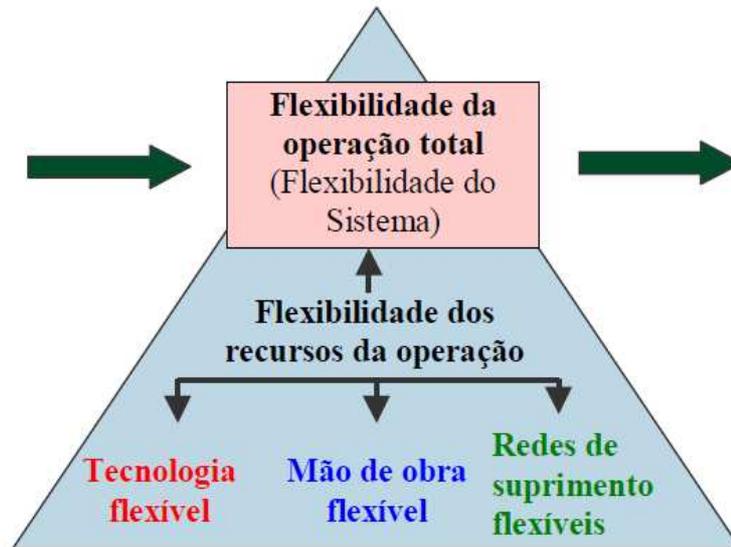
Para Slack apud Kritchanai & Maccarthy (1998) flexibilidade representa a habilidade de mudar a operação de alguma forma (produto/serviço, *mix*, volume e entrega tempo) e responsividade se refere à velocidade, confiabilidade (tempo) e flexibilidade. Sérgio & Duarte (2000) comparam a flexibilidade a um “amortecedor da operação”. Isto porque as empresas operam em ambientes com incertezas de longo e curto prazo, com uma variedade enorme de condições sob as quais têm de atuar. Sendo assim, a flexibilidade fornece proteção permitindo que a operação não pare seu trabalho. Os autores ainda sugerem a seguinte definição para flexibilidade de entrega: habilidade de mudança nas datas de entrega planejadas ou assumidas.

Slack (1993) afirma que os custos são melhorados, por ações relacionadas com a flexibilização da produção, no sentido da melhor utilização da tecnologia de processo, da mão de obra ou dos recursos materiais. As operações flexíveis contribuem diretamente para isso superando problemas como longos tempos de troca, preparação de equipamentos, material em processo em excesso, demanda flutuante entre grupos de produtos, etc. Todas essas ações no sentido do aumento da flexibilidade dos sistemas produtivos tendem a fazer com que seja reduzida a necessidade da utilização de recursos e, portanto, implica em uma redução dos custos totais de produção. Além disso, a utilização do método de Troca Rápida de ferramentas (TRF) permite reduzir o tamanho dos lotes de fabricação, bem como, o estoque e o capital imobilizado.

Slack (1993), afirma que a velocidade, significando entrega rápida, desenvolvimento de novos produtos, ou rápida personalização/adaptação de produtos, pode ser melhorada por uma operação flexível. As trocas flexíveis resultam em lotes pequenos, fluxos rápidos e processos com larga gama de capacidades. Isto pode permitir a produção de novos produtos sem a necessidade de realizar novos investimentos.

A flexibilidade pode ser observada a partir de distintos pontos-de-vista. É possível pensar em: i) flexibilidade do sistema: trata da flexibilidade da operação como um todo (sua flexibilidade de sistema); ii) flexibilidade de recursos: está relacionada com a flexibilidade os recursos individuais que, juntos, compõem o sistema (Figura 2).

**Figura 2: Flexibilidade de uma operação depende de seus recursos**



Fonte: Slack (1993, p. 97)

Conforme Slack (1993), *Flexibilidade de Sistema* é mais bem visualizada pela consideração dos tipos de flexibilidade que a constituem, a saber:

- Flexibilidade de novos produtos: habilidade de introduzir e produzir novos produtos ou de modificar os produtos existentes.
- Flexibilidade de *mix*: habilidade de mudar a variedade dos produtos que estão sendo feitos pela operação dentro de um dado período de tempo.
- Flexibilidade de volume: habilidade de mudar o nível agregado de saídas da operação.
- Flexibilidade de entrega: habilidade de mudar datas de entrega planejadas, ou mesmo já assumidas pela empresa.

Slack (1993) define, ainda, que seja qual for a flexibilidade de sistema que uma operação de manufatura quer atingir, advém diretamente da flexibilidade dos seus recursos individuais. Assim, seja qual for o tipo de flexibilidade de sistema necessário para competir efetivamente, ele deveria ditar o tipo de flexibilidade de recursos que será necessário de serem desenvolvidos. A flexibilidade de recursos significa a habilidade de mudar em relação aos seguintes aspectos:

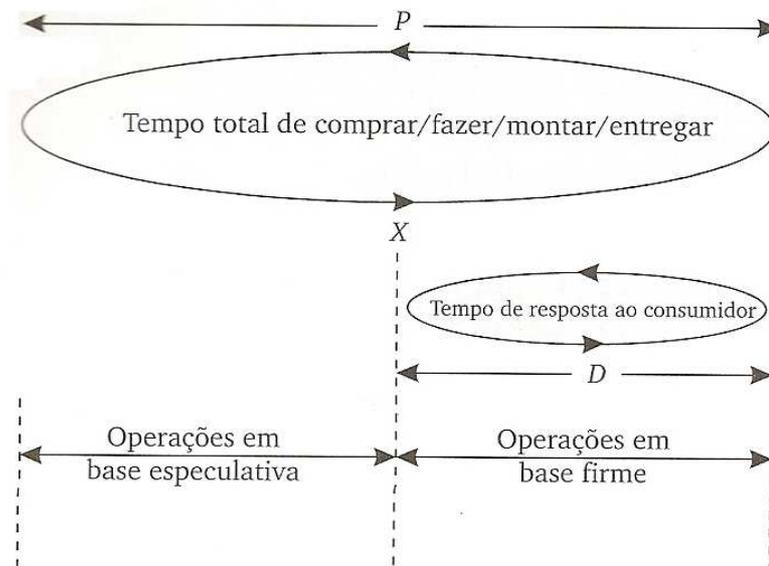
- Tecnologia de processo da operação.
- Aos recursos humanos da operação
- Às redes de suprimentos, os sistemas que fornecem e controlam a operação.

### e) A Dimensão Velocidade

Conforme Slack (1993) tempo é mais do que dinheiro: é valor. Ele tanto poupa custos para a operação como promove benefícios para o consumidor. A ideia de mover solicitações e materiais através da operação mais rapidamente faz uma operação mais enxuta e, portanto, produtiva. Aproxima, também, os requisitos do cliente e a resposta da empresa, dando maior satisfação ao consumidor e menor complexidade para a empresa. O tempo ganho é um investimento na satisfação do consumidor e na redução dos custos globais da manufatura.

A Figura 3 ilustra a relação entre os elementos firmes e especulativos em relação ao tempo de entrega de um produto.

**Figura 3: Tempo total de fluxo com elementos firmes e especulativos**



Fonte: Slack (1993, p. 58)

Para a Figura 3 a redução do tempo de fluxo das operações antes do ponto  $X$  reduz a razão  $P/D$  e, portanto, a proporção de atividade especulativa (neste caso em valor absoluto). À medida que o ponto  $X$  move-se para mais cedo no ciclo do fluxo (uma inevitável consequência da redução de  $P$  proporcionalmente maior do que a de  $D$ ), o valor dos estoques no ponto  $X$  torna-se de menor valor e, possivelmente, menos específico de determinados produtos, permitindo maior flexibilidade de planejamento.

A razão  $P/D$  baixa pode proporcionar alguma proteção contra previsão pobre. Além disso, a redução de  $P$  realmente permite melhores, e mais prováveis, previsões. Os eventos que ocorrerão em um futuro muito distante são muito mais difíceis de prever do que os mais iminentes. O erro de previsão é diretamente proporcional à distância no futuro do evento que

está sendo previsto. Isso é especialmente importante nos mercados intrinsecamente incertos (como, por exemplo, moda na indústria do vestuário).

Slack (1993), ainda afirma que quanto mais um pedido ou lote demoram em qualquer operação, maiores são as despesas operacionais envolvidas. Um pedido com movimentação rápida ao longo do ciclo de operação requer menos 'cuidado' do que um demorado (ex: existem menos necessidade de espaço, iluminação, controle, checagem, monitoramento, atenção gerencial etc.).

De outra parte, quando um material passa rapidamente por uma operação, não pode perder muito tempo sob forma de material em processo, esperando ser processado. O tempo que o material ou a informação levam para mover-se ao longo do ciclo é gasto enquanto está sendo processado, viajando entre estágios do processo ou no tempo do ciclo de fluxo das operações. Ainda, fluxos mais rápidos estão associados à redução do material em processo e, portanto, exigem menos comprometimento em termos de capital de giro.

Slack (1993) afirma que outro ponto relevante está relacionado com a adoção do princípio do *Just-In-Time*. Nos sistemas de produção convencionais do tipo *Just-In-Case* a presença de estoques tem o efeito de obscurecer os problemas da operação. Adotado esta estratégia, problemas que ocorrem nos sistemas produtivos tendem a ficar escondidos. A ideia da adoção do *JIT* fará com que sejam buscadas soluções para a melhoria efetiva dos sistemas produtivos com foco na redução dos tempos de atravessamento (*lead-time*).

Stalk e Hout (1993) destacam a velocidade como sendo a nova fonte da vantagem competitiva. Os autores citam que, no início dos anos 80, empresas japonesas líderes e algumas companhias pequenas dos Estados Unidos e da Europa mostraram ao mundo a força de duas novas dimensões da vantagem competitiva: i) produção da variedade com baixo custo; ii) rápida responsividade. Tais companhias líderes estão trabalhando para reduzir o tempo necessário para desenvolver, lançar novos produtos, fabricar e distribuir os seus produtos. No sentido de ressaltar as implicações estratégicas de se comprimir o tempo, Stalk e Hout (1993) salientam que tendem a ocorrer as seguintes mudanças: i) aumentar a produtividade; ii) os preços dos produtos podem ser aumentados; iii) os riscos associados tendem a ser reduzidos; a participação de mercado tende a aumentar.

Conforme Stalk e Hout (1993), os concorrentes baseados no tempo fazem parte de uma nova geração de empresas que podem administrar e competir de diversas formas. Estão obtendo consideráveis resultados ao enfocarem suas organizações na flexibilidade e na responsividade (velocidade de atendimento ao mercado), utilizando os seguintes métodos:

- *Escolhendo o consumo de tempo como parâmetro crucial em termos de administração e estratégia.* Os executivos dessas empresas sabem, com precisão, como proporcionar aos clientes o que eles querem e para desempenhar outras atividades vitais em suas companhias;
- *Utilizando a responsividade para permanecer próximos aos seus clientes, aumentando assim a dependência deles.* Os concorrentes baseados no tempo usam sistemas flexíveis de transferência de valor para expandir a variedade e aumentar a responsividade às necessidades dos clientes.
- *Direcionando seus sistemas de transferência de valor para os mais atraentes clientes,* o que forçará os concorrentes a se voltarem para clientes menos atraentes. Os clientes mais atraentes são aqueles que não podem esperar o que desejam. Os clientes menos atraentes são os que irão esperar porque o preço que querem pagar é mais baixo comparado ao preço que os clientes impacientes irão pagar.
- *Estabelecendo o ritmo da inovação nos seus setores individuais.* Os concorrentes baseados no tempo que estenderam sua vantagem de resposta a toda organização – incluindo o desenvolvimento de novos produtos e o respectivo processo de lançamento – quase sempre assumem posições de liderança tecnológica e de produto nos seus setores industriais no decorrer de sua década;
- *Crescendo mais rapidamente através de lucros mais elevados do que seus concorrentes.* Uma empresa baseada no tempo pode criar uma vantagem de resposta que seja três ou quatro vezes mais rápida do que a demanda total, com nível de lucratividade duas vezes maior do que a média de seus competidores.
- *Frustrando seus concorrentes.* Muitos concorrentes baseados no tempo não sentem realmente desafiados pelos seus competidores. Os administradores dessas companhias são, por definição, lentos ao realizar mudanças e, como tais, são deixados para trás na medida em que competidores mais rápidos vão mudando os negócios a seu favor. Quando esses administradores mais vagarosos chegam a ensaiar uma resposta, têm de fazê-lo a partir de uma posição desvantajosa. Como consequência, pagam todos os custos de se tornar mais responsivos, sem se assegurarem de muitos de seus benefícios.

Em síntese, a velocidade é uma dimensão central para a competitividade em empresas que tem enfoque na inovação e na diferenciação de produtos.

A importância das dimensões competitivas velocidade e flexibilidade no ambiente globalizado competitivo fazem com que as empresas busquem adotar práticas o mais eficazes possível visando ao melhor posicionamento estratégico dentro do cenário mundial. O tema arranjo físico, também conhecido com leiaute, ocupa um lugar de destaque dentro do desdobramento da estratégia de produção, pois cada sistema de produção exige diferente leiaute para melhor atender tipos de demanda diferenciada.

A relação entre a concepção dos diferentes tipos de leiaute e sua aplicação mais apropriada para contribuir com as principais dimensões estratégicas será abordado no tópico a seguir.

## **2.3 TIPOS DE LEIAUTE**

Neste item, será abordada uma descrição básica sobre os leiautes mais usualmente utilizados nos sistemas produtivos, exceto o leiaute posicional,.

### **2.3.1 Leiaute Funcional**

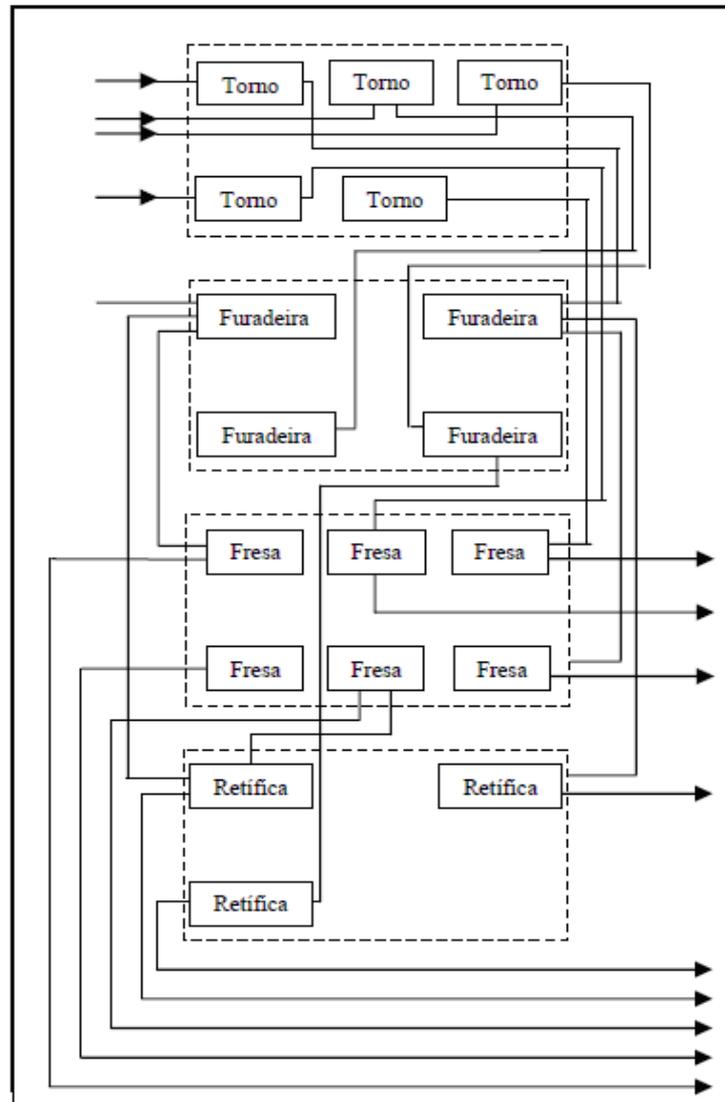
O leiaute funcional é um sistema de manufatura projetado funcionalmente, em que processos similares são agrupados (Black, 1998). É o leiaute mais comum, caracterizado por grande variedade de componentes e máquinas de uso genérico. Neste tipo de leiaute, as máquinas ou postos de trabalho são agrupados segundo o tipo de operação que realizam, e as peças são movimentadas em lotes de um setor para outro (Monden, 1984).

O leiaute funcional utiliza equipamentos flexíveis que podem ser usados para produzir uma grande variedade de produtos personalizados, é considerado um leiaute que favorece as ações ligadas a Inovatividade. Usam máquinas de uso geral, que podem ser mudadas rapidamente para novas operações. Para diferentes projetos de produtos são necessárias maiores quantidades de estoques intermediários de forma a amortecer variações no fluxo produtivo entre centros de trabalho, causadas pela variação do *mix* de produtos.

Um leiaute funcional é aquele em que os materiais se deslocam na fábrica com rotas dependentes do tipo de trabalho a ser executado. O número de matérias-primas usadas na produção em um leiaute funcional é relativamente maior quando comparado aos demais sistemas, e a movimentação de materiais é lenta e geralmente feita através de carrinhos manuais ou pontes rolantes.

Em relação à capacidade de produção, em um leiaute funcional cada centro de trabalho pode ser específico. No entanto, a capacidade agregada dependerá do *mix* de produção que varia constantemente, dificultando o processo de mensuração da alocação dos recursos se comparados aos demais sistemas de produção.

**Figura 4: Leiaute Funcional**



Fonte: Black, 1998

### 2.3.2 Leiaute em Linha (*Flow Shop*)

As linhas de produção são inspiradas no modelo original proposto nas fábricas da Ford. Em geral, são sistemas estáticos onde são produzidos produtos padronizados, sendo que, os mesmos passam sempre a mesma sequência de operações. Desta forma, as operações são

posicionadas em seqüência e cada posto de trabalho tem bem determinado quais são as operações padrão necessárias para a elaboração dos produtos.

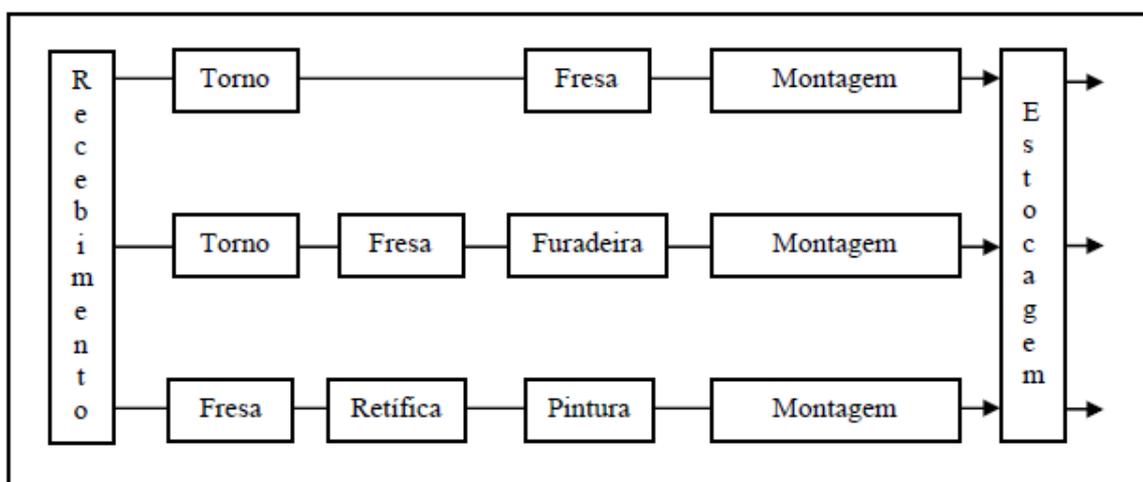
Ainda, é necessário considerar uma variação da Linha de Montagem que é a Linha de Montagem Flexível. Os sistemas de linha de montagem flexível têm o mesmo princípio lógico da seqüência operacional. Porém, a influência do modelo Toyota fez com que o sistema de linha de montagem fosse dotado de maior flexibilidade. Neste caso, a linha aceita não somente produtos iguais, como variações do mesmo produto, podendo ter equipamentos com mobilidade, Troca Rápida de Ferramentas (TRF)/trocas rápidas de linhas e equipe multifuncional.

O objetivo da linha de montagem flexível é similar ao princípio da linha de montagem. Porém, existe o fator de poder variar a configuração do produto conforme o Plano Mestre de Produção (PMP) da empresa.

Numa estrutura em linha, os postos de trabalho são agrupados de acordo com a seqüência de operações necessárias para produzir um produto em particular, sendo uma característica forte das montadoras de veículos no início da produção em massa (DHONDT e BENDERS, 1998).

Este tipo de leiaute tem disposição física voltada para o produto, e suas instalações são organizadas de acordo com sua seqüência de operações, conforme ilustrado na Figura 5. Normalmente, a planta inteira é projetada exclusivamente para fabricação de um produto em particular, e são necessários equipamentos especializados agrupados em uma linha contínua. Os custos e riscos dos equipamentos e ferramentas especializadas são altos, pois precisam ser operados por longos períodos de tempo de forma que o investimento possa ser amortizado.

**Figura 5: Leiaute em linha**



Fonte: Black, 1998

Mudanças desejadas no perfil do produto devem ser evitadas ou atrasadas, pois os equipamentos não são flexíveis. Normalmente os produtos são movimentados através de dispositivos como esteiras e correias, que são ajustadas para operar na velocidade mais rápida possível, independentemente das necessidades do sistema (BLACK, 1998).

Segundo Dhondt e Benders (1998), neste tipo de *leiaute* as atividades de planejamento e divisão de tarefas são centralizadas no responsável pela área. A possibilidade de qualificação dos trabalhadores é limitada, devido à grande divisão de tarefas e à transferência das habilidades de produção dos operadores para as máquinas.

### 2.3.3 Leiaute Celular

Rother e Harris (2002) definem que uma célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através da qual as partes são processadas em um fluxo contínuo (ou em alguns casos, de forma consistente, com lotes pequenos mantidos em toda a sequência das etapas do processo). O leiaute físico mais conhecido de uma célula é o formato em “U”, mas muitas formas são possíveis. O processamento em fluxo contínuo também é possível em linhas de produção retas.

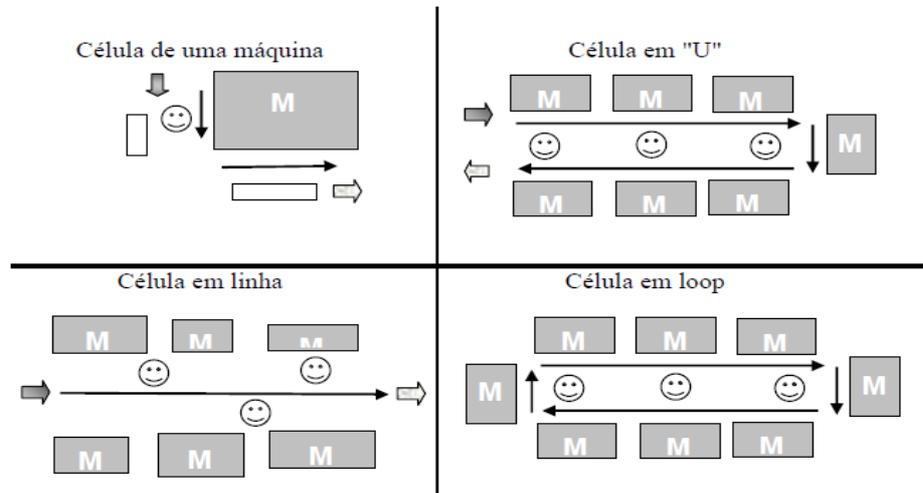
Segundo Efstathiou e Golby (2001), as empresas de manufatura estão atentas à importância de atender seus clientes com entregas pontuais e confiáveis. Este importante aspecto dos negócios pode ser facilitado pela organização da fábrica em células de manufatura ao invés de leiautes com foco em processos.

Células de manufatura, conforme ilustra a Figura 6, são grupos dedicados que produzem uma família de componentes ou produtos similares. As células contêm diferentes tipos de equipamentos, que são necessários para realizar todas as operações do produto ou componente. Estes equipamentos são posicionados na mesma sequência das operações com a finalidade de minimizar perdas com movimentações e transportes (BLACK, 1998; LIAO et al., 1996).

Para Black (1998), nas células de manufatura os produtos gastam menos tempo para atravessar os processos, as peças são menos manuseadas, o tempo de regulagem das máquinas e o estoque em processo são menores e o trabalhador é melhor utilizado. Por trabalharem com famílias de peças com características fabris similares, as trocas rápidas de ferramentas permitem agilidade na mudança de um componente para outro. Flexibilidade é a

característica-chave destes sistemas, pois pode reagir rapidamente a mudanças na demanda, no projeto, ou no *mix* dos produtos

**Figura 6: Configurações básicas de células de manufatura**



Fonte: Silveira (1994)

Liao et al. (1996) afirmam que as células têm sido benéficas para algumas companhias porque elas podem reduzir o *lead time*, o transporte de material, os tempos de *setup* e o estoque em processo. As empresas que adotam células focadas em produtos específicos obtêm alta eficiência, mas perdem a flexibilidade para lidar com a variedade e as mudanças nas demandas de seus clientes. Problemas de desbalanceamentos, com algumas células subutilizadas, e outras com altas taxas de ocupação são observados quando ocorrem mudanças de *mix*. Este problema de desbalanceamento pode ser facilmente resolvido através da compra de novos equipamentos. Esta solução, entretanto, pode não ser tão eficiente em termos dos investimentos realizados e os respectivos custos de produção associados.

Para Marsh et al. (1997), o projeto do *leiaute* celular é feito com uma fotografia instantânea de demanda, capacidade e produtos atribuídos. Porém todos estes fatores sofrerão mudanças com o passar do tempo. Estas mudanças deterioram a performance das células de manufatura, e alterações em seus *leiautes* são necessárias, marcando assim o final de seu ciclo de vida. Algumas características tendem a denunciar o final do ciclo de vida de uma célula: dificuldade em encontrar um balanceamento que mantenha todos os trabalhadores ocupados, dificuldade em manter os equipamentos com uma boa taxa de utilização, compartilhamento de máquinas-chave entre células e uma gradual perda de disciplina no fluxo dos materiais.

Alguns dos princípios da manufatura celular podem ser implementados em empresas que operam com estrutura funcional sem a necessidade de alterar o *leiaute* industrial

existente. Através de planejamento adequado e da utilização de regras de formação de famílias, as máquinas podem ser temporariamente dedicadas a famílias de produtos. Rotas específicas para cada família podem ser criadas, e os produtos passam de máquina a máquina até serem finalizados. A diferença das células tradicionais consiste em que as máquinas não precisam ficar fisicamente juntas. Mesmo estando em setores diferentes, elas processam produtos da mesma família, criando uma espécie de célula virtual com as vantagens dos dois sistemas; a eficiência de *setup* das células, e a flexibilidade para absorver variações de demanda da estrutura funcional (KANNAN e GHOSH, 1996).

O leiaute celular é uma solução adequada e interessante, em muitas situações, dado que visa a obter duas das vantagens dos leiautes anteriormente citados; i) a linearização sequencial do leiaute em linha, ii) a flexibilidade do leiaute funcional. A combinação destes dois fatores permite uma solução interessante para um tipo de demanda caracterizada por um elevado nível de customização e entregas rápidas.

Segundo Shingo (1996 a.) e Monden (1984), são vantagens do leiaute celular em relação aos demais tipos de leiaute: i) pedidos de última hora podem ser atendidos rapidamente; ii) redução de custos (perdas, estoques); iii) maior visibilidade dos problemas que ocorrem na produção, especialmente ligados a qualidade; iv) melhor aproveitamento do potencial humano, ou seja, tem-se uma redução dos custos globais ligados ao pessoal; v) alavanca o potencial de competitividade da empresa; vi) implica em menores tempos de atravessamento em função da redução proporcionada em termos dos estoques em processo; vii) implica na flexibilização que é uma característica chave para responder as freqüentes alterações da demanda do cliente;

## **2.4 A CORRELAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE LEIAUTE E AS DIMENSÕES COMPETITIVAS**

Cada estratégia de negócio requer uma estratégia de produção e, conseqüentemente, uma forma de concepção do leiaute. Segundo Miltenburg (2001), diferentes leiautes podem ser utilizados em diferentes estágios de ciclo de vida de um produto. No estágio de nascimento, o produto é concebido, usualmente, em um leiaute do tipo *Job Shop*. Durante seu estágio de crescimento a demanda do produto tende a crescer rapidamente e a produção tende a mudar para produção em lotes (*Batch Flow*) e em seguida, para linhas de montagem, isto quando o desenvolvimento do produto estabiliza e o volume é o suficiente para utilizar linhas de montagem. No passado sistemas de produção em lotes eram considerados uma etapa no caminho do sistema *Job shop* para a linha de montagem.

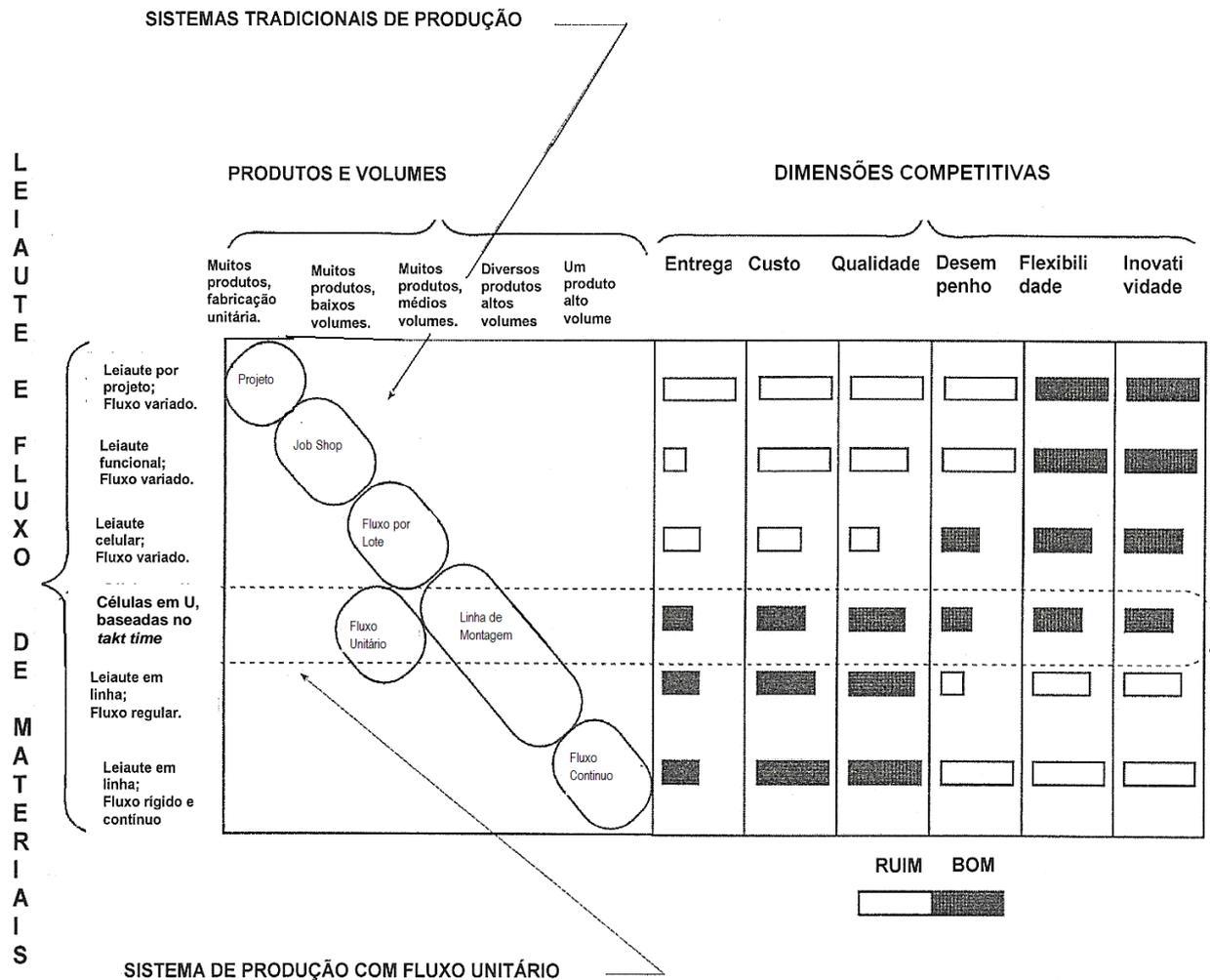
Miltenburg (2001) afirma que atualmente o curto ciclo de vida e a necessidade dos clientes por customizações provocam dificuldades para estabelecer o movimento do sistema *Job Shop* para linhas de montagem. Isto porque, para produtos com as características de ciclo de vida curto e elevado nível de customização, os sistemas descritos acima tendem a apresentar fragilidade para atender aos requisitos de custo e qualidade.

Propondo o atendimento da demanda elevada associada à necessidade de customização dos produtos, Miltenburg (2001) sugere a aplicação do sistema de produção com o fluxo unitário (*One-Piece Flow*), conforme ilustra a Figura 7. O sistema de produção com fluxo unitário tem as seguintes características:

- Produz diferentes modelos em volumes médios;
- Os equipamentos são agrupados em células, o fluxo do material é regular, assim como seu tempo de ciclo;
- Promove alto nível de flexibilidade e inovação (como o sistema de produção por lotes) e elevado nível em qualidade e competitividade em custos (como as linhas de montagem).

Miltenburg (2001) postula que é possível estabelecer uma relação entre as estratégias de negócio propostas por Porter (1996) e as dimensões de número de produtos (modelos diferentes) e volumes. A Figura 7, adaptada de Miltenburg (2001), fornece um quadro geral cruzando sistemas de produção, leiaute e fluxo de materiais, produtos e volumes, dimensões competitivas.

**Figura 7: Sistema de Produção relacionado com aos produtos / volumes e leiaute / fluxo de matérias em relação aos fatores competitivos**



Fonte: Adaptado de Miltenburg (2001)<sup>4</sup>.

Miltenburg (2001) salienta que o leiaute com Células em “U”, baseadas no tempo *takt* (*takt-time*) com o fluxo unitário de materiais é a formação mais adequada para atender, simultaneamente o maior número possível de dimensões competitivas.

O fluxo unitário de peças é baseado no princípio da metodologia *JIT* (*Just In Time*). Esse sistema de produção pode combinar o conceito de flexibilidade associado aos custos competitivos, *Lead Time* reduzido e bom nível de qualidade, tendo como princípio a operação sequencial no fluxo unitário e, conseqüente, aproximação dos postos de trabalho para compor o Leiaute com Células em “U”.

<sup>4</sup> Não será tratado neste item o leiaute por projeto (Exemplos: obras da construção civil, pois fogem do escopo do presente trabalho).

Askin e Stanridge (1993, p.11) sugerem uma técnica para poder determinar quando deve se decidir entre um sistema *Job Shop*, Sistemas por Lote e Linha de Montagem. Os sistemas de produção dependem diretamente de dois fatores: i) o número de produtos que deseja se produzir; ii) o volume a ser produzido;

Considera se que “D” é o número de produtos diferentes e “P” é o número de unidades produzidas por hora, logo temos a seguinte sugestão de decisão:

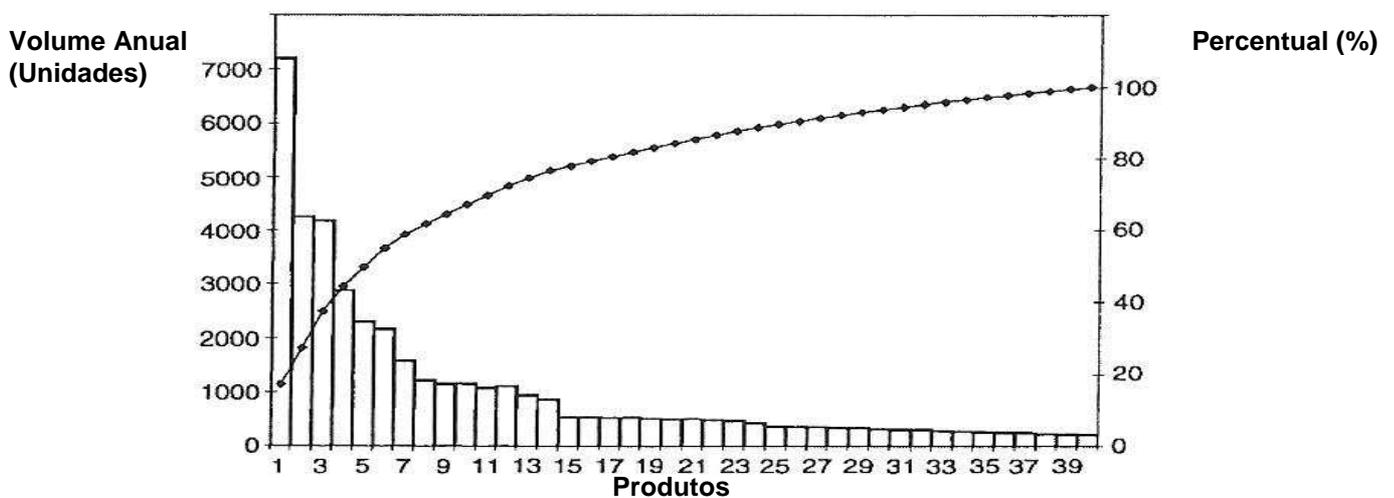
Se  $1 \leq D \leq 5$  e  $1 \leq P \leq 1000$ , então sugere se o uso de Linhas de Montagem (*Line Flow*);

Se  $5 \leq D \leq 100$  e  $1 \leq P \leq 50$ , então sugere se o uso de Sistemas por Lote (*Batch Flow*);

Se  $100 \leq D \leq 1000$  e  $P \leq 1$ , então sugere se o uso de *Job Shop*;

Já Miltenburg (2001) recomenda que seja realizada uma análise utilizando o gráfico de pareto, considerando o volume anual e o número de modelos de diferentes produtos para tomar a decisão em relação ao uso da linha de produção ou o fluxo unitário de peças (Figura 8.)

**Figura 8: Diagrama de Pareto para definição do tipo de sistema de produção**



Fonte: Adaptado de Miltenburg 2001

Miltenburg (2001, p.305) sugere a seguinte relação: i) se 30% do número de produtos significarem 70 % do volume total, então aconselha se o uso de linha de montagem (*Line Flow productions system*); ii) se 40% do número de produtos significarem 60 % do volume total, então aconselha se o do fluxo unitário de peças (*One-piece flow production system*); iii) para situações que fugirem esta regra, análise com maior nível de detalhamento será necessária antes da tomada de decisão.

Sekine (1992) propõe regras e condições para o fluxo unitário, a saber:

**Regra 1: O *takt time* é baseado nas exigências do mercado;**

Sekine (1992) postula que questões relativas à: variedade de modelos de produtos, tamanho de lotes e tempo de entrega são demandas determinadas pelos clientes. Portanto, através desta abordagem, propõe que ritmo de produção (*takt time*, deve respeitar estes requisitos.

**Regra 2: A especificação do equipamento é determinada pelo *takt time*.**

Os itens referentes à: qualidade, custo, entrega e segurança são determinantes para a correta escolha do equipamento. O estabelecimento do fluxo unitário é mais difícil quando são utilizados equipamentos de grande porte. Isto porque, geralmente, estas máquinas são desenvolvidas para processar grandes lotes de fabricação. Sekine (1992) propõe o dimensionamento de capacidade dos equipamentos baseados na faixa de *takt time* necessário.

**Regra 3: Produção centrada na montagem final.**

No sistema de produção com fluxo unitário a informação é passada exclusivamente para a montagem final. Esta informação se refere à programação semanal não sendo passada para nenhum outro processo anterior. Os processos antecessores recebem ordens para suprir a necessidade exata da montagem final. Em outras palavras, a fábrica segue o princípio do sistema de produção ‘puxado’, pelo programa de entrega dos produtos, baseado na demanda do mercado.

**Regra 4: O Leiaute da fábrica deve ser conduzido pelo sistema do fluxo unitário.**

Neste contexto, a idéia ‘perseguida’ é que: i) é necessário projetar um leiaute da fábrica facilite o fluxo global; ii) os caminhos e rotas da fábrica necessitam estar desobstruídos; iii) na linha de produção, deve estar bem claro a distinção entre entrada de material e a saída de produto; iv) a idéia é incluir etapas de inspeção, sempre que necessário, no leiaute proposto; v) a noção básica é minimizar os estoque em processo na célula;<sup>5</sup>

**Regra 5: O fluxo deve ser conduzido de forma unitária.**

Geralmente, pequenos componentes não são conduzidos de forma unitária porque existem perdas no transporte, *setup*, e manuseio. Se o transporte pode ser automatizado e os tempos de *setup* forem curtos, então existe a possibilidade de estabelecer o fluxo unitário de peças.

---

<sup>5</sup> Para uma visão crítica desta questão, ver a proposta feita por Black (1998) da utilização dos chamados desacopladores. A idéia é proteger a célula pela utilização de estoques em pontos estratégicos do sistema.

## 2.5 MÉTODOS EXISTENTES NA LITERATURA PARA ELABORAÇÃO DE LEIAUTE

A bibliográfica existente referente aos métodos propostos para elaboração de leiaute é ampla. A seleção dos métodos explorados neste item foi feita utilizando o critério de utilidade, ou seja, os métodos pesquisados apresentam características úteis para a proposta de método que será feita no capítulo 4. Isto porque uma etapa importante, no que tange a concepção de um novo método, é a análise dos conceitos aplicados nos métodos existentes na literatura consultada. A seguir serão apresentados os seguintes métodos: i) o método SLP (*System Layout Planning*), ii) o método *Fac Plan*, iii) o método para implantação do leiaute celular e, iv) o método proposto pelo *Lean Institute*:

### 2.5.1 O método SLP (*Systematic Layout Planning*)

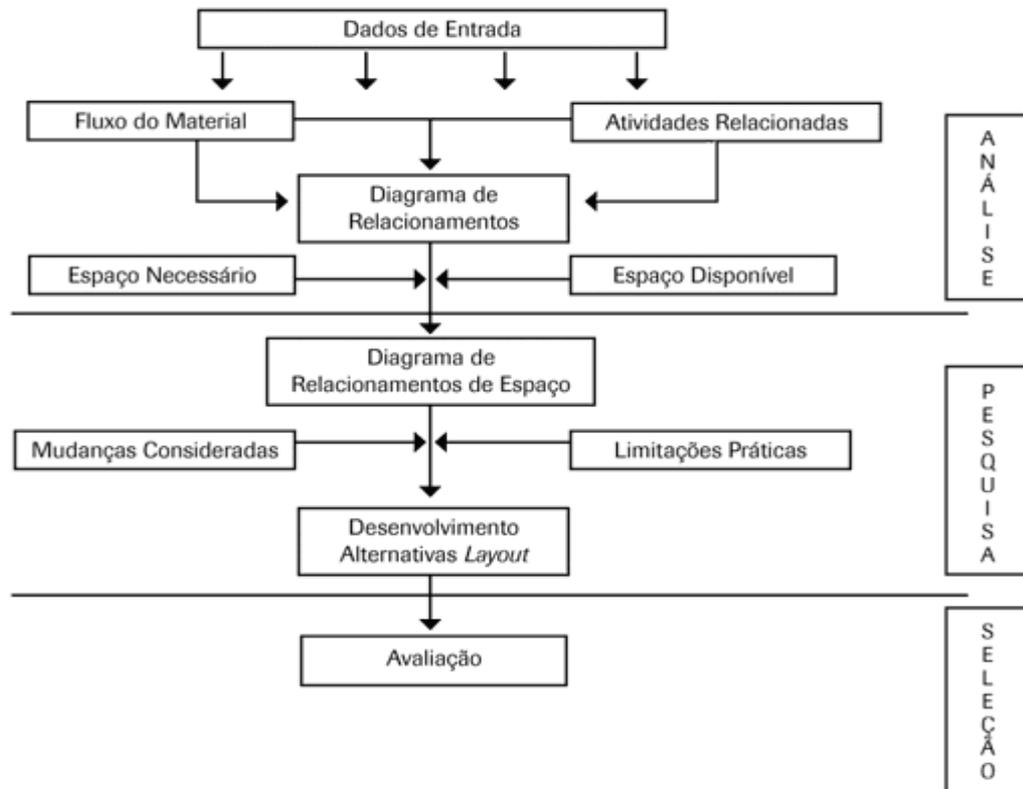
A literatura existente sobre projeto de leiaute pode ser classificada em duas grandes categorias: i) referências que trazem algoritmos para otimização de leiaute; ii) referências que trazem abordagens empíricas sem utilização de uma metodologia formal (YANG et al., 2000). A maioria dos algoritmos desenvolvidos pode ser classificada em um dos dois tipos: melhoria de leiaute e construção de leiaute (ELBERTAGI et al., 1999). Uma abordagem sistemática, que tem sido largamente aplicada, é o Planejamento Sistemático de Leiaute ou SLP (*Systematic Layout Planning*), desenvolvido por Muther et al., (2000 a).

De acordo com Muther (2000), o Planejamento Sistemático de Leiaute (SLP) é um método utilizado para a determinação de um leiaute quando não é possível a quantificação de certos fatores que são essenciais (como a quantidade de transporte entre as unidades), para propor leiaute através de outros métodos.

O SLP tem por objetivo a redução no custo, decorrente de um aumento na eficiência e produtividade, obtido através da melhor utilização do espaço disponível, redução na movimentação de materiais, produtos e pessoal, fluxo racional e melhores condições de trabalho (MUTHER; WHEELER, 2000). Conforme Yang et al. (2000), o SLP é um procedimento que visa identificar, dentre as opções possíveis de leiaute, a que mais se adapte às necessidades estabelecidas pela empresa. Sendo assim, necessita ser considerado como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

O SLP inicia com uma análise designada pelas iniciais PQRST (Produto, Quantidade, Rota, Suporte e Tempo).

**Figura 9: Método SLP - Systematic Layout Planning**



Fonte: Adaptado de Topkins et. al. 1996

O método do SLP é dividido em três fases. A fase de Análise inicia com a avaliação do fluxo de materiais, onde todos os fluxos da produção são agregados em uma planilha do tipo 'De-Para' que representa a intensidade de fluxo de materiais entre os diferentes departamentos. As atividades relacionadas são qualitativamente analisadas aos pares, com vistas a decidir a necessidade de proximidade entre as diferentes áreas/setores (YANG et al., 2000). O diagrama de relacionamento posiciona e explicita as taxas de relacionamento entre setores, definindo, assim, quais devem estar próximos. A partir da análise de espaço necessário e o disponível, determina-se a quantia de espaço fabril a ser reservada a cada área/setores Esta decisão é crítica para o projeto devido à possibilidade de futuras expansões (YANG et al., 2000). A proximidade ou adjacência das atividades, simplesmente, não tem significado até que necessidades de espaço sejam vinculadas a essa informação (MUTHER et al., 2000).

A fase de Pesquisa inicia-se com a elaboração de um diagrama de relacionamento de espaço, que adiciona as áreas/setores ao diagrama de relacionamento. Nesta fase, obtém-se inicialmente um arranjo ideal de espaços. Na seqüência, trabalha-se com um arranjo realístico, idealmente apresentando uma mínima variação com relação ao ideal (MUTHER et al., 2000).

Restrições adicionais de projeto e limitações práticas são consideradas antes do início do desenvolvimento do leiaute de blocos (YANG et al., 2000).

Após desenvolvimento do leiaute, inicia-se a fase de Seleção, em que os leiautes sofrem uma avaliação de viabilidade, sendo proposto um processo de aprovação proposto entre os departamentos envolvidos. Este processo de avaliação deve considerar se os critérios de projeto foram satisfeitos (KERNS, 1999). Além disso, ele permite que os usuários-chave e as pessoas que vão aprovar o leiaute participem das decisões (MUTHER et al, 2000).

### 2.5.2 O método *Fac Plan*

O *Fac Plan* é um método de planejamento sistêmico proposto por Lee (1998). O método aborda o tema leiaute através de um desdobramento em 5 níveis: localização global, planejamento do supraespaço, planejamento do macroespaço, planejamento do microespaço e planejamento do submicroespaço.

A Tabela 3 apresenta estes níveis e os resultados esperados em cada nível.

**Tabela 3: Níveis de Planejamento de leiaute**

<b>Tabela 1 – Níveis de planejamento de leiaute</b>	<b>Atividade</b>	<b>U.P.E. (Unidades de Planejamento de Espaço)</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Resultado</b>
<b>I Global</b>	Localização e Seleção	Locais	Global ou País	Definição do local – País, Estado, Cidade –
<b>II Supra</b>	Planejamento	Características das Construções	Local	Planta do terreno e das instalações
<b>III Macro</b>	Leiaute das Construções	Células ou Departamentos	Construção ou Fábrica	Projeto da planta industrial – leiaute dos setores –
<b>IV Micro</b>	Leiaute de Departamento	Características de Células	Células	Projeto dos setores – Leiaute dos equipamentos e estações de trabalho
<b>V Sub Micro</b>	Projeto dos Postos de Trabalho	Localização de Ferramentas	Posto de Trabalho	Projeto da estação de trabalho

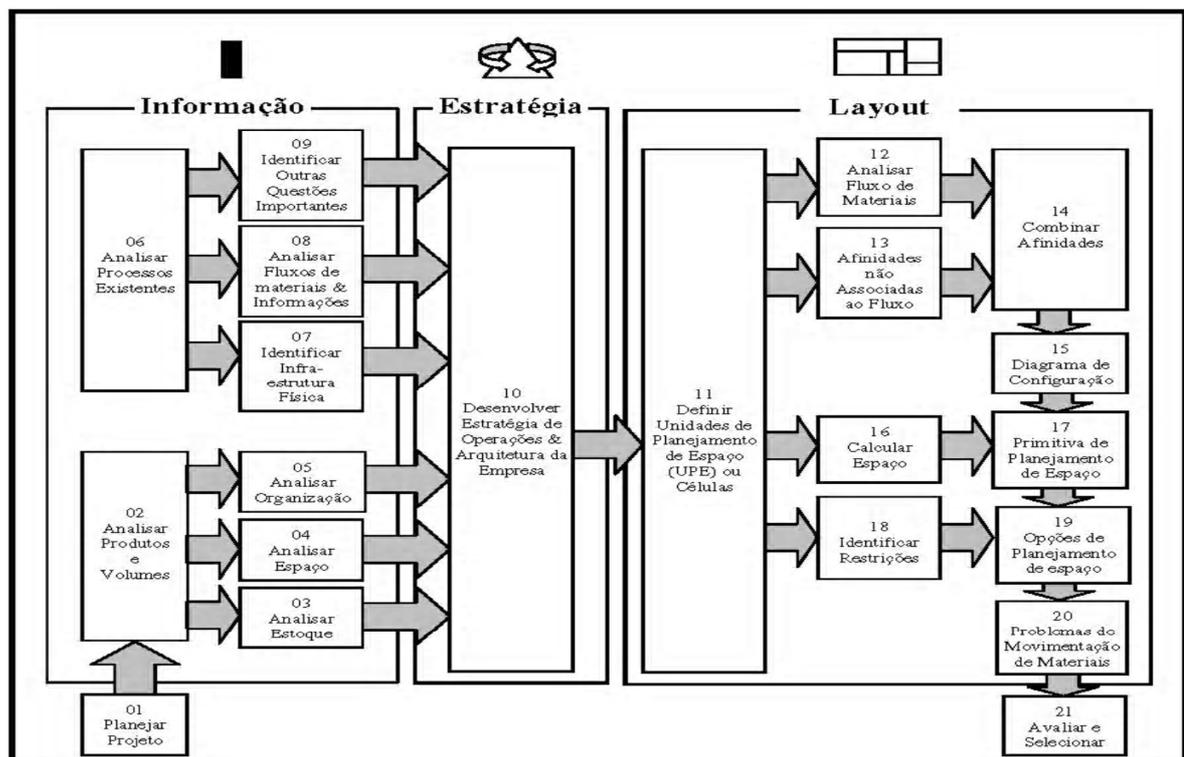
Fonte: Adaptado de Lee (1998)

De acordo com Lee (1998), o leiaute pode ser a essência da produção eficaz se o seu projeto tratar desde a localização global até as estações de trabalho, tendo como resultado um ambiente que integra pessoas, serviços, produtos, informações e tecnologia.

O primeiro nível consiste na localização global da empresa. Neste nível é importante considerar alguns aspectos, tais como: i) disponibilidade de mão-de-obra treinada, ii) disponibilidade e localização de fornecedores, iii) incentivos fiscais relativos à localização geográfica, iv) recursos referentes a infraestrutura, tais como disponibilidade de água e energia elétrica, v) localização geográfica para melhor suprimento de materiais e distribuição dos produtos prontos.

O segundo nível é referente ao planejamento do supraespaço. Neste nível são englobados aspectos como: localização dos prédios, espaço disponível para futuras ampliações, estradas, instalações de energia elétrica, rede de abastecimento de água. Geralmente ações neste nível são de longo prazo.

**Figura10: Planejamento do macroespaço**



Fonte: Lee, 1998

O terceiro nível refere-se ao planejamento do macroespaço. Neste nível são definidos: i) a distribuição física dos espaços nos prédios; ii) desenho e localização dos departamentos dentro da área disponível; iii) estabelece isto em linhas gerais do fluxo de materiais. É importante salientar que os erros e desvios observados neste nível são mais fáceis de corrigir do que nos níveis anteriores. Contudo, os resultados de um planejamento inadequado neste

nível tendem a ser: aumento dos custos em função maior perdas com transporte, aumento do *lead time*, maior nível de manuseio, confusão no fluxo de materiais, dificuldades em estabelecer um processo flexível, entre outros fatores.

O quarto nível é o planejamento do microespaço. Refere-se à localização dos equipamentos. O foco neste nível é para o espaço pessoal e comunicação. Os postos de trabalho são projetados visando melhorar as condições de segurança, ergonomia e, conseqüentemente, melhorando a eficiência. Neste nível é importante projetar e localizar corretamente gabaritos, dispositivos, ferramentas apropriadas para melhorar as condições de trabalho.

O quinto nível refere-se ao Submicroespaço. Neste nível o foco é o leiaute dos postos de trabalho. Neste nível, os tópicos importantes de serem considerados são: posicionamento dos equipamentos e materiais que são dispostos de forma a reduzir os deslocamentos e os esforços físicos, projeto de ferramentas e dispositivos adequados para cada operação, auxiliando questões relativas à ergonomia e produtividade.

O presente trabalho trata principalmente dos níveis: iii) macro leiaute, iv) micro leiaute e também do nível v) sub micro leiaute, (ou seja, leiaute do posto de trabalho).

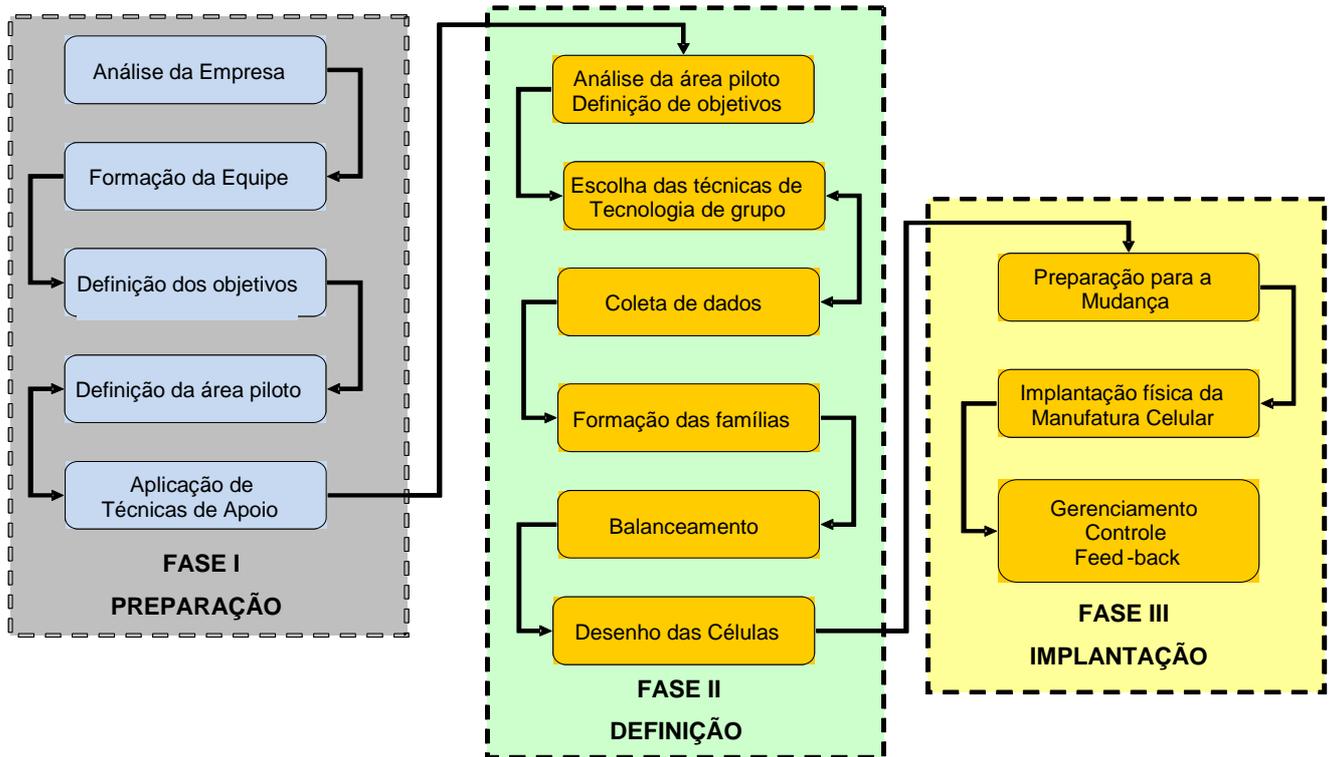
### **2.5.3 O método para implantação do leiaute celular**

Este método foi proposto por Silveira (1999). Ele trata o tema no nível da implantação de leiaute celular. O método consiste em três Fases (Figura 11): i) Fase I - análise e preparação do sistema para o novo leiaute; ii) Fase II - consiste na definição do novo leiaute; iii) Fase III - instalação física do novo leiaute e sistema de gerenciamento. A seguir são descritas sucintamente as três fases:

#### **2.5.3.1 Fase I – Preparação**

O projeto inicia com a análise e preparação do sistema para a implantação da manufatura celular. Esta fase define os requisitos e objetivos do projeto e prepara o sistema para o novo leiaute. Esta preparação consiste em cinco passos.

**Figura 11: A metodologia de implantação da manufatura celular**



Fonte: G. Silveira (1999)

Segundo Silveira (1999), as etapas da Fase I referente à preparação são as seguintes:

- (1) *Análise da Empresa*: Esta etapa prevê a identificação técnica e organizacional de aspectos do sistema que tenham maior influência no desenho das células. No campo da identificação de aspectos técnicos, tem-se os seguintes elementos: modelos e características dos produtos, fluxo de produção e materiais utilizados nos produtos, volumes de produção e nível de similaridade entre os produtos, tempos de produção, níveis de inventário, instalações dos equipamentos e seu respectivo nível de automação, considera também se existem as denominadas máquinas monumentos<sup>6</sup>, e o sistema de planejamento e controle da produção utilizado. Já os aspectos correlacionados à organização, são os seguintes: nível de envolvimento e comprometimento das equipes com o projeto, nível de formação das pessoas, sistemas de treinamento, envolvimento dos sindicatos e compreensão dos objetivos e métodos associados à construção da manufatura celular.
- (2) *Formação do time*: Desenvolvimento e engajamento de três grupos de pessoas envolvidos no projeto: i) gerentes que serão responsáveis por prestar todo o

<sup>6</sup> São consideradas máquinas monumentos, as máquinas de grande porte com instalações complexas e de elevado nível de dificuldade para serem movimentadas no plano fabril. (Harmon e Petersen, 1991)

suporte ao projeto; ii) colaboradores do chão de fábrica, os quais, precisam entender e suportar os objetivos do projeto e serem treinados no conhecimento do método; e iii) O grupo que executará o projeto, o qual deverá ser treinado com os métodos e técnicas para o desenho e planejamento da manufatura celular.

- (3) *Definição dos objetivos:* Visa a estabelecer os principais benefícios que devem ser alcançados com a Manufatura Celular. A Manufatura Celular deve proporcionar benefícios em relação a diversas dimensões competitivas, tais como: qualidade, custos, flexibilidade e velocidade. Todavia, uma das dimensões deve ter melhor impacto no desempenho das operações e estratégia global.
- (4) *Escolha da área:* seleção da área que funcionará como piloto, minimizando os possíveis erros e funcionando como processo de aprendizado para a ampliação do projeto.
- (5) *Implantação e suporte técnico:* Tem como objetivo suportar a implantação do modelo na manufatura celular.

#### 2.5.3.2 Fase II – Definição

Silveira (1999) propõe a Fase II como o projeto do leiaute da Célula de Manufatura. Esta é a fase mais ‘técnica’ do projeto. Trata-se da formação da célula, dimensionamento e projeto. O projeto deve refletir os objetivos, critérios e restrições que aparecem na Fase 1. Silveira (1999) sugere que esta fase deve ser pensada em cinco etapas:

- (1) *Escolha do método de formação de célula:* Na literatura, existe uma ampla gama de métodos para a formação de células. A escolha desses métodos pode ser baseada em aspectos, tais como: agrupamento de peças com operações em comum, máquinas de uso comum ou até a combinação de ambos, o capital e tempo disponível e decisões de nível pessoal. A Tabela 4 sugere como os parâmetros podem ser aplicados nos cinco métodos mais aplicados: Análise visual, classificação e codificação de sistemas, coeficiente de similaridade, algoritmos de agrupamento e programação matemática.

Tabela 4: Parâmetros de escolha no método de formação de células

Parâmetro	Nível	Análise Visual	Sistemas de codificação	Coefficiente de Similaridade	Algoritmo de Agrupamento	Programação matemática
Partes / Variações de máquinas	Baixo	X		X		X
	Alto		X		X	
Agrupamento (peças, máquinas ou ambos)	Partes	X	X	X		X
	Máquinas		X	X		X
	Ambos				X	X
Custo	Baixo	X		X	X	
	Alto		X			X
Capital e tempo disponível	Curto		X	X	X	X
	Longo	X				
Decisões de nível pessoal	Baixo		X	X	X	X
	Alto	X				

Fonte: Silveira (1999)

- (2) *Coleta de dados*: É a segunda coleta de informações necessárias para aplicação do método de formação de células. Algumas destas informações são coletadas na Fase I, enquanto outras precisam ser coletadas na Fase II. O tipo de informação necessária de ser coletada depende do método escolhido, dos objetivos e dos critérios definidos na Fase I. Estas informações podem incluir lista de produtos e partes, lista de máquinas e outros equipamentos, roteiros de produção, operações características particulares de peças/partes.
- (3) *Formação das células*: Esta é a aplicação do método selecionado acima, alguns métodos requerem uma definição prévia do número e tamanho das células. Isto pode ser mais conveniente (para a definição das famílias). Outros métodos podem dispensar esta etapa e fornecer a solução completa. O uso do coeficiente de eficiência<sup>7</sup> pode ajudar na decisão da correta configuração.

<sup>7</sup> Segundo Antunes et. al.(2008), para que seja possível medir a eficiência específica de utilização da mão-de-obra é necessário perceber que os tempos de processamento das peças, de forma genérica, são constituídos da soma dos tempos manuais com os tempos de processamento –  $t_{pi}$ . Desta maneira, a eficiência da mão-de-obra

$$\mu_B^{mult} = \frac{\sum_{m=1}^k (\sum_{i=1}^n t_{pi,m} \times q_{i,m})}{\sum_{m=1}^k N_m \times J_m}$$

pode ser calculada a partir da seguinte equação:

, onde:

$t_{pmanuali,m}$  = tempo de processamento manual da peça  $i$  no equipamento  $m$

$q_{i,m}$  = quantidade produzida da peça  $i$  no equipamento  $m$

$N_m$  = número de trabalhadores alocados ao equipamento  $m$

$J_m$  = jornada de trabalho dos trabalhadores alocados ao equipamento  $m$

- (4) *Dimensionamento da Célula*: Define o número de máquinas e volume de produção para ser atribuído para cada célula. Esta etapa compreende dois estágios: planejamento de capacidade e balanceamento da linha.
- (5) *Desenho da Célula*: traduz os requisitos e características da célula em um leiaute na fábrica, considerando as informações, tais como: roteiro de produção, peças a serem produzidas, ferramentas necessárias e a localização da célula na fábrica. É conveniente aplicar o método de desenho do leiaute por fluxo de operações para definir melhor a sequência de máquinas para cada célula.

### 2.5.3.3 Fase III – Implantação

Silveira (1999) se refere a esta fase como a implantação física do novo leiaute. Envolve a preparação para as novas células a partir da redefinição do plano de produção, gerenciamento e atividades controladas conforme as características do novo leiaute. Silveira (1999) propõe a divisão desta fase em cinco etapas:

- (1) *Preparação*: Visa a assegurar o empenho das pessoas para a implantação do novo leiaute, com o objetivo de melhorar o seu funcionamento e esclarecer dúvidas em relação ao funcionamento. A rede PERT pode ser usada para definir um calendário físico da implantação das células. O uso das técnicas de gestão de projetos, tais como PERT, na construção e reconstrução dos sistemas operacionais tem sido sugerida por uma série de autores (ver, e.g. Chase e Aquilano's em Taco Bell 1995, pg. 383-384). As atribuições físicas das máquinas e pessoas dentro do novo leiaute são diferentes da lógica de atribuições que é realizado na etapa (3) da Fase II.
- (2) *Transferência de pessoas e máquinas*: consiste na transferência física, movimentando máquinas e pessoas para o novo leiaute. Para esta ação, os esforços devem ser para minimizar as paradas de máquinas e disfunções, proporcionando segurança nas condições de trabalho.
- (3) *Gerenciamento da célula*: O projeto termina com um redesenho do sistema de planejamento e controle da produção e com a análise do desempenho da célula. Este desempenho deve ser comparado com o leiaute anterior e com os objetivos definidos no início do projeto.

#### 2.5.4 O método proposto pelo *Lean Institute*

A proposta dos autores Rother e Shook (1998), quando lançaram o livro “*Learning to see*” era a melhoria no fluxo de materiais através do Mapeamento do Fluxo de Valor<sup>8</sup>. Porém, a aplicação deste modelo pode ser ampliada e aplicada, tendo como objeto a elaboração e melhoria do leiaute.

O método propõe à seguinte sequência de passos lógicos:

1. Seleção das famílias de produto: Esta etapa consiste na identificação de um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos processos. Este grupo de produtos, também é denominado de família de produtos (ROTHER E SHOOK, 1998).
2. Desenhando o “Mapa do Estado Atual”: Um requisito para desenhar o “Mapa do Estado Atual” é coletar informações referentes à demanda dos consumidores, logo em seguida, são mapeados os processos produtivos que fazem parte da família de produto selecionada.

Todos os processos são identificados e algumas informações devem ser coletadas e dispostas em caixas de informações padrão. As informações que podem estar contidas são as seguintes:

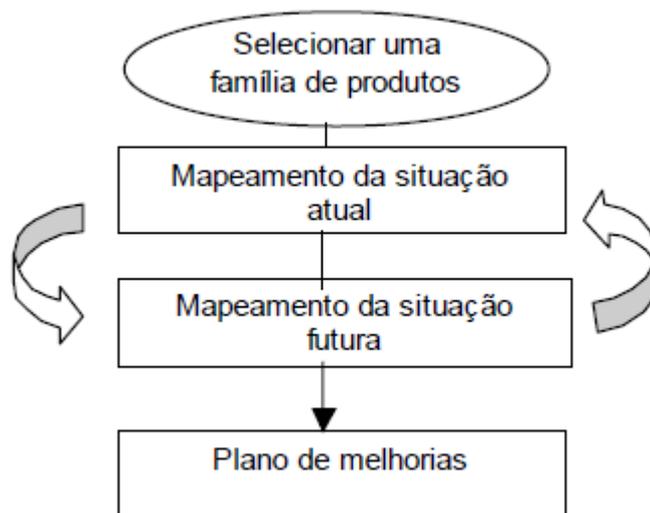
- a) Tempo de Ciclo, ou *Takt time*, é o tempo que leva entre um componente e o próximo;
  - b) Disponibilidade: tempo disponível por turno no processo descontando-se tempos de parada e manutenção;
  - c) Índice de rejeição: índice que determina a quantidade de produtos defeituosos;
  - d) Número de colaboradores necessários para operar o processo;
3. Desenhando o “Mapa do Estado Futuro”: Conforme Rother e Shook (1998), o objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um “estado futuro” que pode tornar-se uma realidade em curto período de tempo. Rother e Shook (1998), afirmam que a meta do Mapa do Estado Futuro é constituir uma cadeia de produção onde os processos individuais são articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo ou puxada, e cada processo se aproxima o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam.

---

<sup>8</sup> “Fluxo de Valor” é segundo M. Rother e J. Shook (2003), é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até os braços do consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

4. A última etapa deste método é o “Plano de Trabalho”, onde a idéia central é transformar o Mapa do Estado Atual no Mapa do Estado Futuro, através de um plano de ação definindo: ações, responsáveis, prazos e indicadores para a mensuração dos resultados. A Figura 12 sintetiza o método proposto.

**Figura 12: Etapas do MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor**



Fonte: ROTHERS & SHOOK, 1998

É importante salientar que todo o trabalho do mapeamento da cadeia de valor, pode ser traduzido para a melhoria no leiaute, buscando sempre a relação entre a etapa mapeada e o respectivo arranjo físico que necessita ser melhor projetado.

## 2.6 CONSIDERAÇÕES CRÍTICAS SOBRE OS MÉTODOS APRESENTADOS.

### 2.6.1 Método SLP (*Systematic Layout Planning*)

Através da proposta do diagrama de relacionamentos é possível estabelecer uma sequência lógica entre os setores/áreas, o que pode ser relacionado com a busca da melhoria no fluxo de materiais. A idéia é relacionar os espaços trabalhando o *gap* existente entre o cenário da situação ideal e o atual. Este é um ponto que parece muito relevante para a elaboração de um leiaute eficaz. De outra parte, a idéia básica consiste em realizar um planejamento de leiaute a partir de uma ótica sistêmica. Para isso, é importante cumprir todas as etapas sequenciais de cada uma das etapas propostas.

Outro ponto positivo a ser considerada é a separação explícita entre as macrofases de análise, pesquisa e seleção. Tal tipo de visão facilita a compreensão, a partir de uma visão ampla, das formas de construção dos leiautes produtivos.

De outro lado, o método apresenta espaços restritos de aplicação, na medida em que sua aplicação se restringe à aplicação do leiaute entre áreas, não considerando desdobramento em outros níveis, tanto no sentido do projeto do leiaute fabril quanto do microleiaute. Outra restrição que pode ser considerada é o não estabelecimento de uma leitura mais detalhada em relação às atividades relacionadas ao fluxo dos materiais. Desta forma, não é feita uma distinção clara entre as atividades que agregam valor ao produto e àquelas que se constituem em perdas.

### **2.6.2 Método *Fac Plan***

O método *Fac Plan* trabalha em vários níveis - do nível global ao nível submicro, tratando o tema a partir de uma visão de desdobramento das soluções propostas. Neste sentido, é possível afirmar que este método possui uma visão ampla de todos os aspectos relacionados com o leiaute, considerando o tema a partir de diferentes níveis de análise, claramente delimitados. Importante destacar que, embora inter-relacionadas, estes níveis devem ser analisados a partir de diferentes perspectivas e objetivos a serem perseguidas. Esta é uma contribuição relevante para tratar o tema a partir de uma perspectiva mais ampla, o que permite construir métodos mais específicos de trabalho para operacionalizar cada um dos níveis propostos.

Da mesma forma que o método SLP, que não trata do tema da distinção entre atividades que agregam e não agregam valor. Portanto, estes dois métodos podem ser complementados ou utilizados em conjunto com outras abordagens que tratam do tema a partir da ótica da produção enxuta.

### **2.6.3 Método para implantação do leiaute na manufatura celular (G. Silveira, 1998)**

O método proposto por G.Silveira (1998) tem o intuito de trabalhar no nível do projeto e operacionalização do leiaute celular. Trata-se de um método que apresenta uma proposição sistêmica, considerando aspectos estratégicos, táticos e operacionais associados a implantações do leiaute celular. Considera aspectos técnicos e de gestão de forma inter-

relacionada a partir de uma abordagem do tipo proposta pelo ciclo do PDCA, o que implica em adotar uma visão de sistema com retroalimentação.

Como crítica poder-se-ia dizer que não são consideradas as melhores práticas do sistema de produção enxuta que tem uma visão mais detalhada da forma de estudar os fluxos produtivos a partir de uma análise das atividades que agregam (ou não) valor ao produto.

#### **2.6.4 O método proposto pelo *Lean Institute***

O método proposto por Rother e Shook. (1998) é genérico, podendo ser adaptado para a elaboração e melhoria do leiaute. Apresenta pontos positivos, tais como: a distinção entre processos que agregam valor dos processos que não agregam valor na óptica do cliente, levando em consideração capacidade de processamento de cada operação/processo, tempo disponível, quantidade de produtos conformes produzidos e número de colaboradores.

Como crítica apresenta algumas limitações, tais como: trabalha somente no ambiente macro restringindo sua aplicação nos demais níveis e não correlacionam os espaços físicos existentes.

Considerando as críticas apresentadas e o estudo de caso que será descrito no capítulo 4, no capítulo 5 desta dissertação apresentar-se-á um método alternativo para a elaboração do leiaute em empresas direcionadas para a inovação em produtos.

### **2.7 PRINCÍPIOS, CONCEITOS E FERRAMENTAS ASSOCIADOS À ELABORAÇÃO DO MÉTODO A SER PROPOSTO**

O tema leiaute envolve a compreensão de uma série de princípios, conceitos e ferramentas que são importantes no decorrer do desenvolvimento dos trabalhos. Nos tópicos a seguir serão abordados alguns princípios, conceitos e ferramentas considerados importantes para a proposição do método.

#### **2.7.1 O Mecanismo da Função Produção**

O ponto de partida para a compreensão do MFP consiste em estabelecer uma clara diferenciação entre o que Shingo denomina de **Função-Processo** e **Função-Operação**. Segundo Shingo (1996a) todos os Sistemas Produtivos podem ser compreendidos como uma rede funcional de processos e operações.

Dentro da lógica referente ao Mecanismo da Função Produção, Antunes Jr. (2008) usa as seguintes definições:

- Função Processo é o acompanhamento do objeto de trabalho (matéria-prima/materiais, serviços ou idéias) no tempo e no espaço;
- Função Operação é o acompanhamento do sujeito do trabalho (pessoas e equipamentos no tempo e no espaço).

Antunes Jr. (2008), sugere classificar os elementos da função processo em quatro categorias de análise:

- 1) **Processamento ou Fabricação:** significa as transformações do objeto de trabalho (materiais, serviços e idéias) no tempo e no espaço. (por exemplo: usinagem, pintura mudanças de qualidade do produto, montagens).
- 2) **Inspeção:** significa basicamente a comparação do objeto de trabalho (por exemplo: no que tange a dimensões, composição química) contra determinado padrão previamente definido;
- 3) **Transporte:** implica basicamente a mudança de posição ou de localização do objeto de trabalho. Possivelmente, uma nomenclatura mais adequada para transporte seria Movimentação Interna (MI), na medida em que, em certas situações, o transporte pode implicar em geração de valor para a empresa – o caso dos operadores logísticos (neste caso, trata se de um processamento). Porém, para esta análise a palavra transporte será utilizada no sentido de movimentação interna.
- 4) **Estocagem ou Espera:** Significa, basicamente, os períodos de tempo nos quais não está ocorrendo qualquer tipo de processamento, transporte ou inspeção sobre o objeto do trabalho.

De acordo com o STP, a capacidade de produção em um sistema produtivo é dada pela soma de trabalhos e perdas (OHNO, 1996). Trabalho compreende as atividades que levam o processo a efetivamente alcançar seu fim. Perda é toda atividade desnecessária que gera custos e não agrega valor ao produto. Portanto, deve ser eliminada do sistema de produção. Conseqüentemente, no STP o máximo da eficiência (ou seja, da capacidade de produção) somente é alcançado em processos isentos de perdas.

O primeiro passo na busca do aumento da capacidade produtiva consiste na identificação dos tipos de perdas presentes no sistema de manufatura em estudo. Consideram-se, para tanto, sete classes de perdas (ANTUNES, 1995; ANTUNES, 1998; OHNO, 1997; SHINGO, 1996 a):

1. Perdas por superprodução: devem ser o principal foco de melhorias nos sistemas produtivos, pois auxiliam a ocultar outras perdas. Podem ser de dois tipos: i) quantitativa – decorrente da produção além da quantidade programada ou necessária, ou por compra de matérias-primas em quantidade maior do que é necessário; ii) por antecipação – decorrente da produção antes do momento necessário; como consequência, produtos permanecem estocados aguardando o momento de serem comercializados.
2. Perdas por transporte: decorrentes das atividades de movimentação de materiais, não associadas a qualquer tipo de processamento. No limite, a otimização do processo de transporte leva à eliminação da necessidade de transportar.
3. Perdas no processamento em si: são parcelas do processamento não necessárias para que o produto adquira suas características funcionais.
4. Perdas por fabricação de produtos defeituosos: consistem nas peças, sub-montagens e produtos acabados em desacordo com as especificações de qualidade. Trata-se do tipo de perda mais comum e visível, pois se materializa no objeto da produção, exigindo retrabalho ou refugo do produto.
5. Perdas por estoque: referem-se aos custos associados à manutenção e movimentação de estoques de matérias-primas, material em processamento e produtos acabados.
6. Perdas por espera: correspondem aos períodos de tempo em que nenhum processo e operação estão sendo executados, embora os custos horários de utilização dos recursos produtivos estejam sendo contabilizados.
7. Perdas por movimentação: referem-se aos movimentos desnecessários executados pelos operadores durante a execução das operações principais. A redução dessas perdas tende a impactar positivamente sobre o tempo total de operação.

Assim, “a otimização da produção é o próprio enxugamento da estrutura (rede), através da redução ou eliminação de atividades que não agregam valor ao produto pela implementação de melhorias. Desta forma não só os espaços entre as interseções devem ser diminuídos ou eliminados como também o número de interseções existentes” (GHINATO, 1996, p. 69).

### **2.7.2 A Tecnologia de Grupo**

A segregação dos produtos por família é realizada por meio do conceito de Tecnologia de Grupo (TG). Black (1998) conceitua a Tecnologia de Grupo (TG) como uma ferramenta na qual, peças similares são agrupadas em famílias. Peças com tamanhos e formas semelhantes podem, muitas vezes, ser fabricadas por um conjunto de processos similares. Uma família separada com base na fabricação teria o mesmo grupo ou sequência de processos de fabricação. O grupo de processos pode ser organizado ou agrupado para formar uma célula.

Segundo Hyer e Wemmerlöv (1984) o aproveitamento dessas similaridades pode ocorrer a partir de três maneiras: i) executando atividades similares em conjunto, evitando assim perda de tempo com as alterações necessárias para mudar de uma atividade para outra não relacionada (ex.: a fabricação em sequência de duas peças com características similares reduz tempo de setup entre as operações); ii) padronizando as atividades similares e relacionadas, focando assim apenas nas diferenças necessárias e impedindo duplicação de esforços (ex.: redução da variedade de parafusos utilizados); iii) armazenando e recuperando informações de forma eficiente, principalmente as relacionadas com problemas que se repetem, reduzindo assim o tempo de procura por informações, bem como eliminando a necessidade de resolver novamente um problema já solucionado (ex.: utilizar em um novo produto, componentes de um outro já existente). Outro tópico relacionado a considerar é a redução da proliferação desnecessária de novos itens (peças compradas e fabricadas, dispositivos de fixação, ferramentas etc.).

A Tecnologia de Grupo reúne os objetos com atributos similares em famílias, que são definidas por TATIKONDA & WEMMERLÖV (1992) como uma coleção de objetos que dividem características específicas (de projeto, manufatura, compras etc.) identificadas para um propósito bem definido. Todos os objetos em uma família requerem métodos similares de tratamento e manuseio. Os ganhos de eficiência são atingidos pelo processamento conjunto dessas peças. O projeto do produto e a manufatura são os principais campos de aplicação possíveis da TG.

### **2.7.3 A Folha de Operação-padrão**

Pode-se considerar dois aspectos históricos associados à Operação Padrão (SHINGO, 1989):

No passado o tempo de operação-padrão era obtida pela observação da operação sem a eliminação dos tempos considerados anormais, ou seja, das “perdas”. Certamente, diferenças nos movimentos, trocas e condições de trabalho causam variações consideráveis de tempos. Porém, já eram determinadas algumas informações relevantes, tais como:

- a) O que fazer no objeto da produção? O que produzir?
- b) Quem. Quais pessoas ou máquinas utilizadas?
- c) Como fazer. O método a ser utilizado. Como devo fazer isto?
- d) Onde – O espaço. Onde estes itens devem ser colocados? Qual o método de transporte;
- e) Quando. Espaço de tempo. Em que momento deve-se produzir?

No presente, a operação padrão é expressa graficamente sendo transmitida através de treinamento para os novos operadores. Utilizando a folha da operação padrão torna-se possível realizar as operações de forma mais eficiente e menos subjetiva. Desta forma, são evitados erros e omissões. O Sistema Toyota de Produção (STP) treina novos empregados para o trabalho em três dias. As folhas de operação padrão facilitam muito este trabalho, porque a abordagem adotada para treinamento sempre referencia a folha de operação padrão como norteador do padrão de trabalho.

Shingo (1989) cita os diferentes modelos de folha utilizada no âmbito da operação padrão:

- Folhas de operação por ordem de produção com o número da operação, nome do processo, número da máquina, tempos básicos, tempo para a troca de ferramenta e capacidade de processamento;
- Folha de operação com a seqüência de operação padrão, a qual determina a ordem e local para operações e operadores;
- Folhas de operações manuais determinam procedimentos de operação, exemplo de aplicação, quando alguma operação requer atenção especial, operação máquina, troca de ferramenta, alterações de *setup*, montagens especiais, entre outras;
- Folhas de instruções para operações manuais fornecem padrões de trabalho para o correto aprendizado da operação padrão. Assim, para cada operador é determinado padrões de trabalho, segurança e pontos de verificação de padrões de qualidade conforme a seqüência de operações. São utilizadas formas gráficas ilustrando as

operações para cada operador, método para verificar inspeções de qualidade, tempos de ciclos, procedimento operacional e correto manuseio.

Algumas considerações finais que podem ser feitas a respeito da folha de operação padrão são:

- A folha de operação padrão tem a função de nortear as atividades que devem ser realizadas para cada operação. Porém, os trabalhos em busca da melhoria contínua devem ocorrer sistematicamente. O fundamental é que qualquer modificação que possa tornar se efetiva a partir de um dado momento deverá ser registrada na folha de operação padrão, com o objetivo de registrar e disseminar na empresa o progresso nas operações.
- Deve existir uma relação próxima entre a folha de operação padrão e a capacitação dos colaboradores, pois o processo de capacitação poderá utilizar como instrumento de aprendizagem os registros da folha de operação padrão, assim como, melhorias em função da aplicação da capacitação poderão ser reportadas as folhas de operação padrão.

### 3 MÉTODOLOGIA

O método proposto para a realização do presente trabalho é o Estudo de Caso. Na seqüência deste capítulo serão apresentados os seguintes tópicos gerais: i) apresentação dos aspectos gerais ligados ao Método do Estudo de Caso; e ii) apresentação do método de trabalho utilizado para a elaboração da dissertação.

#### 3.1 O MÉTODO DE PESQUISA - ESTUDO DE CASO

O Estudo de Caso é considerado, primordialmente, um método ligado às Ciências Sociais. O método do estudo de caso é apropriado para investigações de temas cuja compreensão de um determinado problema ainda é considerada limitada pela comunidade científica (Meredith, 2002).

YIN (1989, p. 23) afirma que "o estudo de caso é 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". YIN (1989) afirma que o método do estudo de caso é adequado para responder a perguntas de caráter explicativas, do tipo "Como" ou "Por que".

Resumidamente, YIN (1989) apresenta quatro aplicações genéricas para o Método do Estudo de Caso:

- Para explicar ligações causais nas intervenções na vida real que são muito complexas para serem abordadas pelos 'survey' ou pelas estratégias experimentais;
- Para descrever o contexto da vida real no qual a intervenção ocorreu;
- Para fazer uma avaliação, ainda que de forma descritiva, da intervenção realizada;
- Para explorar aquelas situações onde as intervenções avaliadas não possuam resultados claros e específicos.

Yin (1989) coloca que uma das fragilidades do método é o fato de fornecer pouca base para generalização, já que o tamanho da amostra geralmente não apresenta significância estatística. As generalizações passíveis de serem feitas, portanto, são somente de cunho analítico.

Segundo Roesch (1999), os Estudos de Caso podem desempenhar várias funções: descrever fenômenos, levantar hipóteses, refutar generalizações universais e explicitar a existência de um fenômeno que necessita ser levado em consideração. Eles podem ser únicos

ou múltiplos. A escolha entre um Estudo de Caso único ou múltiplo depende da questão de pesquisa proposta (Roesch, 1999).

De acordo com Roesch apud Yin (2001, p.253), há algumas características importantes em que um Estudo de Caso é apropriado para o desenvolvimento da pesquisa, entre os quais é possível incluir: i) quando representa um caso crítico para testar uma teoria; ii) quando o caso é singular ou extremo de tal maneira que vale a pena documentá-lo; iii) quando é um caso revelatório até então inacessível à investigação científica. Os critérios para a seleção de um caso múltiplo podem se basear em análise de similaridades ou análise de diferenças entre as unidades pesquisadas.

Levando em consideração as reflexões gerais supracitadas, a seguir são apresentadas as principais justificativas para a utilização do Método do Estudo de Caso único para a elaboração desta pesquisa.

### **3.1.2 Justificativas Para a Escolha do Método do Estudo de Caso**

As principais justificativas para a adoção do Método do Estudo de Caso único nesta pesquisa são:

- a pesquisa se propõe a compreender em profundidade a importância e a problemática do tema leiaute em empresas com forte direcionamento em inovação de produtos. Desta forma, o estudo de caso utilizado na pesquisa foi realizado em profundidade visando estudar o processo de desenvolvimento do leiaute dentro do contexto de empresa escolhida com a finalidade de ilustrar e ajudar a responder à questão de pesquisa.
- o pesquisador tem amplo acesso à empresa utilizada para a pesquisa o que permite realizar uma abordagem geral de análise utilizando-se de uma variada gama de evidências tais como: i) documentos; ii) relatórios; iii) indicadores, iv) fotografias; v) entrevistas e vi) a própria experiência do autor no assunto.

### **3.1.3 Requisitos para o Estudo de Caso**

Yin (1989) afirma que, para a condução do estudo de caso, faz-se necessário o planejamento do estudo e a preparação do condutor. As habilidades para tratar o tema são (YIN, 1989):

- Habilidade para fazer perguntas e interpretar os resultados;

- Habilidade para ouvir e não se deixar prender pelas suas próprias ideologias, crenças e percepções;
- Habilidade para adaptar-se e ser flexível para que possa ver as novas situações encontradas como oportunidades e não ameaças;
- Firme domínio das questões em estudo.

### 3.2 COLETA DE INFORMAÇÕES NO MÉTODO DO ESTUDO DE CASO

É fundamental para o sucesso da aplicação do método de estudo de caso que as evidências sejam documentadas, para enriquecer a contribuição do trabalho. Portanto, deve-se obter evidências, a partir das seguintes fontes:

- **Documentos:** o uso da documentação deve ser cuidadoso. Segundo YIN (1989), eles não podem ser aceitos como registros literais e precisos dos eventos ocorridos e seu uso deve ser planejado para que sirva para corroborar e aumentar as evidências provenientes de outras fontes.
- **Indicadores e dados arquivados:** os dados arquivados e indicadores podem ser importantes na condução do caso. Conforme (YIN, 1989), estes dados e indicadores podem ser dados de serviços, como número de clientes, dados organizacionais - orçamentos, mapas e quadros para dados geográficos, lista de nomes, dados de levantamentos, dados pessoais - como salários, listas de telefone, que podem ser usados em conjunto com outras fontes de informações, tanto para verificar a exatidão como para avaliar dados de outras fontes.
- **Entrevistas:** é uma fonte riquíssima para a condução do estudo, dado que é uma fonte primária para a obtenção das informações (YIN, 1989). O ponto relevante a considerar, que deve ser cuidadosamente observado, é a influência do contexto sobre o resultado das entrevistas. Isto porque a influência do observador, ou entrevistador é sempre presente e pode prejudicar os resultados empíricos obtidos.
- **Observação Direta:** consiste no ato de o observador visitar *in loco* o local do estudo de caso e coletar as informações sobre o caso. Com o objetivo de melhorar a qualidade da informação, é sugerida a observação com mais de um observador; quanto maior este número, maior significância terão os resultados obtidos.
- **Observação do Participante:** Este tipo de fonte é muito utilizado nos estudos de cunho antropológico, onde o observador passa a ter um papel ativo, coletando diversas informações e contribuindo também com informações preciosas, como

evidências para construção das teorias. A fragilidade desta prática é de que o observador pode posicionar-se em relação ao estudo de caso, interferindo na coleta das observações.

- **Artefatos Físicos:** este tipo de informação é importante no sentido da coleta de evidências físicas para a compreensão e comprovação de determinado acontecimento.

YIN (1989) recomenda a aplicação de três princípios gerais para que o Estudo de Caso possa ser conduzido de forma eficaz:

- **Princípio do Uso de Múltiplas Fontes de Evidência** – este princípio auxilia diretamente na amplitude da coleta de informações, já que a partir de uma maior amostra é possível qualificar e melhorar a informação.
- **Princípio da Criação de um Banco de Dados do Estudo de Caso** - é utilizado para a coleta das evidências, para que possam ser consultadas em situações futuras.
- **Princípio da Manutenção de uma Cadeia de Evidências** – amplamente utilizada com a finalidade de construir a inter-relação das evidências.

### 3.3 ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS NO ESTUDO DE CASO

A análise de evidências no Estudo de Caso é uma das etapas mais importantes. Porém muito difícil de ser realizada (YIN, 1989). Yin (1989) aponta que é necessária, para se fazer esta análise, ter-se uma estratégia geral para a análise. Assim, "o objetivo final da análise é o de tratar as evidências de forma adequada para se obter conclusões analíticas convincentes e eliminar interpretações alternativas". (YIN, 1989, p. 106).

YIN (1989) apresenta uma proposta com duas estratégias para a análise das evidências:

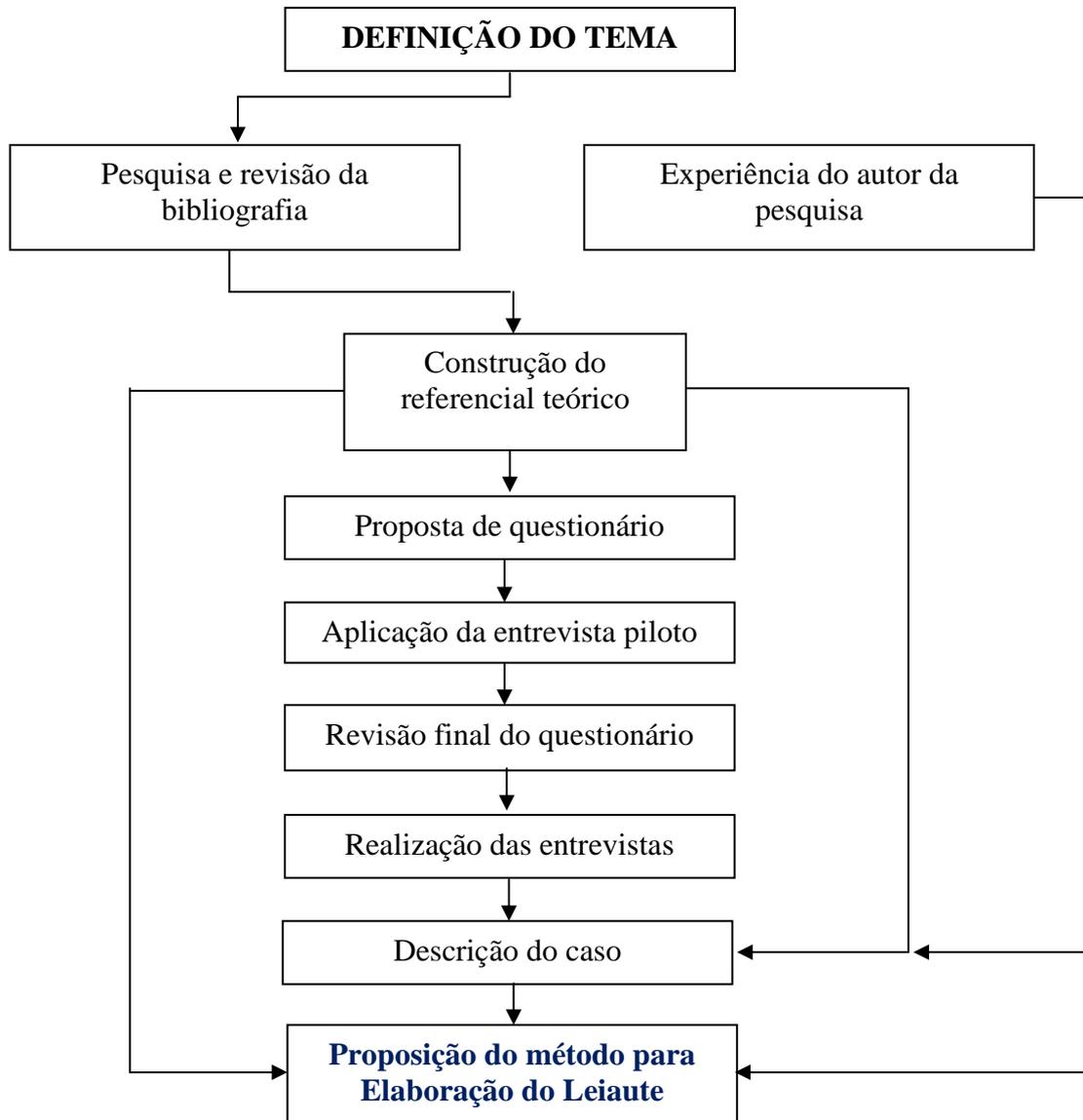
- **Confiança nas Proposições Teóricas** – pressupõe que as proposições teóricas estabelecidas no início do Estudo de Caso. E segundo YIN (1989), é a melhor estratégia para a análise das evidências, uma vez que os objetivos originais e o projeto da pesquisa foram estabelecidos com base nas proposições que refletem as questões da pesquisa e a revisão da literatura.
- **Desenvolvimento da Descrição do Caso** – parte da elaboração de uma estrutura na forma descritiva, que tem como principal objetivo identificar e organizar para qualificar a análise do Estudo de Caso, pode ser quantificado ajudando na explicação do Estudo de Caso.

### **3.4 O MÉTODO DO TRABALHO**

O método do trabalho está ligado aos passos lógicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

A Figura 13 apresenta o quadro geral do método do trabalho, utilizado para a elaboração da dissertação:

Figura 13: O Método de Trabalho



Fonte: Autor do trabalho

Os passos utilizados para a confecção do trabalho estão descritos à seguir:

1. Definição do tema – a escolha do tema leiaute foi considerada relevante pelo forte relacionamento do tema com a principal estratégia da empresa que é a inovação em produtos como mola propulsora do crescimento. Por sua vez este tema é significativo para o desenvolvimento de pesquisa associando: estratégia e leiaute.
2. Pesquisa e revisão bibliográfica – foi realizada uma ampla pesquisa e revisão da bibliografia existente sobre o tema leiaute, em âmbito nacional e internacional, com o objetivo de buscar uma fundamentação teórica sobre o tema em questão. As principais fontes de informações foram: i) base de dados da CAPES, ii) base de dados Scielo, iii) base de dados da Emerald, iv) bibliografias obtidas na

biblioteca da Unisinos, v) artigos e livros obtidos através da *network* (rede de relacionamentos profissional e pessoal).

3. Construção do referencial teórico – foi realizada através da leitura e interpretação de artigos nacionais e internacionais, livros, testes de mestrado e doutorado que relacionavam-se com o tema proposto. O referencial teórico serviu como base para: i) propor o questionário para a realização da pesquisa; ii) descrição do caso de uma empresa com forte direcionamento em inovação de produtos; iii) proposição do método para a elaboração do leiaute.
4. Proposta de questionário<sup>9</sup> – de posse das informações obtidas na literatura especializada e, somando a experiência do autor no tema, foi elaborada uma proposta de questionário, que está expresso no Anexo “A”, onde foram abordados aspectos históricos, gerenciais e oportunidades futuras para o desenvolvimento do método para elaboração do leiaute na empresa com direcionamento em inovação de produtos;
5. Aplicação da entrevista piloto – foi realizada uma entrevista piloto com o consultor de manufatura, com o objetivo de avaliar oportunidades de melhoria e possíveis pontos falhos no questionário. Como oportunidade de melhoria, pode-se citar a inclusão da questão “Qual era o nível de envolvimento das pessoas no processo decisório?” que considera o fator humano no contexto da aplicação da entrevista piloto;
6. Revisão final do questionário - após a realização da entrevista-piloto, o questionário foi consolidado;
7. Realização das entrevistas – As entrevistas foram realizadas com pessoas-chave, que passaram pelos diferentes momentos históricos, podendo, desta forma, resgatar datas e fatos históricos que possibilitaram descrever a evolução do tema na empresa estudada. As pessoas escolhidas para a construção desta linha do tempo, através das entrevistas, foram: i) o Presidente e fundador da empresa; ii) um supervisor de produção que foi o primeiro colaborador a ser contratado para trabalhar na área de manufatura; iii) o consultor de empresas que auxiliou no processo de melhoria; iv) o coordenador da manutenção que atuou nas modificações ocorridas ao longo do tempo. As entrevistas foram realizadas pessoalmente e individualmente, com uma duração média 1 hora e 30 minutos.

---

<sup>9</sup> O questionário utilizado nas entrevistas encontra-se no Anexo "A"

8. Descrição do Caso - embasado nas entrevistas, foi estruturada a descrição do caso. A descrição do caso foi realizada a partir de duas óticas diferenciadas, porém inter-relacionadas, a saber: i) descrição histórica - para descrição dos eventos históricos que constituíram fatos relacionados ao tema leiaute na empresa; ii) descrição crítica das entrevistas à luz das Categorias de Análise - para o detalhamento das categorias de análise sob o ponto de vista dos entrevistados.
9. Proposta para Elaboração do leiaute – a proposta parte de quatro elementos: i) o referencial teórico construído; ii) as ações gerenciais descritas a partir da ótica histórica; iii) a contribuição dos entrevistados; iv) a visão do autor da pesquisa onde é proposto um Método para a Elaboração de leiaute em empresas com forte direcionamento em inovação de produtos.

## **4 DESCRIÇÃO DO CASO**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Neste capítulo, será descrito a empresa estudada e o caso que foi utilizado como base de referência para a construção da proposição de método para a elaboração do leiaute em empresas com forte direcionamento em inovação de produtos. A descrição do caso será realizada a partir de uma visão histórica, isto porque a escolha desta ótica permite descrever a trajetória da empresa do presente estudo em termos de desenvolvimento de leiaute nos últimos 12 anos. A idéia é que a descrição do caso explicita as diferentes fases pelas quais a empresa passou, tende a auxiliar a compreensão mais ampla do processo de concepção e desenvolvimento do leiaute na organização. Assim, serão descritas nas diversas fases: as mudanças da maneira de concorrer no mercado, às ações gerais, as principais tomadas de decisão na empresa, as melhorias propostas, os treinamentos realizados e outros elementos considerados relevantes para a compreensão mais profunda possível do caso e suas interconexões com a elaboração do leiaute.

No final do capítulo, o caso será analisado e a partir de outra perspectiva envolvendo os seguintes tópicos: Conceito, Planejamento, Método, Capacitação Tecnológica, Indicadores de Desempenho, e Aspectos Tecnológicos.

### **4.2 A EMPRESA ESTUDADA**

A empresa estudada foi criada em 1997, em Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, cidade considerada um dos pólos industriais da região Sul do país. É uma empresa de capital limitado com fins lucrativos, que detém mais de 90% do mercado brasileiro de portas de alumínio.

A principal atividade-fim da empresa é a produção de móveis de alto padrão de qualidade e *design*, tais como: portas de cozinha, divisórias de ambiente, portas de armário, mesas, cadeiras, prateleiras, tampos de cozinha, vidros para decoração, sistemas deslizantes para aplicação nas portas de todos os modelos, puxadores e complementos. A operação de manufatura é realizada em uma planta industrial com 7,2 mil m<sup>2</sup> de área construída.

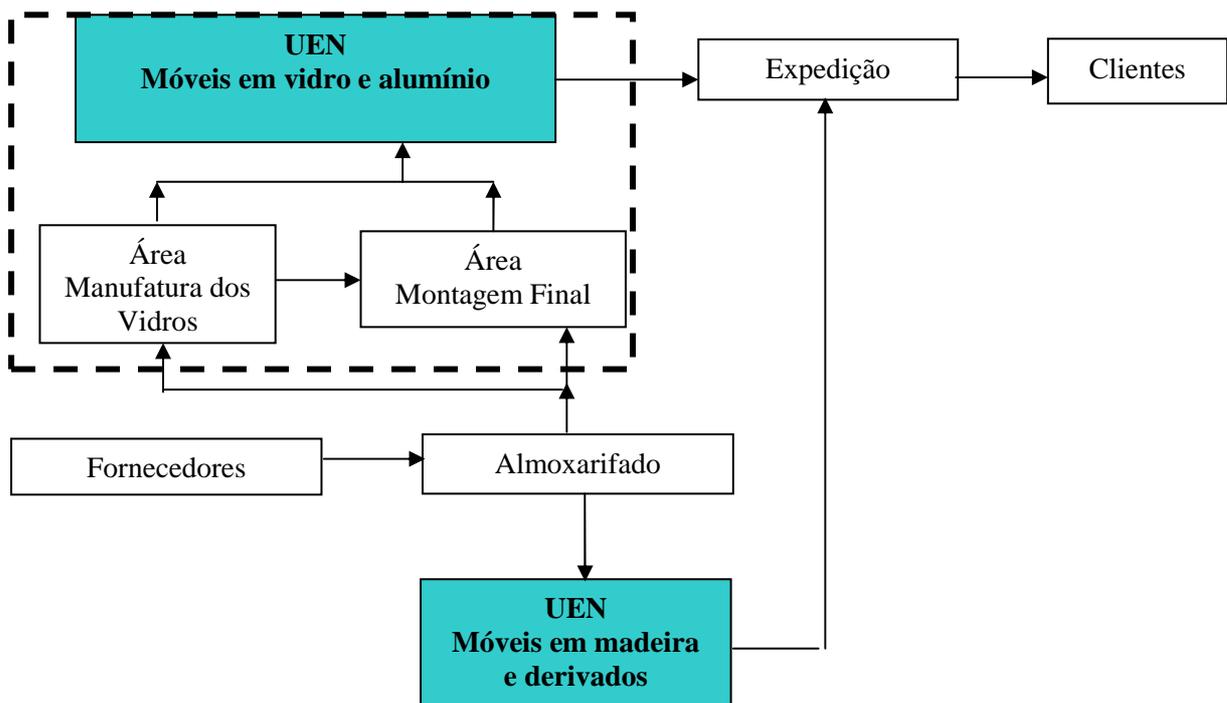
A empresa conta atualmente com 160 colaboradores na matriz em Bento Gonçalves. Possui dois *showrooms*, um na própria matriz e outro em São Paulo. O objetivo dos *showrooms* consiste em se manter, continuamente, lançando novos produtos e promover

treinamentos para clientes, colaboradores e parceiros. A empresa conta com uma equipe de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), sendo dois colaboradores situados no Brasil e três na cidade de Treviso na Itália, com o único foco de estar alinhado com as tendências e novidades do mercado mobiliário mundial para móveis de alto padrão.

A estrutura de produção é dividida em duas Unidades de Negócios, a saber: i) Unidade de móveis em vidro e alumínio; ii) Unidade de móveis em madeira e derivados. A Unidade de móveis em vidro e alumínio é subdividida entre Unidade produtora de vidros e Montagem Final, ambas as Unidades de Negócios são atendidas pela mesma área de Logística, a qual compreende Almojarifado e Expedição.

A Figura 14 apresenta como está organizado o sistema de produção da empresa:

**Figura 14: Estrutura de Produção**



Fonte: Autor do trabalho

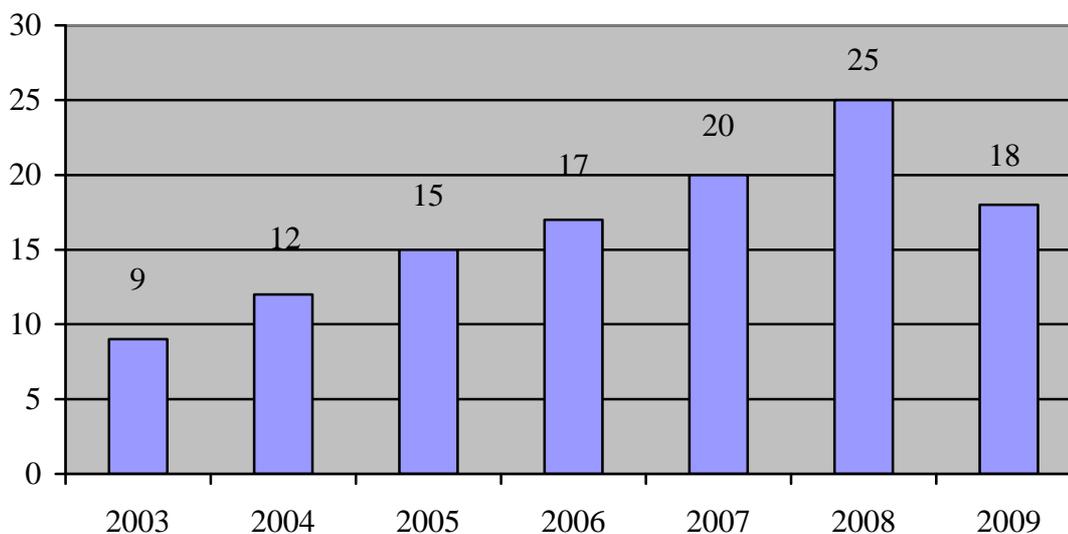
### 4.3 ANÁLISE CONTEXTUAL DO PROCESSO COMERCIAL

Com o objetivo de compreender a importância do tema leiaute no contexto estratégico da organização, será realizada uma breve descrição do sistema de comercialização dos produtos. O processo de comercialização ocorre a partir de diferentes formas, como segue:

- a) Venda direta para lojas especializadas: - As lojas especializadas são aquelas gerenciadas na forma de franquia. Portanto, o atendimento é realizado por profissionais especializados em decoração. Geralmente, estes profissionais são arquitetos e decoradores. Neste modelo de comercialização, os produtos saem direto da empresa estudada e chegam ao depósito da loja. Como a comercialização é realizada através do sistema de franquias, toda a negociação é realizada com a anuência do cliente que detém a marca do móvel.
- b) Venda direto ao fabricante - Neste processo, o cliente é o próprio fabricante do móvel de madeira e MDF que, em certos casos, é também proprietário das franquias. A entrega dos produtos é realizada para o fabricante da parte de madeira, que compõe o transporte em um único frete para o cliente final.

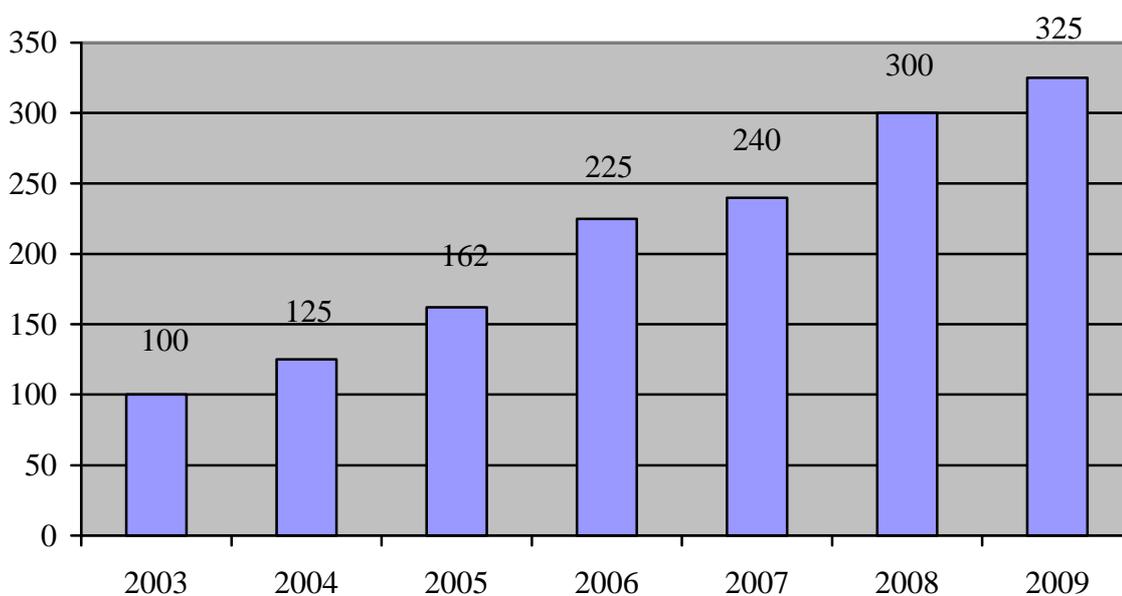
Ambos os modelos de comercialização ocorrem através do sistema informatizado. Este sistema funciona via *internet* e possibilita a configuração dos produtos em ambientes virtuais, simulando diversas combinações de cores e modelos de vidros e perfis de alumínio, apresentando o preço em tempo real.

A necessidade da dimensão competitiva flexibilidade é evidenciada através do entendimento do processo comercial e da relação histórica entre os lançamentos de produtos e de crescimento do faturamento. Considerando estes fatores, fica evidente a necessidade de projetar sistemas produtivos, que permitem responder com rapidez às variações contínuas da demanda do mercado. A Figura 15 ilustra o número de novos produtos lançados por ano pela empresa.

**Figura 15: Número de novos produtos lançado por ano**

Fonte empresa estudada

Na Figura 15 é possível observar uma tendência crescente do lançamento de novos produtos. Em 2008 era observada uma média de aproximadamente 2 produtos por mês. A Figura 16 explicita o crescimento em termos do volume de faturamento entre os anos de 2003 e 2009.

**Figura 16: Faturamento anual**

Fonte empresa estudada

Os valores da Figura 16 são ilustrativos na medida em que parte de uma base 100 no ano de 2003, sendo os demais valores calculados com base em 2003. Ou seja, de 2003 a 2009 o faturamento da empresa foi triplicado.

A partir das Figuras 15 e 16 é possível constatar a lógica de crescimento perseguida pela empresa, em função do tipo de mercado onde atua, privilegia diretamente aspectos ligados à inovação dos produtos. O processo da introdução de novos produtos tem como consequência: o aumento do número de matérias-primas<sup>10</sup>, aumento das preparações de equipamentos (*setups*) na fábrica e inclusão de novos processos. A consequência é que os custos de complexidade começam a se tornar cada vez mais relevantes para que a empresa possa responder de forma eficaz as mudanças do mercado (Antunes Jr, 2008).

#### 4.4 VISÃO HISTÓRICA

A seguir serão apresentados os fatos históricos abordados nas entrevistas realizadas que permitiram construir a linha histórica do projeto e construção do leiaute na empresa estudada.

##### 4.4.1 Considerações Iniciais

O caso está descrito de acordo com as mudanças na estratégia da empresa tendo como base duas situações genéricas distintas e inter-relacionadas: i) mudanças no comportamento de mercado em dois sentidos: alteração do posicionamento estratégico dos concorrentes e busca de novas oportunidades de mercado<sup>11</sup>; ii) a construção da visão interna estratégica em relação ao posicionamento da empresa no mercado. Em todos os casos, estas mudanças da estratégia da empresa tiveram implicação direta na modificação do leiaute na empresa. Além disso, outro fator para a divisão das fases está ligado com extensão da aplicação das soluções no âmbito da empresa (projeto-piloto aprendizagem; replicação dos projetos-pilotos mais

---

<sup>10</sup> O produto fornecido pela empresa tem garantia de 5 anos. Neste sentido, é preciso considerar o impacto sobre a aquisição de matérias-primas que devem assegurar que os produtos sejam garantidos por 5 anos. Portanto, é preciso que os materiais estejam disponíveis para os 5 anos subsequentes após a interrupção do seu fornecimento. Como a maioria das matérias prima e insumos são fornecidos por grandes empresas fabricantes de *commodities* e fornecedores internacionais, a possibilidade de manter este estoque nos fornecedores é baixa. Isto é um fator relevante para a construção do leiaute na medida em que é um dos elementos que aponta para a necessidade de aumentar o espaço físico para a realização das atividades fabris.

<sup>11</sup> Mercado é aqui entendido como uma combinação de produtos e geografia. Neste sentido, uma ampliação do mercado pode envolver: i) novos produtos em geografias já estabelecidas; ii) os mesmos produtos em geografias distintas; iii) novos produtos em geografias distintas.

amplamente na fábrica e mudança global em toda a fábrica). Neste contexto, o autor propõe descrever o caso a partir de 4 fases distintas:

- a) Fase 1 – Aplicação do modelo de leiaute funcional em um ambiente com pouca concorrência para os produtos fabricados na empresa estudada (1997 – 2005);
- b) Fase 2 – Implantação de um modelo piloto de célula de manufatura na Montagem Final em um ambiente de acirramento da concorrência (2006);
- c) Fase 3 – Aplicação do modelo de manufatura celular em toda Montagem Final (2007);
- d) Fase 4 – Aplicação de uma metodologia ampla para a elaboração de leiaute (2008 – 2009);

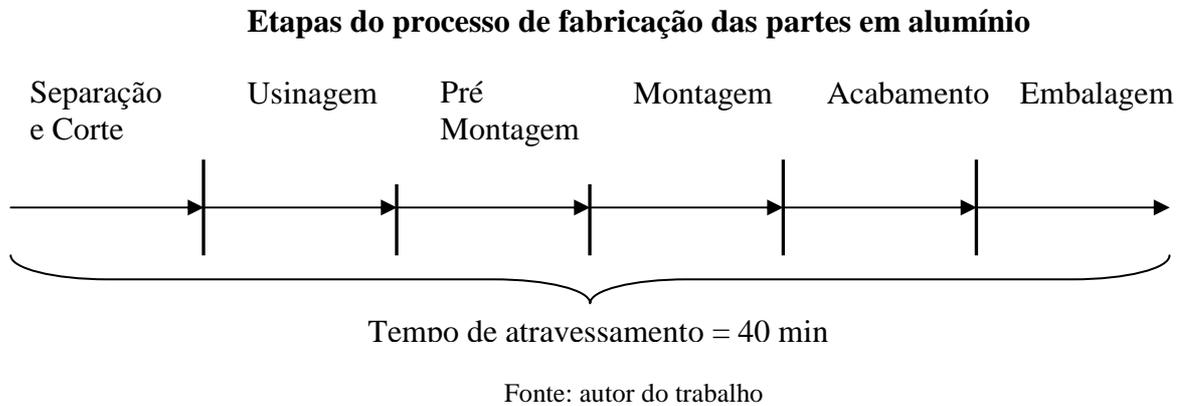
#### **4.4.2 Fase 1 - Aplicação do modelo de leiaute funcional em um ambiente com pouca concorrência aos produtos fabricados na empresa estudada (1997 a 2005);**

Na primeira fase, o leiaute adotado na empresa era o funcional. Neste contexto cada operação tinha um estoque de materiais antes de cada um dos postos de trabalho. Problemas relacionados a custo e prazo de entrega eram aceitos pelo mercado, pois a empresa era a única fabricante desta linha de produtos no Brasil, sendo assim, a empresa detinha o monopólio no País neste tipo de produto. Pode-se salientar os seguintes tópicos: i) o princípio de produção era o *Just-In-Case*, ou seja, produção empurrada; ii) o ritmo de produção estava completamente desconectado entre as operações; iii) a diversificação da produção era pequena, existiam lotes de produtos padronizados para cada cliente; iv) áreas estratégicas de apoio estavam pouco estruturadas. Alguns exemplos desta situação são: Planejamento e Controle da Produção (PCP) contava apenas com um colaborador, as áreas de Qualidade e Engenharia de Processos eram unificadas e contavam com uma colaboradora, não existia uma área de manutenção, ou seja, a manutenção do equipamento era realizada somente corretivamente; a área de Engenharia do Produto contava com dois colaboradores e não estavam claros os papéis entre as áreas de Engenharia do Produto e P&D; em algumas ocasiões a área de P&D assumia funções de Engenharia de Produto, tais como correções de fichas técnicas, detalhamento de desenhos para a fabricação entre outras. A lógica dominante no período era: **Preço = Custo + Lucro**, onde a margem de lucros se mantinha a qualquer custo. Ou seja, a empresa era coordenada a partir de uma ótica da Oferta de produtos.

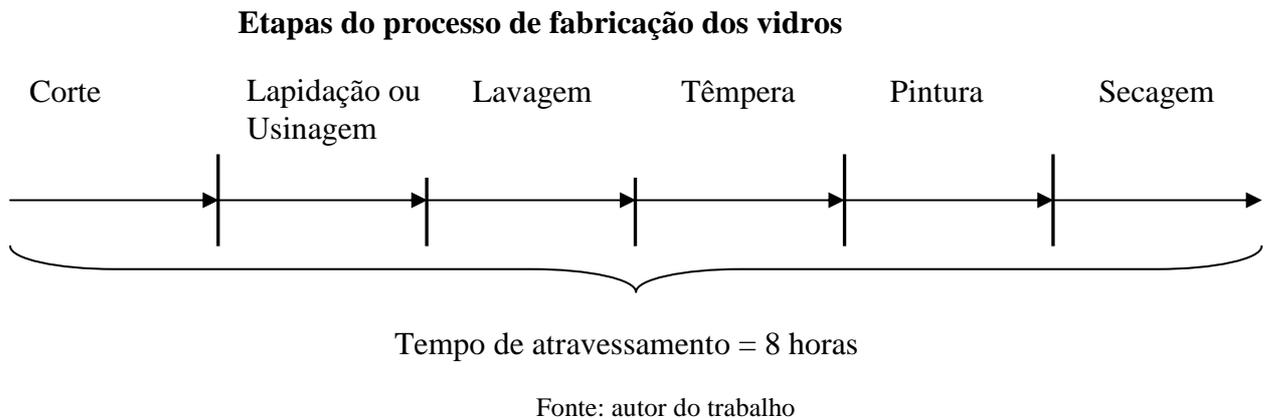
Um ponto relevante é que havia um ‘descompasso’ em relação à produção dos componentes que constituíam o produto final, em função dos seguintes motivos:

- a) Diferença entre os tempos de atravessamento: o tempo de atravessamento do vidro era maior que o dos componentes de alumínio, conforme ilustram as Figuras 17 e 18.

**Figura 17: Etapa do processo de fabricação das partes em alumínio (Período de 1997 a 2005)**



**Figura 18: Etapa do processo de fabricação do vidro (Período de 1997 a 2005)**



Devido aos processos iniciarem de forma simultânea, o estoque em processo de alumínio pronto para a Montagem Final tendia a aumentar rapidamente, pois como ilustram as Figuras 17 e 18, a velocidade de atravessamento das peças em alumínio era superior a velocidade de atravessamento dos vidros. O resultado deste descompasso era refletido no sistema de banco de horas<sup>12</sup>, ou seja, colaboradores com várias horas negativas (devendo horas) e outros com elevado número de horas extras.

<sup>12</sup> O sistema de banco de horas funciona de forma a proporcionar maior flexibilidade para ambas as partes: empregador e empregado. Pode se comparar a uma conta bancária, a qual pode se ficar com o saldo positivo, ou seja o empregado trabalhar horas à mais que sua jornada normal, ficará com saldo positivo, podendo folgar conforme combinado com o empregador, a situação contrária também é válida, se ficar com o saldo negativo tem que trabalhar horas para compensar.

Problemas com suprimento de componentes e matérias-primas. Em consequência de problemas internos associados com problemas com alguns fornecedores, ocorriam faltas de componentes e matérias-prima. A constatação deste fato ocorria após o início de fabricação das partes de alumínio ou vidro. Este motivo contribuía para a geração de estoques de produtos semi-acabados.

Apesar de todos os fatos relacionados acima, a empresa apresentava resultado positivo, fruto da lógica onde o preço era, predominantemente, determinado pela empresa.

Neste período, os trabalhos, em termos de leiaute, eram centralizados pela gerência, que utilizava de sistemas de alocação de equipamentos a partir de um conceito de leiaute funcional. Na época, não existiam trabalhos desenvolvidos baseados em métodos formais e estruturados para a elaboração do leiaute. Importante salientar que existiam processos chaves, tais como tempera e pintura dos vidros que eram terceirizados. Isto dificultava o controle efetuado em termos de prazo e qualidade. De outra parte, o sistema comercial de recebimento e processamento de pedidos foi desenvolvido em planilhas Excel construído com recursos internos e, desta forma, dependia de pessoas-chave no processo para atualizações e manutenções.

Na época, as pressões externas por parte dos maiores clientes, em termos de prazo de entrega admissível e custo, começavam a aumentar. No final do ano de 2005, o prazo de entrega admissível para portas de cozinha da empresa estudada era de 20 dias úteis. Já os módulos em MDF, parte do produto que competia ao cliente produzir, era de 12 dias. Este descompasso entre as partes resultava em uma espera pelos produtos da empresa estudada para a montagem do móvel no cliente final.

A necessidade imediata para reduzir o prazo admissível de entrega, associado à insatisfação em relação à qualidade do produto, tais como: manchas e riscos na pintura dos vidros e problemas dimensionais, motivaram a empresa a buscar uma solução mais robusta para a área de manufatura.

#### **4.4.3 Fase 2 - Implantação de um modelo piloto de célula de manufatura na Montagem Final em um ambiente de acirramento da concorrência (2006);**

Os constantes atrasos, observados a partir da adoção das práticas de gestão em geral da empresa, e a do leiaute adotado de forma particular, fizeram com que um dos maiores clientes, responsável por 28 % do volume de faturamento, iniciasse o desenvolvimento do

processo interno de manufatura no que tange a montagem final dos produtos. Esta ação tomada pelo cliente proporcionou uma reflexão na Estratégia de Negócio adotada pela empresa à época. Por consequência as demais estratégias funcionais foram questionadas, incluído aí a Estratégia de Produção utilizada. Entretanto, algumas características ainda continuavam inalteradas em termos de manufaturas, tais como: i) os estoques em processo não eram controlados, ii) o princípio da produção continuava baseada *Just-In-Case*, ou seja, a produção era ‘empurrada’ com a adoção de significativos estoques intermediários na fábrica, iii) O ritmo de produção continuava desconectado entre as operações.

No início do ano de 2006, foi organizado um encontro para realizar o Planejamento Estratégico (PE) da empresa. Nesta ocasião, foi abordada a questão relativa ao foco Estratégico de Negócios. Na época, era possível observar duas macro escolhas possíveis, a serem feitas, a saber: i) continuar fornecendo para as fábricas<sup>13</sup>, produtos caracterizados por grandes volumes e pouca variedade; ii) fornecimento direto para as lojas especializadas de móveis de alto padrão com produtos com elevado número de modelos e baixos volumes.

A decisão tomada, em termos de Estratégia de Negócios, foi a opção pela venda para as lojas especializadas em móveis de alto padrão, caracterizadas pelo elevado nível de variedade. A nova visão foi a de, gradativamente, estabelecer um elo de fornecimento direto com as lojas. Porém, é preciso destacar que o fornecimento para as fábricas continuou a ser realizada.

A escolha de focar o fornecimento direto para as lojas especializadas fez com que houvesse um direcionamento nas demais estratégias dependentes da Estratégia de Negócios, conforme citado por WHEELWRIGTH (1984) na Hierarquia das Estratégias, sendo que foram tomados os seguintes direcionamentos gerais:

- a) Estratégia Marketing/Vendas: mudança do direcionamento da empresa no sentido de trabalhar o conceito do produto em termos de *design* e inovação, junto aos profissionais responsáveis pela especificação dos projetos, ou seja, arquitetos, profissionais que trabalham nas lojas especializadas e demais profissionais formadores de opinião.

---

<sup>13</sup> É denominado Fábricas, os fabricantes dos móveis com parque industrial, os quais fornecem para as lojas especializadas de alto padrão, podendo estas, serem franquias (ou não). Existem, também, lojas especializadas de alto padrão independentes, ou seja, não vinculadas a nenhuma empresa que, por sua vez, terceirizam a produção dos móveis, concentrando os seus esforços na parte de desenvolvimento de projetos personalizados.

- b) Estratégia Tecnológica: direcionamento para desenvolver um sistema de informações que viabilizasse a comunicação eficaz entre o cliente na loja especializada e a fábrica da empresa estudada.
- c) Estratégia de Finanças: direcionamento no sentido de aproximar a relação financeira diretamente com as lojas especializadas, através de linhas de crédito diretas para as franquias, lojas especializadas, e marcenarias. No modelo anterior as negociações financeiras eram realizadas somente através da fábrica que detinha o domínio da marca.
- d) Estratégia de Produção: aponta no sentido de projetar e operacionalizar uma manufatura rápida e flexível, visando suportar o processo proposto à época, associado à inovação de produto.

Uma análise crítica da escolha pela inovação de produtos aponta para a opção estratégica da empresa em trabalhar com outro perfil de cliente. Até 2005, eram produzidos lotes do mesmo modelo de produto. No momento em que os esforços foram direcionados para o atendimento de projetos com elevado nível de customização foi constatado a necessidade de flexibilizar a manufatura, já que a tendência era do incremento significativo da variedade de artigos com a fabricação de pequenos lotes.

A partir do contexto geral explicitado acima, no decorrer do ano de 2006 houveram alterações significativas na gestão da área de manufatura. A função de Gerente Industrial foi temporariamente excluída. A gestão da fábrica passou a ser feita pelos Coordenadores de Produção, um para a área de Vidraçaria e outro para a área de Montagem Final. Ainda, no ano de 2006, foram realizados investimentos na área de manufatura do vidro. Foram adquiridos equipamentos de pintura e têmpera para vidros, instalados no mês de Abril de 2006. Apesar das ações terem sido implantadas observou-se, na prática, que os problemas com os prazos de entrega persistiram, sendo considerados, ainda, críticos para o desempenho da empresa.

Com direcionamento estabelecido no Planejamento Estratégico (PE) no início do ano de 2006, foi contratado um consultor na área de manufatura com o objetivo de desenvolver um projeto para a melhoria das dimensões competitivas, confiabilidade de entrega e qualidade. Desta forma, foi iniciado um projeto piloto de célula de manufatura para a linha de produtos portas de cozinha. A primeira ação para a implantação do projeto piloto foi o mapeamento de informações referentes às famílias de produtos das portas de cozinha. Em um segundo momento, foram coletadas as informações referentes às operações e os respectivos tempos, estabelecendo-se, uma sequência lógica de operações que foi o elemento central para o projeto/desenho do leiaute da célula. Finalmente, antes da etapa de implantação física da

célula propriamente dita, foram elaborados trabalhos visando capacitar tecnologicamente à equipe, responsável por efetuar as mudanças.

No feriado de carnaval, durante o mês de Fevereiro de 2006, realizou-se a montagem da célula. O formato concebido para a célula foi em “U”. Esta escolha foi feita levando em consideração o fato de que são observadas variações consideráveis em termos de modelos de produto e, por consequência, nos tempos de operação. Desta forma, o formato em “U” foi considerado uma solução adequada para tornar mais eficaz o compartilhamento de operadores. Na época, existia uma significativa desconfiança a respeito da real eficácia da solução proposta. Porém, à medida que os conceitos foram aplicados, verificou-se que as perdas com o deslocamento de materiais foram reduzidas significativamente. Visando conectar de forma seqüencial as operações e processos, foi desenvolvido um sistema de Kanban, o qual estabeleceu que o componente vidro ao chegar pronto na célula de manufatura de portas de cozinha acionaria o início da montagem final.

No ano de 2006, observou-se uma dificuldade de atendimento das dimensões competitivas prazo de entrega, qualidade, custos e flexibilidade. Porém, notou-se uma melhoria específica nos indicadores de atendimento e qualidade para a família de produto portas de cozinha, conforme ilustra a Tabela 5. O sucesso deste projeto piloto motivou o desenvolvimento das células de manufatura nas demais montagens finais.

**Tabela 5: Indicadores da Produção de Portas de Cozinha (Período 2006)**

	Antes da Implantação da Célula	Após a implantação da célula
Número de Colaboradores	14	10
Número de Assistências Técnicas	3,8%	1,2%
Promessa de Entrega	74 %	89 %

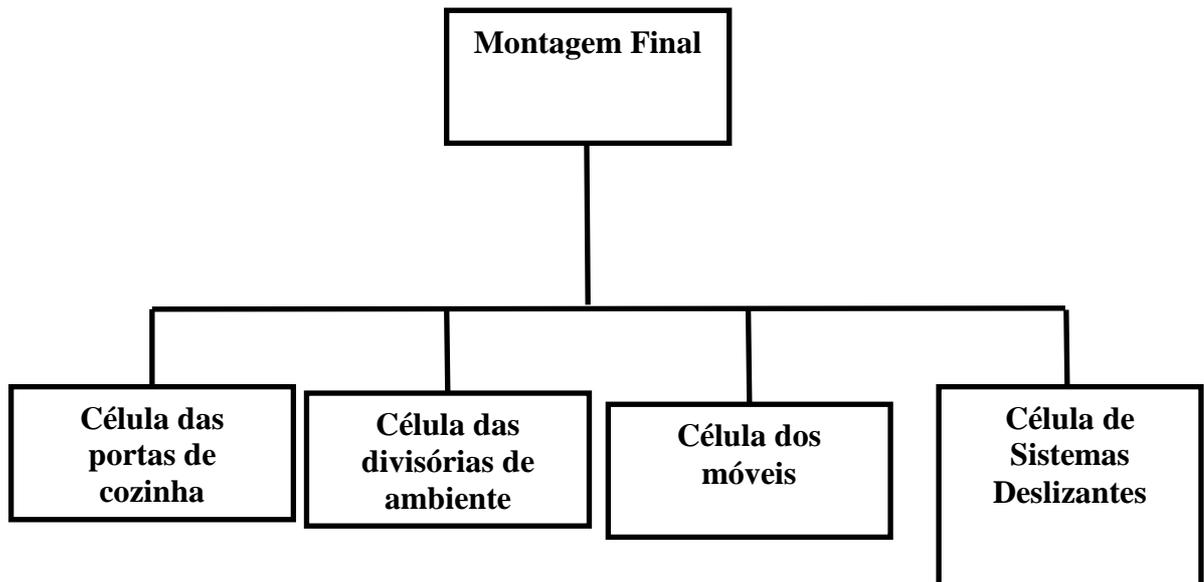
Fonte: Empresa estudada<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Os indicadores expressos na tabela 5 são calculados da seguinte forma: i) Promessa de Entrega: relaciona a qualidade no prazo de entrega é extraído pela divisão do número de pedidos atendidos no prazo (numerador) pelo número total de pedidos digitados (denominador). ii) Nível de Assistência Técnica : representa a proporção entre os custos com assistência técnica em relação ao valor de faturamento. É calculado da seguinte pela divisão dos custos totais com assistência técnica (numerador) pela receita total com o faturamento no mesmo período (denominador).

#### 4.4.4 Fase 3 – Aplicação do modelo de manufatura celular em toda montagem final (2007);

Após o êxito da implantação do projeto piloto da célula para as portas de cozinha, foram realizados trabalhos neste sentido nas demais células. Na Figura 19 está apresentada a forma de estruturação da montagem final:

**Figura 19: Estrutura das células de produção na Montagem Final**



Fonte: Empresa estudada

O resultado do trabalho com a formação das células de manufatura foi a redução média de dois dias no prazo de entrega dos produtos. Derivado deste fato ocorreu uma significativa redução no tempo para localização das peças de alumínio referente a determinado vidro para a montagem final. No modelo de leiaute anterior, os produtos vidro e alumínio eram produzidos simultaneamente, sendo que, o processo de fabricação do alumínio era mais rápido que o vidro. Desta forma, as peças em alumínio ficavam em estoque aguardando a manufatura do vidro. No momento em que o vidro chegava para a montagem final, existiam perdas em função da localização das respectivas peças em alumínio.

Após a implantação das células de manufatura, a visualização das operações restritivas ficou evidente. Com o objetivo de reduzir as perdas em equipamentos considerados restritivos, implantou-se a ferramenta intitulada “Diário de Bordo”<sup>15</sup> nos Centros de

<sup>15</sup> O Anexo “B” ilustra o exemplo do Diário de Bordo (DB) e suas características

Usinagem. Foi iniciada a mensuração do tempo relativo às paradas e suas respectivas causas. Assim, tornou-se possível classificar as principais causas em uma curva ABC, possibilitando elaborar Planos de Ação (PAs) visando à redução ou eliminação das principais perdas que geram reduções na produtividade horária das células.

Após duas semanas da implantação das células na montagem final, foi possível realizar algumas melhorias, a saber: i) redução no tempo de localização dos vidros, ii) melhor alocação dos colaboradores, iii) melhoria no tempo de atravessamento em dois dias.

Porém, apesar das melhorias realizadas em termos de leiaute na Montagem Final, os clientes ainda estavam insatisfeitos em relação às dimensões competitivas de prazo de entrega e qualidade.

Da ótica do mercado outros fatores começavam a ameaçar a competitividade da empresa entre os quais é possível destacar: i) o aparecimento de potenciais concorrentes, originados do fato de que alguns clientes iniciaram a sua própria produção da montagem final a partir da compra de vidros de fornecedores alternativos; ii) empresas que produziam vidros para outros segmentos, tais como: automotivos, mobiliário na linha de tampos para mesas, espelhos de decoração, iniciaram a produção de vidros para a aplicação nas portas de cozinha, divisórias e móveis, ampliando sua atuação acarretando um acirramento da competição no mercado.

Uma análise das condições de concorrência observada naquele período levou a empresa estudada a considerar as dimensões velocidade, a qualidade intrínseca do produto e a inovação como centrais. Ainda, a idéia de ter um alto nível de customização dos produtos passou a ser considerada prioritária. A constatação das melhorias obtidas na área da montagem final foi evidenciada. No entanto, os resultados globais não se mostraram suficientes para atender as expectativas dos clientes. Este foi o principal motivo para que fosse dado início para uma proposta de construção de uma metodologia ampla para a elaboração de leiaute.

#### **4.4.5 Fase 4 – Criação de uma metodologia ampla para a elaboração de leiaute (2008 a 2009);**

A situação da empresa no que tange à dimensão competitiva e à confiabilidade de entrega não estava satisfatória. Os estoques em processo na área de manufatura dos vidros eram elevados, assim como as perdas associadas com transporte e movimentação. Isto porque cada posto de trabalho tinha um nível elevado de estoque em processo. Este tipo de situação

física na fábrica tendia a dificultar a visualização dos problemas com o fluxo, tornando particularmente difícil determinar quais as principais restrições da fábrica (gargalos e *CCRs*).

Uma vez realizada uma observação mais detalhada na manufatura dos vidros, foi considerado uma série de fatores relevantes, entre eles pode-se citar: i) a matéria-prima vidro é extremamente frágil; sendo assim, quanto maior for o manuseio em igual proporção serão as perdas com defeitos de qualidade (quebras, riscos e lascas), ii) a dinâmica de trabalho do vidro tem algumas particularidades; entre elas, é possível destacar, a necessidade de respeitar a velocidade de processamento, caso contrário, são esperadas implicações relativas a qualidade do produtos; iii) os equipamentos para o processamento das operações de manufatura do vidro são de grande porte; desta forma, torna-se difícil a utilização de um operador em mais de um equipamento, prejudicando a aplicação do conceito de multifuncionalidade. Considerados estes fatores, o processo de elaboração de uma célula, como o realizado na área da montagem final, tornou-se uma referência de difícil replicação, assim, novas alternativas e concepções se tornaram necessárias de serem pensadas.

Diante deste novo cenário, foram propostos alguns objetivos que assumiram papel prioritário na organização, a saber: i) redução dos estoques em processo, ii) redução do prazo de entrega, iii) redução das perdas em função de problemas associados com a qualidade.

No sentido do desenvolvimento de ações para atender aos objetivos citados, foram elaboradas as seguintes ações: i) definição de papéis e responsabilidades junto à equipe gestora, ii) proposta para um encontro estratégico de manufatura, a qual serviu como ponto de partida para os trabalhos focados no leiaute.

Neste período, o novo Gerente Industrial, com o apoio do consultor de manufatura, assumiu a responsabilidade de conduzir os encontros com o objetivo de efetivar as melhorias do leiaute, de forma alinhada com a Estratégia de Negócios da empresa.

Assim, em Janeiro de 2008, aproveitando o recesso de final de ano, foram realizados os primeiros encontros para estudar e aplicar a metodologia de elaboração do leiaute. Estes encontros envolveram as principais lideranças da empresa, inclusive das áreas de apoio, tais como: Engenharia do Produto e Processo, Planejamento e Controle da Produção, Qualidade, Manutenção, Custos, Tecnologia da Informação, Logística, além das Coordenações de todas as áreas produtivas direta.

A compreensão e a aceitação do método proposto passaram por momentos de dúvida por parte dos participantes. Porém, com os exercícios realizados, as dúvidas foram

esclarecidas e a compreensão da sequência do método e, principalmente dos conceitos, foram compreendidos e aceitos pelo grupo.

Na aplicação tática e operacional, foram observadas resistências por parte dos operadores. Porém, os coordenadores de produção estavam cientes da importância estratégica do leiaute e seu impacto nas dimensões competitivas, sustentando as modificações junto ao grupo operacional.

As modificações introduzidas através das novas concepções de leiaute tiveram as seguintes implicações práticas: a) as resistências à implantação das melhorias no leiaute no chão de fábrica foram gradualmente quebradas na medida em que o gerente industrial e os coordenadores de produção davam sustentação às ações propostas; b) as atividades relacionadas com os planos de ação referentes ao tema leiaute assumiram prioridade no direcionamento estratégico da empresa; c) os planos de ação eram conduzidos pelo Gerente Industrial, porém o controle pelas ações era difundido e de responsabilidade dos coordenadores de produção nas suas respectivas áreas. Ou seja, as alterações do leiaute foram acompanhadas de mudanças culturais em todos os níveis hierárquicos da fábrica.

Do prisma técnico, um ponto relevante a considerar visando a proporcionar sustentação ao método de leiaute proposto, foi à implantação da “folha de operação-padrão”<sup>16</sup>. Este elemento é relevante na medida em que facilitou não só a implantação das diferentes partes do microleiaute, como na incorporação dos trabalhadores na operação eficaz, e posteriormente da melhoria contínua da mesma.

A título de síntese da descrição da fase 4, parece possível dizer que o tema do leiaute passou a ocupar destaque nos encontros de Planejamento Estratégico (PE) da empresa. Uma evidência empírica deste fato é que o tema passou a ser abordado e discutido amplamente nos encontros realizados mensalmente na empresa. Outra evidência relevante é o fato de que ficou decidido no âmbito da direção da empresa que a elaboração e/ou modificação de qualquer leiaute seria baseada no método proposto de referência. A partir do primeiro ciclo de leiaute, realizado no início do ano de 2008, foi estabelecido como rotina que, no recesso de todos os anos seguintes, passaria a ser realizado um encontro com o objetivo de verificar todas as potencialidades de melhorias de leiaute. Os novos ciclos de melhoria necessitam, a partir do aprendizado histórico observado nas diferentes fases descritas acima, considerar tanto as condições de concorrência observadas no mercado, como das possibilidades de melhorias

---

<sup>16</sup> Um exemplo de folha de operação-padrão será ilustrado no capítulo 5.

passíveis de serem desenvolvidas a partir das competências internas dos indivíduos e dos grupos que atuam na fábrica.

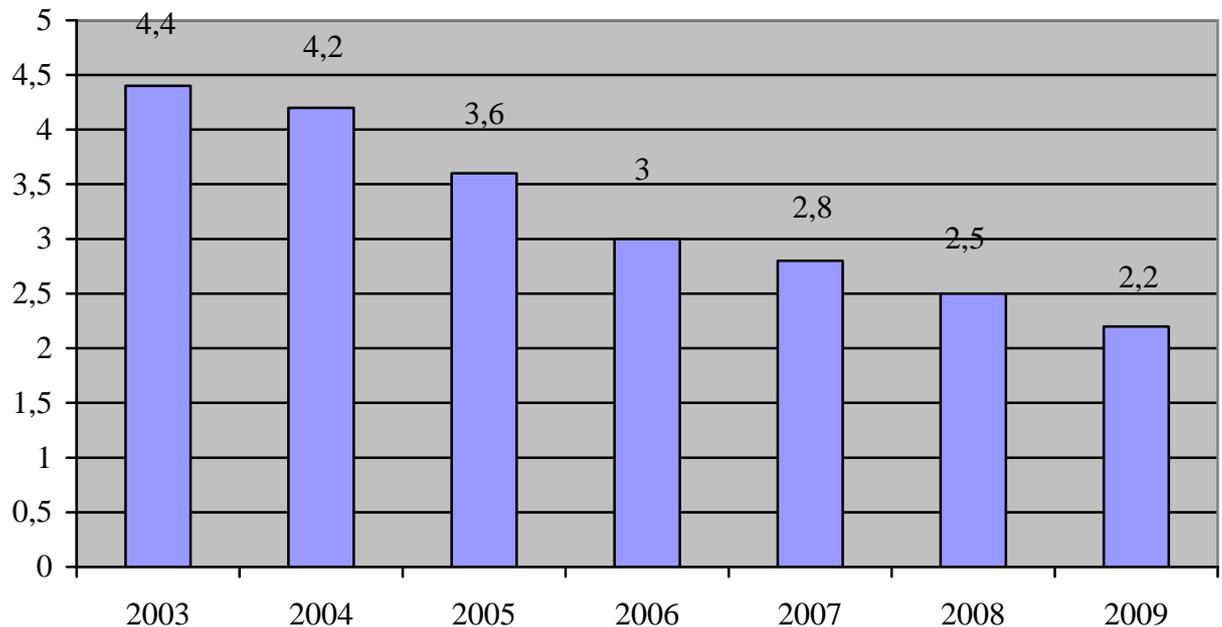
#### **4.5 DESCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS DO ESTUDO DE CASO**

As contribuições dos entrevistados segundo a categoria de análise considerada serão discutidas a seguir.

##### **4.5.1 Conceito**

Neste tópico, serão abordadas as contribuições dos entrevistados referentes aos conceitos que possam fazer parte do método para elaboração do leiaute. Os aspectos conceituais abordados pelos entrevistados estão colocados a seguir.

Um ponto relevante tratado nas entrevistas realizadas é que é necessário estabelecer uma ligação explícita entre os aspectos ligados às estratégias de negócio e estratégia funcional de produção, as dimensões competitivas e a questão do leiaute. Tal observação está muito relacionada com os aspectos teóricos sugeridos pelos autores principais que tratam do tema, tais como: Miltenburg (2001), Hayes e Wheelwright (1984), e Slack et al. (1997) . Ainda, no discurso dos entrevistados, esta visão ampliada da relação da estratégia com o leiaute, no caso de empresas com forte direcionamento para a inovação, teria como dimensões competitivas centrais velocidade (redução dos tempos de atravessamento), qualidade e inovação. Em todos os casos, os encaminhamentos das soluções de leiaute apontaram para o objetivo de redução dos estoques intermediários. Isto permite a redução dos tempos de atravessamento, com benefícios significativos para as ações de marketing da empresa. Simultaneamente, modifica a cultura dos operadores/colaboradores na medida em que eles não podem mais liberar produtos defeituosos para as próximas operações, dado que os fluxos produtivos tendem a ser interrompidos. O fato da redução dos níveis de estoques entre os processos, conforme ilustra a Figura 20, faz com que o sistema fique mais sensível aos problemas relacionados à qualidade nos produtos. Este é um dos objetivos centrais dos projetos de leiaute propostos.

**Figura 20: Nível do estoque em processo em dias**

Fonte: empresa estudada

Na proporção em que os problemas com qualidade se tornam mais rapidamente perceptíveis, o diagnóstico e a busca pela solução tendem a ser acelerados. Embora tenham sido observadas resistências dos colaboradores no início da implantação do novo leiaute, os profissionais envolvidos passaram a participar diretamente das melhorias de qualidade e produtividade do sistema produtivo. Este foco nas melhorias contínuas, segundo os entrevistados, é um fator relevante no envolvimento e no comprometimento dos colaboradores com as mudanças propostas.

A redução no tempo de atravessamento é outro fator a ser considerado, pois o tamanho do lote tem influência direta sobre o desempenho desta dimensão competitiva. Para o presente caso, os lotes são na sua maioria unitários e o fato do leiaute estar organizado para promover o fluxo unitário evidencia a busca contínua pela melhoria no tempo de atravessamento.

#### **4.5.2 Planejamento**

Este tópico visa a discutir as ações de planejamento demandadas pelo método de elaboração do Leiaute. Foram elas:

- a) Definição de metas globais e locais, onde as metas globais são relativas aos resultados obtidos na empresa no âmbito corporativo. Cita-se, como exemplo, o Indicador de aderência ao programa de entrega. Como exemplo de indicador local, é possível citar o tempo de atravessamento do vidro. Tais metas são fruto do desdobramento de macro ações elaboradas nas reuniões do planejamento estratégico e levam em consideração o contexto histórico, a necessidade do mercado e os recursos instalados na empresa;
- b) Alocação de recursos financeiros para as melhorias resultantes da elaboração do Leiaute. Esta alocação segue as normas de projeção de investimentos da empresa, sendo necessário, justificativas e cálculo do Retorno Sobre Investimento (R.S.I.). Estes investimentos devem estar relacionados nos Planos de ação (PA's) resultantes da execução do método para elaboração do Leiaute e vinculados as metas globais e locais.

#### **4.5.3 Método**

As contribuições de pessoas-chave para a proposição do método para elaboração do leiaute foram:

- a) Utilização do método como ferramenta para promover a melhoria no fluxo produtivo, através da melhoria no arranjo físico;
- b) Utilização do método como ferramenta para análise da necessidade de investimentos;
- c) Utilização do método como ferramenta de especificação dos investimentos necessários de serem efetivados;

#### **4.5.4 Capacitação Tecnológica**

A capacitação tecnológica compreende a conscientização, o conhecimento e a utilização do método para elaboração do Leiaute. A contribuição dos entrevistados no que diz respeito à categoria de análise, foram:

- a) Definição de uma sistemática de treinamento nos padrões de trabalho: Este treinamento refere-se à necessidade de possuir uma política explícita para a modificação eficaz do leiaute. A definição desta política compreende: i) estrutura

de pessoal para a realização dos treinamentos; ii) a estrutura física, iii) os conteúdos programáticos a serem abordados, iv) a avaliação do aprendizado, v) a lógica de atualização dos conteúdos frente às modificações no leiaute.

- b) Módulo específico para as seguintes áreas: P&D, Engenharia de Processos, Engenharia do Produto e Qualidade. Estas áreas possuem papel de destaque no processo, pois a concepção do produto passa por estas áreas, sendo as mesmas responsáveis pela inserção das informações referentes à sua forma construtiva, composição de materiais e operações necessárias para a manufatura.
- c) Módulo específico para a área de manufatura: no sentido de preparar e conscientizar as pessoas envolvidas no processo sobre a importância e relevância do tema para melhorar a eficiência das ações estratégicas da empresa.

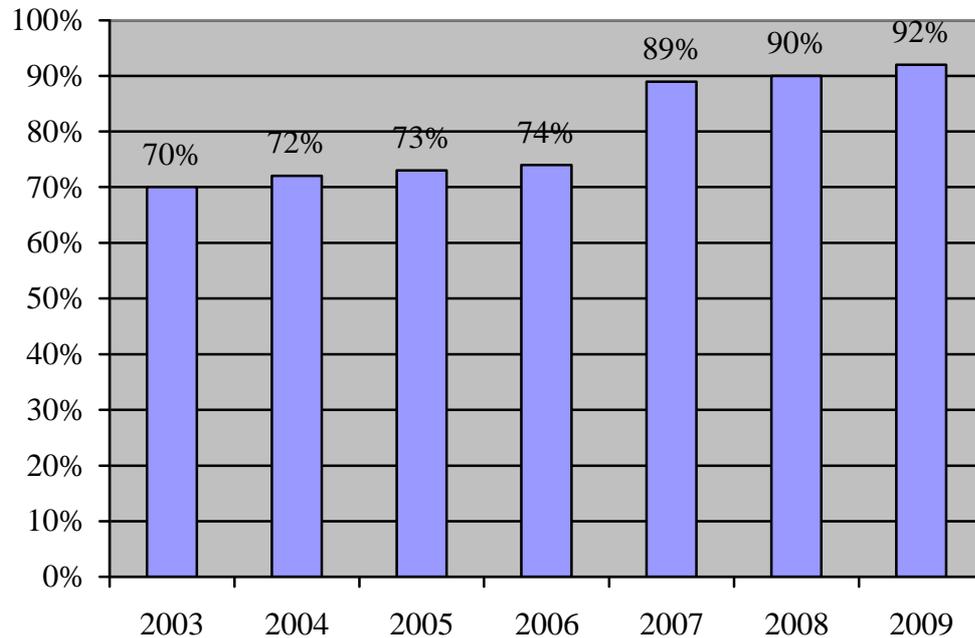
#### 4.5.5 Indicadores de Desempenho

Os indicadores associados à preposição do método auxiliam na análise e tomada de decisão. As contribuições dos entrevistados para a concepção de um conjunto de indicadores foram às seguintes:

- a) Promessa de Entrega: Este indicador relaciona a qualidade no prazo de entrega, é extraído pela seguinte fórmula de cálculo:

$$\textit{Promessa de Entrega} = \left( \frac{\textit{n}^{\textit{o}} \textit{ total de pedidos atendidos no prazo}}{\textit{n}^{\textit{o}} \textit{ total de pedidos digitados}} \right) \times 100 = \%$$

Este indicador expressa a melhoria obtida na dimensão competitiva, ‘confiabilidade na entrega’. A Figura 21 ilustra o comportamento deste indicador ao longo do tempo.

**Figura 21: Indicador da “Promessa de Entrega”**

Fonte: empresa estudada

Ainda, a evolução do indicador prazo de entrega em dias (*lead time*) em dias por família de produtos ajuda a evidenciar a melhoria obtida em relação à dimensão competitiva velocidade. A Tabela 6 mostra o desempenho deste indicador entre os anos de 2003 e 2009.

**Tabela 6: Indicador do prazo de entrega em dias por família de produto.**

Família de Produtos	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Portas de Cozinha	20	20	20	18	10	9	5
Divisórias de Ambiente	25	25	25	20	15	10	7
Puxadores	-	-	-	-	7	5	5
Móveis e complementos	20	20	20	18	15	10	7
Tampos, e Vidros Avulsos	-	-	-	-	-	15	10

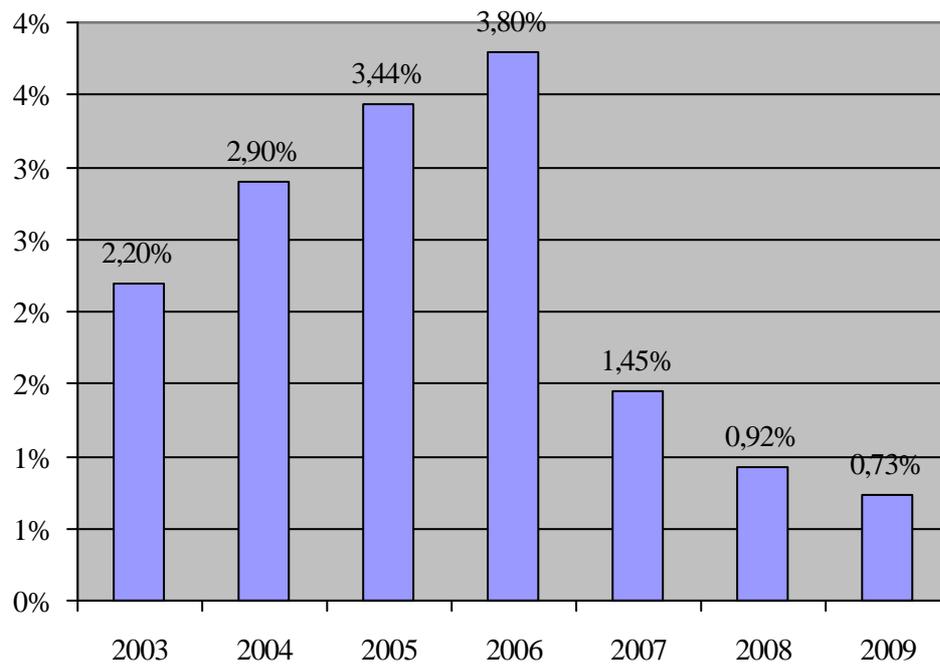
Fonte: empresa estudada

- b) Nível de Assistência Técnica: Este indicador está vinculado com a qualidade do produto percebida na ótica do cliente. É medido através da representatividade dos custos com assistência técnica sobre os valores de faturamento. É calculado da seguinte forma:

$$\text{Nível de A.T.} = \left( \frac{\text{Custos totais com A.T.}}{\text{Valor total de faturamento}} \right) \times 100 = \%$$

Este indicador é desdobrado por área. Para o caso da área de manufatura, somente são considerados os casos de defeito com sua origem no processo de manufatura.

**Figura 22: Indicador do ‘Nível de Assistência Técnica’**



Fonte: empresa estudada

As Figuras 21 e 22, ilustram que os indicadores apresentaram melhorias após a adoção do método para a melhoria no leiaute. Pode-se concluir que a implantação do método proposto contribuiu significativamente para a melhoria de ambos os indicadores, que estão relacionados com a satisfação percebida pelo cliente.

#### 4.5.6 Aspectos Tecnológicos

Os aspectos ligados à tecnologia, explicitados nas entrevistas foram os seguintes:

- a) Política de aquisição de equipamentos ou dispositivos: foi discutida a formalização de compra de equipamentos que considere as melhorias no leiaute. Esta política abrange uma ampla discussão interna envolvendo as diversas áreas, tais como:

Manutenção, Engenharia de Processos e Qualidade, acerca dos investimentos propostos, sempre norteados pelos resultados obtidos da aplicação do método.

- b) Política de investimentos em sistemas de informação: considera como norteador as demandas resultantes da aplicação do método no sentido de melhorar a acessibilidade as informações referentes ao processo de manufatura.

#### **4.6 O LEAD TIME COMO DIMENSÃO COMPETITIVA CENTRAL NO PROCESSO DE DECISÃO NA COMPRA DO MÓVEL DE ALTO PADRÃO.**

A fabricação de móveis de alto padrão e sob encomenda em empresas caracterizadas pelo foco em inovação de produtos ocorre em função das seguintes demandas:

- a) Venda para exposições em *showrooms*, feiras e eventos;
- b) Venda para lojas especializadas, fábrica de móveis e marcenarias de alto padrão;

Na fabricação dos móveis para atender essas demandas citadas no parágrafo anterior, pode-se afirmar que, além dos requisitos de *design*, inovação, qualidade intrínseca ao produto, o tempo de entrega do produto (*Lead time*) é um fator decisivo central neste contexto. Tal afirmação está relacionada com as seguintes razões:

- a) Venda para exposições em *showrooms*, feiras e eventos.

Na sequência, serão explicitadas as etapas que ocorrem no sentido do macro para o microambiente que apresentam o tempo como fator decisivo e determinante para atender a demanda comercial, são elas:

1º) Escolha do local geográfico onde será estabelecido o showroom (país, estado, cidade, região, bairro e rua) e, para feiras e eventos, a escolha do evento mais interessante para participar ;

2º) Escolha do imóvel (construção de um novo imóvel, casa, sala comercial ou outras opções) ou local dentro de um ambiente de feira;

3º) Definição do leiaute no sentido da definição da forma construtiva (quais ambientes deverá ter o *Showroom* e como eles deverão ser distribuídos no espaço);

- 4º) Definição de quais produtos deverão decorar os espaços;

Geralmente, para o início das atividades comerciais, é marcado eventos de inauguração com datas agendadas e com convidados estratégicos. Pode-se observar que, na sequência, a decisão referente aos produtos é a última. Em uma lado existe a data para inauguração e na outra a necessidade de decorar este ambiente com produtos adequados à

proposta comercial. Considerando esse contexto, o fator tempo de entrega assume papel fundamental e decisório no processo de aquisição.

b) Venda para lojas especializadas, fábrica de móveis e marcenarias de alto padrão.

A venda para lojas especializadas, fábrica de móveis e marcenarias de alto padrão faz parte de um contexto onde o cliente final é uma pessoa física que aguarda o móvel motivado por diversos fatores, tais como: i) mudança para nova residência; ii) mudança na residência já habitada; iii) evento relacionado a alguma comemoração (aniversários, festas de final de ano entre outros).

Pode-se citar outra consideração relevante no processo de venda de móveis de alto padrão. A tendência de novos *designs* e a inovação está relacionada intimamente com a ‘moda’ do mobiliário. Desta forma, a comercialização de produtos para amostra em *Showrooms* e eventos funciona com um ‘laboratório de testes’ no sentido de pesquisar a aceitação dos produtos junto ao mercado consumidor. Conforme for o resultado deste ‘laboratório de testes’, alguns produtos são colocados em espera e outros devem ser produzidos rapidamente. Isto porque a ‘moda’ está relacionada com o tempo no sentido cronológico, à necessidade de disponibilizar estes produtos nos pontos de venda, assim como, em clientes finais, torna-se ponto decisivo em relação ao posicionamento estratégico da empresa.

Como se pode observar para as situações e considerações citadas, o tempo é fator determinante e, em alguns casos, é considerado em contratos de compra e venda como requisito a ser cumprido, acarretando em multa para os casos de quebra do item prazo de entrega.

Como é possível observar, o fator ‘tempo de entrega do produto’ é crítico e pode ser considerado decisivo no sucesso do modelo de negócio proposto.

#### **4.7 ANÁLISE CRÍTICA DOS MODELOS DE LEIAUTE EM FUNÇÃO DO VOLUME, VARIEDADE E PROCESSO DE MANUFATURA, POSTULADOS NA BIBLIOGRAFIA**

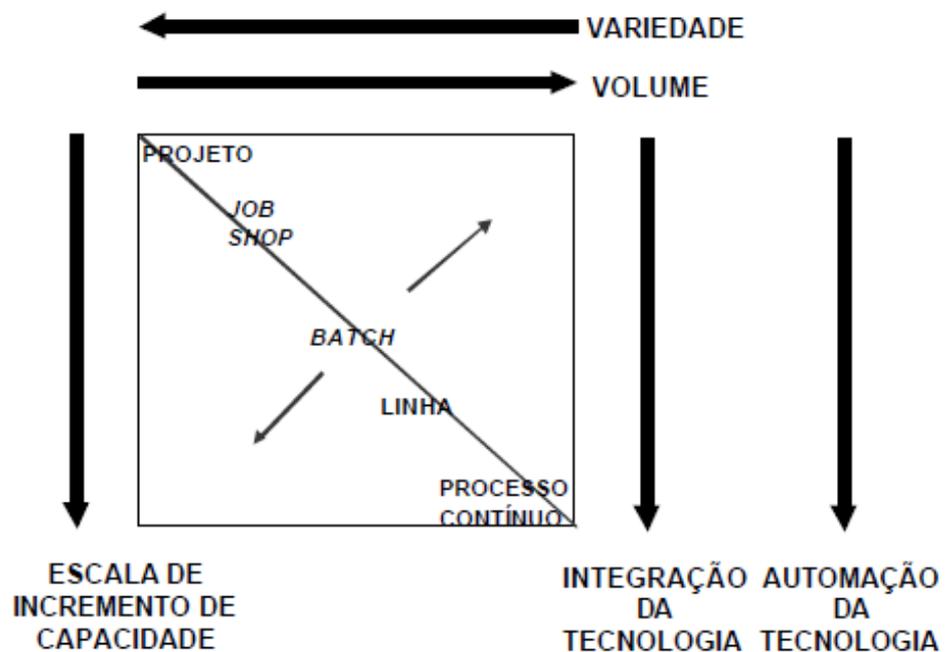
As Figuras 23, 24 e 25 explicitam a evolução histórica para a concepção ‘sistema de processo produtivo ou leiaute em relação às variáveis de volume e variedade’. O presente estudo de caso ajudou no sentido de um questionamento em relação ao que a bibliografia postula sobre o tema. Esta análise será exposta na sequência deste item.

**Figura 23: Matriz Produto-Processo**

Estrutura de Produto – Estágio do Ciclo de Vida do Produto				
Estrutura do Processo	I	II	III	IV
Estágio do Ciclo de Vida do Processo	Baixo Volume e Baixa Padronização	Muitos Produtos e Baixo Volume	Altos Volumes e poucos Produtos Principais	Alto Volume, Padronização e <i>Commodity</i>
I <i>Job Shop</i>	Restaurante Francês Clássico Restaurante Tradicional			
II <i>Lote</i>		Café		
III <i>Linha de Montagem</i>			Churrascaria McDonald's	
IV <i>Fluxo Contínuo</i>				

Fonte: Hayes e Wheelwright 1984, p.220

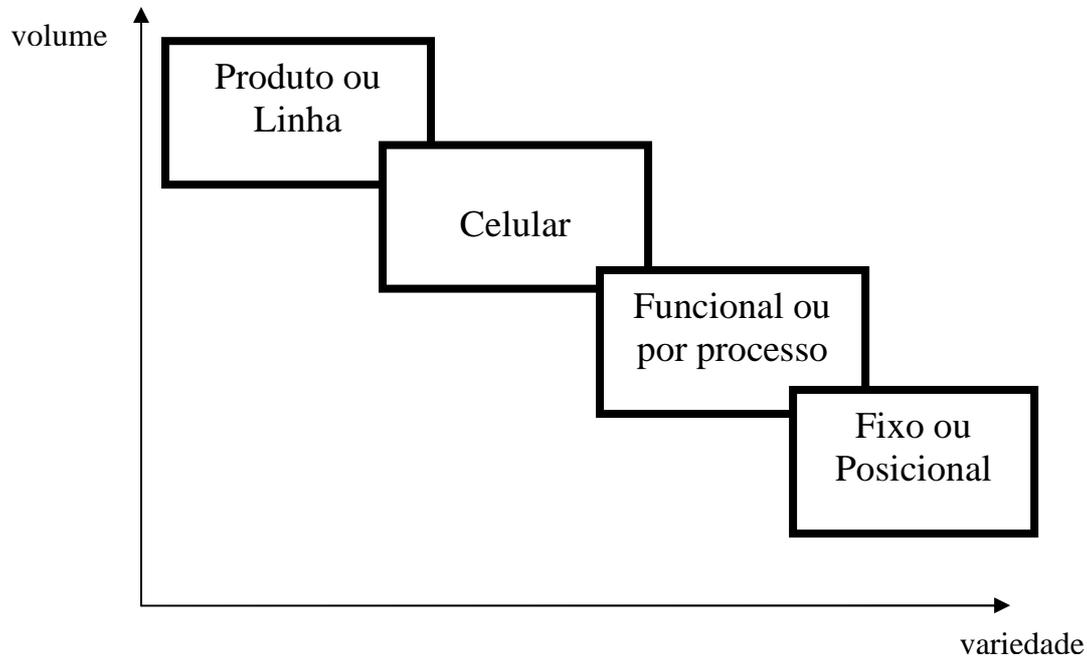
Figura 24: Matriz Produto-Processo



Fonte: Slack (1993)

## MODELO PROPOSTO POR SILVEIRA 1998

Figura 25: Tipos de *layout*: volume x variedade



Fonte: Adaptado de G. Silveira 1998

O modelo inicialmente proposto por Hayes & Wheelwright, em 1979, publicado em 1984, relacionando a exemplos práticos, figura 23, foi modificada por Slack em 1993. Isto está ilustrado na Figura 24. Porém, em 1998, G. Silveira adicionou o leiaute em célula como parte integrante desta matriz, conforme ilustra a Figura 25. A mesma indica que, à medida que o tamanho dos lotes diminui e a variedade de produtos aumenta, os leiautes mais indicados são o Funcional (ou por Processo) e, na situação mais extrema, o Fixo ou Posicional. Na situação oposta onde os volumes são maiores e são menores as variedades, os leiautes indicados por G. Silveira (1998) são o Celular e, considerando também uma situação mais extrema, o leiaute por Produto ou em Linha.

O estudo empírico realizado permite um questionamento do modelo em função das reflexões que se seguem. A empresa do presente estudo de caso teve seu crescimento baseado na constante inovação em produtos, qualidade intrínseca ao produto, associado a elevado nível de customização/personalização dos produtos. Essa condição estratégica gerou os seguintes desdobramentos em termos de estratégia de produção: i) elevado número de *setups*, devido a inúmeras possibilidades para a configuração dos produtos em termos de modelos, dimensões e cores; ii) necessidade de um número elevado de informações associadas à

manufatura dos produtos devido ao número de configurações disponíveis; iii) controles rigorosos para a garantia das especificações de qualidade do produto;

Os desdobramentos citados no parágrafo anterior remetem à necessidade de satisfazer alguns requisitos de manufatura, a saber: i) flexibilidade nos *setups*; ii) velocidade no fluxo e compreensão rápida e eficaz das informações; iii) treinamento apropriado para o desenvolvimento das operações;

Nesse contexto, Silveira (1998) indicaria a necessidade de aplicação dos leiautes funcional (por processo). Porém, este modelo de leiaute apresenta as seguintes restrições: i) é um tipo de leiaute que remete ao posicionamento de equipamentos agrupados por função. Assim, este tipo de leiaute tende a privilegiar a fabricação de lotes. Isto tende a dificultar a movimentação entre operações, já que é caracterizado por ter setores que realizam determinadas operações sendo que, para a sequência dos produtos no fluxo produtivo, os materiais geralmente são transportados em lotes de um setor para outro; ii) as informações são direcionadas para cada operação, dificultando o diálogo/comunicação entre os colaboradores de diferentes setores; iii) estimula a formação do operador especialista na função/operação, já que o leiaute é organizado por funções/operações. Desta forma, poucas pessoas adquirem o conhecimento do produto na sua totalidade o que tende a dificultar a visão crítica e sistêmica do produto final.

A atualização tecnológica dos processos remete a outro questionamento em relação à aplicação do gráfico inicialmente proposto por Hayes & Wheelwright, em função das seguintes razões: i) na década de 70 e até meado dos anos 90, a concepção dos projetos era realizada através de desenhos desenvolvidos manualmente; ii) o cálculo estrutural era realizado por engenheiros especializados nesta função onde eram demandadas horas ou até dias para a conclusão de uma série de cálculos para um determinado produto; iii) o desenvolvimento dos programas para as máquinas com Comandos Numéricos Computadorizados (CNC) era realizado por ‘especialistas’, após a liberação do projeto por parte da Engenharia do Produto, iv) os projetos de ferramentas, dispositivos ou gabaritos eram desenvolvidos por ‘especialistas’ após a aprovação do projeto com um todo.

A atualização tecnológica dos processos de desenvolvimento de produto mudou drasticamente esta realidade, em função das seguintes razões: i) o desenvolvimento de projetos é realizado utilizando softwares CAD (*Computer Aided Design*), que possibilitam alta velocidade no desenvolvimento de projetos; ii) o desenvolvimento de programas em equipamentos com Comandos Numéricos Computadorizados (CNC) são realizados através de sistemas CAM (*Computer Aided Manufacturing*), que opera integrado com o sistema CAD,

permitindo a criação de programas complexos, utilizando os recursos da melhor forma possível em poucos segundos; iii) cálculos estruturais complexos são possíveis de ser realizados com extrema precisão em minutos; iv) ferramentas, dispositivos e gabaritos são criados simultaneamente junto ao desenvolvimento do produto.

Tal evolução permitiu uma aceleração nos processos de desenvolvimento dos produtos, assim como, no fluxo das informações. O direcionamento proposto por Hayes e Wheelwright (1979) tornou-se questionável no momento em que a engenharia de desenvolvimento e manufatura dos produtos ocorre de forma sequencial e, em algumas etapas, simultânea, porém de forma muito rápida e não de forma funcional.

No caso empírico tratado nesta dissertação, a aplicação do leiaute celular, embora não recomendado conceitualmente, Figura 25, para a situação em voga, mostrou-se eficaz, considerando a fundamentação descrita nos parágrafos anteriores. As características obtidas quando da aplicação do mesmo ao caso, caracterizado por alta variedade e pequenos lotes, foram: i) privilegiar a velocidade no fluxo de informações, já que se tornou possível estabelecer uma relação do tipo 'cliente/fornecedor interno'; ii) redução dos estoques em processo, facilitando a visualização de eventuais problemas na função processo e/ou função operação; iii) estimular a prática da multifuncionalidade e a compreensão do processo de produção como 'um todo', já que a célula é responsável pela etapa de produção do início ao fim em um espaço limitado. Desta forma, os colaboradores se sentem estimulados a trabalhar em equipe participando ativamente na construção intelectual do grupo; iv) trabalhar com lotes pequenos colaborando com o controle individual dos produtos. Caso ocorra alguma não conformidade, a comunicação com a operação que gerou a não conformidade ocorre de forma rápida; v) a combinação das características citadas anteriormente colabora na redução do *Lead Time*.

## 5 PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA A ELABORAÇÃO DO LEIAUTE EM EMPRESAS DIRECIONADAS PARA A INOVAÇÃO EM PRODUTOS

Neste capítulo apresentar-se-á uma proposição de método para a elaboração do leiaute em empresas direcionadas para a inovação de produtos que é baseado: i) no referencial teórico (capítulo 2); ii) na descrição de um estudo de caso em uma empresa do ramo moveleiro que produz artigos de alto-padrão de qualidade (capítulo 4); iii) na experiência do autor. Para facilitar a compreensão do método geral proposto são apresentados, a título de ilustração, exemplos do caso específico da empresa de móveis utilizadas como base empírica para a realização do presente trabalho.

Os conceitos que serão utilizados no método proposto serão explicados passo a passo. A Tabela 7 apresenta uma síntese das etapas gerais do método, que serão explicadas na sequência do capítulo.

**Tabela 7: Etapas para elaboração do método para elaboração do Leiaute**

Etapas	Descrição das Etapas	Autores	Princípios utilizados	Influências para a elaboração da etapa	Ferramentas utilizadas
P 1	Análise dos mix de venda, dados históricos e análise da tendência de venda.	PRÓPRIO AUTOR DESTE TRABALHO	Análise dos dados históricos e da curva de tendência para os principais produtos, com o objetivo auxiliar na segregação das famílias de produto e no dimensionamento do leiaute	A Fase 2 do caso analisado influenciou para a elaboração desta etapa pois, para a concepção do modelo piloto de célula, foi necessário analisar estatisticamente as informações comerciais da linha de produto “Portas de Cozinha”.	Relatórios do sistema B.I. (Empresa estudada) e planilha de Excel

Etapas	Descrição das Etapas	Autores	Princípios utilizados	Influências para a elaboração da etapa	Ferramentas utilizadas
2	Descrição dos pressupostos	PRÓPRIO AUTOR DESTE TRABALHO	Os pressupostos no contexto em questão estão relacionados a: i) as demandas futuras projetadas e possibilidade de novas estratégias de negócios, ii) todos os obstáculos (prédios, máquinas monumentos, instalações de gás, etc.), que inviabilizam a obtenção de um processo de manufatura com a ausência total de perdas no espaço de tempo planejado; iii) os recursos financeiros para elaborar a mudanças propostas; iv) o tempo disponível para a execução das mudanças; v) o tempo necessário para o processo de aquisição dos equipamentos e/ou sistemas; vi) outros elementos considerados relevantes para o caso específico em cena (ex.: falta de disponibilidade de profissionais capacitados).	A criação desta etapa teve influência na descrição das entrevistas à luz da categoria de análise, no tópico de planejamento, o qual permitiu uma reflexão em termos de recursos necessários e obstáculos encontrados para a aplicação das melhorias no tema leiaute.	Trabalho com grupo focado
3	Segregação dos produtos por família	MITROFANOV (1966)	A Tecnologia de Grupo (TG) é uma ferramenta da manufatura as quais, máquinas, planos de processo, produtos, montagens, ferramentas, são identificados e agrupados para se aproveitar as vantagens de suas similaridades nas diversas atividades da empresa (projeto, manufatura, compras, planejamento e controle da produção etc.).	A criação desta etapa foi influenciada pela Fase 4 'Criação de uma metodologia ampla para a elaboração de leiaute (2008)', pois a aplicação da TG método criado por MITROFANOV (1966), para a segregação das famílias de produto, possibilitou melhorar a visualização da manufatura em termos de produtos e suas respectivas características.	Análise de produtos x famílias (similaridades no processo produtivo)
4	Mapeamento do fluxo de processos atual	SHINGO (1996 a)	O Mecanismo da Função Produção constitui uma rede de processos e operações, fenômenos que se posicionam ao longo de eixos que se interseccionam. O mapeamento do fluxo de processos atual constitui no desenho atual dos movimentos que estão acontecendo no Mecanismo da Função Processo.	A criação desta etapa teve influência na descrição das entrevistas à luz da categoria de análise, no tópico do Método, pois o mapeamento do fluxo de processos proposto por Shingo (1996) corroborou como ferramenta para diferenciar as atividades que agregam valor das que não agregam.	Mecanismo da Função Produção (MFP)
5	Elaboração e análise do gráfico de espaguete	DARIO IKUO MIYAKE (2005)	Ajuda a evidenciar a desorganização dos fluxos apontando o quadro geral do fluxo da família de peças	A necessidade de uma visão geral do fluxo dos materiais, foi evidenciada através do desenvolvimento da Fase 4, pois a elaboração e análise do gráfico de espaguete possibilitou uma visualização geral física do fluxo dos materiais.	Trabalho com grupo focado e utilização do <i>software</i> AutoCad

P

Etapas	Descrição das Etapas	Autores	Princípios utilizados	Influências para a elaboração da etapa	Ferramentas utilizadas
6	Elaboração do fluxo de operações (função processo) ideal com a eliminação total das perdas. (fábrica de bolinhas)	SHINGO (1996 a)	O desenho do processo de manufatura com a ausência total de perdas constitui no desenho somente das etapas que agregam valor ao produto, ou seja, "operações". Metaforicamente pode ser intitulado de 'fábrica de bolinhas' na medida em que é concebida apenas com as atividades que agregam valor ao produto que, na notação de Shingeo Shingo, são representados por círculos grande em forma de bolas.	A criação desta etapa teve influência na descrição das entrevistas à luz da categoria de análise, no tópico do método, pois o mapeamento do fluxo de processos proposto por Shingo (1996) corroborou para o desenvolvimento desta etapa que tem como objetivo o desenho do fluxo de processos ideal, apenas operações (fábrica de bolinhas).	Mecanismo da Função Produção
7	Análise da Capacidade de Demanda, (Takt-Time X Tempo de Ciclo das Operações)	OHNO (1996), ALVAREZ e ANTUNES (2001) e e.GOLDRAT T (1994), ANTUNES et alli (2008)	O termo <i>Takt Time</i> foi cunhado por Taiichi Ohno, para diferenciá-lo da definição clássica de tempo de ciclo da máquina, que é independente da demanda existente na Fábrica. O <i>Takt Time</i> é o tempo médio de saídas entre duas unidades de uma dada linha. Ele é calculado através da divisão entre o tempo de operação diário e a demanda diária de produtos/componentes do cliente. Os outros princípios utilizados são os da TOC ( <i>Theory of Constraints</i> ), foi criado por GOLDRATT que postula o seguinte: (Goldratt, 1984, p. 158): "um gargalo...é aquele recurso cuja capacidade é igual ou menor do que a demanda colocada nele. E o não gargalo é aquele recurso cuja capacidade é maior do que a demanda colocada nele."	A influência para a criação desta etapa ocorreu na descrição das entrevistas à luz da categoria de análise no tópico de 'Indicadores de Desempenho'. Para atingir a meta no indicador de Promessa de Entrega é necessário ter capacidade nas demais operações. Portanto, a análise da necessidade do mercado ( <i>Takt Time</i> ) e da capacidade interna instalada (tempo de ciclo nas operações) torna-se etapa interessante como ferramenta de análise para atender o indicador global de 'Promessa de Entrega'.	T.O.C. ( <i>Theory of Constraints</i> – Gargalos e Takt-Time/Sistema de Produção)
8	Elaboração do fluxo de processos viável	SHINGO (1996 a)	A elaboração do fluxo de processo viável está associada ao desenho do Mecanismo da Função Processo mais próximo do ideal, porém, considerando os pressupostos (que, na verdade, se constituem em restrições políticas, econômicas, técnicas e sociais) para chegar no fluxo ideal relacionado na etapa anterior.	A criação desta etapa teve influência na descrição das entrevistas à luz da categoria de análise, no tópico do método, pois o mapeamento do fluxo de processos proposto por Shingo (1996) corroborou para o desenvolvimento desta etapa, que tem como objetivo a aproximação ao fluxo de processos ideal (somente operações) considerando todos os pressupostos.	Mecanismo da Função Produção

Etapas	Descrição das Etapas	Autores	Princípios utilizados	Influências para a elaboração da etapa	Ferramentas utilizadas	
P	9	Elaboração do leiaute gráfico (Arranjo Físico)	MENIPAZ (1984)	Dentre as disciplinas associadas ao projeto de um sistema de produção, destaca-se o projeto de arranjo físico ( <i>plant lay-out design</i> ), definido como o conjunto de atividades envolvidas na localização de departamentos de fabricação, linhas de produção, centros de trabalho, máquinas e funções auxiliares (ferramentaria, manutenção etc.) e na definição de rotas e meios de movimentação apropriados.	A criação desta etapa teve influência na descrição das entrevistas à luz da categoria de análise, no tópico de planejamento, pois para a implantação/melhoria de um leiaute, parte-se de um plano de ação e de uma instrução gráfica das modificações sugeridas.	AutoCAD
	10	Desenvolvimento das Operações Padrão para o novo leiaute e análise de multifuncionalidade dos operadores necessários para o novo leiaute	OHNO (1997) e ANTUNES (2008)	Operação padrão é “a folha de trabalho padrão combina efetivamente materiais, trabalhadores e máquinas para produzir eficientemente”. Em outras palavras, a Operação-Padrão objetiva balancear a carga de trabalho na manufatura, estabelecer uma sequência de trabalho padrão e controlar o inventário visando a manter a menor quantidade do mesmo para executar uma determinada sequência de trabalho (Antunes 1998 p. 229). O número apropriado de operadores não deve ser determinado através de uma estimativa ou de negociação entre diferentes membros do time. A ideia é iniciar o processo de determinação da necessidade de operadores através das equações baseadas no <i>Takt time</i> .	A criação desta etapa teve influência na descrição das entrevistas, no tópico de planejamento, onde é definida sistemática alocação de colaboradores necessários para a operação do novo leiaute.	Operação Padrão e Multifuncionalidade
	11	Proposta de um sistema de indicadores	GOLDRATT e COX (1997) GOLDRATT (1992)	Segundo Goldratt (1992), a meta de uma empresa de fins lucrativos é “ganhar dinheiro” hoje e no futuro.	A influência para a criação desta etapa ocorreu na descrição das entrevistas à luz da categoria de análise no tópico de ‘Indicadores de Desempenho’. Sugere-se a mensuração dos resultados obtidos através de indicadores norteados pela TOC.	T.O.C. (Theory of Constraints)
D	12	Treinamento dos Operadores	MACIAN (1987)	Treinamento é, uma forma de educação. Sua característica essencial consiste em educar para o trabalho (Macian, 1987, p.9).	A criação desta etapa teve influência na descrição das entrevistas, no tópico de capacitação tecnológica, onde é definida sistemática de treinamento para os colaboradores	Treinamento

	Etapas	Descrição das Etapas	Autores	Princípios utilizados	Influências para a elaboração da etapa	Ferramentas utilizadas
D	13	Implantação do leiaute	DEMING (1990)	Segundo Deming (1990), a implantação segue as seguintes regras:  Executar as tarefas exatamente como foi previsto na etapa de planejamento;  Coletar dados que serão utilizados na próxima etapa de verificação do processo;  Nesta etapa, são essenciais a educação e o treinamento no trabalho	Através da Fase 2 – Implantação de um modelo piloto de célula de manufatura na Montagem Final, foi possível colocar em prática o desenvolvimento de ações planejadas para a execução do leiaute proposto. Esta fase influenciou a inserção desta etapa na proposição do método	5W2H
	14	Aplicação do PDCA	DEMING (1990).	O PDCA ( <i>Plan, Do, Act, Check</i> ) refere-se ao ciclo de melhoria contínua que significa “Planejar-Fazer-Verificar-Agir”. O PDCA é a descrição da forma como as mudanças devem ser efetuadas numa empresa. Essa abordagem não inclui apenas os passos do planejamento e implantação da mudança, mas também, a verificação se as alterações produziram a melhoria desejada ou adicional com base no passo de verificação.	A Fase 2 da descrição do caso foi onde ocorreu o exercício do ciclo PDCA, portanto, foi onde foi possível visualizar a importância da ferramenta nos trabalhos futuros.	PDCA

Fonte: Autor do trabalho

a) **Primeira Etapa: Análise dos *mix* de venda, dados históricos e tendência de produtos lançados.**

A análise do histórico é importante no sentido do entendimento e compreensão do comportamento do mercado, ou seja, é o exercício da previsão futura no sentido da ocupação eficaz dos recursos da manufatura. No momento que se constata uma tendência de aumento na venda de determinado produto ou mudança no comportamento do *mix* vendido no mercado, pode-se programar o aumento na ocupação de determinados recursos da manufatura (ex: aumento de demanda) e/ou mudanças nos processos de fabricação do parque fabril (ex: entrada de novos produtos). Para Wacker e Cromatic (1979), uma previsão de vendas é um fator de equilíbrio entre oportunidades mercadológicas e a utilização de recursos, que proporcionam lucratividade no negócio e maior participação no mercado.

O método proposto no presente trabalho considera, para a elaboração do leiaute, o comportamento em termos de mercado para os principais produtos e exige a elaboração de dois ou mais níveis de análise. Por exemplo, em um primeiro nível talvez seja necessário analisar um comportamento mais agregado com foco no comportamento da demanda por família de produtos. Na sequência, em um segundo nível, talvez seja necessário compreender a característica específica de certos componentes que são comuns a várias famílias de

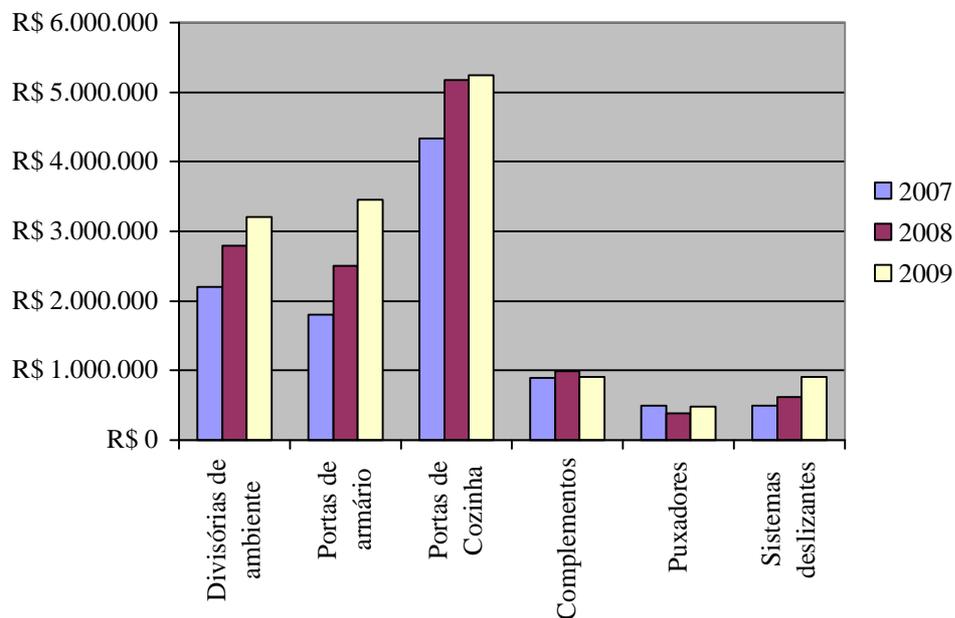
produtos (por exemplo: a análise do tipo de vidro a ser aplicado em um determinado móvel - os móveis podem ter como característica os vidros serem caxilhados no perfil de alumínio (borda do vidro não aparente) ou serem parte central da decoração encobrendo o perfil de alumínio (borda do vidro aparente ou exposta). O importante perceber aqui, do prisma genérico do método proposto, é que se tratam de processos de fabricação diferenciados no âmbito da fábrica o que levará, provavelmente, à necessidade de avaliação de diferentes tipos de leiautes para as distintas situações. Tal tipo de análise é similar à proposta na estrutura de produto utilizada pelo sistema MRP *Material Requirement Planning* considerando, apenas, os componentes mais relevantes do prisma da alteração dos processos de fabricação. A título de ilustração deste passo genérico, para o caso da empresa de móveis considerada, um exemplo está exposto nas Figuras 26, 27, e 28.

Ao realizar o desdobramento da participação por tipo de produto, foram consideradas as alocações dos recursos na manufatura em relação às características construtivas dos produtos. No mercado de móveis de alto padrão, a característica que diferencia o produto é a predominância do vidro como elemento decorativo central. Para atender esta demanda, o vidro deve ser processado em equipamentos diferenciados, tais como: centro de usinagem e lapidadoras para vidros, que caracterizem precisão dimensional associado ao polimento das arestas/bordas. Seguindo os critérios identificados no mercado, os gráficos das Figuras 26, 27, 28 e a Tabela 8 ilustram o comportamento dos principais produtos em relação a esta característica construtiva.

As informações apresentadas explicitam a tendência de aumento nos produtos com a característica construtiva tendo o vidro como elemento decorativo central. Tal elemento, associado ao comportamento do mercado, implica relevantes considerações para a concepção dos diferentes tipos de leiaute a serem propostos. Ou seja, o ponto conceitual aqui discutido é que deve ser considerados não só a problemática da demanda da família de produtos mas, também, os aspectos tecnológicos relevantes nos componentes necessários para a fabricação dos mesmos. Isto porque pode tornar-se necessário, não só a aquisição de novos equipamentos, como a discussão e análise de modificações do leiaute tendo em vista aumentar a eficácia de utilização das novas tecnologias adquiridas.

### Participação por tipo de Produto

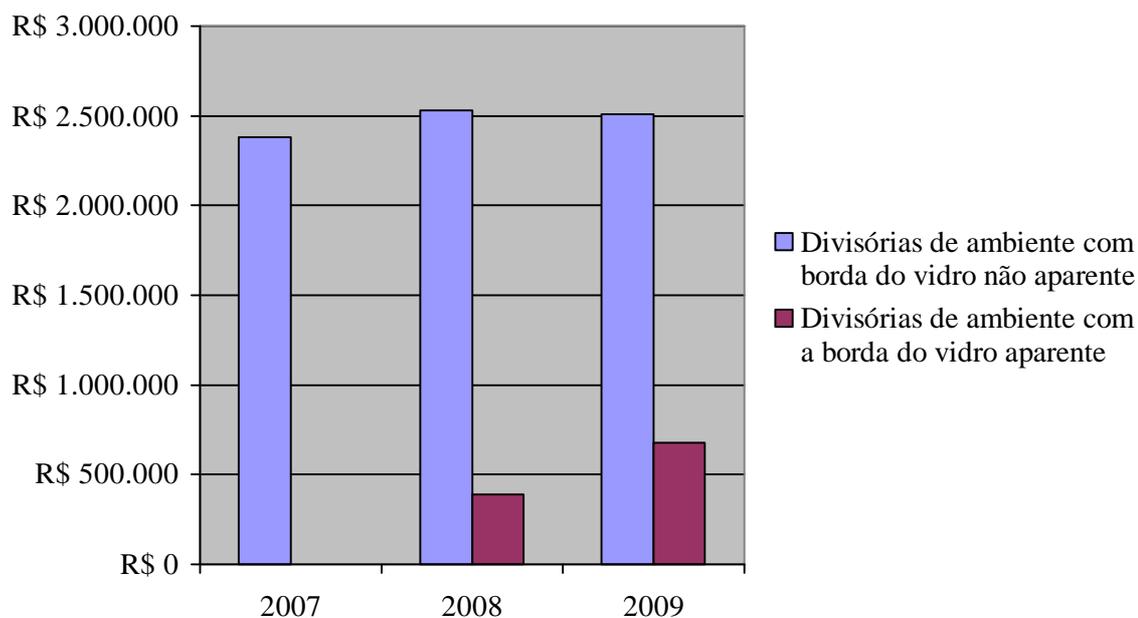
Figura 26: Comparativo da venda acumulada nos anos de 2007 a 2009



Fonte: empresa estudada

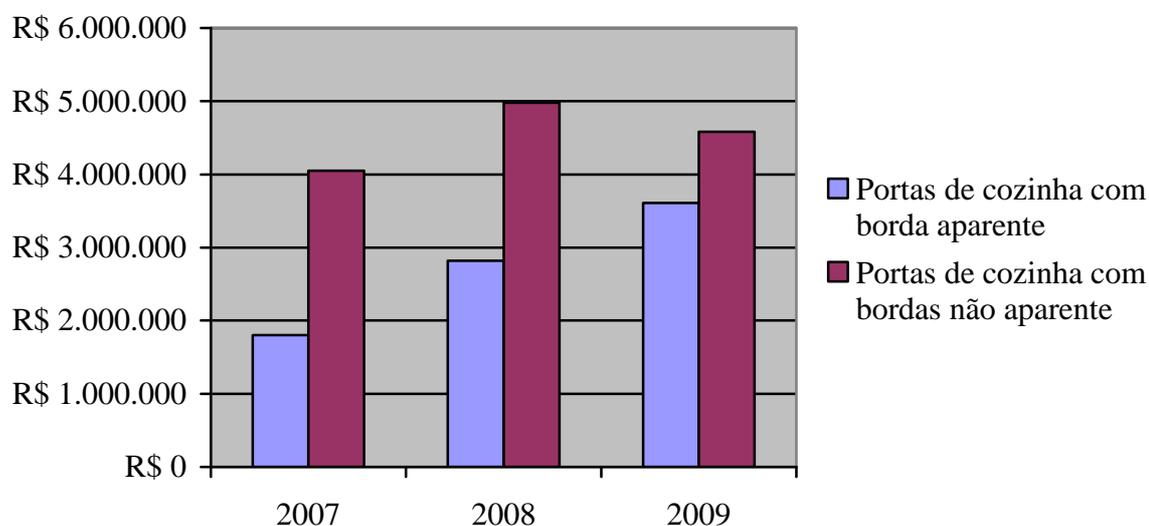
### Análise da família Divisórias.

Figura 27: Comparativo da venda acumulada entre os anos de 2007 a 2009, para a família dos produtos portas divisórias



Fone empresa estudada

**Figura 28: Comparativo da venda acumulada, entre os anos de 2007 a 2009, para a família de produtos portas de cozinha**



Fonte: empresa estudada

**Tabela 8: Comparativo da venda acumulada, entre os anos de 2007 a 2009, para todas as famílias de produtos**

	2007 x 2008	2008 x 2009
Divisórias de ambiente com a borda do vidro não aparente	10%	-1%
Divisórias de ambiente com a borda do vidro aparente	não avaliado	252%
Portas de armários com borda não aparente	47%	36%
Portas de cozinha/armários borda não aparente	18%	-8%
Portas de cozinha/armários com borda aparente	89%	145%
Complementos (prateleiras, calceiros, home system)	7%	-11%
Puxadores	-48%	84%
Sistemas deslizantes	8%	38%

Fonte: empresa estudada

#### b) Segunda Etapa: Descrição dos Pressupostos

Os pressupostos referem-se a diferentes situações objetivas da empresa, em um dado momento de tempo, que são essenciais de serem explicitados para que as soluções propostas possam tornar-se exequíveis no mundo prático.

O primeiro conjunto de pressupostos refere-se a restrições objetivas relativas às condições de funcionamento da fábrica. Entre estes pressupostos é possível citar, a título de exemplo:

- Leiaute físico do prédio que impede implantar as soluções ideais propostas;
- Existência de máquinas-monumentos que são difíceis de serem movimentadas (Harmon e Petersen, 1991);
- Condições ligadas a utilidades (instalações de gás, água, ar comprimido, eletricidade, etc.);
- Aspectos ligados aos fluxos logísticos de entrada e saída;

O segundo conjunto de pressupostos está associado aos recursos disponíveis na empresa. A título de exemplo, é possível citar:

- os recursos financeiros disponíveis para elaborar as mudanças propostas;
- os recursos gerenciais, em termos de tempo e conhecimento, para elaborar as propostas necessárias;
- a disponibilidade de trabalhadores qualificados se houver ampliação da fábrica (por exemplo: a disponibilidade de soldadores qualificados, técnicos de manufatura de móveis, etc.);

Um terceiro conjunto de pressupostos está relacionado com a demanda de mercado.

Alguns exemplos estão relacionados a seguir:

- as demandas futuras projetadas em termos de volumes;
- demandas projetadas em termos do *mix* de produtos;
- em função das demandas de mercado existentes no período de alteração e a relação disto com o tempo disponível para a execução das mudanças;

Um quarto conjunto de pressupostos está relacionado com as condições de fornecimento de equipamentos, matérias-primas, insumos etc. Alguns exemplos estão explicitados a seguir:

- tempo necessário para o processo de aquisição dos equipamentos e/ou sistemas;
- disponibilidade (ou não) de determinadas fontes de materiais e componentes alternativos;
- disponibilidade de equipamentos adequados para sustentar as soluções de leiaute propostas.

Finalmente, é relevante destacar que, para o desempenho eficaz do método proposto, a etapa de explicitação dos pressupostos deve considerar todas as variáveis citadas acima, para

que a solução projetada possa romper os antigos paradigmas (caminhar no sentido da fábrica ideal) tendo como base sólida a realidade sistêmica da empresa representada a partir dos pressupostos considerados. Ainda, estes pressupostos devem considerar: i) o Planejamento Estratégico (PE) da empresa. ii) a opinião de representantes de todas as áreas da empresa (marketing/vendas, finanças, produção, R.H. etc.).

**c) Terceira Etapa: Segregação dos produtos por família**

Nesta etapa, a ideia é compreender a empresa, através da concepção da mesma a partir da família de produtos. Para isso, a proposição do método é utilizar a técnica da Tecnologia de Grupo (TG). A título de ilustração, descreve-se a seguir a aplicação desta etapa no estudo de caso utilizado para a elaboração do presente trabalho. O resultado da aplicação da TG na empresa, apontou para as seguintes famílias de produtos:

- Portas para cozinha e portas de giro;
- Divisórias de ambientes e portas com sistemas deslizantes;
- Puxadores;
- Móveis e complementes;
- Tampos, vidros e espelhos avulsos;

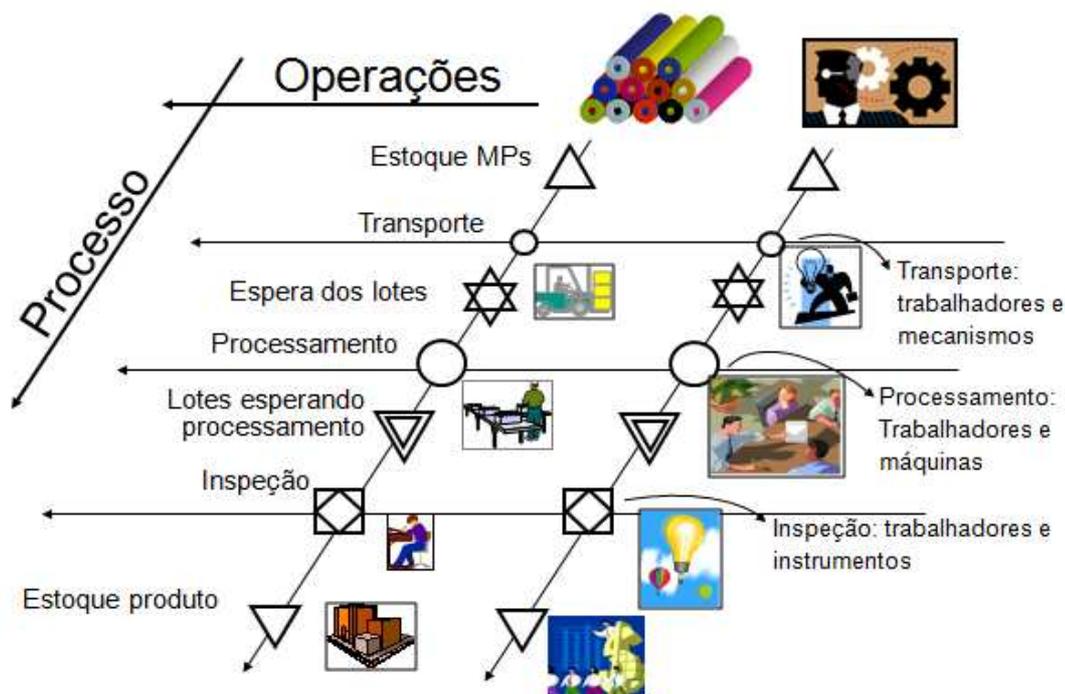
Fotos ilustrando as famílias resultantes da aplicação da Tecnologia de Grupo estão presentes no Anexo “C”.

**d) Quarta Etapa: Mapeamento do fluxo de processo atual.**

Conforme Rother e Shook (1998), na Toyota, o método chamado “Mapeamento do Fluxo de Valor” é conhecido como “Mapeamento do Fluxo de Informação e Material”. Não é usado como um método de treinamento ou como um meio de “Aprender a Enxergar”. É utilizado pelos praticantes do Sistema Toyota de Produção para retratar o estado atual e o ideal no processo de desenvolvimento dos planos de implementação dos sistemas enxutos. Na Toyota, enquanto o termo “fluxo de valor” é raramente ouvido, uma atenção significativa é dada para estabelecer fluxos eficazes visando à eliminação dos desperdícios e agregando valor (Rother e Shook, 1998). O método do Mapeamento do fluxo de processos apresentados aqui está relacionado com o Mapeamento do Fluxo de Materiais e Informações usados pela Toyota.

Para a atividade de “Mapear o fluxo de valor atual”, a proposta é utilizar as simbologias abordadas no Mecanismo da Função Produção (MFP), no mapeamento da Função Processo - Figura 29.

Figura 29: Mecanismo da Função Produção



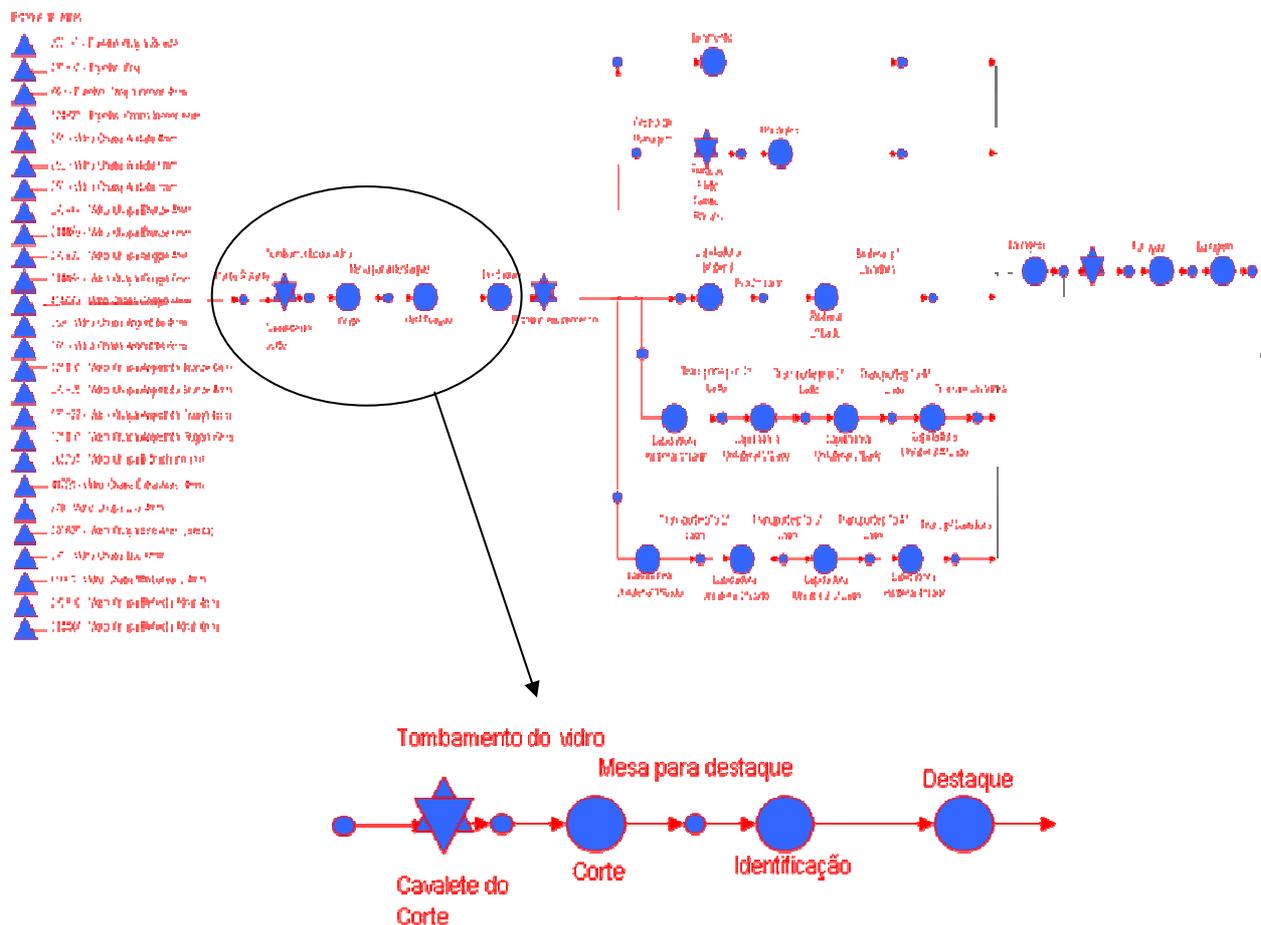
Fonte: Shingo, 1996<sup>a</sup>, pg. 38

O relevante aqui é explicitar o porquê foi escolhido o mapeamento através da proposta do Mecanismo da Função Produção e não do Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*). O ponto é que no MFP são mapeadas, de forma mais explícita e direta, os aspectos ligados às esperas no sistema de produção, esperas do lote (associadas com, por exemplo, troca de ferramentas) e às esperas do processo (associadas com sincronização). Estas esperas são essenciais de serem minimizadas, sendo uma das tarefas principais, quando é (re)projetado o leiaute. Daí, a escolha pelo MFP e não da ferramenta clássica do VSM para a operacionalização desta fase do projeto.

A proposição deste passo do método é que a atividade de Mapeamento do Fluxo de Valor Atual seja realizada com a presença de todos os gestores envolvidos nos processos de manufatura, com a finalidade de retratar o máximo de visões conforme a situação atual, ou seja, identificar as ações que agregam (ou não) valor. O fato é que, a partir destas distintas visões do fluxo, a idéia é chegar a uma forma compartilhada de visualizar os atuais fluxos de valor da empresa.

Na Figura 30 é apresentado um exemplo ilustrativo do Mapeamento do Fluxo de Valor atual, utilizando o MFP proposto por Shingo.

**Figura 30: Exemplo do ‘Mapa do fluxo de valor atual’ na empresa Estudada**



Fonte: Autor do trabalho

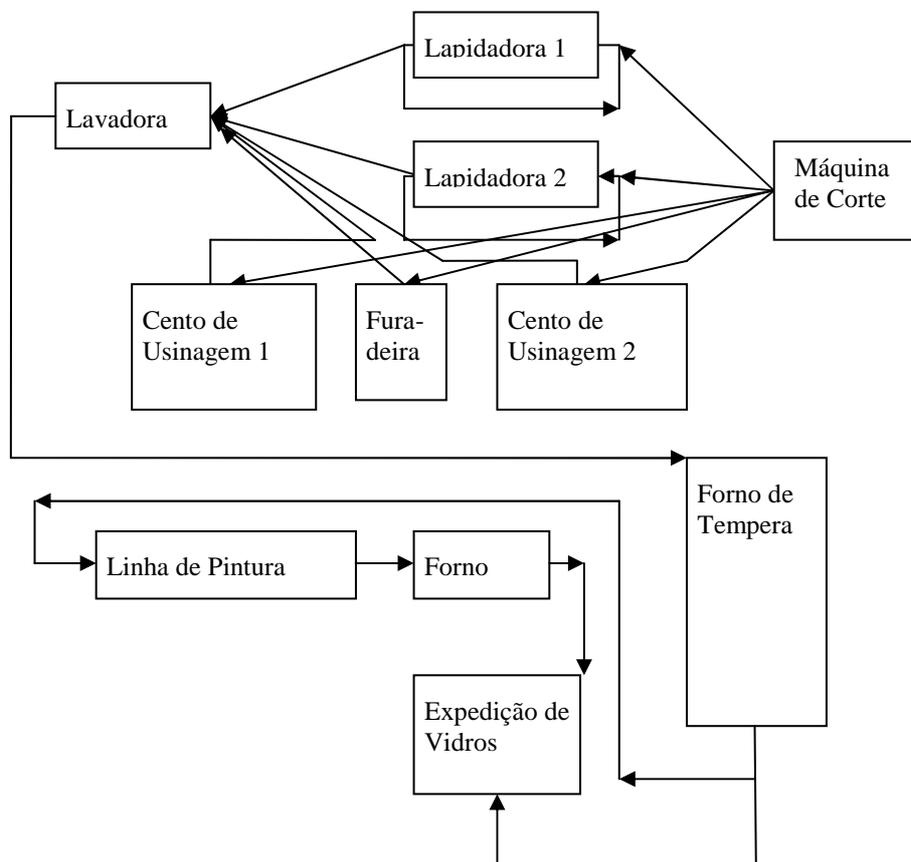
Particularmente relevante (ao observar a Figura 30) é o destaque que necessita ser dado para: i) as esperas que ocorrem ao longo do sistema produtivo; ii) as diferentes perdas observadas ao longo do processo. O ponto crítico a considerar aqui é a necessidade de que o grupo que está trabalhando neste mapeamento possa gerar uma consciência crítica sobre as verdadeiras razões destas perdas, entendendo as situações específicas de cada caso, no intuito de pensar criativamente sobre as diferentes soluções passíveis de serem encontradas para desenhar o fluxo futuro da empresa (Shingo, 2010).

#### e) **Quinta Etapa: Elaboração e Análise do Gráfico do Espaguete.**

O gráfico de espaguete consiste na visualização do trajeto percorrido pelos materiais ao longo do processo de transformação. O objetivo desta etapa é facilitar a visualização da Função Processo de forma a evidenciar o estado atual dos trajetos percorridos pelos materiais.

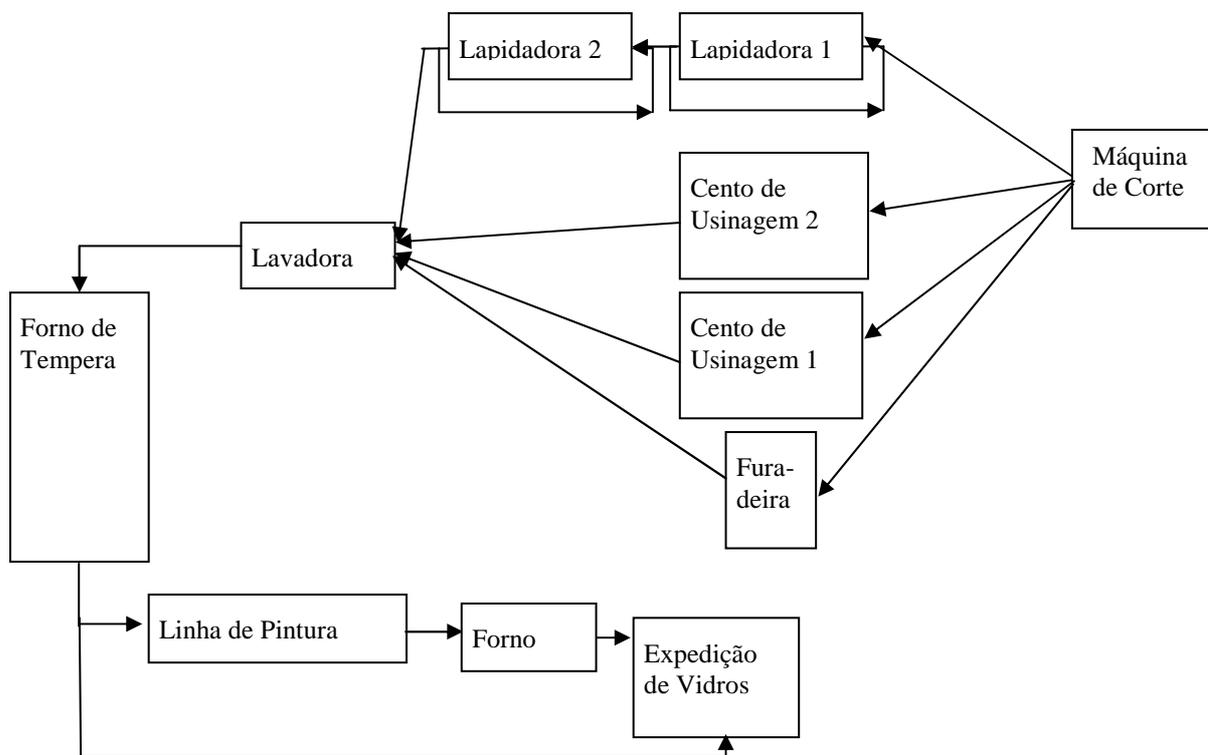
Segundo Miyake (2005), o gráfico de espaguete tende a auxiliar visualmente no sentido de evidenciar a desorganização dos fluxos. As Figuras 31 e 32 apresentam exemplos ilustrativos da utilização do Gráfico de espaguete.

**Figura 31: Exemplo de Gráfico de Espaguete atual**



Fonte: Empresa Estudada

**Figura 32: Exemplo de Gráfico de Espaguete futuro**



Fonte: Empresa Estudada

Para fins práticos, poder-se-ia considerar que as etapas 4 e 5 podem ser agrupadas, na medida em que servem para visualizar o estado atual dos fluxos na fábrica. No entanto, sugere-se separar estas duas etapas no sentido de se criar duas formas de visualização independentes do problema. Na etapa 4 é possível obter um melhor detalhamento da situação em relação à sequência de eventos ligados a atividades ocorridas dentro do fluxo produtivo, mas perde-se na visualização global e visual dos fluxos. Na Etapa 5, ocorre o inverso, privilegiando uma visualização mais geral dos fluxos produtivos. Sendo assim, são etapas que se complementam e que, portanto, devem ser realizadas autonomamente.

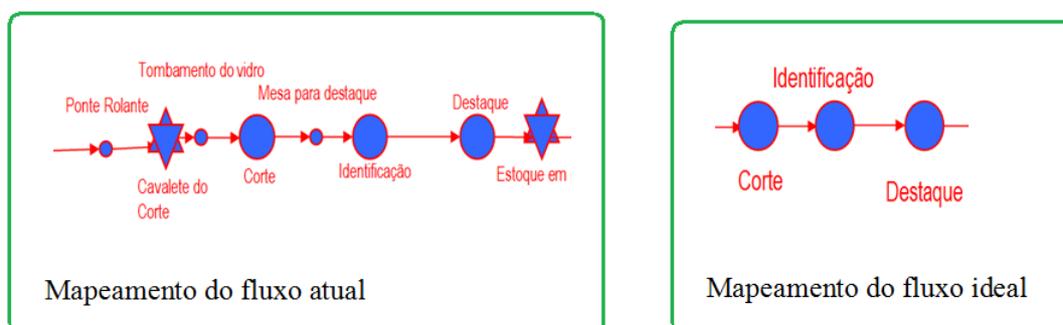
**f) Sexta Etapa: Elaboração do fluxo ideal (eliminação total das perdas).**

Segundo Shingo (1996), o principal objetivo do sistema é reduzir os custos pela eliminação das perdas, ou seja, extinguir tudo o que gera despesas/custos e não agrega valor ao produto. A elaboração do fluxo ideal é uma etapa que objetiva a melhor solução possível na busca pela total eliminação das perdas, ou seja, busca-se a eliminação dos estoques em processo, transportes, inspeções e estoques em processamento. Esta é uma situação utópica (perda-zero, estoque-zero, defeito-zero) que poderia ser chamada metaforicamente de 'fábrica

de bolinhas<sup>17</sup>, na medida em que só conteria operações que agregam valor ao produto. Porém, esta noção utópica é essencial na medida em que serve com norteador para uma visão futura da fábrica ideal que tem importante função para o desdobramento das ações de planejamento para o novo leiaute. O ponto aqui é que a noção de fábrica ideal permite aos participantes do grupo de trabalho questionar o atual *status quo* da fábrica atual aguçando as mentes para a busca de soluções criativas e duradouras para a concepção de um novo leiaute (Shingo, 2010).

Em outras palavras, ao comparar o mapeamento da Função Processo no fluxo atual com o fluxo ideal torna-se possível evidenciar quais são as perdas/lacunas (gap) que existem no processo atual.

**Figura 33: Exemplo da proposta do mapeamento do fluxo de valor atual e ideal –‘fábrica de bolinhas’.**



Fonte: Autor do trabalho

Este exercício conceitual e prático é relevante no sentido de separar visualmente as atividades que são essenciais para a transformação do produto das demais atividades, que são passíveis de eliminação na medida em que não agregam valor ao produto.

#### g) Sétima Etapa: Análise da Capacidade X Demanda (*Takt-Time* X Tempo de Ciclo das Operações)

A análise das informações referentes ao *takt time* e definição dos gargalos é fundamental para compreensão do movimento referente à função processo e função operação dentro da lógica do MFP. O *takt time* é definido pela demanda do mercado, ou seja, o ritmo necessário para atender às necessidades dos clientes. Iwayama (1997) afirma que o *takt time* é o tempo alocado para a produção de uma peça ou produto em uma célula ou linha. A ideia de ‘alocação’ de um tempo para produção pressupõe, naturalmente, que alguém ‘aloca’; o *takt time* não é dado absoluto, mas sim determinado. No entanto, do lado da oferta de produção, é

<sup>17</sup> A idéia de ‘bolinhas’ está ligada com a notação utilizada por Shingo na Função Processo para as tarefas/atividades que agregam valor.

necessário considerar a capacidade produtiva instalada, com o objetivo de adequar a demanda determinada pelo *takt time*<sup>18</sup>.

Nesta etapa, o objetivo central é verificar se existe Capacidade na empresa, o que implica utilizar as mesmas máquinas/processos de fabricação no redesenho do leiaute ou, se necessário, efetivar melhorias para aumentar as capacidades das máquinas (ou reduzir a demanda pela redução dos tempos de processamento). Uma vez exaurida a possibilidade de melhorar a utilização dos ativos, propor a aquisição de novos equipamentos. Em outras palavras, a ideia é equalizar a capacidade e demanda da forma mais eficaz possível. Quando pode ser adotado o conceito de fluxo unitário de peças, significa equalizar o *takt time* (demanda) com a capacidade produtiva (oferta) da fábrica.

A Tabela 9 ilustra este passo com o caso da família de produto Porta de Cozinha:

**Tabela 9: Tabela de operações e tempos para a família Portas de Cozinha**

<b>Linha de produção de Portas para cozinha e portas de giro</b>			
	<b>Operações</b>	<b>Número de peças por hora</b>	<b>Recurso alocado</b>
1	Corte do Alumínio	40	Serra
2	Furação da Esquadreta	44	Furadeira cativa
3	Usinagem das dobradiças dobradiça	28	Centro de Usinagem
4	Usinagem do puxador	30	Centro de Usinagem
5	Laser	52	Máquina Laser
6	Pré-montagem	60	Operação manual
7	Montagem	33	Operação manual
8	Acabamento	64	Operação manual
9	Inspeção	55	Operação manual
10	Embalagem	115	Operação manual

Fonte: Autor do trabalho

Analisando as taxas de produção por hora em cada operação, pode-se concluir que a restrição é a operação 3 de usinagem de dobradiças a qual, ao longo de um turno de oito horas, pode realizar 224 peças (28 peças/hora X 8 horas). O *takt time* que era necessário no período analisado era de 400 portas de cozinha por dia. Portanto, para o exemplo em cena existia a necessidade de ampliar a capacidade produtiva. Diante deste cenário, o qual a demanda de mercado supera a capacidade instalada, foi necessária a ação de criar a segunda

<sup>18</sup> Os princípios utilizados para a compreensão deste sistema que deve ser equalizado partem dos conceitos gerais explicitados pela Teoria Das Restrições (TOC - *Theory of Constraints*), cujas propostas de operacionalização mais amplas, proposições de análise de CXD – Capacidade versus Demanda, podem ser encontradas em Antunes et all. (2008) e Barreto (2010).

célula de montagem, que permitiu dobrar a capacidade produtiva, já que a segunda célula de montagem foi projetada enquanto uma réplica da primeira célula.

Uma vez realizada uma análise rigorosa da situação de análise de Capacidade X Demanda, a próxima etapa é a elaboração dos fluxos de processos viáveis levando em consideração as restrições e os pressupostos<sup>19</sup>.

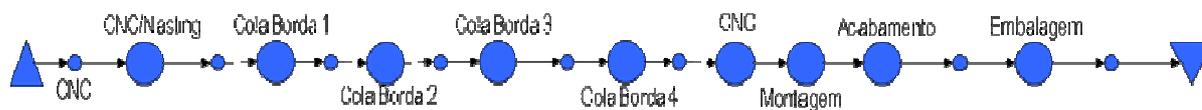
#### **h) Oitava Etapa: Elaboração do fluxo de Processos Viável**

O principal requisito para o desenvolvimento do fluxo de processos viável é considerar simultaneamente a fábrica ideal (item f) e os pressupostos explicitados (item b). Na ótica da Função Processo, o fluxo ideal é aquele composto somente por operações que agregam valor ao produto (‘fábrica de bolinhas’). A correlação entre o fluxo ideal com os pressupostos do projeto tende a possibilitar a construção de fluxos de processos viáveis que representam a composição de operações mais próxima possível, considerando os pressupostos e as restrições do fluxo de processo ideal. A ideia aqui é a possibilidade de gerar vários cenários possíveis de serem implantados na realidade visando a verificar os pontos positivos e negativos das soluções propostas. Isto irá permitir uma comparação entre os cenários futuros e o cenário atual, partindo da qual, deve surgir uma solução considerada adequada. Esta solução tende a ser feita partindo de uma combinação das melhores soluções proposta em cada um dos cenários sugeridos.

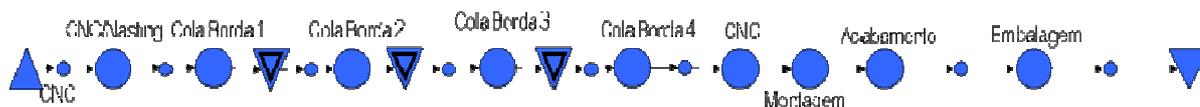
Ambos os cenários ilustrados nas Figuras 34 e 35 são viáveis; a diferença principal é que, no Cenário viável “B”, são consideradas aquisições de sistemas para automação de movimentos, reduzindo as perdas com transporte e espera dos lotes. Porém, isto implica a realização de maiores investimentos.

---

<sup>19</sup> Esta análise foi realizada para cada família de produtos ao longo de todo o processo de manufatura.

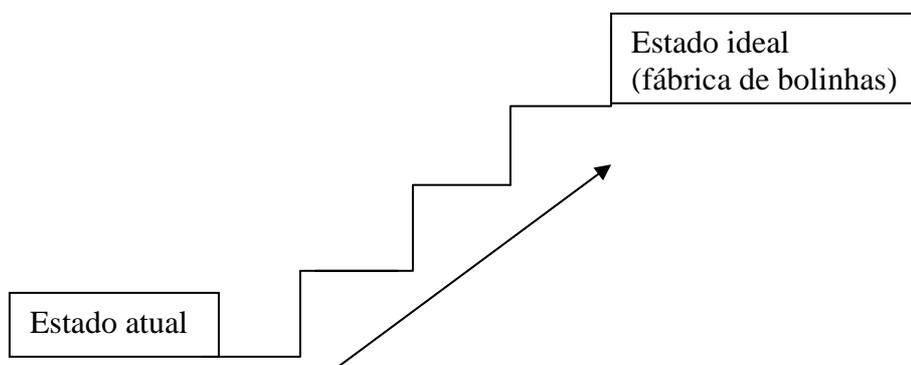
**Figura 34: Cenário viável “A”**

Fonte: Empresa estudada

**Figura 35: Cenário viável “B”**

Fonte: Empresa estudada

O cenário ideal é com ausência total de perdas (fábrica de bolinhas) e deve ser a meta a ser perseguida, conforme ilustra a figura 36:

**Figura 36: Escada para a fábrica ideal**

Fonte: Autor do trabalho

Sugere-se alguns requisitos correlacionados a serem considerados para a escolha do melhor cenário:

- 1) Visão no fluxo de processos ideal;

Como ilustra a Figura 33, a meta deve ser a fábrica com ausência total de perdas. Para isto, sugere-se o uso do indicador do “Índice de Agregação de Valor”. O objetivo deste

indicador é mensurar a aproximação em relação ao objetivo principal do método (estabelecer um leiaute com ausência total de perdas), portanto, ele será medido da seguinte forma:

$$\text{Índice de agregação de Valor} = \frac{\text{Número de processos que agregam valor (bolinhas)}}{\text{Total de processos mapeados}} = \%$$

2) Tempo disponível para efetuar as modificações sugeridas;

O tempo disponível deve ser considerado pois, em algumas situações, é um elemento crítico e restritivo em relação à busca pela meta.

3) Recursos financeiros para efetuar as modificações necessárias;

Deve-se considerar os recursos financeiros disponíveis para atingir a meta, sem comprometer o planejamento financeiro da empresa.

Os demais critérios de escolha estão relacionados ao conjunto de indicadores que serão listados na décima primeira etapa.

**i) Nona Etapa: Elaboração do Leiaute Gráfico (Arranjo Físico);**

A elaboração do leiaute gráfico é a síntese do que será necessário realizar para conseguir alcançar as melhorias mapeadas através do exercício das etapas anteriores.

Dentre as disciplinas associadas ao projeto de um sistema de produção, destaca-se o projeto de arranjo físico (*plant lay-out design*), definido como o conjunto de atividades envolvidas na localização de departamentos de fabricação, linhas de produção, centros de trabalho, máquinas e funções auxiliares (ferramentaria, manutenção, etc.) e na definição de rotas e meios de movimentação apropriados (MENIPAZ, 1984).

Para a realização desta etapa, existem diversas opções de *softwares* gráficos que poderão ser utilizados. O importante é a fidelidade da representação gráfica tanto em termos dimensionais para as instalações civis (prédios, colunas, vigas, etc.) e para os equipamentos.

**j) Décima Etapa: Desenvolvimento das Operações Padrão para o novo leiaute e cálculo e análise de multifuncionalidade dos operadores necessários para o novo leiaute**

A padronização das operações é uma ferramenta importante na sequência da definição do leiaute. Isto porque, após a definição do arranjo físico, é necessário estabelecer a sequência de movimentos e controles que cada operador deve seguir em cada posto de trabalho. A

utilização da folha de operação-padrão possibilita melhorar a eficiência das operações, pois parte do princípio em que as orientações em relação à execução de cada operação, andem do sentido subjetivo para objetivo, deixando claro o papel de cada operador no processo produtivo.

No contexto da proposição do método, a folha de operação-padrão pode auxiliar no sentido da capacitação tecnológica dos operadores pois expressa, de forma ilustrativa e resumida, os passos lógicos necessários para a correta execução de cada atividade. Auxilia também, no sentido da melhoria contínua da Função Operação, pois o operador pode e deve realizar críticas construtivas no sentido do aprimoramento de cada operação.

A título ilustrativo, a Tabela 10 explicita a aplicação prática de uma folha de operação-padrão.

**Tabela 10: Tabela de operações padrão**

Roteiro de Fabricação nº 07					Atualizado em: 20/02/09		Responsável:		
Código do item: 84755		Especificação do item: Porta de Cozinha 1963			Código da MP: 1052		Consumo padrão: -		
Ordem	Descrição das operações	Máquina	Tempos de processamento (seg.)			Troca de ferramentas			Capacidade de produção por turno (28800 seg.)
			Manual	Máquina	Total	Vida útil (unid.)	Tempo Total (seg.)	Tempo unitário (seg.)	
1	Cortar	SE-01	15	10	25	5000	900	0,18	1152
2	Furar	FR-01	15	8	22	4000	900	0,22	1310
3	Usinar Dobradiça	US-01	15	45	60	1000	120	0,12	480
4	Usinar Puxador	US-01	15	75	90	1000	120	0,12	320
5	Laser	LA-01	10	15	25	999999	-	-	1152
6	Pré-montagem	Mesa de PM	60	-	60	-	-	-	480
7	Montagem	Mesa de Montagem	60	-	60	-	-	-	480
8	Acabamento	Mesa de Acabam.	45	-	45	-	-	-	640
9	Inspeção	Bancada	45	-	45	-	-	-	640
10	Embalagem	Bancada	45	-	45	-	-	-	640

Fonte: Autor do trabalho

Na sequência dentro da mesma etapa, utilizando as informações obtidas através da Tabela de operações padrão, é possível iniciar o cálculo da multifuncionalidade dos operadores.

Segundo Antunes (2008), o índice de multifuncionalidade dos operadores em um dado espaço delimitado da fábrica, por exemplo, uma célula de manufatura ou uma fábrica focalizada da unidade produtiva, é possível de ser calculada através da seguinte fórmula:

$$\mu_g^{mult} = \frac{\sum_{m=1}^k (\sum_{i=1}^n tp_{i,m} \times q_{i,m})}{\sum_{m=1}^k N_m \times J_m}$$

$tp_{i,m}$  = taxa de processamento do item  $i$  no equipamento  $m$  (unidade de tempo por unidade de produção)

$q_{i,m}$  = quantidade produzida do item  $i$  no equipamento  $m$  (unidade de tempo por unidade de produção)

$N_m$  = números de trabalhadores no equipamento  $m$  (unidade de trabalhadores)

$J_m$  = jornada de trabalho dos trabalhadores alocados ao equipamento  $m$  (unidade de tempo)

$\mu_g^{mult}$  = índice de multifuncionalidade (adimensional)

Conforme Antunes (2008), o índice de multifuncionalidade é igual à razão entre o tempo de valor agregado, em termos de peças ou produtos nas máquinas da célula (numerador), pelo total de horas pagas para os colaboradores (denominador). Analisando a proposta de Antunes (2008), em relação à etapa anterior, considera-se tempo de valor agregado somente o tempo relativo à operação. Antunes (2008) considera que o valor correspondente ao índice de multifuncionalidade das pessoas deve ser idealmente superior à unidade.

Antunes (2008) afirma que este índice não pode (ou não deve) ser utilizado como termo de comparação entre empresas, segmentos industriais ou países, visto que cada empresa tem sua própria realidade no que tange aos chamados custos dos fatores de produção (por exemplo, os custos do capital e do trabalho).

Esta é uma etapa indicada na preposição do método. Porém, cada contexto deve ser analisado individualmente, sendo que existem situações distintas para empresas focadas em inovação em produtos, tais como: i) Empresas direcionadas para a inovação em produtos, que trabalham com repetição de modelos, ii) Empresas direcionadas para a inovação em produtos, que trabalham com variação de modelos. Para a primeira situação, a aplicação desta etapa torna se mais viável, pois o fato de existir modelos definidos e tempos de produção cronometrados, permite o uso da taxa de processamento do item ( $tp_{i,m}$ ), ao passo que na segunda situação, a ampla gama de possibilidades em termos de modelos pode dificultar a aplicação desta etapa, dependendo do número de modelos diferentes.

k) **Décima primeira etapa: Proposta de um sistema de indicadores**

Para os cenários aos quais seja possível atender os pré-requisitos, como critério de escolha do cenário mais apropriado, é aconselhável o uso do conjunto de indicadores propostos pela TOC. Segundo Goldratt e Cox (1997), um grupo de indicadores deve ser considerado essencial nesse processo de medição de resultados globais e operacionais da entidade, apresentados na seguinte disposição:

a) Indicadores Globais, onde:

Lucro Líquido – LL (Medidor Absoluto);

Retorno sobre o Investimento - RSI (medidor relativo);

Fluxo de Caixa – FC (medidor de sobrevivência).

b) Indicadores Operacionais:

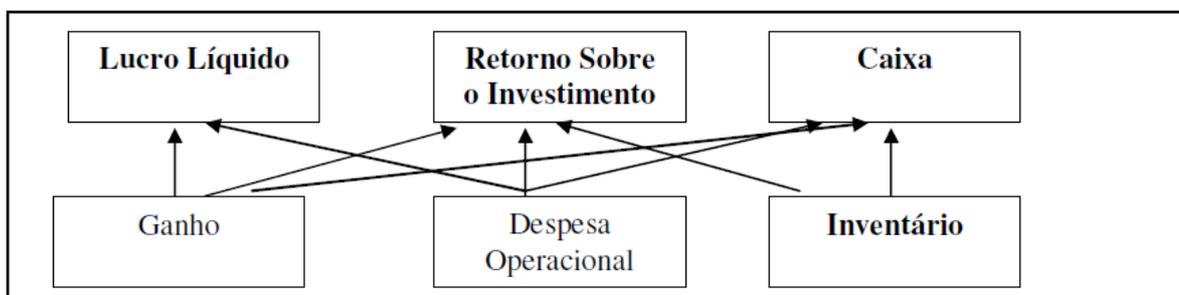
Ganho (G);

Inventário (I);

Despesas Operacionais (DO).

De acordo com Goldratt e Cox (1997), existe uma relação causa e efeito significativa entre indicadores Globais e Operacionais conforme segue – Figura 37:

**Figura 37: Relação de Indicadores Globais e Locais**



Fonte: Goldratt *apud* SCHUCH (2001)

Segundo Goldratt (*apud* Schuch 2001), a construção dos indicadores globais se resume da seguinte forma:

Lucro Líquido (LL) – aumenta quando há um aumento do ganho (G) ou quando há uma diminuição das despesas operacionais (DO), sendo representada da seguinte forma:  $LL = (G - DO)$ .

Retorno sobre o Investimento (RSI) – aumenta com o ganho (G) e com a diminuição das despesas operacionais (DO) e dos inventários (I), sendo representada da seguinte forma:  $RSI = (G - DO) / I$  ou  $RSI = LL / I$ .

Fluxo de Caixa – aumenta quando há aumento do ganho (G) e quando há diminuição do inventário (I) e das despesas operacionais (DO).

Goldtratt e Cox (1997) sugerem que uma decisão ideal é aquela que aumenta o Ganho e diminui, ao mesmo tempo, Investimento e Despesa Operacional. Porém, qualquer decisão que impacte positivamente o Retorno Sobre Investimento (RSI) é uma decisão que conduz à meta do sistema. Tais indicadores são considerados estratégicos e sigilosos, portanto, sua divulgação não foi autorizada para o presente estudo de caso.

Além dos indicadores propostos por Goldtratt e Cox (1997) citados nos parágrafos anteriores, foram aplicados os seguintes indicadores locais para verificar as melhorias obtidas através da aplicação do método. Na sequência, serão apresentados em ordem de prioridade os indicadores utilizados para o presente estudo de caso:

1º) Redução de *Lead time*: Este indicador é considerado o mais importante dos indicadores locais, pois o fator prazo de entrega é decisivo e determinante no momento da venda do produto, em alguns casos pode diferenciar o sucesso ou não de uma venda. É medido em dias por família de produtos.

2º) Índice de Assistências Técnicas: Este indicador está relacionado com o volume de problemas relacionados com a qualidade percebida pelos clientes. É medido dividindo o valor monetário despendido com o atendimento de reposição de produtos defeituosos, sobre o montante faturado pela empresa em determinado período de tempo. É representado em porcentagem (%).

3º) Aderência ao Programa de Entrega: Representa o cumprimento das datas de entrega combinadas com os clientes. Este indicador é medido pela proporção dos pedidos que foram entregues no prazo acordado com o cliente em relação ao número total de pedidos registrados no sistema comercial.

É importante salientar que estes indicadores foram selecionados em virtude da característica estratégica do negócio, que tem como foco principal a comercialização de produtos diferenciados, com elevado valor agregado para clientes de alto poder aquisitivo. Cada caso deve ser analisado particularmente com o objetivo de selecionar o indicador mais adequado para a estratégia de negócios.

#### 1) **Décima Segunda Etapa: Treinamentos dos Operadores;**

Como resumem Carvalho e Nascimento (1997), o treinamento é um processo que auxilia o empregado a adquirir eficiência no seu trabalho presente ou futuro, através de

apropriados hábitos de pensamento, ação, habilidades, conhecimentos e atitudes. Loureiro (1997) argumenta que treinamento é a adaptação do nosso organismo a certas condições particulares de funcionamento, considerando-o, ao mesmo tempo, mecânico, fisiológico e psicológico, pois é uma necessidade iniludível, para o adequado rendimento do trabalho. Assim, o treinamento pode ser entendido como um ato intencional de fornecer os meios para possibilitar a aprendizagem.

A importância da etapa de treinamento dos operadores está associada com a necessidade de uniformização/padronização do comportamento operacional descrito na folha de operação. Não significa que o mesmo não possa ser alterado em busca da melhoria. Pelo contrário, as revisões e os questionamentos são bem vindos, não importando o nível hierárquico da pessoa na organização. A folha de operação reflete o *status* atual na operação e deve ser seguida. Qualquer alteração, bem como sugestão de melhoria deve ser comunicada para a liderança imediata.

Além disso, o treinamento possibilita uma aproximação social entre as equipes, pois é o momento destinado para a reunião dos colaboradores. Neste contexto, os profissionais recebem instruções com o objetivo de melhorar as rotinas de trabalho de uma forma global, podendo participar de forma ativa na melhoria das rotinas atuais da organização.

**m) Décima Terceira Etapa: Implantação do leiaute;**

Esta etapa sintetiza o planejamento e execução de ações concebidas através do desenvolvimento das etapas anteriores. Como ferramenta de apoio para a elaboração e implantação desta etapa, sugere-se aplicar o modelo de plano de ações 5W2H. A ferramenta 5W2H pode ser usada para verificar e acompanhar os planos de ações no que tange a: O Que? (What), Quem? (Who), Onde? (Where), Porque (Why), Quando? (Where), Como? (How) e Quanto? (How much). Estas “perguntas” visam a direcionar, planejar, definir as responsabilidades e quantificar as ações.

**n) Décima Quarta Etapa: Aplicação do PDCA;**

O Ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de *Shewhart*, Ciclo da Qualidade ou Ciclo de *Deming*, é uma metodologia que tem como função básica o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais, sendo útil para a solução de problemas. Poucos instrumentos se mostram tão efetivos para a busca do aperfeiçoamento quanto este método de melhoria contínua, tendo em vista que ele conduz a ações sistemáticas que

agilizam a obtenção de melhores resultados com a finalidade de garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações (QUINQUIOLO, 2002).

Segundo Campos V. F. (1992), o Ciclo PDCA (em inglês Plan (Planejar), Do (Executar), Check (Verificar/Controlar) e Action (Agir)) é uma ferramenta gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização, sendo composto das seguintes etapas:

#### Planejar (PLAN)

- Definir as metas a serem alcançadas;
- Definir o método para alcançar as metas propostas.

#### Executar (DO)

- Executar as tarefas exatamente como foi previsto na etapa de planejamento;
- Coletar dados que serão utilizados na próxima etapa de verificação do processo;
- Nesta etapa são essenciais a educação e o treinamento no trabalho.

#### Verificar, checar (CHECK)

- Verificar se o executado está conforme o planejado, ou seja, se a meta foi alcançada, dentro do método definido;
- Identificar os desvios na meta ou no método.

#### Agir corretivamente (ACTION)

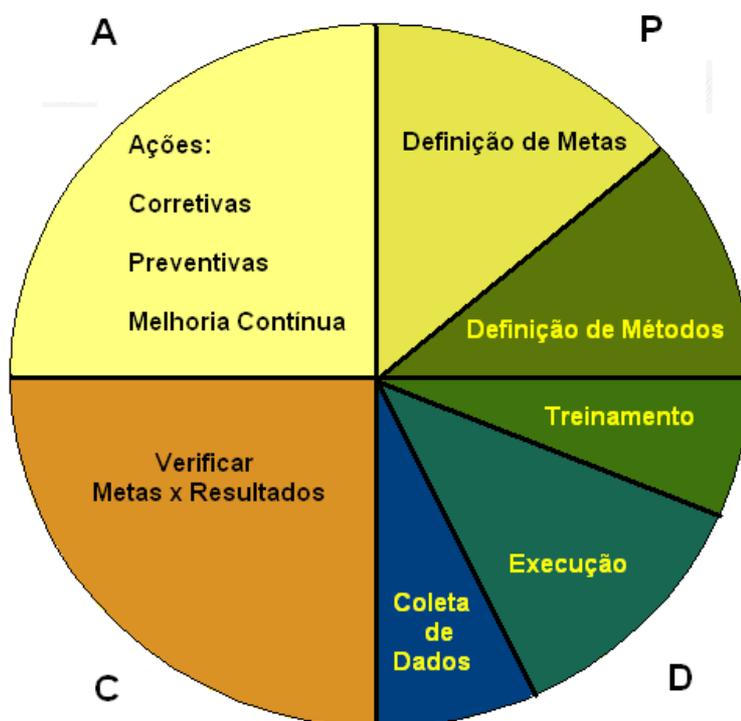
- Caso sejam identificados desvios, é necessário definir e implementar soluções que eliminem as suas causas;
- Caso não sejam identificados desvios, é possível realizar um trabalho preventivo, identificando quais os desvios são passíveis de ocorrer no futuro, suas causas, soluções etc..

O PDCA pode ser utilizado na realização de toda e qualquer atividade da organização. O ideal é que todos da organização utilizem esta ferramenta de gestão no dia a dia de suas atividades.

Para a preposição do presente método, a aplicação do PDCA é utilizada como ferramenta de trabalho para a implantação das ações necessárias no sentido de viabilizar as modificações e melhorias decorrentes da aplicação do método.

A aplicação do PDCA é importante no sentido da melhoria contínua da aplicação do método. Porém, é aconselhável que seja estabelecida uma rotina periódica para a revisão do método, ou seja, todos os anos, sugere-se que o método proposto seja operacionalizado de forma completa. Entretanto, para cada contexto pode ser escolhida/selecionada uma solução mais adaptada ao mesmo.

Figura 38: Ciclo PDCA



Fonte: adaptado de Deming, 1990

## **6 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

A seguir, são apresentadas as conclusões, as limitações da presente dissertação e as recomendações para trabalhos futuros.

### **6.1 CONCLUSÕES**

O presente trabalho apresentou inicialmente a contextualização da importância do leiaute dentro da indústria de móveis em alto padrão com forte direcionamento de inovação em produtos. Neste tipo de indústria, é possível observar um crescente aumento do número de modelos e nível de personalização dos produtos. Como consequência do aumento da possibilidade de personalização dos produtos, a tendência é de que os lotes de produção apresentem uma redução contínua, sendo considerado como uma realidade a aplicação do fluxo unitário. O leiaute constitui-se em elemento central no intuito de melhorar o sistema produtivo das empresas do ramo moveleiro, que atuam no segmento de alto padrão. O presente trabalho explicitou os elementos estruturais necessários para a construção de um método para a elaboração do leiaute em empresas com forte direcionamento em inovação em produtos.

A descrição do caso teve como base o Método de Trabalho proposto. Como resultado, foi apresentada a descrição do estudo de caso, sob duas diferentes óticas: i) a Descrição Histórica do Caso e a experiência do autor desta pesquisa, ii) categoria de análise propostas (conceito, planejamento, método, capacitação tecnológica, indicadores de desempenho e aspectos tecnológicos).

Tendo como base a descrição do estudo de caso sob as óticas descritas anteriormente, foi construído um método para a elaboração do leiaute em empresas com direcionamento em inovação em produtos.

Ao resgatar os objetivos gerais e específicos propostos para o presente trabalho, pode-se concluir que:

Em relação ao objetivo geral estabelecido no capítulo 1 desta dissertação, foi proposto um método para a elaboração e implantação de leiaute, em empresas da indústria de móveis de alto padrão de qualidade, que trabalham com produtos sob encomenda e são caracterizadas pela constante inovação em produtos. O mesmo pode ser considerado como uma proposta válida, pois, através da aplicação no presente estudo de caso, foi possível constatar ganhos na

área estratégica e financeira da empresa como exposto na descrição das entrevistas e indicadores de desempenho presentes no capítulo quatro.

Ao resgatar os objetivos específicos descritos no capítulo 1 podem-se realizar as seguintes reflexões a cerca dos mesmos:

- a) Propor diferentes técnicas que possam contribuir para operacionalizar os diferentes passos do método proposto.

Como foi possível verificar no capítulo 5, o método proposto conecta passos sequenciais que ao serem executados operacionalizam o método proposto.

- b) Aplicar o método desenvolvido em um estudo de caso na empresa previamente selecionada.

O capítulo 4 explicita a aplicação do método desenvolvido em um estudo de caso, evidenciando os fatos relacionados, descritos através das contribuições dos entrevistados.

- c) Verificar os resultados obtidos e realizar uma análise crítica a respeito do método aplicado ao estudo de caso.

Os resultados obtidos foram descritos no capítulo 4 em relação a análise crítica, a mesma é realizada através das conclusões finais expostas no presente capítulo.

A revisão da literatura, em âmbito nacional e internacional, permitiu que o autor chegasse às seguintes considerações gerais:

- a) não existe uma solução única para a elaboração de leiaute, ou seja, cada contexto exige uma análise detalhada da situação existente.
- b) os métodos mais conhecidos, tais como: SLP (*System Layout Planning*), *Fac Plan*, entre outros, apresentam características relevantes e passíveis de generalizações, assim como as características questionáveis ao longo do tempo, como descreve a análise realizada no item 2.6 que tratou das “considerações críticas sobre os métodos apresentados”.

A Descrição Histórica do Caso permitiu que fossem visualizadas quatro fases distintas na empresa no que diz respeito ao leiaute. Conclui-se a partir daí que:

- a) a introdução das técnicas de leiaute foram implantadas a partir da Fase 2 (ano 2006). Desta forma, os trabalhos realizados antes deste período eram baseados no

- conhecimento empírico das pessoas envolvidas. Foi constatado que as técnicas aplicadas corroboraram com a melhoria nas ações ligadas ao desdobramento do planejamento estratégico da empresa, tais como: processo para novos investimentos, capacitação tecnológica, trabalhos voltados ao dimensionamento em termos de recursos humanos e financeiros voltados à área de manufatura;
- b) o tema leiaute é amplo e não depende apenas de um departamento ou de algumas pessoas, devendo ser conduzido de forma interdepartamental e de forma sistêmica, envolvendo todas as pessoas consideradas relevantes para a obtenção de soluções eficazes;
  - c) os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento e a aplicação sistêmica do método foram significativos para a sustentabilidade econômica da empresa;
  - d) destaca-se como contribuição teórica relevante, o questionamento em relação ao que a bibliografia postula na indicação do leiaute adequado em relação às variáveis de volume e variedade de produto. Através da aplicação do método, foi obtido outro direcionamento, contrário ao indicado pela bibliografia. Na bibliografia o leiaute indicado é o Funcional, o método remeteu para o Celular.

Assim sendo, pode-se concluir que a aplicação do método proposto para a elaboração do leiaute, em empresas com forte direcionamento para inovação em produtos, pode proporcionar ganhos significativos nas dimensões competitivas de Confiabilidade de Entrega, Qualidade e Flexibilidade, conforme ilustram os indicadores de desempenho relacionados na descrição das entrevistas.

A presente dissertação postula que a problemática envolvendo a aplicação de um método para a elaboração de leiaute de forma sistêmica é relevante para que as melhorias tenham uma efetividade e sustentabilidade ao longo do tempo. Este trabalho conclui que é necessário desenvolver nas organizações capacitação tecnológica para a compreensão do método e os marcos referenciais para a implantação do mesmo. Este argumento está baseado na Descrição Histórica, na Pesquisa Bibliográfica, no Referencial Teórico, na colaboração dos entrevistados e nas contribuições do autor da pesquisa.

## 6.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

As limitações desta dissertação são descritas sucintamente a seguir:

- a) A pesquisa foi desenvolvida em apenas uma empresa do ramo de móveis de alto padrão. Sendo assim, a partir dela, são possíveis somente generalizações analíticas e não estatísticas;
- b) O método foi aplicado na elaboração do macro e microespaço, não sendo aplicado para a elaboração e definição da localização global, supraespaço e submicroespaço;
- c) Não foi analisada a influência da implementação de outras técnicas na empresa estudada, como, por exemplo, a implementação de Kanbans de produção, assim como, TRF (troca rápida de ferramentas) em algumas operações;
- d) Não foi realizada análise em relação à formação técnica e intelectual das pessoas envolvidas no processo de elaboração do método proposto.

## 6.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As recomendações para trabalhos futuros são as seguintes:

- aplicação do método proposto em empresas de outros segmentos, porém, com direcionamento em inovação em produtos;
- aplicação do método proposto em empresas que trabalhem com outras estratégias competitivas genéricas, tais como: liderança por custos e focalização;
- realizar estudos relacionando com a implantação e melhoria do leiaute produtivo com métodos e ferramentas ligados à produção enxuta, tais como: Kanban, Troca-Rápida de Ferramentas (TRF) entre outras;

## **7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANSOFF, H.I., MCDONELL, E.J. **Implantando a administração estratégica**. São Paulo: Atlas, 2003.

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do sistema toyota de produção**. *Gestão e Produção*. v. 8, n. 1, p. 1 – 18, 2001.

ANTUNES, J, KLIPPEL M.– **Uma Abordagem Metodológica para o Gerenciamento das Restrições dos Sistemas Produtivos: A Gestão Sistêmica, Unificada/Integrada e Voltada aos Resultados do Posto de Trabalho**. Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Salvador – BA. 2001

ANTUNES, J. **Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: Uma Discussão Sobre a Possibilidade de Unificação da Teoria das Restrições e da Teoria que Sustenta a Construção de Sistemas de Produção com Estoque Zero**, Dissertação de Doutorado no PPGA/UFRGS, Porto Alegre 1998.

ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção: Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 326 p.

ASKIN, R. G. & STANDRIDGE, C. R. (1993). **Modeling and analysis of manufacturing systems**. John Wiley & Sons, New York.

BARRETO, R. M., ANTUNES, J. **Modelo para tomada de decisão nos sistemas produtivos a partir da utilização de uma ferramenta capacidade versus demanda**. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Universidade do Vale dos Sinos, 2010.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookmann, 1998.

CAMPOS, V. F.. **Controle da qualidade total: no estilo japonês**. 4.ed. Rio de Janeiro, Bloch, 1992.

CARVALHO, A. V. & NASCIMENTO, L. P. **Administração de Recursos Humanos (Vol.1)**. São Paulo: Pioneira. 1997.

CHASE, R. B.; AQUILANO, N. J. **Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones**. Cidade do México: McGraw-Hill, 1995.

CORIAT, B.: "Automação programável: novas formas e conceitos de organização da produção". In: SCHMITZ, H. & CARVALHO, R. (orgs.) **Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional**. São Paulo, Hucitec, p. 13-61, 1988.

CHRISTENSEN, H. K. **Estratégia corporativa: gerenciando um conjunto de negócios**. In: FAHEY, L.; RANDALL, R. M. MBA curso prático: estratégia. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 67-99.

DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990, 363 p.

DHONDT, S. BENDERS, Jos, Missing links: **Production structures and quality of working life in the clothing industry**, International Journal of Operations and Production Management, Volume 18 No. 12 ; 1988.

EFSTATHIOU, Janet; GOLBY, Peter, **Application of a simple method of cell design accounting for product demand and operation sequence**, Integrated Manufacturing Systems; Volume 12 No. 4; 2001

ELBERTAGI, E.; HEGAZY, T. M. **Genetic Optimization of Site Layout Planning**. AACE International Transactions, p. IT51. 1999.

FINE, L. H. AND A. C. HAX. "**Manufacturing Strategy: A Methodology and an Illustration.**" Interfaces 15(6): 28-46. 1985.

FORMÓBILE. Guia de Referência da Indústria Moveleira. Revista MóBILE, Curitiba: FormóBILE, 2004, p. 15.

GARVIN, D.A.: "Manufacturing Strategy Planning". California Management Review, Summer, 1993.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul. 1996.

GOLDRATT, E. **A corrida pela vantagem competitiva**. Ed. IMAN. São Paulo. 1992.

GOLDRATT, E.M., **Mais que Sorte**. São Paulo: Educator. 1994

GOLDRATT, E. M., COX, J. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo**. São Paulo: Editora Educator, 1997, 385p.

GUPTA, T.; SRUPARAVASTU. L.: **“An Empirical Study of Just-In-Time and Total Quality Management Principles Implementation in Manufacturing Firms In the USA”**, International & Administração da Produção, vol. 17, nº 11 e 12, 1997.

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. **Reinventando a Fábrica: Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.

HAYES, R.H.et al. **Em busca da vantagem competitiva**, Porto Alegre, Brasil, Bookman, 2008.

HAYES,R.H., WHEELWRIGHT,S.C. **Restoring our Competitive Edge- Competing Through Manufacturing**, New York, Jhon Wiley & Sons, 1984.

HYER, N. L.; WEMMERLÖV, U. **Group technology and productivity**. Harvard Business Review, v.62, n.4, p.140-149. (t:835), 1984.

IWAYAMA, H., **Basic Concept of Just-in-time System**, mimeo. Curitiba, IBQP-PR, 1997.

KANNAN, V.R.; GHOSH, S., **Cellular Manufacturing Using Virtual Cells**, International Journal of Operations & Production Management, vol. 16, No. 5, pp. 99-112, 1996.

KERNS, F. **Strategic Facility Planning (SFP)**. Work Study, v. 48, p. 176-181, 1999.

KON, A. **Economia industrial**. São Paulo: Nobel, 1994.

LEE, Q. **Projeto de Instalações e Local de Trabalho**. São Paulo: IMAM, 1998.

KRITCHANCHAI, D., MACCARTHY, B.. **Responsiveness and strategy in manufacturing**. In: RESPONSIVENESS IN MANUFACTURING, 98, 23/Fev, Savoy Place Londres. Proceedings. Londres: IEE Manufacturing, 1998. p. 13/1-13/7 LIAO, T W. et al.; A comparison of two approaches for designing line type cellular manufacturing systems, Integrated Manufacturing Systems; Volume 7 No. 1; 1996.

LOUREIRO, R.O. **Mudanças, empregabilidade e felicidade**. Treinamento e Desenvolvimento, ano 5, ed. 59, p.28, 1997.

MACIAN, L. M. **Treinamento e desenvolvimento de Recursos Humanos**. São Paulo: EPU. 1987.

MARSH, R et al., **The life cycle of manufacturing cells**, International Journal of Operations and Production Management; Volume 17 No. 12; 1997.

MENIPAZ, E. **Essentials of Production and Operations Management**. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1984

MEREDITH, J. R. **Administração da produção para MBAs**. Porto Alegre: Bookmann, 2002.

MIKE R., HARRIS R. – **Criando Fluxo Contínuo**. São Paulo, Lean Institute Brasil: 2002.

MILTENBURG, J. **U-shaped production lines: A review of theory and practice**. International Journal of Production Economics, v. 70, p.201-214, 2001.

MINTZBERG, H. **Estratégias genéricas de negócios**. In: O processo da estratégia. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MITROFANOV, S.P. - **Scientific Principles of Group Technology**, National Library for Science and Technology, Washington, DC, 1966.

MIYAKE, D. I. **Arranjo Físico de Sistemas de Produção**. Escola Politécnica da USP, 2005.

MONDEN, Y. **Produção sem Estoques - Uma Abordagem Prática ao Sistema de Produção da Toyota**, São Paulo: IMAM, 1984.

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. **Planejamento Sistemático e Simplificado de Layout**. São Paulo: IMAM, 2000.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**, Porto Alegre, Brasil, Bookman, 1997.

PAIVA E.L., et al., **Estratégia de Produção e Operações**, Porto Alegre, Bookman, 2004.

PORTER M. **“What is Strategy”**. Harvard Business Review (November-December):61-78, 1996.

PORTER M. **Vantagem competitiva**. Tradução: BRAGA, Elisabeth M. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

PORTER, M. **Competição – Estratégias Competitivas Essenciais**. 6ª. Edição. São Paulo, Editora Campus Ltda, 1999.

QUINQUIOLO, J. M. **Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva.** Taubaté - São Paulo: Universidade de Taubaté, 2002.

ROESCH, S. **Projetos de Estágio e de pesquisa em Administração: Guia para Estágios, Trabalhos de Conclusão,** Dissertações e Estudos de Caso. 2a Edição. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

ROTHER, M. e SHOOK, J. - **Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.** The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 1998.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SANTOS, F. C. A.; Pires, S. R. I. **Prioridades competitivas da estratégia de manufatura: estudo de casos.** In: ENANPAD, 22., Foz do Iguaçu. Anais, Porto Alegre, ANPAD, 1998.

SCHUCH, C.; **Análise de indicadores voltados à tomada de decisão gerencial – um comparativo entre a teoria e a prática.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

SEKINE, K.; **One Piece Flow: Cell Design for Transforming the Manufacturing Process.** Portland, Oregon: Productivity Press, 1992.

SERIO, L.C.D.; DUARTE, A.L.C.M.. **Flexibility and time based competition – Brazilian cases** In: BALAS 2000, 2000, VENEZUELA. MANAGEMENT OF INTEGRATED MARKETS: ONE AMERICA? BALAS 2000 BUSINESS ASSOCIATION OF LATIN AMERICAN STUDIES ANNUAL MEETING. Venezuela: IESA, 2000.

SHANK, J. K. GOVINDARAJAN, V.. **A revolução dos custos: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentes competitivos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SHINGEO, SHINGO **A Study of the Toyota Production System,** Second edition. New York. Productivity Press, 1989

SHINGO, SHIGEO. **Sistema de Produção com Estoque-Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas.** Porto Alegre, Editora Bookman, 1996b.

SHINGO, SHIGEO. **Sistema Toyota de Produção do ponto-de-vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre. Editora Bookman, 1996a.

SHINGO, SHIGEO: **Mecanismo do Pensamento Científico: Kaizen e a Arte do Pensamento Criativo**, Porto Alegre, Editora Bookman, 2010.

SILVEIRA, G. **A methodology of implementation of cellular manufacturing**. International Journal of Production Research, v.37, n.2, p.467-479.1999

SILVEIRA, G. **Uma metodologia de implantação da manufatura celular**. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

SKINNER, W. **Manufacturing – missing link in corporate strategy**. Harvard Business Review. Boston, Vol. 47 (3), p.136-145, May-June. 1969

SLACK, N. **Vantagem Competitiva em Manufatura**, São Paulo, Brasil: Editora Atlas, 1993.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

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

STALK G.; HOUT T. **Competindo Contra o Tempo**, Rio de Janeiro, Brasil: Editora Campus, 1993.

TAMMELA, I. ; CANEN, A. G. **A Competição Baseada no Tempo: um estudo de caso na indústria moveleira do Rio de Janeiro**. Revista produção on line, Santa Catarina, p. 1-10, 2005.

TATIKONDA, M.V.; WEMMERLÖV, U.. **Adoption and implementation of classification and coding systems: insights from seven case studies**. International Journal of Production Research, v.30, n.9, p.2097-2110. (t:834), 1992.

TOMPKINS, J.A. et al.; **Facilities Planning**. 2 nd edition. New York: John Wiley & Sons Inc., 1996.

TUBINO, F., SURI R. **“What Kind of Numbers Can a Company Expect After Implementing Quick Response Manufacturing?”** in Conference Proceedings of the Quick Response Manufacturing , Society of Manufacturing Engineers. 2000.

WACKER, J.G.; CROMATIC, J. S. **Adapting forecasting methods to he small firm.** International Journal of Small Business Management, S.1., v.17, n.3, p.1-7, jul.1979.

WASSENHOVE, L.N.; CORBETT, C.J. **Trade-offs/ What trade-offs? Competence andcompetitiveness in manufacturing strategy.** California management Review, 1993.

WERNKE, R. **Gestão de custos: uma abordagem prática.** São Paulo: Atlas, 2001.

WRIGHT, P., KROLL, M. J, PARNELL, J. **Administração Estratégica: conceitos.** São Paulo: Atlas, 2000

WHEELWRIGHT, S. **Manufacturing strategy: defining the missing link.** Strategic Management Journal, vol. 5, p. 77-91, 1984.

YANG, T.; CHAO-TON, S.; YUAN-RU, H. **Systematic layout planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities.** International Journal of Operations Production Management, vol. 20, n.11, p. 1359-71, 2000

YIN, R. K. - **Case Study Research - Design and Methods.** USA, Sage Publications Inc., 1989.

## **ANEXOS**

## **Anexo A – Questionário para elaboração do Estudo de Caso do Leiaute em uma empresa com forte direcionamento para inovação em produtos**

Considerações antes da aplicação do questionário:

O questionário foi dividido em etapas seguindo a lógica sequencial: i) Avaliação do ambiente externo, ii) avaliação do ambiente interno, iii) avaliação do processo de implantação e melhorias no leiaute.

Antes do início do questionário, foi realizada uma contextualização localizando o tema do presente trabalho. A principal orientação foi para considerar nas respostas o contexto histórico com o objetivo de construir a evolução do tema em relação à linha do tempo.

### Parte 1 – Avaliação do ambiente externo

1. Como era analisado o comportamento do mercado, quais aspectos eram relevantes (prazo, custo, design, volume de pedidos)?
2. Como se comportou a concorrência ao decorrer dos anos?
3. A partir de sua visão histórica, como a empresa decidiu o caminho da diferenciação através da inovação em produtos?

### Parte 2 – Avaliação do ambiente interno

1. Como era tratado o planejamento do leiaute na empresa?
2. Como era avaliada a colocação física dos novos equipamentos e quais eram os critérios de escolha?
3. Como era realizada a análise do fluxo dos materiais?
4. Quando um produto era lançado, que avaliações eram realizadas em relação a leiaute e equipamentos?

### Parte 3 – Avaliação do processo de implantação e melhorias no leiaute

1. Como era tratada a implantação ou melhoria do leiaute na empresa e como eram consideradas as alternativas?

2. Qual era o nível de envolvimento das pessoas no processo decisório?

### Parte 3 – Exercício do PDCA na melhoria e implantação dos leiautes

1. Como eram mensurados os resultados?
2. Como eram realizados os ajustes necessários?
3. Como funcionavam os canais de comunicação para a melhoria e desenvolvimento dos leiautes?

Anexo B – Exemplo de Diário de Bordo

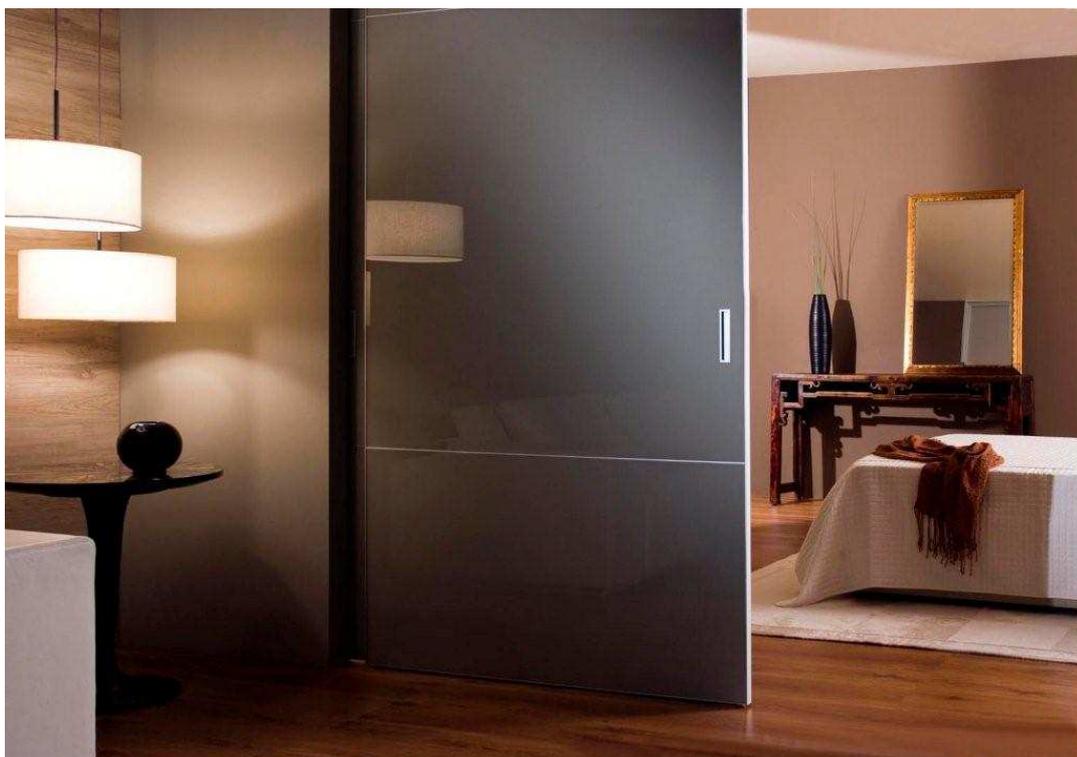
DIÁRIO DE BORDO CÉLULAS DE PORTAS														
Célula:		Operação:		Nº:										
Data:		Hora Extra:		Fim:										
PARADAS						PARADAS								
CÓD.	INICIO	FIM	Nº SSM	VISTO MANUTENÇÃO	CÓD.	INICIO	FIM	Nº SSM	VISTO MANUTENÇÃO					
Cod.	Descrição do Motivo da Parada				Cod.	Descrição da parada				Cod.	Descrição da parada			
1	Refeição				13	Limpeza				25	Furação da esquadreta fora do especificado			
2	Falta de Energia				14	Manutenção corretiva				26	Usinagem fora do especificado			
3	Aguardando liberação				15	Manutenção preventiva								
4	Aguardar orientação técnica				16	Treinamento								
5	Deslocamento do operador				17	Reunião								
6	Falta de ar				18	Transporte								
7	Falta dispositivo para medição				19	Perfil de Alumínio fora de especificação								
8	Falta de Vidro				20	Perfil do alumínio com defeito								
9	Falta de ferramentas				21	Guarnição fora do especificado								
10	Falta de matéria-prima				22	Vidro com defeito								
11	Falta de operador				23	Vidro fora do dimensional								
12	Setup				24	Alumínio fora do dimensional								
OBS.:														

## Anexo C – Exemplos de Famílias de Produto

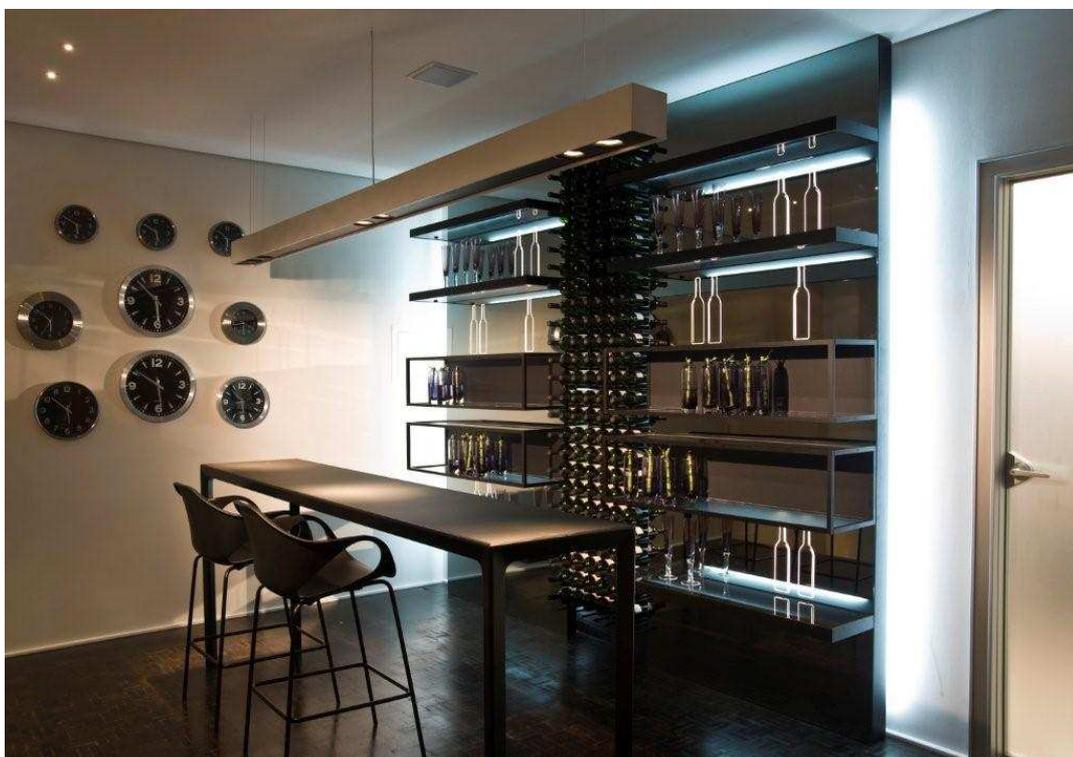
- a) Portas para cozinha e portas de giro;
- b) Puxadores;
- c) Tampos, vidros e espelhos avulsos;



d) Divisórias de ambientes e portas com sistemas deslizantes;



e) Móveis e complementes;



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E  
SISTEMAS  
NÍVEL MESTRADO

**AUTORIZAÇÃO**

Eu Cristiano Guimarães Couto, CPF 646248890-53 autorizo o Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas da UNISINOS, a disponibilizar a Dissertação de minha autoria sob o tema “PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA A ELABORAÇÃO DO LEIAUTE EM EMPRESAS DIRECIONADAS PARA A INOVAÇÃO EM PRODUTOS”, orientada pelo professor doutor José Antônio Valle Antunes Junior ,para:

Consulta  Sim  Não

Empréstimo  Sim  Não

Reprodução:

Parcial  Sim  Não

Total  Sim  Não

Divulgar e disponibilizar na Internet gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral da minha Dissertação citada acima, no *site* do Programa, para fins de leitura e/ou impressão pela Internet

Parcial  Sim  Não

Total  Sim  Não

Em caso afirmativo, especifique:

Sumário:  Sim  Não

Resumo:  Sim  Não

Capítulos:  Sim  Não

Quais: Todos (1 ao 6)

Bibliografia:  Sim  Não

Anexos:  Sim  Não

São Leopoldo, 30 / 09 / 2010

---