

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**MUDANÇA DE LAYOUT PARA MELHORIA DE PRODUTIVIDADE  
NO SETOR DE COSTURA EM UMA INDÚSTRIA CALÇADISTA**

**ALEXANDRE LUIZ DIEHL**

**Porto Alegre**

**2005**

**Alexandre Luiz Diehl**

**MUDANÇA DE LAYOUT PARA MELHORIA DE PRODUTIVIDADE  
NO SETOR DE COSTURA EM UMA INDÚSTRIA CALÇADISTA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade Profissionalizante – Ênfase Gerência de Produção.

Orientador: Professor Dr. Tarcísio Abreu Saurin

**Porto Alegre**

**2005**

**Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

---

**Prof. Tarcísio Abreu Saurin, Dr.**  
Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

---

**Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dra.**  
Coordenadora MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Flavio Fogliatto, PhD**  
**PPGEP/UFRGS**

**Prof. Dr. Flávio Lorini**  
**PROMEC/UFRGS**

**Prof. Dr. Marcos Albertin**  
**PUC/RS**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho àqueles que acreditaram na minha pessoa e me incentivaram na realização desta dissertação.

## **AGRADECIMENTO**

Quero agradecer a todas pessoas que me ajudaram na realização deste trabalho. Tenho certeza de que meus objetivos não seriam alcançados sem este apoio e colaboração.

Meu especial carinho para minha esposa, familiares, amigos e funcionários da empresa onde foi realizado o estudo de caso, meu orientador, professores do mestrado, colegas de aula e todas as demais pessoas que participaram desta etapa da minha vida.

## **RESUMO**

Esta dissertação aborda a mudança entre os sistemas de linhas de produção para a manufatura celular nos setores de costura de uma empresa calçadista que atua principalmente no mercado exportador. O trabalho é baseado nos conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP), e a motivação desta mudança foi a necessidade de melhorar os índices de desempenho dos setores de costura, principalmente sua produtividade, assim como buscar uma maior flexibilidade da força de trabalho. Neste trabalho são abordadas as modificações necessárias para adaptação ao novo sistema, uma comparação entre o desempenho das linhas de produção em relação às células de manufatura e uma pesquisa de opinião com os funcionários a respeito desta mudança. Além dos ganhos de produtividade obtidos é importante salientar a satisfação das pessoas e a melhora do ambiente de trabalho que este novo sistema proporciona.

**Palavras-chaves:** manufatura celular, layout, indústria calçadista.

## **ABSTRACT**

*This dissertation deals with the change in the production line systems to the cellular manufacture in the sewing sectors of a shoe company that performs mainly in the exporting market. This study is based in the concepts of the Toyota Production System (TPS), and the motivation for this change was the need to improve the performance rates of the sewing sectors, mainly its productivity, and search for greater flexibility in the work force. The necessary modifications for the adaptation to the new system are also presented in this dissertation, as well as a comparison between the performance of the lines of production in relation to the manufacture cells and an opinion poll with the employees regarding the change. Besides the gain in productivity, it is also important to emphasize the satisfaction of the people involved in the change and the improvement of the work environment that this new system provides.*

**Key words:** *cellular manufacture, layout, shoe industry.*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO.....	24
FIGURA 2: SIMBOLOGIA DOS FENÔMENOS DO PROCESSO.....	25
FIGURA 3: COMPREENDENDO A FUNÇÃO MANUFATURA.....	28
FIGURA 4: DISPOSIÇÃO DE TRABALHO ATUAL DE UMA CÉLULA DE MANUFATURA.....	36
FIGURA 5: GRÁFICO DE CARGA POR OPERADOR.....	38
FIGURA 6: AGRUPAMENTO DE TAREFAS.....	39
FIGURA 7: GRÁFICO DE CARGA POR OPERADOR.....	39
FIGURA 8: CÉLULA EM “U”.....	44
FIGURA 9: . <i>LAYOUT</i> EM FORMA DE LINHA.....	45
FIGURA 10: <i>LAYOUT</i> EM FORMA DE “LOOP”.....	45
FIGURA 11: SETOR DE CORTE (PROCESSO MECÂNICO).....	49
FIGURA 12: VISTA DO SETOR DE COSTURA ( <i>LAYOUT</i> DE ESTEIRA).....	50
FIGURA 13: SETOR DE MONTAGEM.....	51
FIGURA 14: ESQUEMA DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA DAS ESTEIRAS.....	55
FIGURA 15: ESQUEMA DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA DAS CÉLULAS.....	55
FIGURA 16: <i>LAYOUT</i> DAS ESTEIRAS DE COSTURA E DE MONTAGEM.....	56
FIGURA 17: ESTEIRA DE COSTURA.....	56
FIGURA 18: NOVO <i>LAYOUT</i> DAS ESTEIRAS DE COSTURA E DE MONTAGEM.....	57
FIGURA 19: QUADROS DE PRODUÇÃO DAS CÉLULAS DE COSTURA.....	58
FIGURA 20: ENTRADAS E SAÍDAS DE UMA CÉLULA DE COSTURA IMPLANTADA.....	59



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE CALÇADOS DO ANO DE 2002. ....	19
TABELA 2: - EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE CALÇADOS POR DESTINO – 2002. ....	20
TABELA 3: ROTEIRO DE PRODUÇÃO DE UMA CÉLULA DE TRABALHO. ....	36
TABELA 4: TABELA DE CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR PROCESSO. ....	37
TABELA 5: FOLHA DE ROTINA E OPERAÇÃO PADRÃO. ....	37
TABELA 6: MATRIZ DE INCIDÊNCIA PEÇA-MÁQUINA. ....	42
TABELA 7: CÉLULAS DE MANUFATURA 1 E 2. ....	42
TABELA 8: PRODUTIVIDADE POR FÁBRICA. ....	68
TABELA 9: CURVA DE APRENDIZAGEM. ....	70
TABELA 10: PRODUTIVIDADE PELA MENOR DIFERENÇA. ....	71
TABELA 11: ESTOQUE EM PROCESSAMENTO. ....	73
TABELA 12: ÍNDICE DE MULTIFUNCIONALIDADE. ....	74

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1. JUSTIFICATIVA.....	12
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.3. MÉTODO DE PESQUISA.....	15
1.4. DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	17
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>18</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1. A INDÚSTRIA DE CALÇADOS NO MUNDO.....	18
2.2. A INDÚSTRIA CALÇADISTA DO RIO GRANDE DO SUL.....	20
2.3. ORIGENS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	21
2.3.1. Princípios básicos do STP .....	24
2.3.2. Os elementos do Sistema Toyota de Produção.....	30
2.4. MANUFATURA CELULAR .....	40
2.4.1. Histórico da Manufatura Celular .....	40
2.4.2. Tipos de Células de Manufatura .....	42
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>47</b>
<b>3. ESTUDO EMPÍRICO.....</b>	<b>47</b>
3.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....	47
3.1.1. Etapas do Processo Produtivo .....	48
3.2. IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA CELULAR.....	52
3.2.1. Histórico .....	52
3.2.2. Modificações necessárias para implantação .....	54
3.2.3. Mudanças no setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP).....	59
3.2.4. Curso preparatório para supervisores das células.....	62

3.3.	LEVANTAMENTO DE BOAS PRÁTICAS EM MANUFATURA CELULAR ....	63
3.3.1.	Seleção das empresas e coleta dos dados .....	63
3.3.2.	Visita em empresa do setor automobilístico.....	63
3.3.3.	Visita em empresa do ramo calçadista .....	65
<b>CAPÍTULO 4</b>		<b>67</b>
<b>4.</b>	<b>AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
4.1.	COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS.....	67
4.2.	PRODUTIVIDADE .....	67
4.3.	TEMPO DE <i>SETUP</i> .....	72
4.4.	ESTOQUE EM PROCESSAMENTO .....	73
4.5.	MULTIFUNCIONALIDADE DOS SETORES DE COSTURA.....	74
4.6.	PESQUISA DE OPINIÃO COM OS FUNCIONÁRIOS DAS CÉLULAS .....	75
4.7.	RESULTADO DA PESQUISA .....	75
<b>CAPÍTULO 5</b>		<b>77</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS .....</b>	<b>77</b>
5.1.	CONCLUSÕES.....	77
5.2.	SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	79
<b>REFERÊNCIAS</b>		<b>80</b>
<b>APÊNDICE A</b>		<b>83</b>
<b>APÊNDICE B</b>		<b>101</b>
<b>APÊNDICE C</b>		<b>106</b>
<b>APÊNDICE D</b>		<b>111</b>
<b>APÊNDICE E</b>		<b>115</b>
<b>ANEXO A: Esquema de Produção</b>		<b>122</b>
<b>ANEXO B: Planta das Células</b>		<b>123</b>

## **CAPÍTULO 1**

### **1. INTRODUÇÃO**

#### **1.1. Justificativa**

Atualmente, as empresas competem em um mercado globalizado onde a expansão via mercado externo constitui uma das alternativas mais atraentes de crescimento. Contudo, as pressões por redução de custos, cumprimento de prazos e melhor qualidade têm mobilizado as empresas a implantarem novas formas de gestão da produção.

Deste modo, a indústria tem buscado a melhoria do desempenho dos seus sistemas produtivos, com ênfase na redução de todo tipo de perdas. Neste contexto não basta ter somente produtos de boa qualidade, uma vez que as expectativas do mercado mudaram e os clientes se tornaram mais exigentes quanto à variedade de produtos disponíveis.

Em particular, existe uma grande concorrência mundial no mercado exportador calçadista. Países como China e Taiwan têm entrado neste mercado com produtos mais baratos devido ao baixo custo da mão-de-obra local e aos subsídios governamentais para este setor. Assim, a indústria brasileira precisa se tornar mais eficaz para superar a concorrência internacional. O setor calçadista é um dos principais setores industriais do Estado do Rio Grande do Sul, principalmente para a região do Vale dos Sinos, na qual a maior parte das indústrias trabalha com este mercado direta ou indiretamente.

Uma das alternativas deste setor continuar a se desenvolver é por meio de melhorias na produção, a qual pode se constituir no seu diferencial competitivo, tendo na satisfação do cliente interno e externo o seu enfoque principal. Tendo isso em vista, é necessário que os setores de apoio à produção, como o planejamento e controle de produção (PCP), desenvolvimento de produto, treinamento, manutenção e outros sejam bem estruturados e flexíveis para que possam responder rapidamente às necessidades de mercado.

Todas as empresas que desejam ser competitivas necessitam, em maior ou menor grau, operar com produtividade, qualidade no processo, tecnologia, estoques reduzidos e possuir pessoal capacitado. Essas características refletem diretamente no custo dos produtos e possibilitam que se possa ter uma posição diferenciada em relação aos concorrentes. Pode ser acrescentado também como fator de diferenciação a utilização de características não exploradas pelos concorrentes, mas que são valorizadas pelos consumidores, tais como: atributos relacionados ao produto, sistema de entrega eficiente, estratégia de marketing, confiabilidade de produto, rapidez de entrega e processamento, estética e imagem da marca. Todas estas características podem auxiliar na consolidação da boa imagem da empresa junto ao público consumidor (CONTADOR, 1995; ANDERSON, 2001).

Até recentemente, o mercado exportador calçadista se caracterizava por grandes pedidos de exportação, o qual era geralmente manufaturado em linhas de produção. Esta realidade mudou, uma vez que atualmente existem pedidos pequenos e uma grande variedade de produtos a serem produzidos. A produtividade do setor tem caído em função disso, pois os sistemas de produção utilizados não são flexíveis e adequados para a produção em pequenos lotes. Por exemplo, é necessário parar por um longo período de tempo toda a linha de produção quando ocorre uma troca de modelo de sapato ou quando algum equipamento estraga.

A utilização dos elementos do Sistema Toyota de Produção (STP), constitui uma opção para a solução destes problemas, pois este sistema tem como base a eliminação de desperdícios e aumento da produtividade, propondo ferramentas específicas para viabilizar a produção em pequenos lotes de produtos diversificados. O sistema de manufatura celular, por exemplo, possibilita que um setor produtivo trabalhe com modelos distintos ao mesmo tempo. A filosofia de troca rápida de ferramentas (TRF) possibilita a diminuição do tempo de *setup*, reduzindo o espaço de tempo existente entre a produção da última peça de qualidade de um produto até a primeira peça de qualidade do outro produto. A flexibilização da mão-de-obra refere-se aos operadores multifuncionais, que podem exercer mais de uma função no setor produtivo, contribuindo para eliminar as ociosidades e ineficiências dos processos de produção.

Atualmente a indústria calçadista brasileira enfrenta desafios como a necessidade de aumento da produtividade, qualificação da mão-de-obra, redução de custos e agilidade dos processos produtivos (SCHNEIDER, 2004).

Devido à forte concorrência internacional no mercado exportador de calçados, é necessário buscar alternativas para se manter o nível de competitividade. Por isto, é importante se utilizar um sistema de produção que possibilite respostas rápidas às demandas do mercado e que consiga manter altos índices de produtividade mesmo em situações onde ocorrem freqüentes trocas de modelos a serem produzidos.

Esta característica se assemelha com as condições que o Japão tinha no início das melhorias na fábrica da Toyota, ou seja, era necessário fazer uma grande variedade de produtos em uma mesma linha de produção porque era financeiramente inviável se trabalhar com linhas dedicadas e grandes estoques de produtos (SHINGO, 1996 e OHNO, 1997).

## **1.2. Objetivos**

O objetivo principal deste trabalho é a modificação do layout no processo de costura de uma empresa calçadista. Os objetivos secundários são:

- avaliar o impacto da troca do sistema de produção em linhas por produção em células em outras funções gerenciais, como os processos de PCP (Planejamento e Controle de Produção) e Treinamento;
- fazer uma comparação entre o sistema de produção atual e o sistema de manufatura celular;
- avaliar os resultados da implantação da manufatura celular de acordo com os critérios de produtividade adotados pela empresa, que relaciona o tempo de operação com a capacidade de mão-de-obra disponível em um intervalo de tempo.

### 1.3. Método de Pesquisa

Pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem por objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema (GIL, 1991).

A estratégia de pesquisa adotada neste estudo foi a pesquisa-ação, uma vez que o objetivo envolvia a implantação de mudanças no sistema produtivo, especificamente, a substituição de linhas de produção por células de manufatura. Além disso, esse trabalho apresenta outras características típicas da pesquisa-ação, apontadas por Thiollent (1985) e Gil (1991): o forte envolvimento do pesquisador e dos membros da empresa na busca da resolução de um problema de interesse de ambos; o fato de que o pesquisador detinha parte do conhecimento para a implantação da mudança; contínuos ciclos de aprendizagem, caracterizados por diagnóstico de problemas, planejamento de ações e avaliação de resultados.

Esta dissertação foi desenvolvida em quatro etapas:

a) A primeira etapa do método foi a realização de uma revisão bibliográfica a respeito do STP, onde foram abordados os conceitos mais relevantes para este trabalho. Assim, a revisão inclui os princípios básicos do Sistema Toyota de Produção, manufatura celular e flexibilização da mão-de-obra (Shojinka).

b) A segunda etapa do trabalho foi a implantação das células de manufatura em dois setores de costura da empresa, bem como as mudanças que se fizeram necessárias para esta realização.

c) A terceira etapa foi um levantamento de boas práticas em outras empresas. Com base em visitas realizadas em outras empresas que utilizam o sistema de manufatura celular, foram avaliadas as dificuldades, vantagens e desvantagens da utilização do sistema de acordo com questionário preenchido ao se realizar a visita.

d) A quarta etapa deste trabalho foi a avaliação dos resultados da implantação da manufatura celular, enfatizando a comparação entre os sistemas atuais de produção e o

sistema de manufatura celular. Essa comparação baseia-se nos seguintes critérios: produtividade, tempo de *setup* a cada troca de modelo, *lead time* do setor de costura, estoque intermediários e índice de multifuncionalidade de cada setor. Além desses critérios, a avaliação do novo sistema também levou em conta as percepções dos funcionários dos grupos de manufatura celular.

O levantamento destes dados ocorreu após a implantação da manufatura celular. A produtividade foi coletada na revisão final da costura e foi determinada pela relação entre a produção atingida e a capacidade do setor. A capacidade do setor leva em consideração o tempo necessário para se produzir o modelo, o número de pessoas do setor e as horas extras que foram feitas naquele período.

No caso do tempo de *setup*, as comparações foram feitas com o tempo de troca de modelo do setor de costura em geral, e não do tempo de uma máquina ou equipamento, já que a maior dificuldade eram as paradas da esteira quando do momento da troca.

Para determinar o *lead time* ou tempo de atravessamento, foram selecionados dez pares de calçado que entrariam em produção. Após estes pares estarem devidamente marcados eles foram enviados para o processo em horários pré-determinados. Quando estes pares alcançaram o processo final foi calculado o tempo de atravessamento do setor. Esta medição foi realizada em 5 dias sendo que eram enviados um par na parte da manhã e outro na parte da tarde.

Para se avaliar o estoque intermediário foi realizado uma contagem dos pares de calçado que estavam em processamento. Esta medição foi feita no horário de almoço quando os setores estavam parados.

A entrevista sobre a percepção dos funcionários relativo às células de manufatura foi realizada no próprio local de trabalho, cabendo ao pesquisador fazer as perguntas e coletar os dados. Para que as pessoas tivessem tempo para responder o questionário havia uma colega de trabalho que era multioperadora e substituiu a funcionária no momento da entrevista.



#### **1.4. Delimitações do trabalho**

Por ser o sistema de produção enxuta um assunto muito amplo, se faz necessário citar somente os tópicos que tenham um relacionamento com o estudo apresentado nesta dissertação. Portanto, considera-se como delimitações deste trabalho:

- A utilização deste trabalho é específica para a empresa estudada, porém seus conceitos podem ser utilizados para outras empresas após serem modificados e adaptados às mudanças de ambiente.
- O estudo de caso foi realizado somente em alguns setores de costura da empresa. A disseminação deste sistema para os outros setores dependerá de uma avaliação mais detalhada do desempenho das células de manufatura.

#### **1.5. Estrutura do trabalho**

O primeiro capítulo apresenta as considerações iniciais do trabalho. Nele, são apresentados a introdução, a justificativa, o método de pesquisa e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta um referencial bibliográfico sobre o setor coureiro-calçadista do Vale dos Sinos e as características sociais, políticas e econômicas da região. Além disto é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o Sistema Toyota de Produção.

No capítulo 3 é apresentado um estudo empírico sobre a implantação de manufatura celular em uma empresa de calçados. Serão abordadas as mudanças necessárias para que esta iniciativa fosse bem sucedida como estruturação do setor de planejamento e controle de produção na empresa, relatório das visitas realizadas em outras empresas que utilizam o sistema de manufatura celular.

No capítulo 4 é realizada uma comparação entre os sistemas de produção celular e sistema de produção linear (linhas de produção), além de uma pesquisa entre os funcionários das células para conhecer a opinião deles a respeito das mudanças do processo produtivo.

O capítulo 5 traz as conclusões da pesquisa, contendo também sugestões para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1. A indústria de calçados no mundo**

A indústria de calçados mundial apresenta um processo evolutivo em que se destaca a localização da produção em países ou regiões que ofereçam salários baixos e mão-de-obra abundante, tendo em vista a natureza de mão-de-obra intensiva e limitadas possibilidades de automação da produção. Com isto, observa-se que a redução dos custos tem-se constituído no principal elemento da competitividade das empresas (HARTKOPF, 2001).

A oferta do setor não é homogênea, pois reúne um conjunto variado de produtos que se diferencia tanto pelo mercado consumidor (calçados masculinos, femininos, infantis e esportivos) quanto pelos insumos utilizados, como couro plástico ou combinados. Além disso, dentro de um mesmo tipo de calçados, os produtos se diferenciam por qualidade, marca, design e moda, ocorrendo uma segmentação importante do mercado

A competição neste mercado não ocorre somente através dos preços, já que o calçado é um produto de moda, com vários modelos e estilos, fabricados com diferentes materiais para atender as necessidades dos consumidores. Na indústria calçadista, não existem economias de escala significativas devido às constantes trocas de modelo de sapato a serem produzidos, uma vez que os produtos variam de acordo com a moda e seu ciclo de vida é muito curto. A qualidade final dos produtos tem relação direta com a qualificação da mão-de-obra devido a sua natureza intensiva e a tecnologia de produção varia de acordo com o tipo de produto fabricado, quanto maior é o preço maior é a necessidade de tecnologia de desenvolvimento e produção (COSTA, 2004).

Nas últimas décadas observou-se o deslocamento da produção de calçados em direção às regiões menos desenvolvidas, fato que pode ser subdividido em duas fases. Na primeira, que ocorre a partir da década de 70, verifica-se a transferência da produção para os chamados Tigres Asiáticos (Coréia do Sul, Taiwan e Hong-Kong) e para o Brasil. Esses países, que no início da década de 70 tinham uma pequena participação no comércio externo mundial, chegam ao final dos anos 80 com cerca de 1/3 das exportações mundiais.

No entanto, à medida que esses países foram avançando em seu processo de industrialização, houve um aumento dos salários, principalmente nos países asiáticos, ocasionando um segundo deslocamento, nos anos 80, em direção à China, Filipinas, Indonésia, Tailândia, Índia e outros países com disponibilidade de mão-de-obra a baixo custo. O preço médio do calçado brasileiro é superior ao calçado chinês, devido ao tipo de produto fabricado, qualidade dos materiais empregados, qualificação da mão-de-obra e tecnologia. Estas condições somadas com a confiabilidade nos prazos de entrega dos produtos constituem diferencial que as empresas brasileiras possuem para enfrentar este mercado tão competitivo (ANDERSON, 2001; FENSTERSEIFER, 1995).

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor de calçados do mundo, ficando atrás da China e Itália, com uma participação de 4,7 % da produção mundial. São mais de 6.000 indústrias localizadas nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraíba e Ceará. Ao todo, cerca de 200.000 pessoas trabalham diretamente na indústria calçadista e o consumo de calçados no mercado interno foi de 556 milhões de pares. As exportações brasileiras em 2002 (Tabela 1) foram de 164.005.770 pares, gerando US\$ 1.448.901.226 de faturamento nas exportações.

**Tabela 1: Exportações Brasileiras de Calçados do ano de 2002.**  
Fonte: ABICALÇADOS.

ESTADO	US\$	PARES	PM	Participação
<b>RIO GRANDE DO SUL</b>	<b>1.164.995.940</b>	<b>114.680.228</b>	<b>10,2</b>	<b>80,41%</b>
SAO PAULO	115.938.681	14.887.335	7,79	8,00%
CEARA	110.740.095	23.619.078	4,69	7,64%
PARAIBA	23.673.136	4.534.786	5,22	1,63%
BAHIA	16.726.026	2.712.672	6,17	1,15%
SANTA CATARINA	6.940.215	1.175.897	5,9	0,48%
MINAS GERAIS	4.754.272	826.768	5,75	0,33%
PARANA	1.083.840	139.473	7,77	0,07%
PERNAMBUCO	825.411	655.350	1,26	0,06%
SERGIPE	623.637	120.360	5,18	0,04%
ESPIRITO SANTO	467.272	100.970	4,63	0,03%
GOIAS	252.315	32.745	7,71	0,02%
OUTROS	1.880.386	520.108	8,3	0,12%

<b>TOTAL</b>	<b>1.448.901.226</b>	<b>164.005.770</b>	<b>8,83</b>	<b>100%</b>
--------------	----------------------	--------------------	-------------	-------------

O maior mercado internacional dos calçados brasileiros (Tabela 2) são os EUA, seguidos da Europa, México e Mercosul. Para enfrentar a concorrência, principalmente da China, o Brasil aposta na exportação de calçados de qualidade e com maior valor agregado, para isto o setor utiliza matérias-primas de qualidade com mão-de-obra especializada.

**Tabela 2: - Exportações brasileiras de calçados por destino – 2002.**  
Fonte: Abicalçados

<b>PAÍSES</b>	<b>US\$</b>	<b>PARES</b>	<b>PM</b>	<b>%</b>
<b>ESTADOS UNIDOS</b>	<b>1.022.935.150</b>	<b>102.543.914</b>	<b>9,98</b>	<b>70,60%</b>
REINO UNIDO	100.738.629	7.167.521	14,0	7,00%
MEXICO	38.511.049	5.131.066	7,51	2,70%
CANADA	37.141.764	3.557.821	10,4	2,60%
CHILE	20.144.146	2.679.510	7,52	1,40%
VENEZUELA	18.202.091	3.333.395	5,46	1,30%
ARGENTINA	15.761.628	2.314.235	6,81	1,10%
PAISES BAIXOS	13.187.365	1.011.894	13,0	0,90%
BOLIVIA	12.542.311	2.607.523	4,81	0,90%
PORTO RICO	11.005.564	1.388.367	7,93	0,80%
PARAGUAI	10.309.319	7.040.806	1,46	0,70%
AUSTRALIA	10.107.330	1.417.080	7,13	0,70%
ALEMANHA	9.081.155	882.192	10,2	0,60%
PANAMA	9.075.069	2.114.784	4,29	0,60%
EQUADOR	7.844.719	1.274.067	6,16	0,50%
OUTROS (100 Países)	112.313.977	19.541.595	5,75	7,80%
<b>Total</b>	<b>1.448.901.266</b>	<b>164.005.770</b>	<b>8,83</b>	<b>100%</b>

Os maiores pólos calçadistas são: Vale do Sinos – RS (calçados femininos); Jaú – SP (calçados femininos), Birigui – SP (calçados infantis); Franca – SP (sapatos masculinos).

## **2.2. A indústria calçadista do Rio Grande do Sul**

O desenvolvimento econômico da indústria calçadista brasileira iniciou no Rio Grande do Sul, com a chegada dos primeiros imigrantes alemães, em junho de 1824. Quando se instalaram no Vale dos Sinos estes imigrantes trouxeram a cultura do artesanato, principalmente de artigos de couro. A produção, que inicialmente era caseira, ganhou mais força após a guerra do Paraguai (1864-1870) quando começaram a surgir os primeiros curtumes e indústrias de máquinas que tornaram a produção mais industrializada.

Na década de 1960, ocorreu à primeira exportação brasileira de calçados em larga escala, com o embarque das sandálias Franciscano, da empresa Strassburger, para os EUA, e a partir daí vem ocorrendo um aumento crescente nas exportações brasileiras.

O pólo do Vale dos Sinos é o maior *cluster* de calçados do mundo, abrangendo um total de 26 municípios sendo que os principais são Novo Hamburgo, São Leopoldo, Estância Velha, Campo Bom, Sapiranga, Parobé, Taquara, Igrejinha e Três Coroas. Na cidade de Novo Hamburgo se concentram as instituições de ensino técnico e centros de pesquisa e assistência tecnológica para o setor. Na cidade se encontram 60% das indústrias de componentes para calçados e 80% da indústria brasileira de máquinas para couro e calçados. O Vale dos Sinos é especializado na fabricação de sapatos femininos de couro e sintético e é o maior pólo exportador brasileiro responsável por 80% do total da produção. As exportações de calçados do estado alcançaram as cifras de US\$ 1.365.255.828 em 1997, US\$ 1.163.192.273 em 1998, US\$ 1.112.425.381 no ano de 1999, 1.546.744.252 em 2000 e 1.615.338.031 em 2001, a indústria calçadista do Rio Grande do Sul gera em torno de 28% dos empregos do setor industrial do estado e mais de 3 % dos empregos disponíveis no mercado (DIETRICH, 2002; REICHERT, 2004).

### **2.3. Origens do Sistema Toyota de Produção**

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi desenvolvido no Japão pós-guerra durante a recuperação econômica do país e foi implantado inicialmente na empresa de automóveis Toyota. Ele também é conhecido como Sistema de Produção Enxuta porque as atividades desenvolvidas por este sistema buscam a constante organização e simplificação da manufatura. A indústria japonesa da época era muito ineficiente, gerava produtos de baixa qualidade, tinha baixa produtividade e altos índices de refugo e retrabalho. A partir da necessidade de mudar esta realidade foram criados alguns conceitos que permitiram viabilizaram este novo modelo de produção (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

O processo de industrialização como um todo se desenvolveu a partir do século XVIII, transformando a produção artesanal em produção mecanizada. Os meios de fabricação foram aperfeiçoados principalmente pela utilização de fontes de energia como o carvão e o petróleo e o desenvolvimento de equipamentos como a máquina de fiação de Hargreaves em 1764, a máquina a vapor de James Watt em 1776 e a máquina de tecer-tear de Crompton em 1779, tornando possível avanços nos processos industriais e o início da produção em massa. Isto deu partida no que foi chamado na Inglaterra de Revolução Industrial, provocando um surto de industrialização na Europa e Estados Unidos (DIEDER, 2001).

Na segunda década do século XX, com o advento da administração científica, a lógica da produção modificou-se havendo enorme incremento da produtividade industrial, devido principalmente à especialização do trabalho e à padronização de produtos e peças. Os estudos desenvolvidos por Taylor procuravam melhorar a eficiência dos sistemas produtivos e em consequência buscavam um incremento no desenvolvimento das empresas e dos países, o que já era discutido na época (TAYLOR, 1911; CAMBOIM,2002).

Nesta mesma época surgia a *Ford Motors Company*, dirigida por Henry Ford e que transformou o conceito de produção de automóveis, que inicialmente era artesanal para a produção em larga escala. Alguns conceitos como máquinas dedicadas, facilidade de ajuste de peças, divisão do trabalho, intercambiabilidade de peças, padronização de produtos, verticalização, e linhas de montagens móveis (1913), agregados com as idéias lançadas por Taylor, fizeram com que a Ford aumentasse seu volume de produção por ano, que era em 1909 de 18.664, para 1.250.000 automóveis em 1920. (WOMACK, 1992).

A indústria automobilística norte-americana servia de exemplo para os concorrentes do mundo todo, e o sistema de manufatura utilizado consistia de linhas de montagem e produção em grandes lotes, o que gerava estoques elevados em processamento (*Work in process*), havendo uma necessidade de capital muito grande para manter toda estrutura funcionando.

Esta realidade estava muito distante do início da produção dos veículos na Toyota, porque não era possível trabalhar com elevados estoques de matéria-prima e de produtos em processamento, porque não havia condições financeiras para isto.

Como a demanda por produtos era baixa e os pedidos de produção eram pequenos, não havia condições de estruturar grandes linhas de montagem de um só produto, era preciso produzir diversos tipos de modelos de veículos com baixos investimentos em matéria-prima, utilizar poucos equipamentos para uma maior diversificação de produtos produzidos e mão-de-obra multifuncional capaz de atuar em várias funções e não somente em uma tarefa. Para que isto fosse possível, foi desenvolvido um sistema de produção diferente dos conhecidos na época, já que o Sistema Toyota de Produção, que se baseia no princípio da constante eliminação dos desperdícios (OHNO, 1997).

O Sistema Toyota de Produção é considerado como sendo o Sistema de Produção mais eficiente da atualidade, e existem grandes possibilidades para que este tipo de sistema de produção se torne o mais utilizado no século XXI (TERESKO, 2001).

A partir da necessidade de modificar a realidade da indústria japonesa da época, criou-se a base do Sistema Toyota de Produção, que é a eliminação de todo ou qualquer tipo de desperdício, sejam eles maiores ou menores. A palavra japonesa para desperdício é “*Muda*”, e pode se referir tanto para os estoques quanto para alguma atividade humana que absorve recursos e não agrega nenhum valor. O importante é que todos que trabalham na empresa tenham esta visão de alcançar melhores resultados com menos recursos (DARLINGTON, 1999; PHILLIPS, 2000).

A visão japonesa da composição do trabalho é dividida em três partes: trabalho efetivo, trabalho adicional e perda. O trabalho efetivo é tudo aquilo que agrega valor ao produto, é a própria tarefa de processamento, ou seja, dar forma ao produto e satisfazer as necessidades dos clientes internos e externos.

O trabalho adicional é tudo que é necessário para execução do trabalho efetivo, porém que não agrega valor ao produto. São exemplos a lubrificação e a troca de ferramentas, as quais são essenciais para continuar o processamento das tarefas.

As perdas são tudo o que eleva o custo de um produto ou serviço e que não acrescenta valor ao mesmo, como o retrabalho, refugo, as ineficiências e as ociosidades. Entende-se por retrabalho processamentos ineficientes de peças que por algum motivo devem retornar para serem processados novamente, pois não atendem as exigências necessárias para passar para a etapa seguinte. Os refugos são os produtos ou componentes que não atendem as especificações e que não podem ser processados novamente a fim de continuarem o processo. Portanto estes produtos são eliminados e a empresa arca com o custo da matéria-prima e mão-de-obra envolvidos nestes produtos. Ineficiências de um processo produtivo podem advir do mau aproveitamento da matéria-prima disponível ou uma baixa utilização de recursos como equipamentos, energia ou mão-de-obra e as ociosidades dos desperdícios de tempo de processamento que poderiam estar sendo utilizados para a realização de outras tarefas.

O Sistema Toyota de Produção tem como objetivos a eliminação das perdas, a redução do trabalho adicional e o aumento do trabalho efetivo, com isto consegue-se diminuir custos e melhorar a capacidade de um sistema produtivo, com os mesmos recursos obtêm-se um melhor desempenho proporcionando uma queda nos custos de processamento, e, por consequência melhores resultados.

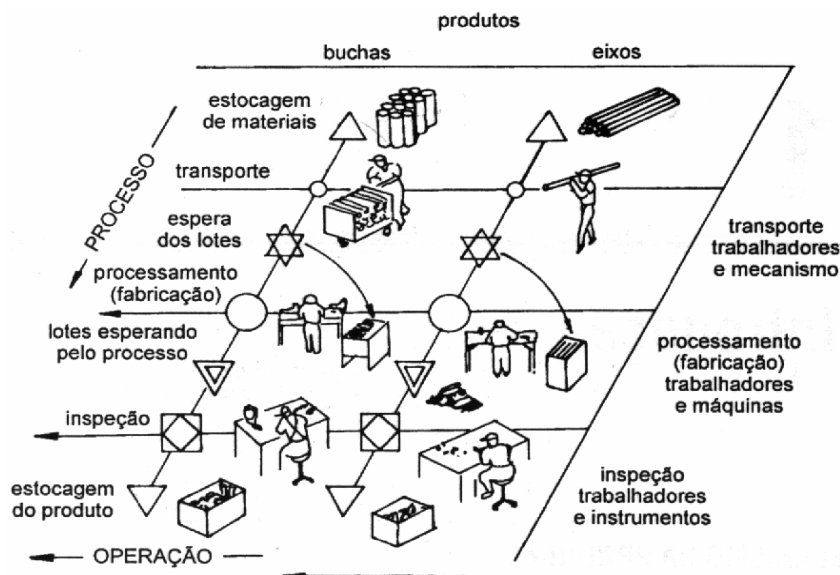
### 2.3.1. Princípios básicos do STP

São três os princípios básicos do Sistema Toyota de Produção: i) mecanismo da função produção (MFP); ii) princípio do não-custo e iii) análise de perdas do sistema produtivo (SHINGO, 1996; DIEDRICH, 2002).

#### 2.3.1.1. Mecanismo da Função Produção (MFP)

De acordo com o mecanismo da função produção (Figura 1) o sistema de manufatura envolve a transformação de matérias primas em produtos acabados a partir de operações e processos de produção, que formam uma rede gerando o Mecanismo da Função Produção. Nessa rede existem dois eixos que atuam em um sistema produtivo. Um deles corresponde aos processos, que são as etapas pelo qual os materiais devem passar a fim de se tornarem produtos acabados e o outro eixo são as operações em si, cada etapa do processo produtivo.

Com esta ótica, pode-se avaliar as melhoras de um sistema produtivo de acordo com dois pontos de vista, primeiro deve-se investir na melhora dos processos e depois na melhora das operações, com isto evitam-se processos que não sejam necessários dentro da produção (SHINGO, 1996).



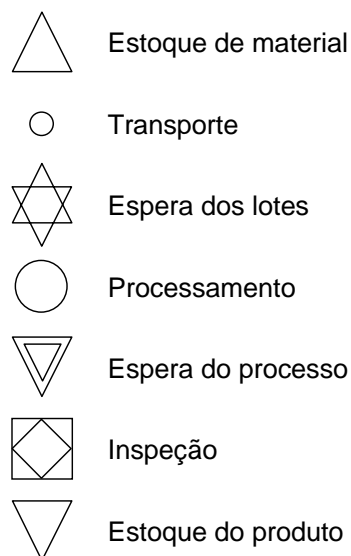
**Figura 1:** Mecanismo da Função Produção. (Shingo, 1996)

Durante o fluxo de transformação da matéria-prima em produto acabado, identificam-se quatro elementos distintos que fazem parte dos processos:



- Processamento: são as operações que proporcionam uma mudança física no material ou na sua qualidade, por exemplo, a montagem de um equipamento;
- inspeção: comparação com um padrão estabelecido a fim de garantir a qualidade do produto final ou de algum componente;
- transporte: é a movimentação de materiais ou de produtos, modificando a sua posição dentro do processo produtivo;
- espera: período em que não ocorre nenhum processamento, inspeção ou transporte. Podem-se identificar dois tipos de espera:
  - espera do processo: ocorre quando um lote inteiro permanece esperando enquanto outro lote está sendo processado, inspecionado ou transportado;
  - espera do lote: é o tipo de espera que ocorre enquanto uma peça do lote está sendo processada e as outras peças do mesmo lote estão esperando a sua vez de serem processadas.

A simbologia sugerida por Shingo, para representar os processos e facilitar a compreensão da Função Produção são respectivamente, conforme figura 2:



**Figura 2: Simbologia dos fenômenos do processo.**  
( Shingo, 1996)

A partir da classificação dos elementos que compõe um processo é possível identificar as etapas do mesmo que podem ser melhoradas, ou aquelas que podem ser excluídas. Posteriormente as melhorias da produção podem ser analisadas com o enfoque da melhoria da operação em si, caso forem primeiro efetuadas as melhorias nas operações, corre-se o risco de

estar permitindo que uma operação que não seja necessária continue a fazer parte do processo produtivo.

### **2.3.1.2. Princípio do Não-Custo**

Outro princípio básico do Sistema Toyota de Produção é o princípio do não-custo, ou seja, a atividade de redução de custos é da mais alta importância a fim de otimizar os resultados das empresas. É muito fácil repassar para o consumidor todos os custos e ineficiências do processo produtivo, porém esta atitude pode fazer com que os preços dos produtos estejam acima dos praticados pela concorrência (OHNO, 1997). Muitas empresas determinam o preço de venda de seus produtos a partir da seguinte lógica:

$$\text{Preço de venda} = \text{Custos} + \text{Lucro}$$

De acordo com esta fórmula todos os custos são repassados ao consumidor. Caso os custos da empresa aumentem, teremos um aumento também no preço de venda dos seus produtos. Esta fórmula é a base dos sistemas de custo por absorção total, ou seja, aquele princípio de custo que transfere para o produto final todos os custos e ineficiências do sistema.

Quando o consumidor faz uma comparação de preços com a concorrência ele pode optar por adquirir ou não determinado produto, assim o mercado que determina o preço final dos produtos. Isto fez com que a Toyota a fim de se tornar competitiva adotasse uma diferente estratégia de custo que é a lógica do não-custo, baseada na fórmula:

$$\text{Preço de venda} - \text{Custos} = \text{Lucro}$$

Assim, a única maneira que a empresa possui para obter lucro é atuando na redução de custos, pois o mercado faz com que o preço de venda dos produtos não se altere. De acordo com Shingo, uma empresa pode fazer um esforço para eliminar a perda, mas enquanto ela adiciona lucro a seus custos para determinar o preço de venda dos seus produtos, estes esforços serão provavelmente inúteis. Somente quando a redução de custos passa a ser única alternativa para obtenção de lucro, é que a empresa ficará motivada para eliminar totalmente os desperdícios.

Atualmente, nas indústrias e nas empresas em geral, a palavra “eficiência” significa redução de custos. Para sobreviver no mercado atual as empresas devem se adequar à

realidade, pois em períodos de baixo crescimento econômico a única alternativa é a redução de custos a partir da eliminação dos desperdícios (OHNO, 1997).

O princípio do não-custo deve ser praticado por todos em uma organização. Não existem um ou dois problemas que sejam responsáveis pelos maiores desperdícios, na verdade existem inúmeros focos de desperdícios que podem ser corrigidos, e o somatório de pequenas melhorias é que vai gerar um grande resultado. A redução de custos envolve a utilização de todos os recursos produtivos, como material, máquinas, mão-de-obra e tempo de fabricação, e é a má utilização destes recursos que geram as perdas que aumentam os custos de um sistema produtivo.

### **2.3.1.3. Perdas de um Sistema Produtivo**

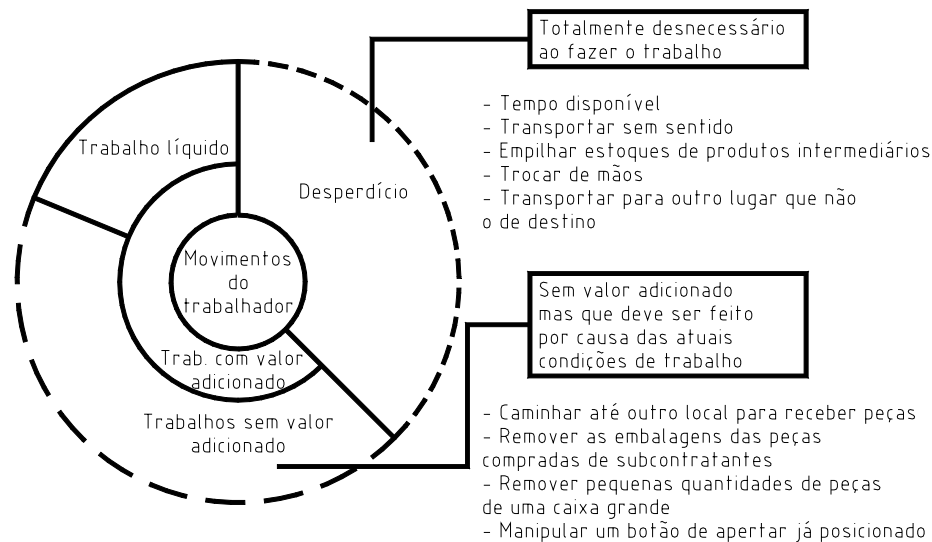
A redução de custos em um sistema produtivo só é possível a partir da análise de todo o tipo de desperdício. De acordo com Ohno (1997) ao se pensar sobre a eliminação dos desperdícios deve-se avaliar que:

1. O aumento da eficiência só faz sentido quando ele está associado à redução de custos, por isto é necessário produzir somente o necessário com um mínimo de mão-de-obra. Ao se utilizar a lógica da economia de escala para reduzir os custos, pode-se reduzir os custos por peças, porém aumentam-se os custos de utilização de espaço e matéria-prima, bem como se gera um alto custo com estoques.

2. Devem se observadas em seqüência: a eficiência de cada operador, a eficiência de cada linha, a eficiência dos operadores como um grupo e depois a eficiência de toda a fábrica. Esta eficiência deve ser melhorada em cada estágio melhorando a eficiência da fábrica como um todo.

Com a eliminação do desperdício pode-se aumentar a porcentagem do trabalho para 100%, uma vez que o Sistema Toyota de Produção contempla somente a produção da quantidade necessária, o excesso da capacidade de mão-de-obra pode ser deslocado para outras funções onde exista uma real necessidade a fim de se obter uma melhor eficiência do sistema.

Todo trabalho pode ser analisado a fim de se aumentar a sua eficiência, os movimentos do trabalhador podem ser divididos em trabalho líquido, desperdício e trabalho sem valor adicionado, conforme ilustrado na Figura 3:



**Figura 3: Compreendendo a função manufatura.**  
( Ohno, 1997)

Para melhor compreender o desperdício de um sistema produtivo, e facilitar o foco de atuação em cada tipo de desperdício estes foram classificados em sete categorias conhecidas como as setes perdas de um sistema produtivo.

No Sistema Toyota de Produção todos os elementos de produção que aumentam os custos sem agregar valor ao produto são considerados desperdícios, neles pode-se incluir o excesso de pessoas, de estoques, de equipamentos e outros (OHNO, 1997; LEWIS, 2000).

De acordo com Shingo e Ohno, existem 7 principais perdas em um sistema produtivo considerados para:

**1. Perda por superprodução:** pode ser superprodução quantitativa ou superprodução por antecipação. A superprodução quantitativa consiste em fazer produção a mais do necessário considerando que no final haverá um refugo, com isto se cria um problema de elevação nos estoques aumentando a necessidade de capital para que a empresa abasteça o setor produtivo, já a superprodução por antecipação faz com que sejam considerados normais os índices de refugo e retrabalho calculados junto à necessidade de materiais.

A superprodução por antecipação consiste em deixar a produção pronta antecipadamente, causando um maior maior necessidade de aporte de capital para área de produção, pois os insumos são utilizados antes da sua real necessidade. As perdas por superprodução ajudam a esconder outros tipos de perdas já que não existe a lógica de se atuar na fonte do desperdício a fim de se eliminá-lo.

**2. Perdas por transporte:** busca eliminar a necessidade de transporte, porque o fenômeno de transportar não agrega valor ao produto, apenas aumenta o seu custo. Com a eliminação do transporte consegue-se diminuir o trabalho adicional de uma tarefa e aumentar o seu trabalho efetivo. O transporte está ligado ao fluxo da matéria-prima no processo produtivo, de modo que com a análise ou alteração de *layout* é possível diminuir este tipo de perda.

**3. Perdas por processamento em si:** são atividades de processamento desnecessárias para que o produto adquira características de qualidade. É possível atuar neste tipo de perda a partir da lógica do mecanismo da função produção (MFP). Considerando a separação entre operações e os processos, pode-se avaliar quais são as operações importantes para o produto e que devem fazer parte do processo produtivo, e como melhorar os métodos utilizados dentro de cada operação.

**4. Perdas devido à elaboração de produtos defeituosos:** consiste na produção de peças, sub-componentes e produtos acabados que não atendam às especificações de qualidade requeridas pelo projeto. Estas perdas podem gerar perdas por superprodução, devido à necessidade de produzir mais peças para suprir aquelas que estão com defeito. Este é o tipo de perda mais comum de um processo produtivo e o mais visível também. Além dos custos com matérias-primas associados a estes tipos de perdas pode-se também analisar os custos de processamento (mão-de-obra e equipamentos) que foram agregados até o momento em que a peça teve problemas de qualidade ou os custos para que seja efetuado o reprocessamento da mesma (tempo de operação).

**5. Perdas por espera:** são as perdas relativas à ociosidade do trabalhador ou à baixa utilização dos equipamentos. Estas perdas se referem ao tempo desperdiçado pela impossibilidade de continuar a operação devido à algum problema. Podem estar relacionadas com a falta de matéria-prima para se efetuar o processamento ou com a falta de condição do equipamento de realizar a operação (*setup*, quebra do equipamento ou baixa qualificação do operador). As perdas por espera têm relação direta com a produtividade, porque as ociosidades dos sistemas produtivos são geradas pelos acúmulos destas perdas.

**6. Perdas nos estoques:** são os estoques desnecessários de matéria-prima, de produtos em processo (*WIP*) ou produtos acabados. Estoques altos em processamento aumentam o tempo de atravessamento (*leadtime*) da matéria-prima, com a diminuição das perdas nos estoques se consegue maior agilidade da produção e uma resposta mais rápida ao mercado

consumidor. As perdas nos estoques ainda geram custos de oportunidade, já que o dinheiro utilizado na compra de estoque poderia ser aplicado e estar gerando juros para a empresa. Além disto os estoques para serem mantidos ocupam espaços físicos que poderiam se transformar em uma possível expansão da capacidade industrial.

**7. Perdas no movimento:** estas perdas estão relacionadas com a operação principal executada pelos trabalhadores, relativos aos movimentos desnecessários feitos pelos trabalhadores. O combate a estas perdas consiste em racionalizar esses movimentos visando gerar padrões de operações e com isto aumentar o trabalho efetivo.

Na visão de Ohno “movimentar-se não significa necessariamente, trabalhar”, a partir desta afirmação nota-se a preocupação constante que o Sistema Toyota de Produção tem com a racionalização do trabalho. A ergonomia tem um papel importante nas perdas no movimento, pois os estudos ergonômicos possibilitam encontrar soluções que gerem maior conforto do trabalhador, menor esforço físico e maior produtividade.

### 2.3.2. Os elementos do Sistema Toyota de Produção

Foi no final dos anos 30 que a Toyota começou a produzir veículos automotores, mas os conceitos da Produção Enxuta (como também é conhecido o STP) começaram a surgir a partir de 1945. Convém lembrar que o Sistema Toyota de Produção foi evoluindo e demorou quase 30 anos até estar totalmente estruturado, são vários os elementos que fazem parte deste sistema, porém é importante entender que é a participação de todos os conceitos que fazem com que este seja um sistema de produção diferenciado (WOMACK, 1992; SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

Inicialmente não havia muita infra-estrutura na Toyota, comparando-se com a indústria americana de automóveis, principalmente a fábrica *Rouge* da *Ford* na cidade de Detroit, que foi o foco de uma peregrinação para estudos dos fundadores da empresa, porém era impossível criar uma empresa daquele porte porque os recursos eram escassos e não havia demanda por produtos naqueles níveis no Japão (WOMACK, 1992; STROZNIACK, 2001).

A indústria japonesa da época era quase artesanal, com altos índices de refugo e retrabalho, tinha uma demanda muito pequena de produtos, vários modelos a serem fabricados, e ao mesmo tempo havia poucas condições financeiras para garantir o

abastecimento de matérias-primas, mão-de-obra e equipamentos. Em meio a todas estas dificuldades havia o sentimento de superação e a vontade de alcançar o desempenho da indústria americana.

Além dos princípios que sustentam o Sistema Toyota de Produção (MFP, princípio do não-custo, análise das perdas), ainda existem dois pilares básicos do Sistema Toyota de Produção que são o *Just-in-time* e a Autonomia, porém para que eles fossem implementados foram elaborados outros elementos que fazem parte de toda sua estrutura.

### **2.3.2.1. Just-in-time**

Muitos confundem o *Just-in-time* como sendo o próprio Sistema Toyota de Produção, porém esta ferramenta foi criada para assegurar a capacidade produtiva da Toyota com pouca disponibilidade de recursos e estoques reduzidos. O sentido do *Just-in-time* é mais amplo que a sua tradução literal que significa “no momento certo”, para a manufatura o seu significado compreende o fornecimento de peças ou componentes necessários no momento certo, com a qualidade certa e somente na quantidade necessária.

Para que um ambiente *Just-in-time* seja possível é necessário que ocorram outras demandas na função manufatura. A qualidade dos produtos deve ser alta porque erros de qualidade reduzem o fluxo de materiais, aumentam os estoques em processamento e reduzem a confiabilidade interna de fornecimento. A velocidade de entrega é essencial para que o processo não pare por falta de abastecimento e a flexibilidade é essencialmente importante para que se consiga produzir em pequenos lotes (SLACK, 1996).

A lógica do *Just-in-time* é propícia para o sistema de produção puxada, onde só deve ser produzido aquilo que há necessidade. Para que isto aconteça deve existir um elo de comunicação entre os processos, que é chamado de *Kanban*, ou seja, placas de comunicação que determinam a quantidade necessária de peças, o tipo de peça que deve ser produzido e qual deve ser o seu destino. *Kanban* são as placas de identificação e a utilização destas placas de comunicação dentro da produção é chamado de sistema *Kanban* (BECKER, 2001; MOURA, 1989).

A idéia do *Kanban* foi baseada no funcionamento dos supermercados americanos. Num supermercado os produtos são repostos à medida que os clientes os vão consumindo e existe

somente a quantia necessária a disposição dos clientes. Basicamente os consumidores podem escolher as mercadorias e comprar as suas favoritas, o trabalho dos empregados é menor, pois são os próprios consumidores que levam as mercadorias até o caixa, o reabastecimento é feito somente nos produtos consumidos e com isto os estoques são reduzidos (SHINGO, 1996).

Além de dar suporte para o *just-in-time*, o *Kanban* impede as perdas por superprodução porque a partir das informações fornecidas por ele se produz somente a quantidade necessária ao processo produtivo. As funções do *Kanban* são: fornecer informação sobre apanhar ou transportar; fornecer informação sobre a produção; impedir a superprodução e o transporte excessivo; servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias; impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz; revelar problemas existentes e manter o controle de estoques (OHNO, 1997).

### **2.3.2.2. Produção em Pequenos Lotes**

De acordo com o Sistema Toyota de Produção a geração de estoques é considerada um desperdício, tanto do ponto de vista de investimento em matéria-prima que não está sendo processada, como pela perda de oportunidade de investir o capital em algo que dê retorno financeiro para empresa.. De acordo com Ohno, enquanto os sistemas tradicionais de produção optam por fazer grandes lotes de uma única peça, o STP toma o curso inverso O *Kanban* regula todo o fluxo de materiais dentro da produção e faz com que não se produza nada além do necessário Como vantagem se elimina completamente as perdas por superprodução e custos relacionados com a má utilização de operários, propriedade e instalações necessárias à gestão do inventário.

### **2.3.2.3. Redução do Tempo de Setup**

O “tempo de *setup*” é definido como o tempo decorrido da troca de processo da produção da última peça boa de um lote até a produção da primeira peça boa do outro lote. Como o Sistema Toyota de Produção se baseia na eliminação do desperdício, a redução do tempo de *setup* é muito importante, pois visa eliminar o tempo desnecessário para se efetuar a troca de ferramentas de um equipamento (MARTINS, 2001).

Os tempos de *setup* podem ser reduzidos através de uma série de métodos que são conhecidos como sistema de Troca Rápida de Ferramentas (TRF), como, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de ferramentas e equipamentos e treinamentos rotineiros com a prática das rotinas de *setup* deixando o operador mais capacitado para fazer



as trocas. Algumas mudanças mecânicas nos equipamentos auxiliam a baixar o tempo de *setup*, como os exemplos abaixo:

1. furos em forma de pêra (Furos *Dahma*) requerem menos voltas para apertar;
2. arruelas em U também requerem menos voltas para soltar e apertar;
3. roscas interrompidas são mais fáceis de soltar e apertar;
4. padronização dos dispositivos de fixação, utilizar um único tamanho de parafusos;
5. redução do número de parafusos utilizados e outros.

Outra abordagem comum para a redução do tempo de *setup* é converter o trabalho que era anteriormente executado quando a máquina estava parada (denominado como *setup* interno), para ser executado enquanto a máquina está operando (denominado *setup* externo). Os principais métodos para se reduzir *setup* interno em *setup* externo são:

- Ferramentas pré-montadas de tal forma que uma unidade completa seja fixada à máquina, em vez de ter de montar vários componentes, enquanto a máquina está parada. De preferência, todos os ajustes devem ser executados externamente, de tal forma que o *setup* interno seja apenas uma operação de montagem.

- Montar as diferentes ferramentas ou matrizes em um dispositivo-padrão. Novamente, isto permite que o *setup* interno consista em uma operação de montagem simples e padronizada.

- Fazer com que a carga e a descarga de novas ferramentas e matrizes seja facilitada. A utilização de dispositivos inteligentes de movimentação de materiais, como esteiras de roletes e mesas com superfícies de esferas, pode ajudar bastante (SLACK, 1996).

De acordo com Shingo (1996), a adoção da Troca Rápida de Ferramentas (TRF) ou a Troca de Ferramentas em um Único Toque (OTED – *One-Touch Exchange of Die*) é a maneira mais eficaz de melhorar o *setup*, pois em média as reduções de tempo giram em torno de 80 a 95%.

#### 2.3.2.4. Flexibilidade da Força de Trabalho (*Shojinka*)

Para que o Sistema Toyota de Produção pudesse responder às rápidas mudanças de demanda foi necessário buscar um melhor aproveitamento da força de trabalho e dos sistemas de produção.

Os pré-requisitos para a realização da flexibilidade da força de trabalho são:

*i)* *layout* de máquinas adequado;

*ii)* operadores multifuncionais;

*iii)* avaliação contínua e revisão periódica das rotinas de operações padronizadas.

Uma das maneiras de melhorar a produtividade é adequar o *layout* às necessidades dos sistemas produtivos, sendo que a maior vantagem é organizar o fluxo dos materiais e evitar que os produtos em processamento percorram uma distância desnecessária dentro da produção. Com a organização do *layout*, parte do tempo gasto em transporte é substituído por tempo de processamento das peças. As alterações de *layout* proporcionam uma reorganização dos meios produtivos, minimizam as distâncias percorridas, aumentam a flexibilidade dos meios produtivos, melhoram a qualidade dos produtos, o atendimento ao cliente e aumentam a satisfação dos empregados (HARMON, 1991).

Outras vantagens das alterações *de layout*, segundo Krajewski (1998), são a redução de inventário, redução de *lead time*, processamentos mais rápidos e menor perda de tempo improdutivo perdido devido ao manuseio de material.

A maioria dos arranjos físicos deriva de quatro concepções, que correspondem a: *i)* arranjo físico posicional ; *ii)* arranjo físico por processos ; *iii)* arranjo físico por produto e *iiii)* arranjo físico celular.

O arranjo físico posicional se caracteriza pelo fato de que os recursos transformados não se movem e sim os recursos transformadores. Este tipo de arranjo também é conhecido por arranjo físico de posição fixa. A razão para que isto aconteça é a impossibilidade de que o produto ou serviço se mova ou por estarem em situações muito delicadas ou por serem muito grandes para se locomoverem. Citam-se como exemplos a construção de uma ferrovia, uma cirurgia delicada, um navio em um estaleiro ou um computador de grande porte.

Já o arranjo físico por processo se caracteriza por ter localizado juntos os recursos transformadores pelos quais os recursos transformados passam, ou seja, os processos similares são colocados juntos um dos outros.

Desta forma os produtos que tem necessidades de processamento diferentes percorrem diferentes roteiros dentro do mesmo *layout* de produção. Como exemplos pode-se citar os arranjos de hospitais, bibliotecas, usinagem de peças especiais, supermercado.

O arranjo físico por produto envolve localizar os meios produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a seqüência de atividades requerida coincide com a seqüência em que os processos foram arranjados fisicamente. Como exemplos pode-se citar: indústria de manufatura de papel, programa de vacinação em massa e restaurantes *self-service*.

O arranjo físico celular é aquele onde se formam configurações de trabalho em que os recursos transformadores entram em operação dependendo da sua necessidade. As células podem ser arranjadas segundo um arranjo por processo ou por produto. Depois de serem processados nas células, os recursos podem prosseguir para outra célula. O arranjo físico celular é uma tentativa de trazer mais ordem para os arranjos físicos por processos ou por produto.

Um dos conceitos mais importantes para se alcançar a flexibilidade da força de trabalho é a utilização de operadores multifuncionais, que são operadores que estão aptos a cuidarem de dois ou mais equipamentos ao mesmo tempo ou que desenvolvem tarefas diferentes dentro do sistema de produção.

Como a demanda dos produtos é que faz com que uma linha de trabalho tenha que produzir mais ou menos peças, existe a possibilidade de aumentar a mão-de-obra dos locais de trabalho a fim de aumentar a quantidade produzida se em algum outro local a demanda venha a cair naquele período, para que isto seja possível, é necessário que os operadores estejam preparados a fazer qualquer tipo de tarefa dentro do processo produtivo.

O terceiro item importante para se alcançar a flexibilidade da força de trabalho é a avaliação contínua e revisão periódica das rotinas de operações padronizadas. De acordo com Shingo (1996), as folhas de operações-padrão são os diagramas do *layout* dos equipamentos somados com dados de chão de fábrica relativos ao processamento ou às linhas de montagem.

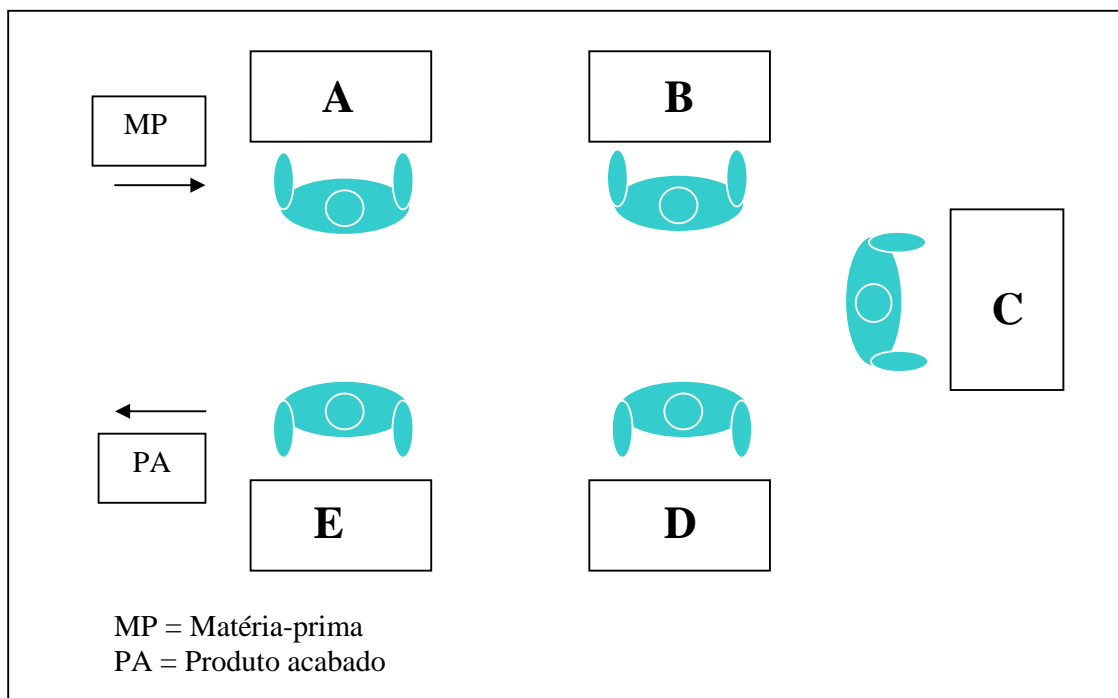
Elas indicam: tempo de ciclo, ordem das operações, padrão dos estoques, tempos líquidos de trabalho e controle de qualidade e segurança. Além disto é importante fazer o balanceamento da mão-de-obra para definir a capacidade dos grupos, com isto é possível comparar a produção realizada com o que foi planejado e fazer as correções necessárias se for preciso.

Estas são as etapas necessárias para se realizar a padronização das operações. Primeiro deve-se elaborar o roteiro de produção de uma célula de trabalho, conforme Tabela 5:

**Tabela 3: Roteiro de produção de uma célula de trabalho.**

	<b>Operação</b>	<b>Máquina</b>	<b>Tempo</b>	<b>Tempo de <i>setup</i></b>
A	Chanfrar peças	Ch002	25 seg	90 seg / 200 pç
B	Virar Bordas	VR003	20 seg	60 seg / 100 pç
C	Costurar Lateral	Cos021	52 seg	30 seg / 250 pç
D	Preparar Forro	----	8 seg	-----
E	Prensar Reforço	Pr002	30 seg	20 seg / 125
<b>Tempo</b>			<b>135 seg</b>	

A disposição atual do grupo de trabalho, conforme a figura 5, é esta:



**Figura 4: disposição de trabalho atual de uma célula de manufatura.**

Para determinar a capacidade de produção da célula devemos calcular o *Tack Time*, que é o tempo em que cada peça deve sair do grupo. A produção diária deste grupo deve ser de 500 peças por dia, a jornada de trabalho é de 8 horas.

$$Tack\ Time = \frac{\text{Tempo efetivo de operação diária}}{\text{Produção diária necessária}} = \frac{28.800\ \text{seg.}}{500\ \text{peças}} = 57,6\ \text{segundos}$$

Para se alcançar a produção de 500 peças por dia, a cada 57,6 segundos é necessário que uma peça fique pronta e saia da célula. Para saber se existe alguma máquina gargalo dentro do grupo ou que não consiga suprir a demanda podemos calcular a capacidade máxima de produção para cada máquina ou equipamento, de acordo com o exemplo:

$$\text{Prod. Máxima} = \frac{\text{Tempo efetivo de operação diária}}{\text{Tempo operação} + \text{Setup}} = \frac{28.800\ \text{seg.}}{52 + 0,12\ \text{seg.}} = 552\ \text{peças}$$

A capacidade de produção de cada processo pode ser visualizada na Tabela 4:

**Tabela 4: Tabela de Capacidade de Produção por processo.**

Grupo: A	Peças / Dia: 500							
	Nº da Máquina	Tempo Operação Manual	Tempo Máq.	Tempo Total	Peças por Setup	Tempo Setup	Tempo Setup por peça	Capacidade Processo
A. Chanfrar peças	Ch002	25 seg	----	25 seg	200	90 seg	0,45 seg	<b>1131 pçs.</b>
B. Virar Bordas	VR003	20 seg	----	20 seg	100	60 seg	0,60 seg	<b>1398 pçs.</b>
C. Costurar Lateral	Cos021	52 seg	----	52 seg	250	30 seg	0,12 seg.	<b>552 pçs.</b>
D. Preparar Reforço	----	8 seg	----	8 seg	-----	-----	-----	<b>3600 pçs.</b>
E. Prensar Reforço	Pr002	30 seg	----	30 seg	125	20 seg	0,16 seg	<b>954 pçs.</b>
			<b>Total</b>	<b>135 seg</b>				

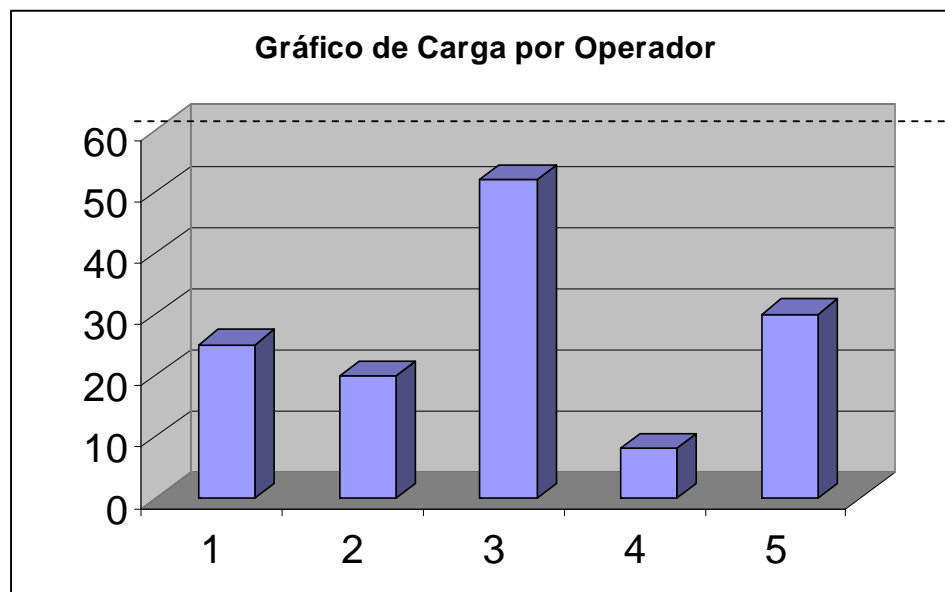
Após a determinação da capacidade de produção por processos, é preparada uma folha de rotina de operação padrão (Tabela 5), que serve para instruir o operador como ele deve proceder para realizar a tarefa, com isto se consegue melhorar a produtividade da operação, pois o operador sempre procede da mesma maneira, evitando o desperdício de tempo.

**Tabela 5: Folha de rotina e operação padrão.**

Folha de Rotina de Operação Padrão		Grupo: A	Peças: 500	Tack Time: 57,6 seg
Operação: Chanfrar Peças		Modelo: 19345		Fábrica: 10
Nº	Descrição da Operação	Tempo		Tempo de operação (seg.)
		Manual	Autom.	
1	Pegar peças laterais	2 seg		--
2	Regular Chanfro p/ virar	3 seg		---
3	Chanfrar Virado	8 seg		-----
4	Regular Chanfro p/ emenda	3 seg		---
5	Chanfrar Emenda	7 seg		-----
6	Devolver peças	2 seg		--
				57,6
	<b>Total</b>	25 seg.		

Após este levantamento é possível visualizar o gráfico de carga por operador (Figura 6), que consiste na relação entre o tempo padrão de cada operação com o *tack-time* da célula. Neste gráfico é possível visualizar a ociosidade da mão-de-obra, já que quanto menor for a

diferença entre o *tack-time* da célula com o tempo de operação mais balanceada está a célula. Quando existe esta ociosidade é possível aumentar a carga do operador com o agrupamento de tarefas desde que este tempo não supere o *tack-time* da célula.



**Figura 5:** Gráfico de carga por operador.

Para se efetuar o balanceamento da mão-de-obra é necessário estipular quantos operadores seriam necessários para a célula de trabalho, se consegue isto com a fórmula:

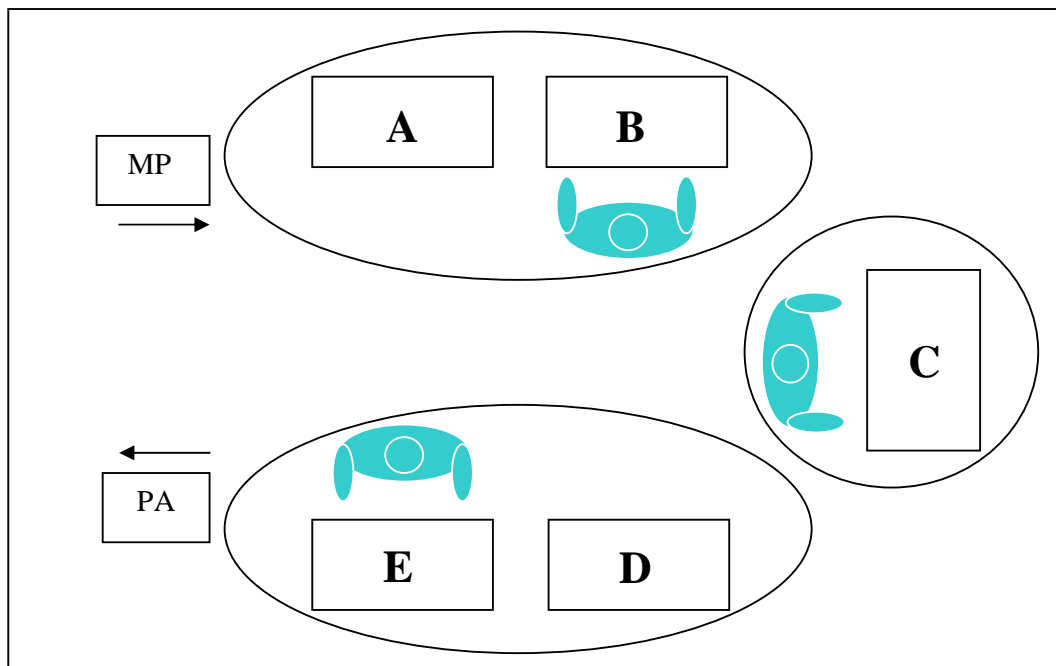
$$\text{N}^\circ \text{ de operadores} = \frac{\Sigma \text{ Tempo Operacional Manual}}{\text{Tack Time}} = \frac{135}{57,6} = 2,34 = \mathbf{3 \text{ operadores}}$$

Portanto as tarefas **A** (25 seg.) e **B** (20 seg.), poderiam ser agrupadas já que ao serem somadas teriam um tempo de 45 seg., abaixo do *tack-time* da célula (57,6 segundos).

A tarefa **C** (52 seg.) não poderia ser agrupada com a tarefa **D** (8 seg.), pois o tempo somado das duas operações seria de 60 segundos, que é superior ao *tack-time* da célula (57,6 segundos). Com isto o operador da tarefa **C** seria responsável por apenas esta operação.

Já as tarefas **D** (8 seg.) e **E** (30 seg.), poderiam ser agrupadas, pois o tempo para processar ambas tarefas seria de 38 segundos que é abaixo do *tack-time* da célula (57,6 segundos).

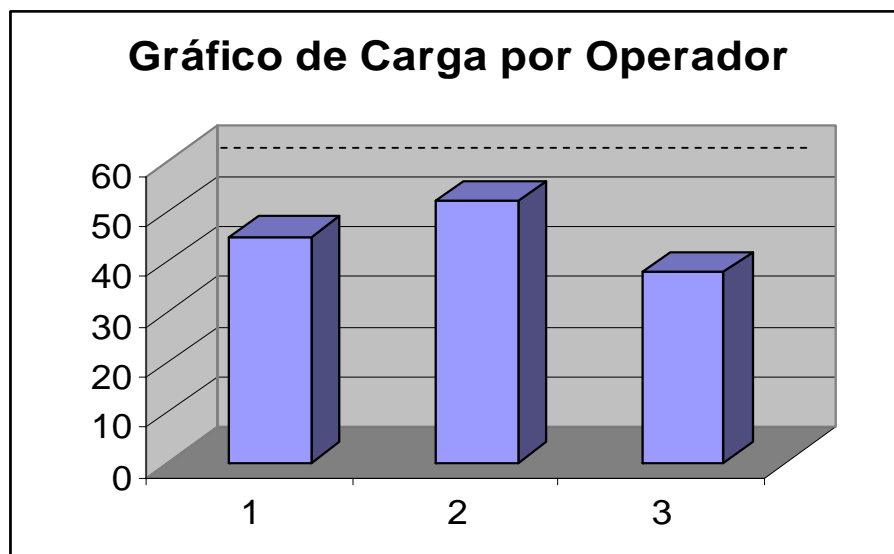
Portanto a configuração para este grupo de trabalho, conforme Figura 6, seria:



**Figura 6:** Agrupamento de tarefas.

E o gráfico de carga por operador, conforme

Figura 7, seria este:



**Figura 7:** Gráfico de carga por operador.

## 2.4. Manufatura Celular

### 2.4.1. Histórico da Manufatura Celular

A utilização das células de manufatura ocorreu inicialmente na indústria metal-mecânica, sendo que os elementos que facilitaram a implantação foram a qualificação da mão-de-obra acima da média, áreas de fabricação e montagem bem definidas, produtos de alto valor agregado, processos e produtos pouco padronizados e com ciclo de vida curto (SILVEIRA,1994). Na indústria calçadista, às vezes se utiliza o termo “grupos de trabalho” para se referir à “manufatura celular”, até mesmo para simplificar o entendimento por parte dos operários. Porém, os termos “tecnologia de grupo” e “grupos de trabalho”, os quais em princípio podem ser confundidos, realmente diferem muito entre si.

Pode-se conceituar Tecnologia de Grupo como uma filosofia que utiliza as semelhanças para a solução de problemas, obtendo vantagens econômicas e operacionais no tratamento de grupo. Na manufatura, o termo é utilizado como elemento de organização dos agentes produtivos, agrupando peças e máquinas em famílias para a sua fabricação, com o objetivo de se obter vantagens econômicas deste sistema de trabalho (GIBK, 1995).

O conceito de tecnologia de grupo começou a ser desenvolvido nas décadas de 40 e 50, sendo que o primeiro trabalho apresentado sobre o assunto foi escrito pelo engenheiro russo Mitrofanov e se intitulava “*Scientific Principle of Group Technology*”. O conceito básico deste estudo era agrupar as peças com similaridade geométrica em famílias para serem fabricadas em uma única máquina, reduzindo assim os tempos de preparação da máquina (*setup*) entre uma peça e outra (LORINI,1993).

Estes princípios se difundiram por toda a Europa, e principalmente na Alemanha e Inglaterra surgiram novos trabalhos sobre o assunto. O conceito evoluiu para a fabricação em famílias de peças em mais de uma máquina, ou seja, num agrupamento de máquinas que foram mais tarde conceituados como células de manufatura (SHUNK, 1973).

Outro importante conceito para manufatura celular foi apresentado por Burbidge, na Itália, conhecido como análise do fluxo de produção (PFA), tendo como objetivo considerar as rotas e seqüências das peças entre as máquinas em que ocorre o processo. Este trabalho



serviu como base para a evolução dos sistemas de classificação e codificação das peças, como o Sistema Optiz desenvolvido na Universidade de Aachen da Alemanha, o Sistema MICLASS (*Metal Institute Classification System*) desenvolvido na Holanda ou o Sistema KK-3 desenvolvido no Japão pela JSPIM (Sociedade Japonesa para Promoção de Máquinas Industriais). Os benefícios de adotar códigos de produtos são a formação de famílias de peças e grupos de máquinas, racionalização e redução de custos, estimativas de ferramentas e cargas de máquinas, racionalização de ferramental e tempo de preparação de equipamentos, racionalização da programação e planejamento de produção e estabelecimento de uma base de dados de manufatura.

Mais tarde, os códigos de produtos possibilitaram o desenvolvimento das tecnologias de manufatura controladas por computadores como os Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS) e a Manufatura Integrada por Computador (CIM). Estes dois sistemas de manufatura são uma combinação de equipamentos e sistemas de controle e de comunicação integrados para um desempenho de alta produtividade com inspeção 100% nos produtos e redução de estoques de processamento (BOBROWICZ, 1976; OLIVIER, 1987).

A análise do fluxo de produção (PFA) é uma técnica analítica para se encontrar as famílias de peças por meio de uma análise progressiva das informações contidas nas folhas de processos de componentes, ela analisa a seqüência de operação e o percurso das peças através das máquinas e estações de trabalho, dentro da fábrica. Vários algoritmos foram desenvolvidos para resolver os problemas de agrupamento pela análise do fluxo de produção (PFA), entre eles o ROC (*Ranked Order Clustering*) e o BEA (*Bond Energy Analysis*).

Numa análise do fluxo de produção as peças são agrupadas pelas rotas comuns, ou seja, pelas coincidências dos fluxos de processo definidos para cada componente, e o sistema consiste em identificar as famílias de peças com semelhanças nos fluxos de processos e destacar as correspondentes células de máquinas. Nas tabelas 8 e 9 representa-se a análise do fluxo de produção com uma matriz de quatro máquinas e cinco peças, para ilustrar a metodologia básica.

**Tabela 6: Matriz de Incidência peça-máquina.**

Fonte: Lorini, 1993.

Nota: o número 1 significa que o produto P passa pelo processamento na máquina M.

Matriz de incidência peça-máquina						
		Peças				
		P1	P2	P3	P4	P5
Máquinas	M1		1		1	1
	M2	1		1		
	M3		1		1	
	M4	1		1		

Após a manipulação da matriz, com algumas trocas de posição nas linhas e colunas, podemos destacar duas células diferentes com a correspondente família de peças, como mostrado abaixo (Tabela 7):

**Tabela 7: Células de manufatura 1 e 2.**

Fonte: Lorini,1993

Matriz de incidência peça-máquina						
		Peças				
		P1	P3	P2	P4	P5
Máquinas	M2	1	1	➔ Célula 1 (Máquinas M2 e M4)		
	M4	1	1			
	M1	Célula 2➔		1	1	1
	M3	(Máquinas M1 e M3)		1	1	

A Tecnologia de Grupo (GT) é a base racional para fornecer os meios de organização da manufatura celular. Ao se trabalhar com famílias de peças é possível reduzir os tempos de preparação e ajustes e, portanto, baixar os custos de fabricação. Com isto é possível operar economicamente com menores lotes de produção (LORINI, 1993; MUTHER, 1997).

#### 2.4.2. Tipos de Células de Manufatura

Para que as mudanças dentro de uma organização tenham sucesso elas devem ser graduais e necessitam envolver as pessoas com informações e treinamento para minimizar as resistências às mudanças. Em particular, para adotar a Produção Enxuta, é necessário compreender os seus princípios e gradualmente implantar os seus conceitos dentro da produção.

Ao se implantar a manufatura celular é necessário fazer um levantamento das máquinas e peças, aplicar algum tipo de método de agrupamento para a formação das famílias de peças e executar as modificações no *layout* (GIBK, 1995).

Além dos itens já citados anteriormente, a proximidade física dos equipamentos também é muito importante para a implantação da manufatura celular, bem como ter operadores multifuncionais e que tenham capacidade de gerenciar o próprio trabalho (SANTOS,2002).

As vantagens da implantação da manufatura celular são a redução de inventário e produtos em processamento, melhoramento da qualidade, redução do tempo de *setup*, melhor satisfação dos colaboradores e redução do tempo de manufatura (STONE, 1997)

Outras vantagens da manufatura celular ainda são citadas por Benkowski (2002) como minimização de transporte e de inventário, redução de *leadtime* e tempo de espera, aumento da produtividade e da qualidade, diminuição do espaço físico ocupado, melhora de comunicação entre os trabalhadores, melhora na eficiência do treinamento e aumento da flexibilidade das áreas produtivas.

De acordo com Suzaki (1996), ao se implantar as células, existe uma melhor comunicação entre os operadores, uma distância reduzida de percurso, um controle mais fácil de materiais (um entra, um sai), as atividades do trabalho são mais facilmente combinadas, existe uma maior flexibilidade para mudar o volume de produção (pela mudança do número de pessoas dentro da célula), um fluxo mais simples e redução da carga administrativa para controlar a linha e melhor trabalho de equipe para atingir objetivos comuns.

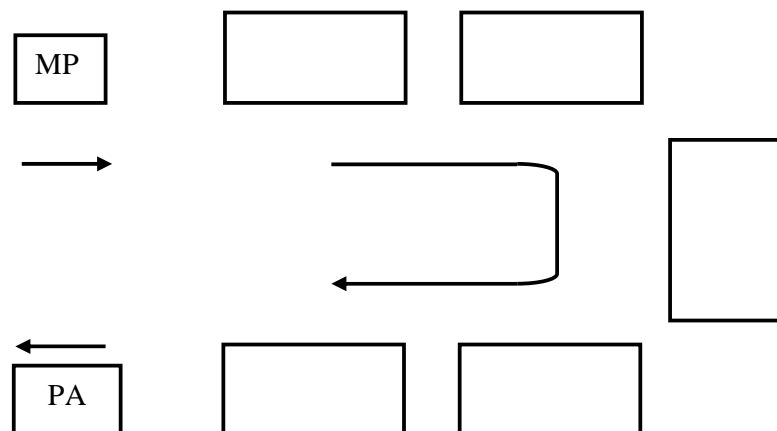
Em um experimento de implantação de manufatura celular, Hyer (2003) obteve como resultados: redução dos tempos de movimentação (- 61,3%), redução de *lead time* (- 61,2%), redução do tempo de resposta aos pedidos dos clientes (- 50,1%), redução de inventário em processamento (- 48,2%), redução de tempo de *setup* (- 44,2%), melhoria dos índices de qualidade (- 28,4%) e redução do custo unitário (- 16%).

Um estudo de caso realizado em uma empresa de calçados do nordeste do Brasil aponta ganhos de produtividade após a implantação de alguns conceitos do STP, como a manufatura celular, *just-in-time* e produção “puxada”. A medida de produtividade utilizada neste caso foi a relação entre o total de pares produzidos com o tempo total da mão-de-obra utilizada (hh = homem/hora). Foram observados acréscimos de 1,97 pares/hh para 5,05 pares/hh no modelo A, de 2,60 pares/hh para 5,26 pares/hh no modelo B, de 2,53 pares/hh para 4,74 pares/hh no modelo C e de 3,91 pares/hh para 6,47 pares/hh no modelo D (CUNHA, 2002).

Os tipos de células de manufatura estão ligados à quantidade de equipamentos que fazem parte do *layout* de produção. As células de manufatura podem ser divididas em: i) Células de uma máquina; ii) células de máquinas agrupadas e transporte manual; iii) células de máquinas agrupadas e transporte semi-integrado e iii) FMS - sistemas flexíveis de manufatura (MUTHER, 1997; SILVEIRA,1994).

As células de uma máquina (*Single Machine Cell*) são compostas por apenas um equipamento mais o ferramental e dispositivos necessários para o seu funcionamento. Geralmente os componentes que compõe o produto final são fornecidos externamente e apenas passa por um processamento final.

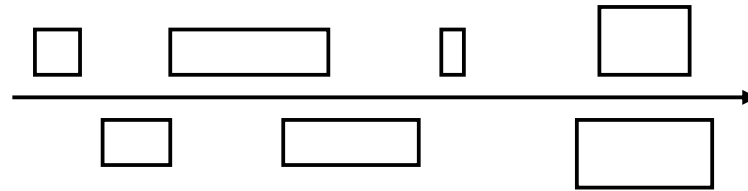
As células de máquinas agrupadas e transporte manual correspondem às células compostas por várias máquinas capazes de processar componentes e produtos completos, sem possuir mecanismos automáticos de manuseio e transporte destas partes entre os equipamentos. A disposição ideal para seu funcionamento é em forma de “U” (Figura 8), onde o fluxo de materiais percorre a célula sempre no mesmo sentido, e a entrada e saída de material acontece na mesma ponta. Esta disposição também facilita a movimentação entre os operadores dentro das células.



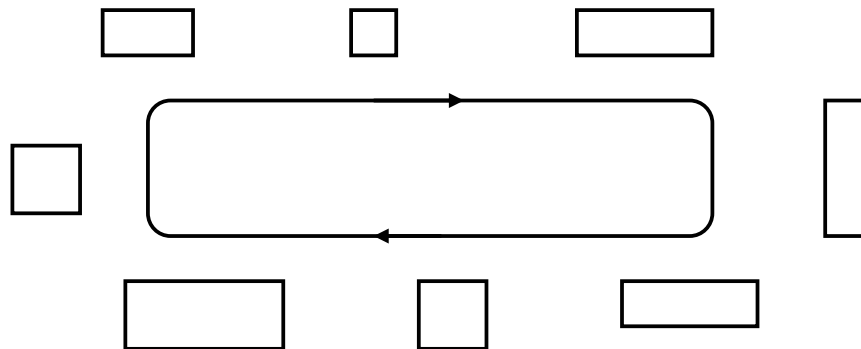
**Figura 8:** Célula em “U”.  
**Fonte:** Silveira, 1994.

As células de máquinas agrupadas e transporte semi-integrado diferem dos outros tipos de células porque são providas de algum sistema automático de transporte entre as máquinas. Quando as peças processadas têm um roteiro de produção semelhante pode-se utilizar um *layout* em linha (Figura 9), com um sistema de transporte retilíneo passando por todas as máquinas. Quando as peças processadas têm roteiros de produção diferentes se utiliza o *layout* em forma de “loop” (Figura 10) possibilitando que cada peça possa ter uma

seqüência de trabalho diferente. Nos dois casos, se faz necessário que os roteiros de produção sejam realmente semelhantes, a fim de evitar uma movimentação excessiva de peças entre os equipamentos. (LORINE,1993)



**Figura 9:** . *Layout* em forma de linha.  
**Fonte:** Silveira, 1994.



**Figura 10:** *Layout* em forma de "loop".  
**Fonte:** Silveira, 1994.

Os sistemas flexíveis de manufatura (*Flexible Manufacturing Systems-FMS*) representam, em termos de tecnologia empregada, o mais elevado nível de automação em células de manufatura. Eles são caracterizados por terem estações de trabalho automatizadas e programáveis por controle numérico, sistemas de movimentação autônomos e sistema de controle de produção computadorizado.

De acordo com Lorini (1993), os computadores são responsáveis pelo controle dos equipamentos de produção, transporte e comunicação entre os equipamentos. As maiores vantagens da utilização de um FMS são as reduções de custo de produção, aumento de produtividade e flexibilidade do sistema, além de que estes sistemas permitem uma inspeção em 100% das peças processadas, aumentando a qualidade.

Para se obter o máximo rendimento das células de manufatura, é necessário que os operadores estejam preparados para desenvolver um novo conjunto de competências, eles

necessitam compreender um escopo mais amplo de procedimentos de trabalho, bem como estar capacitado a desempenhar múltiplas tarefas dentro do grupo (operadores multifuncionais). Além disto, todos necessitam trabalhar em equipe, resolver e encaminhar os problemas rapidamente e ter autonomia para operar dentro dos grupos sem muita supervisão. Isto exige um processo de treinamento dos operadores mais intenso, entretanto, após a implantação o sistema será mais flexível para responder às mudanças de programação, terá um custo de mão de obra direta e indireta mais baixo, um *lead time* mais baixo e um aumento significativo na qualidade dos produtos processados (SUZAKI, 1996).

## **CAPÍTULO 3**

### **3. ESTUDO EMPÍRICO**

#### **3.1. Descrição da empresa**

A empresa Schmidt Irmãos Calçados Ltda. foi fundada em 16 de fevereiro de 1943, pelos irmãos Bruno Walde Schmidt e Arnildo Schmidt, iniciando seu funcionamento na casa de um dos sócios em forma de artesanato. No ano de 1954 viria a segunda geração de sócios, composta por Sady Arnildo Schmidt e Paulo Werner Schmidt com produção de 100 pares de calçados por dia.

No ano de 1971 a empresa começou o processo de exportação de calçados e até 1982 produzia para o mercado interno e externo. A partir daí, se dedicou exclusivamente ao mercado de exportação. Atualmente, a empresa possui nove filiais no interior do Estado (Barra do Ribeiro, Brochier, Tupandi, Tapes, Candelária, Agudo, Arroio do Tigre e Sobradinho) além de algumas empresas coligadas que fazem parte do grupo e fornecem matéria-prima para fabricação de calçados, dentre as quais: FCC - Fornecedora de Componentes Químicos para Calçados (Adesivos, Solados e Palmilhas), Inject- Indústria de Injetados (Solados, Saltos e Tacões) e J.H. Peles e Couros, que faz todo o processo de acabamento de couro para a empresa.

Dentre os objetivos da empresa, um dos mais importantes é a qualidade dos seus produtos. Neste sentido, para garantir a satisfação do consumidor final a empresa vem adotando alguns programas de melhoria visando à qualificação dos seus funcionários.

1985 – Início do Programa de CCQ

1992 - Início dos treinamentos para Qualidade Total

1993 - Visitas técnicas a empresa japonesas

1994 - Início do Programa de Qualidade : 5 S's

1996 - Início do Projeto Kaizen

- 1998 - Laboratório de testes físicos inicia suas operações
- 2002 - A Matriz da empresa recebe a certificação ISO 9001:2000
- 2003 - As filiais de Barra do Ribeiro e Tapes recebem a certificação ISO 9001:2000.

A matriz da empresa se localiza na cidade de Campo Bom (RS), que tem cerca de 80.000 habitantes e pertence ao Vale dos Sinos, que é o maior *cluster* de empresas produtoras de calçados e componentes para calçados do mundo. A região ainda possui um Centro Tecnológico para dar apoio às empresas calçadistas, uma Escola Técnica do Senai que forma alunos para as áreas de produção e modelagem de calçados e a FEEVALE, um centro universitário que possui entre os seus cursos de graduação um específico para a área calçadista e de curtumes.

A empresa possui cerca de 3.000 funcionários e produz somente calçados femininos, sendo que 95 % dos seus produtos são exportados, principalmente para os EUA, Alemanha e Inglaterra. Os principais produtos são sapatos sociais, botas e sandálias. Toda produção é feita somente sob encomendas, e estas são repassadas à empresa pelas Companhias de Exportação. No mercado interno a empresa atua com a marca “Maria Lya” (5% do volume produzido), visando os consumidores das classes A e B, com sapatos feitos com materiais nobres como a pelica (couro de cabra – proveniente da África) e couro vacum (couro de boi – proveniente da Argentina, Austrália e Bangladesh).

A produção diária gira em torno de 14.000 pares de calçados, sendo que existem 16 mini-fábricas distribuídas pela matriz e filiais, sendo cada uma responsável pelo processamento completo de manufatura dos seus calçados (corte, costura e montagem). Na matriz da empresa, local onde foi realizado o levantamento de dados para essa dissertação, existem 3 mini-fábricas (Fábrica 04, Fábrica 07 e Fábrica 10).

### **3.1.1. Etapas do Processo Produtivo**

As etapas que fazem parte do processo produtivo em uma empresa de calçados diferem muito pouco entre as indústrias do setor, normalmente envolvendo corte, costura, montagem e acabamento. Existem ainda os setores de apoio à área de produção, como almoxarifado, PCP, modelagem, custos, mecânica, administração, dentre outros.

No setor de corte (Figura 11), são cortadas as peças que compõem o sapato, sejam elas de couro ou material sintético (depende de cada modelo de sapato). Este processo pode ser manual (com a utilização de facas) ou mecânico (com a utilização de navalhas). O corte



manual é utilizado quando existe uma quantidade pequena de peças a serem cortadas, geralmente sendo adotado na etapa de desenvolvimento de produto, quando são confeccionados os modelos que servirão como base para a produção.



**Figura 11: Setor de corte (processo mecânico).**

As navalhas são utilizadas quando a quantidade de peças aumenta, proporcionando maior produtividade e qualidade ao processo de corte. Cada navalha é confeccionada em tamanho apropriado que é determinado durante o processo de modelagem do produto, de acordo com cada numeração e tamanho do sapato. Para realizar o processo de corte se utilizam os balancins (prensas hidráulicas) que pressionam as navalhas contra os materiais a serem cortados, extraíndo as peças do material. Ao efetuar o corte o operador deve observar o sentidos das fibras de cada material, defeitos do material, bom aproveitamento da área de corte, tonalidade e outros itens que conferem qualidade ao produto final.

No corte das peças em couro se faz necessário um cuidado ainda maior por parte dos operadores, devido às diferenças que existem entre uma pele e outra. Os fatores que mais influenciam estas diferenças são: as regiões de procedência dos animais, raças diferentes, sexo, conservação das peles e processos de fabricação utilizados nos curtumes.

Além do couro, existem outros materiais a serem cortados, tais como: forros, espumas, reforços, palmilhas e outras peças que fazem parte da construção do calçado.

No setor de costura (Figura 12) as peças provenientes do setor de corte são unidas, formando assim o que é chamado de cabedal. O processo de costura é feito com auxílio de máquinas, porém é o operador que deve guiar as peças a serem costuradas e controlar a velocidade do equipamento. Isto gera uma necessidade de mão-de-obra intensiva, já que um

processo de autonomação das operações é praticamente inviável devido às inúmeras variações de modelos a serem produzidos e às constantes trocas de layout, necessárias para atender ao mercado consumidor.

No setor de costura existe uma necessidade maior de trabalhar com operadores bem treinados e qualificados devido aos altos custos de reposição das peças, em caso de danos, principalmente as de couro. No setor de costura também são feitas outras operações a fim de conferir mais qualidade e conforto aos sapatos, como as operações de chanfração (rebaixamento das bordas das peças a fim de diminuir o seu volume para não machucar os pés nas emendas das peças), virado (virar as bordas da peça antes da costura para melhorar o visual) e colocação de forros e espumas.

Em comparação com os outros setores, é na costura que se necessita maior velocidade e flexibilidade, tanto para mudança de *layout* quanto para mudanças de processos de fabricação, pois não existem alterações significativas de *layout* nos setores de corte e montagem. Além disto, existe o tempo de aprendizado, que é mais lento que nos outros setores, devido às excessivas mudanças após cada troca de modelo.

Com um bom trabalho de planejamento antes de iniciar a produção, é possível diminuir o tempo de adaptação às mudanças, como o treinamento das pessoas nas novas operações e regulagem dos equipamentos. Outra possibilidade de melhorar o desempenho dos setores de costura é corrigir os processos de fabricação no estágio de desenvolvimento de produto, realizando pequenas alterações nos modelos para diminuir o tempo de processamento, reduzir mão-de-obra e simplificar as operações.



**Figura 12:** Vista do setor de costura (*layout* de esteira).

No setor de montagem (Figura 13), são realizadas as operações que fixam o cabedal (etapa final do setor de costura), com a palmilha e a sola, conferindo ao calçado seu aspecto definitivo. As principais operações que acontecem neste setor são: conformação e montagem, asperação (lixação), aplicação de adesivo, colação de sola e prensagem para fixação do adesivo.

Após a montagem do calçado existem as operações de acabamento. A principal função destas operações é embelezar o produto, enfatizando sua limpeza e brilho. Em seguida ao acabamento os calçados são encaixotados e expedidos para os clientes.

Nas últimas operações que existem nos setores de produção ocorre um trabalho de revisão, a fim de garantir produtos de alta qualidade. Ainda podem ser realizados testes para garantir a qualidade das matérias-primas utilizadas no processo de fabricação como couro, tecidos, metais, palmilhas, adesivos e solados. Algumas operações críticas do processo como colagem de solados são avaliadas periodicamente a partir de testes realizados em laboratórios. (FENSTERSAIFEN, 1995; DIEHL, 1995)



**Figura 13:** Setor de montagem.

## 3.2. Implantação da Manufatura Celular

### 3.2.1. Histórico

Os sistemas de movimentação de materiais nos processos produtivos da empresa se baseiam na utilização de esteiras, tanto nos setores de montagem quanto nos setores de costura. Foi na fábrica 07 que começaram as experiências com as células de trabalho, a fim de analisar se este sistema daria um resultado satisfatório em termos de qualidade, bem-estar dos funcionários e produtividade.

Os maiores problemas que deveriam ser solucionados para sua implantação eram os seguintes:

1. Qual deveria ser a melhor disposição das células (*Layout*)?
2. Qual deveria ser o tamanho das células? Quantos equipamentos?
3. Qual deveria ser a quantidade de funcionários para cada célula?
4. Qual deveria ser o fluxo de produção?
5. Que tipo de treinamento deveria ser ministrado aos funcionários?
6. Quais controles deveriam ser adotados para se verificar a eficiência das células?
7. Como se faria para que as máquinas se tornassem mais fáceis de movimentação?
8. Como se faria o balanceamento da mão-de-obra necessária em cada célula?
9. Que tamanho de lote produção se utilizaria?
10. Como se melhoraria os índices de qualidade e produtividade?

As mudanças começaram a ocorrer em novembro de 2002, motivadas pelas perdas de produtividade e necessidade de buscar novas soluções. Na realidade, o fator que mais influenciava a situação era a redução dos tamanhos dos pedidos dos clientes, sujeitando cada fábrica a constantes trocas de modelos. A baixa produtividade era reflexo principalmente da curva de aprendizagem, pois muitas vezes ocorriam trocas de modelos antes mesmo de se atingir as metas de produção estabelecidas.

Outro fator determinante para as mudanças foi a baixa flexibilidade que as linhas de produção tinham para realizar as trocas de modelo, pois, para se fazer mudanças de *layout* todos operadores precisavam parar de trabalhar até que o novo *layout* estivesse montado.

Também existia o fato de que a velocidade da esteira que transporta as peças é regulada pelo tempo de processamento da operação mais lenta e, com isto, o sistema gera uma ociosidade nas outras operações.

O primeiro passo em direção à mudança foi criar na área de treinamento uma célula piloto para observar o comportamento que este novo tipo de sistema apresentava. Foram colocadas 3 pessoas em uma célula em forma de “U” com sete máquinas, sendo que os funcionários deveriam fazer algumas das etapas da produção de um sapato que estava sendo produzido dentre elas algumas operações de costura. O abastecimento da célula era feito com alguns pares de calçado que eram retirados da esteira, e, após eles serem processados na célula piloto, eram devolvidos para continuar as outras operações necessárias.

Neste primeiro momento o importante não era o volume produzido, mas sim observar como ocorria o fluxo de materiais dentro da célula e o comportamento das pessoas. O objetivo era buscar informações para minimizar os erros quando fossem feitas as mudanças no *layout* de todo o setor.

Para que todas as pessoas conhecessem este novo sistema, havia um revezamento entre aquelas que trabalhavam na célula de treinamento e aquelas que trabalhavam nas linhas de produção. Durante o dia, havia dois horários de revezamento, um no início da manhã e outro no início da tarde. Nesta situação, começaram a ocorrer problemas, pois nem todas as pessoas eram multifuncionais e quando elas estavam na célula só conseguiam fazer um tipo de trabalho. Isso não era um problema na esteira, onde cada operador só era requisitado a fazer um tipo de operação.

Outro problema era mudar a forma das pessoas trabalharem, visto que na linha cada operador processava um pé de calçado e devolvia para a esteira, de modo que a produção total no final do dia ficava vinculada à velocidade da esteira, enquanto que numa célula cada pessoa deveria cooperar com as outras.

Inicialmente, o objetivo era que a célula piloto trabalhasse com pouco estoque intermediário, tendo sido definido que cada operador processaria um par de calçados de cada vez. Contudo, uma vez que algumas operações eram mais lentas que as outras, se notou que alguns operadores precisavam esperar a operação subsequente terminar para somente então enviar o seu trabalho. Trabalhando assim não havia sentido apostar no desempenho das células, pois este tempo ocioso já acontecia no sistema de esteiras.

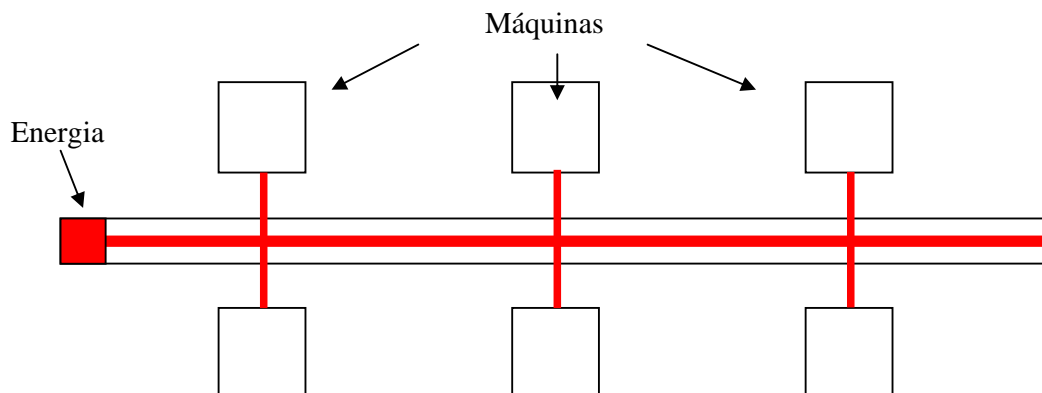
O objetivo maior desta mudança era transformar este tempo ocioso em trabalho efetivo. Por exemplo: se a operação gargalo de uma célula fosse a operação de costura, seriam colocadas nesta célula duas máquinas de costura, sendo que uma ficaria disponível para alguém ajudar a costurar enquanto estivesse ocioso. Com isto, as peças totais costuradas durante o dia seriam um somatório entre uma máquina que estaria operando com toda sua capacidade e outra que seria operada quando os outros membros da célula tivessem oportunidade de colaborar.

Outra questão era a maneira de transportar as peças dentro da célula. Se fossem utilizadas bandejas, como ocorria nas esteiras, poderia ocorrer muito volume dentro das células, pois as bandejas ocupavam muito espaço físico. Inicialmente se optou por cada operador processar um par de cada vez, mas isto ficou contraproducente porque as pessoas perdiam muito tempo entre pegar, largar e transportar. Ficou então definido que seriam processados 3 pares a cada vez e com isto o tempo gasto em transporte dentro do grupo foi minimizado.

### **3.2.2. Modificações necessárias para implantação**

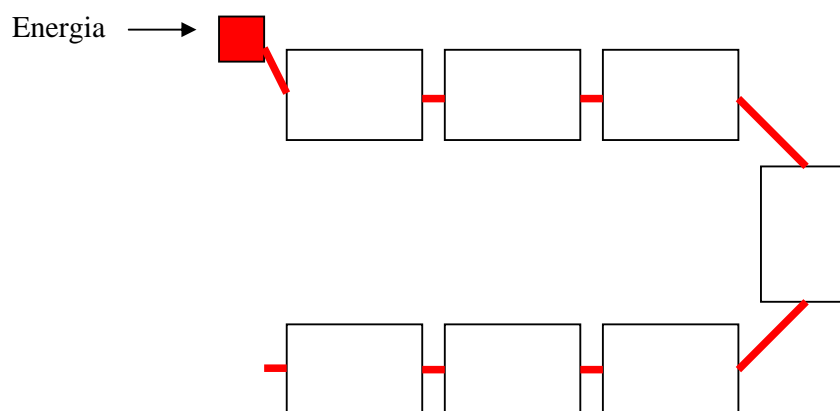
Uma das maiores necessidades era diminuir o tempo de *setup* nas trocas de modelo. Nas linhas era necessário parar todo o processo de produção para mudar o *layout* e depois era necessário trabalhar com uma velocidade baixa da esteira no início da produção em função da curva de aprendizagem de cada modelo. Para que isto não acontecesse nas células era necessário que os equipamentos fossem de fácil movimentação e se adaptassem em todas as posições da célula, possibilitando uma maior flexibilidade para o setor de costura.

Para tanto, foi importante alterar o sistema de abastecimento elétrico das máquinas em relação ao sistema que existia nas esteiras de produção. No sistema de esteira (Figura 14), cada equipamento era ligado em uma calha de eletricidade que ficava embaixo da esteira e que fornecia energia para as máquinas.



**Figura 14: Esquema de abastecimento de energia das esteiras.**

Nas células era necessário que os equipamentos ficassem mais livres para se locomoverem de uma célula para outra quando ocorresse uma troca de modelo, isto possibilitaria agilidade e conseqüentemente uma diminuição do tempo de *setup*. Para isto todos equipamentos e até mesmo as mesas seriam dotadas de entradas e saídas de energia e haveria um único ponto de abastecimento na ponta de cada célula (Figura 15).

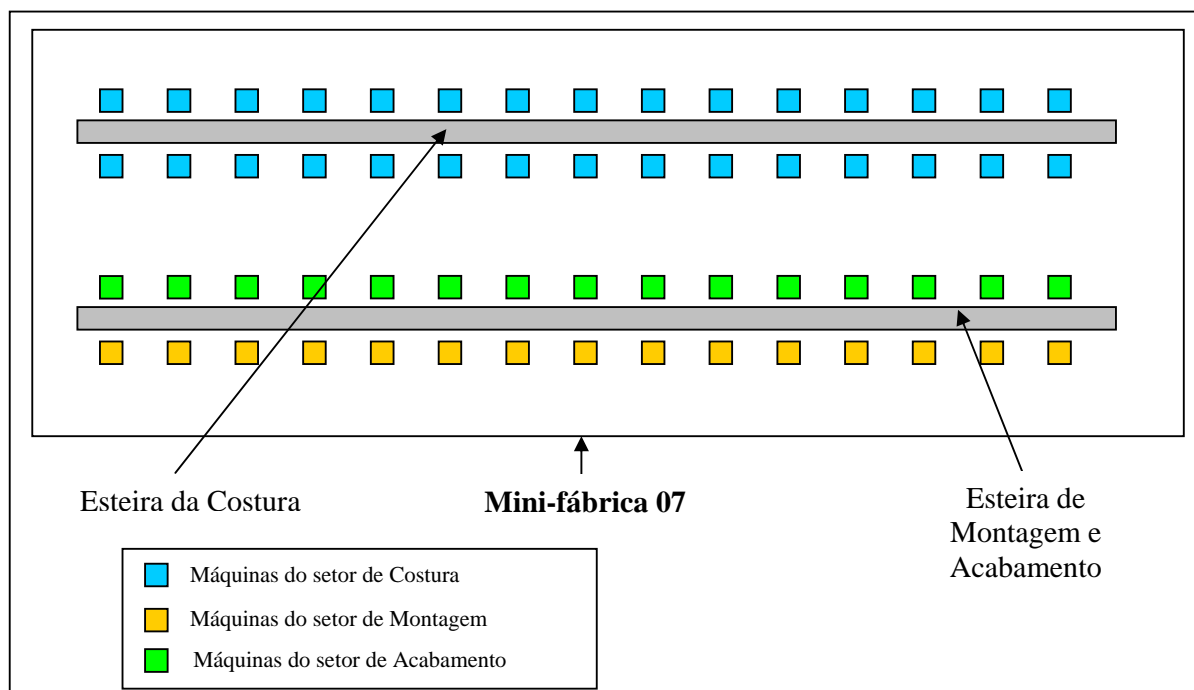


**Figura 15: Esquema de abastecimento de energia das células.**

Outra modificação foi a mudança do *layout* da fábrica, pois era necessário alterar todo o arranjo existente. Cada mini-fábrica era composta de um setor de corte, um setor de costura e um setor de montagem e acabamento.

O setor de corte não mudaria devido à sua localização, pois todos os setores de corte das três mini-fábricas foram agrupados para dar maior flexibilidade ao processo de corte.

A mudança de *layout* deveria ocorrer nos setores de costura e de montagem dispostos lado a lado com um *layout* em forma de linha, auxiliados por esteiras de transporte (Figura 17). Caso fosse retirada somente a esteira de costura não haveria espaço para todas as células necessárias e com isto não se ganharia espaço físico.



**Figura 16:** Layout das esteiras de costura e de montagem.

Devido ao ganho de área proporcionado pela mudança de *layout* foi possível aumentar o número de máquinas do setor de costura, melhorando ainda mais o tempo de *setup*, pois as máquinas podiam ser reguladas com antecedência antes de se iniciar uma nova modelagem.



**Figura 17:** Esteira de costura.

Para criar mais espaço para as células se dividiu a esteira da costura e a esteira de montagem ao meio. Na metade que correspondia à esteira de costura foi alocado o setor de acabamento, já que as atividades de costura foram transferidas para as células.

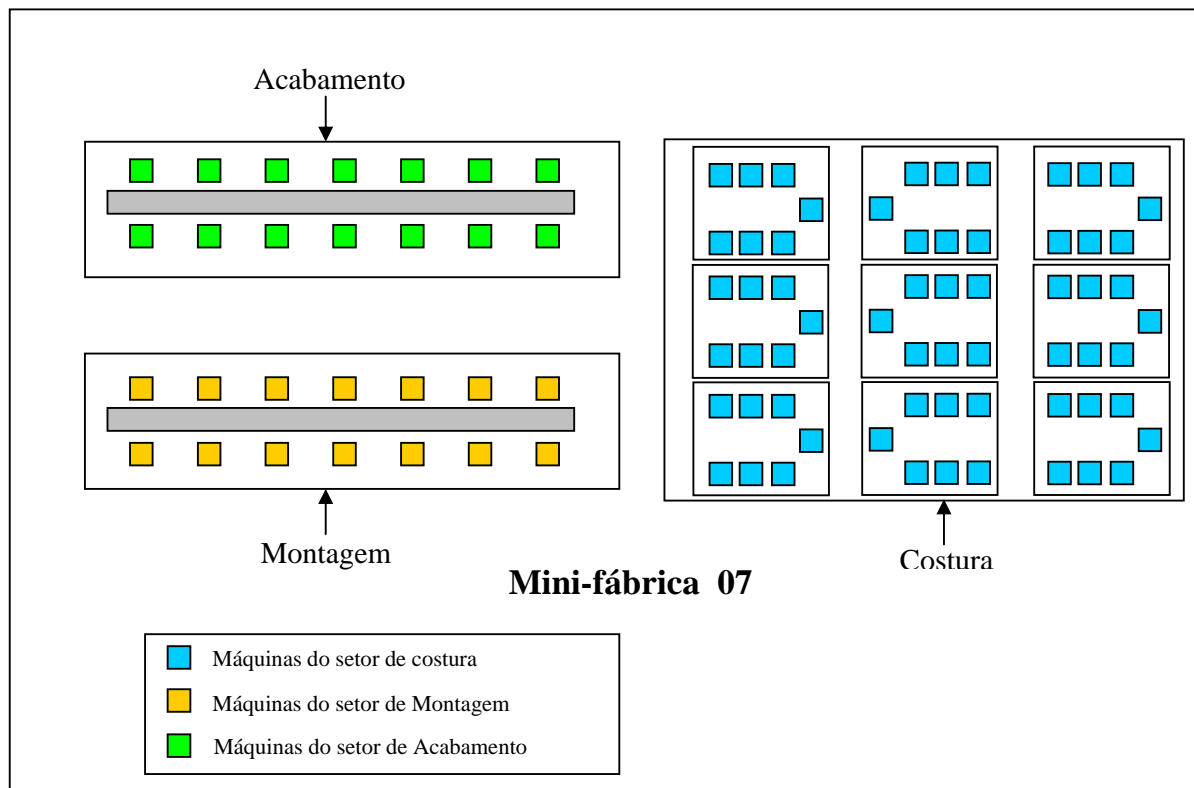


Na outra metade que sobrou do setor de montagem, foi alocado somente o setor de montagem (Figura 18), portanto os setores de montagem e acabamento continuaram a utilizar as esteiras de transporte.

A capacidade de produção de um setor que utiliza esteiras é relacionada com a velocidade que a esteira atinge para transportar as peças, já em uma célula não existe nada que determine o ritmo de produção para se atingir as metas.

Inicialmente se espera que cada célula supere as expectativas de produção devido ao aproveitamento do tempo ocioso que existe nas linhas de produção, porém, é importante entender que o tempo das operações é feito a partir de estimativas, e que existem variações entre os tempos de processamento de cada peça, ou mesmo, da capacidade individual de cada operador. Isto faz com que no início da mudança para células a produção atingida seja ainda menor do que aquela atingida pelas esteiras.

Outro fator importante a ser considerado é a adaptação das pessoas ao novo sistema de trabalho, por isto é necessário um acompanhamento inicial para se corrigir erros e diminuir os desperdícios de tempo que muitas vezes passam despercebidos pelas pessoas que estão envolvidas dentro das células.



**Figura 18: Novo layout das esteiras de costura e de montagem.**

Para se avaliar a produtividade das células, foram colocados quadros de produção horária na saída de cada célula (Figura 19). A capacidade de produção por célula é calculada pela multiplicação do número de operadores de cada célula e do tempo trabalhado dividido pelo tempo total das operações realizadas na célula.

A partir desta mudança foi possível transferir pessoas entre os grupos a fim de aumentar a produção das células de baixo rendimento. Mesmo que uma pessoa se ausentasse da célula por algum motivo as outras continuavam a produzir, e isto não acontecia nas linhas de produção que paravam se uma operação não estivesse sendo realizada.



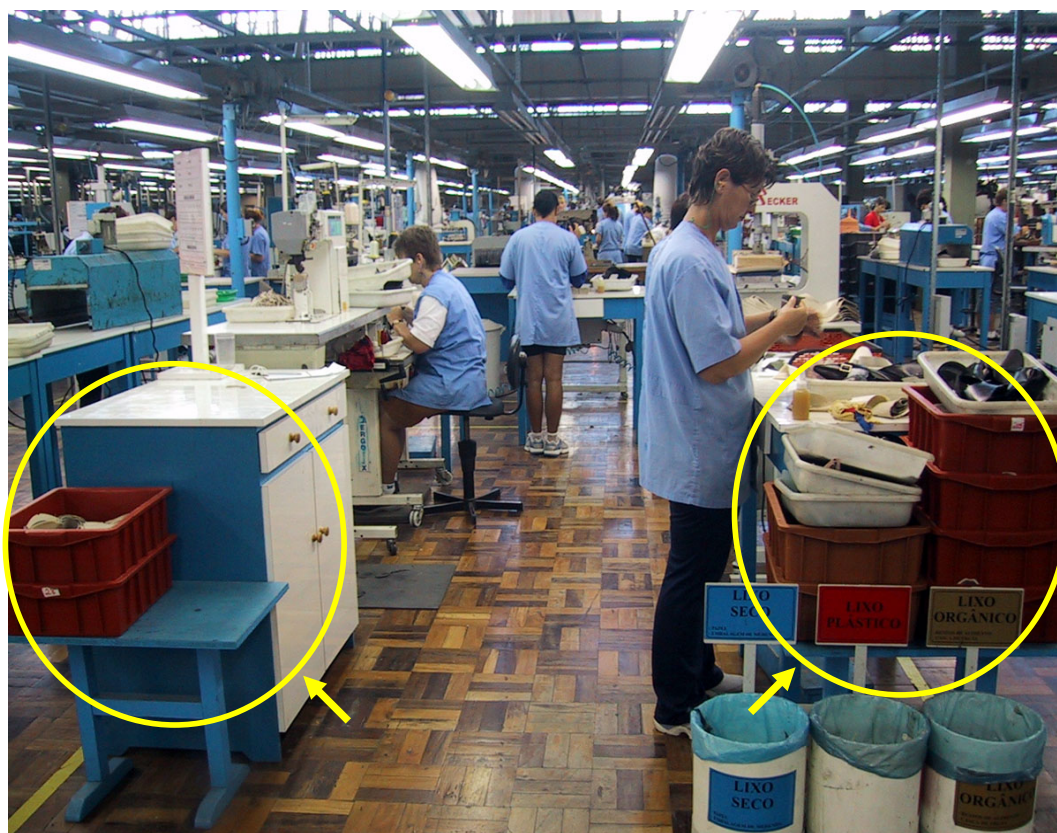
**Figura 19: Quadros de produção das células de costura.**

Outra mudança realizada foi no tamanho dos lotes de produção. Eram utilizados grandes lotes de produção a fim de facilitar o abastecimento das esteiras, o que gerava problemas de excesso de material em processamento.

Grandes lotes de produção seriam difíceis de serem processados e contados dentro das células, por isto se optou por reduzir o tamanho dos lotes de produção para 12 pares. Ficou definido que seriam processados três pares de cada vez, resultando a cada 4 processamentos diferentes um talão de produção pronto e disponível para ser encaminhado para a célula seguinte.

Cada talão de 12 pares armazenado em uma caixa plástica, e estas caixas armazenadas nas entradas e saídas de cada célula, à medida que cada talão fosse processado e a caixa enviada para entrada da célula seguinte.

Pode-se comparar as caixas como *kanbans* de produção, pois à medida que o nível de caixas que estão estocadas (Figura 20) nas entradas das células diminui sinaliza para a célula anterior que é necessário enviar material para ser processado. Também é possível visualizar as células gargalos, pois estas acumulam muitas caixas na entrada e necessitam de colaboração ou de aumento do número de pessoas dentro da célula.



**Figura 20:** Entradas e saídas de uma célula de costura implantada.

Assim foi possível diminuir o estoque entre as células e melhorar a qualidade, pois os problemas passaram a ser detectados com mais rapidez. Em grandes lotes de produção, quando uma operação está com algum problema, muitas peças já foram processadas antes de se localizar o defeito.

### **3.2.3. Mudanças no setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP)**

Em um primeiro momento era necessário implantar as células de produção sem modificar a estrutura de trabalho da empresa. Como a empresa adota um sistema de produção

empurrada, cada mini-fábrica é projetada com 100 a 120 funcionários, contando os setores de corte, costura, montagem e acabamento. O balanceamento de produção é feito a partir de quantidade de funcionários que cada mini-fábrica possui. Portanto a demanda varia de modelo para modelo em relação ao tempo total das suas operações.

A idéia inicial do projeto seria separar o planejamento de produção de cada mini-fábrica em setores, avaliando a capacidade de produção dos setores de corte, costura e montagem separadamente. A princípio uma solução possível, porém a capacidade de produção entre os setores seria diferente e para se ajustar seria necessário alterar a quantidade de funcionários em cada setor e isto geraria acúmulo de serviço para os funcionários do setor de PCP.

Para que o projeto de implantação tivesse sucesso, cada supervisor de costura deveria receber o novo *layout* antes de cada troca de modelo, com quantidade de células necessárias e o número de funcionários que deveriam trabalhar em cada célula.

Outro problema era que o sistema de balanceamento utilizado pelo PCP, baseado na regra LOT, não calculava a possibilidade de se colocar máquinas adicionais nas células para que os colegas pudessem se ajudar. Este sistema calculava a quantidade de máquinas necessárias supondo que em cada máquina haveria um operador em tempo integral.

Com isto se o sistema computacional calculasse 3,21 pessoas necessárias em determinada operação, seriam colocadas 4 pessoas a fim de se poder suprir a demanda necessária de produção. O objetivo seria colocar 3 operadores em tempo integral mais um equipamento que trabalharia quando os outros componentes do grupo estivessem disponíveis, diminuindo um operador da necessidade total de mão-de-obra.

Para solucionar este problema se criou um programa de computador específico para definição do *layout* das células, considerando a possibilidade de se ter máquinas dentro do *layout* que não estariam sendo utilizadas com toda sua capacidade.

O critério adotado pelo programa era que se uma operação que tivesse o seu tempo operacional superior a 80% do *tackt time* (tempo de ciclo), justificaria a duplicação e, no *layout* apareceria mais um equipamento na célula, porém sem um operador fixo.

Ao adotar este critério de duplicar os equipamentos que tivessem um tempo padrão acima de 80% do *tack time* foi possível definir antecipadamente as operações que poderiam se tornar gargalos de produção ou aquelas com uma utilização muito próxima da capacidade, ou

seja, possíveis gargalos se fossem mal administrados. Os relatórios gerados por este programa podem ser visualizados nos anexos A e B deste trabalho e são respectivamente, o esquema de produção (A) e a planta de células (B).

No esquema de produção é possível encontrar o nome e a referência do modelo a ser produzido, a quantidade de pares totais do pedido, os tipos de células, a quantidade necessária de cada célula, o número de pessoas em cada célula e o total de funcionários do setor, além da soma dos tempos das operações e a capacidade de produção de cada célula.

O esquema de produção fornece um gráfico com a capacidade de produção das células e os detalhes de cada operação que faz parte do processo produtivo. As operações são colocadas em seqüência e relacionadas com outras informações como: a qual célula a operação pertence, qual é o seu posto dentro da célula (de 1 a 7), o seu código de produção e sua descrição, o tipo de máquina, equipamento ou produto químico que deve ser utilizado na operação e o tempo padrão da operação.

A planta de células se caracteriza pelo aspecto semelhante a um *layout*, porém as dimensões dos equipamentos nem os espaçamentos entre as células estão em escala real. No entanto toda as informações necessárias para se montar o *layout* das células podem ser observadas neste relatório.

As principais informações contidas neste relatório são os tipos de células (A, B, C,...), a quantidade de cada tipo de célula que é necessário, a quantidade de pessoas trabalhando em cada célula, a capacidade de cada célula por dia, o soma dos tempos por par e a quantidade de pares por pessoa.

Também é possível visualizar a posição de cada máquina ou equipamento dentro da célula com as suas respectivas referências (por exemplo: CT491 significa máquina de costura 491), o tipo de operação que deve ser executada na posição e o tempo padrão de cada operação.

Com estas informações é possível fazer o planejamento para o início de cada modelo, prever possíveis mudanças operacionais, relacionar quais equipamentos serão utilizados e em que quantidade, ajustar os equipamentos antes da troca (quando estão disponíveis), determinar quais pessoas irão trabalhar em cada grupo e treinar as pessoas nas operações mais críticas.

Durante a troca de modelo, a planta de células serve para orientar e melhorar o desempenho do *setup*, já que a posição de cada máquina ou equipamento fica definida de

acordo com as operações que compõe o grupo. Como a mudança de *layout* pode ser realizada em cada célula separadamente e não é mais necessário se parar todo sistema produtivo realizar o *setup*, se tem um melhor aproveitamento do tempo disponível dos equipamentos e das pessoas, já que no sistema de esteira no momento do *setup* todos param de produzir até completar toda mudança.

Após a troca efetuada estes relatórios servem para se avaliar o desempenho das células e verificar se os tempos estipulados estão sendo realizados. Com isto é possível fazer uma análise sobre o trabalho realizado e quais são as possíveis melhoras que devem ser observadas em futuras mudanças.

#### **3.2.4. Curso preparatório para supervisores das células**

As mudanças de *layout* nos setores de costura poderiam gerar situações de dúvidas e incertezas nos funcionários, porque, para a maioria das pessoas este novo sistema de produção era uma novidade.

Para minimizar estes problemas e a baixa produtividade inicial que esta mudança geraria foi realizado um curso para os supervisores e auxiliares das células de manufatura. O objetivo principal deste curso era preparar pessoas que iriam liderar este processo de mudança a fim de que entendessem a metodologia de trabalho do novo sistema.

Neste curso sobre sistemas de produção e células de trabalho (apêndice A), foram apresentados conceitos sobre células de manufatura que foram aperfeiçoados durante a fase de planejamento das células, além de outros conceitos que poderiam auxiliar na compreensão da importância de se efetuar estas mudanças.

A primeira parte deste curso se refere a temas mais abrangentes como: noções sobre ponto de equilíbrio de processos produtivos e produtividade, teoria das restrições e gargalos de produção e sistema de produção enxuta. Em seguida são tratados temas mais específicos a respeito da manufatura celular como: vantagens das células de trabalho, características dos sistemas em grupo, dicas para administrar o setor e regras básicas da costura em grupos.

Junto com os assuntos apresentados, foram desenvolvidos exercícios para fixação dos conteúdos a fim de agilizar o processo de aprendizagem, e, durante a realização do curso também sanada algumas dúvidas a respeito do cronograma das mudanças e discutidas as principais dificuldades encontradas após a troca de *layout*.



Estes encontros também serviram para coletar opiniões sobre melhorias no sistema e outras questões como melhor tamanho de lote de produção, distribuição de funcionários por célula, informações sobre trocas de modelo, quantidade de máquinas por célula, planejamento de *setup*, distribuição de tarefas, definição de metas e avaliação de desempenho.

### **3.3. Levantamento de boas práticas em manufatura celular**

#### **3.3.1. Seleção das empresas e coleta dos dados**

Duas empresas foram escolhidas para realizar uma visita técnica aos setores de produção com o objetivo de aprofundar os conhecimentos sobre manufatura celular e outros recursos do STP, uma do setor metal-mecânico e outra do setor calçadista, ambas líderes de mercado nos seus segmentos de atuação.

Os principais dados referentes ao processo de implantação e utilização da manufatura celular foram coletados com o auxílio de um questionário que deveria ser respondido após a visita aos setores de produção (apêndice B). Nenhuma das empresas concordou que fossem utilizados recursos fotográficos ou permitiu a realização de filmagens dentro da empresa, mesmo assim esta etapa do processo foi muito importante para avaliar e comparar as diferenças entre os processos.

#### **3.3.2. Visita em empresa do setor automobilístico**

Uma das visitas ocorreu na empresa GKN do Brasil que produz semi-eixos homocinéticos, . Esta empresa se situa em Porto Alegre no bairro Jardim Lindóia, contando com a colaboração de aproximadamente 1.300 funcionários.

Mundialmente, o grupo GKN atua em dois principais segmentos, o ramo automobilístico e o ramo aeroespacial.

Os semi-eixos homocinéticos são o principal produto da empresa no segmento automotivo mundial. No Brasil, a empresa responde por 80% do mercado e fornece para todas as montadoras. Já no segmento aeroespacial a empresa produz helicópteros, equipamentos de segurança e satélites.

As células de trabalho na unidade de Porto Alegre foram implantadas no ano de 1998, sendo que anteriormente a empresa utilizava um *layout* funcional, onde todas as máquinas do mesmo tipo eram dispostas juntas. Neste sistema se utilizavam grandes lotes de produção (produção por bateladas), os maiores problemas encontrados eram a necessidade de altos estoques em processamento, deslocamentos excessivos e detecção tardia de problemas gerando altos índices de retrabalho e refugos. Entre as vantagens obtidas pela empresa com a implantação da manufatura celular podem ser citadas a diminuição do espaço ocupado, o aumento da produtividade (peças por pessoa), redução de inventário, melhor utilização da mão-de-obra, diminuição de *leadtime* e trabalho de equipe. Como desvantagens, foram citados o número elevado de *setups* e a necessidade de interromper o funcionamento das células quando da quebra de um dos equipamentos. Isto se deve ao fato de não haver mais de um equipamento de cada modelo em cada célula.

Um dos pontos fortes da empresa é a utilização de indicadores para controlar o desempenho das células. Os principais índices analisados são a produtividade, refugo e retrabalho, tempo de *setup* e discriminação das perdas que diminuem o desempenho dos sistemas produtivos, que são posteriormente analisados para correção dos problemas.

As maiores dificuldades encontradas durante a mudança para manufatura celular foram a necessidade de diminuir o tempo de *setup*, a baixa multifuncionalidade dos funcionários dentro das células, quebra das máquinas, falta de cooperação entre os colegas e problemas de planejamento de produção devido a mudança na fabricação em grandes lotes para pedidos pequenos.

Para corrigir os problemas encontrados durante as mudanças dos sistemas de produção foi necessário intensificar o programa de treinamento operacional, realizar um estudo de tempos e movimentos dentro das células, padronizar os procedimentos de produção, implantar a metodologia de troca rápida de ferramentas, realizar filmagens de *setup* para correção de problemas e promover a mudança de *setup* interno por externo.

Além das células de manufatura, a empresa adota outros elementos do STP, como kanbans, TPM, 5S's e grupos de CCQ. A qualidade dos produtos melhorou após a implantação das células, pois os problemas passaram a serem detectados rapidamente e foi adotado o sistema de auto-inspeção entre os funcionários, segundo dados relatados.

De acordo com a visão dos entrevistados na empresa, os fatores críticos para o sucesso do processo de implantação da manufatura celular são a mudança cultural da empresa,



treinamento operacional (multifuncionalidade), confiabilidade dos equipamentos, planejamento, bom estudo de *layout* e trabalhar com famílias de produtos.

### **3.3.3. Visita em empresa do ramo calçadista**

A visita ocorreu nos setores de produção da empresa de Calçados Bibi, que produz calçados infantis. A empresa possui cerca de 1.100 funcionários e se localiza na cidade de Parobé, atuando no mercado interno e exportando com marca própria para a maioria dos países da América Latina.

As células de produção foram implantadas na empresa no ano de 1997 em substituição às linhas de produção. Atualmente todos os setores trabalham em células (corte, costura e montagem). Os fatores decisivos para a mudança foram o melhor aproveitamento do espaço físico e redução da necessidade de mão-de-obra. As células promoveram um aumento da produtividade, possibilidade de trabalhar com mix de modelos (vários modelos ao mesmo tempo), comprometimento das pessoas, polivalência dos funcionários, maior organização e limpeza, diminuição do retrabalho e melhora na qualidade dos produtos. Como desvantagens das células de manufatura se constatou a perda de produtividade no início da mudança.

Como índices para acompanhar o desempenho das células, se utilizam a produtividade, produção de hora em hora, qualidade (%) e retrabalho (%).

Antes da mudança, foram realizados treinamentos sobre as células, palestras e revisão dos tempos padrões das operações. Depois da implantação os maiores problemas constatados foram a baixa produtividade inicial, demora para alcançar 100 % de eficiência, pouca multifuncionalidade dos operadores e planejamento para as células. Estes problemas foram corrigidos com treinamento operacional, mudanças no setor de PCP e acompanhamento do pessoal para verificação dos tempos das operações.

A empresa também adota um sistema de sugestões (*Kaizen*), onde cada sugestão implantada reverte em ganho salarial para o funcionário. Como estímulo aos funcionários, as células que alcançam uma produtividade superior a 85 % da capacidade recebem prêmios e o valor aumenta de acordo com o percentual alcançado. Neste sistema os indicadores de qualidade e retrabalho das células diminuem o percentual obtido na produtividade, com isto não basta ser produtivo é necessário se trabalhar com qualidade também.

Foram citados como fatores essenciais para a implantação da manufatura celular, a persistência, a conscientização das pessoas, o acompanhamento dos tempos padrões e alocação das pessoas de acordo com as suas possibilidades, ou seja, a pessoa certa no lugar certo.

Para melhorar o aproveitamento das pessoas o *layout* das células nesta empresa não é modificado, pois os sapatos são projetados para seguirem um roteiro padrão entre as células de manufatura. Caso um modelo de calçado não acompanhe o fluxo normal das células, ele é reprojetoado. Com isto, se consegue diminuir a necessidade de *setup*, diminuir o deslocamento entre as células, trabalhar com mix de produtos dentro das células, diminuir a curva de aprendizagem e melhorar a produtividade.

Esta visão de desenvolvimento de produto que considera além do aspecto visual (relativo à moda), também os processos de produção é muito importante, pois a partir disto é possível diminuir os custos de produção e os preços dos produtos. O consumidor é beneficiado com produtos mais acessíveis e com melhor padrão de qualidade.

## **CAPÍTULO 4**

### **4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS**

#### **4.1. Comparação entre os Sistemas**

Na matriz da empresa se encontravam três mini-fábricas, sendo que foram implantadas as células nos setores de costura das fábricas 04 e 07. A fábrica 10 ainda utilizava o sistema de esteiras. Assim foi possível avaliar a evolução das células comparando o desempenho das fábricas 04 e 07 (células) em relação à fábrica 10 (esteira).

Os índices utilizados para a comparação foram: produtividade, tempo de *setup*, estoque em processamento e multifuncionalidade dos setores de costura.

#### **4.2. Produtividade**

O objetivo central deste trabalho era melhorar a produtividade dos setores de produção, como o setor de costura era considerado o setor gargalo entre os setores de corte costura e montagem, os esforços se concentraram no setor de costura, já que os setores de corte e montagem estavam trabalhando abaixo da capacidade, ou para evitar a superprodução quantitativa (corte), ou por falta de abastecimento (montagem).

Em um primeiro momento, se o setor de costura aumentasse a sua produção, o setor de montagem teria capacidade de absorver este acréscimo, caso isto não acontecesse seria iniciado um trabalho de otimização nos setores de montagem.

Como base de cálculo para a produtividade dos setores de costura era identificado: o dia, modelo a ser produzido, tempo do modelo (determinado por estimativa no setor de PCP), o número de funcionários do setor, os minutos trabalhados pela manhã e à tarde, minutos

extras trabalhados, percentual de horas extras, capacidade de pares/dia, produção atingida, pares acumulados no mês, produção média, eficiência do dia e média da eficiência (apêndice C).

Foram considerados os meses de janeiro, março e abril, já que no mês de fevereiro algumas mini-fábricas estavam em período de férias.

Como cada mini-fábrica produz um tipo de sapato diferente, não seria possível comparar a produtividade entre os dois sistemas com o mesmo tipo de produto em processamento, porém ao se considerar a capacidade produtiva de cada setor de costura de acordo com o modelo produzido, era possível ter uma percepção do desempenho de cada sistema de produção.

As mini-fábricas 04 e 07 seriam responsáveis pelo desempenho das células de manufatura e a mini-fábrica 10 pelo desempenho das linhas de produção. Estes dados foram colhidos diariamente e com eles era possível buscar melhorias e propor soluções que aumentassem o rendimento das células de costura.

De acordo com os dados coletados (Tabela 8), a produtividade média das células de costura durante o período foi de 71,43 %, enquanto a produtividade média da esteira foi de 53,39%, gerando um aumento de produtividade de 18,04 %.

**Tabela 8: Produtividade por fábrica.**

<b>Sistema de produção</b>	<b>Células</b>			<b>Esteira</b>	
<b>Produtividade</b>	<b>Fábrica 04</b>	<b>Fábrica 07</b>	<b>Média das células</b>	<b>Fábrica 10</b>	<b>Diferença</b>
1a. Quinzena Janeiro	65,61%	77,81%	71,71%	55,85%	<b>15,86 %</b>
2a. Quinzena Janeiro	71,55%	71,03%	71,29%	52,71%	<b>18,58 %</b>
1a. Quinzena Março	61,48%	69,30%	65,39%	45,37%	<b>20,02 %</b>
2a. Quinzena Março	67,05%	76,29%	71,67%	51,97%	<b>19,70 %</b>
1a. Quinzena Abril	76,36%	71,57%	73,97%	53,87%	<b>20,10 %</b>
2a. Quinzena Abril	78,32%	70,78%	74,55%	60,55%	<b>14,00 %</b>
<b>Média</b>	<b>70,06%</b>	<b>72,80%</b>	<b>71,43%</b>	<b>53,39%</b>	<b>18,04 %</b>

Os principais fatores que contribuíram para este desempenho foram: eliminação da curva de aprendizagem e aproveitamento do tempo ocioso gerado pelo sistema de esteiras.

A curva de aprendizagem padrão utilizada pela empresa para as esteiras de produção é de atingir no primeiro dia 50 % da meta, no segundo dia 75 % da meta e alcançar 100% dos objetivos no terceiro dia.

Caso ocorram três trocas de modelos em um mês com 22 dias trabalhados, existiriam três dias com metas de 50%, três dias com metas de 75 % e 16 dias com metas de 100% de aproveitamento.

Se a capacidade de cada modelo fosse de 1000 pares por dia, a capacidade do mês seria de 22.000 pares. Como a curva de aprendizagem é de 50%, 75% e 100%, e, é a velocidade da esteira que determina a produção máxima que pode ser atingida, teríamos três dias com a produção máxima de 500 pares, totalizando 1.500 pares, três dias com a produção máxima de 750 pares, totalizando 2.250 pares e 16 dias com a produção máxima de 1000 pares.

$$\begin{array}{r}
 3 \text{ dias} \times 500 = 1.500 \text{ pares} \\
 3 \text{ dias} \times 750 = 2.250 \text{ pares} \\
 16 \text{ dias} \times 1.000 = 16.000 \text{ pares} \\
 \hline
 \text{Produção máxima} = 19.750 \text{ pares}
 \end{array}$$

Considerando que as metas fossem atingidas, teríamos uma produção máxima de 19.750 pares de calçado, e uma capacidade de 22.000 pares, com isto a produtividade máxima atingida seria de 89,77 %, ou seja, mesmo que as metas iniciais fossem atingidas a perda seria em torno de 10% em relação às células de manufatura onde se eliminou o tempo de aprendizagem.

$$\begin{array}{r}
 \text{Produtividade} = \frac{\mathbf{Realizado}}{\mathbf{Capacidade}} \\
 \text{Produtividade} = \frac{19.750}{22.000} \\
 \mathbf{Produtividade} = \mathbf{89,77 \%}
 \end{array}$$

Portanto, somente pelo fato de se utilizar esteiras para transportar os produtos, ocorre uma perda significativa de produtividade em relação às células de manufatura. Na realidade, esta perda é ainda maior (Tabela 9) já que as metas estabelecidas pela curva de aprendizagem geralmente não são alcançadas.

Tabela 9: Curva de aprendizagem.

Modelo	Capacidade	Metas	Pares	Realizado	Perda
247748	742	50%	371	210	43%
247748	742	75%	557	281	50%
247748	742	100%	742	235	68%
257750	1112	50%	556	278	50%
257750	1112	75%	834	348	58%
257750	1112	100%	1112	512	54%
247879	1068	50%	534	545	-2%
247879	1068	75%	801	560	30%
247879	1068	100%	1068	588	45%
245745	994	50%	497	255	49%
245745	994	75%	746	268	64%
245745	994	100%	994	348	65%
208489	930	50%	465	400	14%
208489	930	75%	698	423	39%
208489	930	100%	930	388	58%
267775	1126	50%	563	591	-5%
267775	1126	75%	845	550	35%
267775	1126	100%	1126	561	50%
248100	850	50%	425	454	-7%
248100	850	75%	638	550	14%
248100	850	100%	850	603	29%
298121	820	50%	410	361	12%
298121	820	75%	615	412	33%
298121	820	100%	820	488	40%
<b>Total</b>			<b>17195</b>	<b>10209</b>	<b>41%</b>

Outro fator importante que pode ser considerado para o aumento da produtividade é o aproveitamento do tempo ocioso dos trabalhadores, já que no momento do planejamento das células são colocados equipamentos adicionais para se efetuar as operações gargalos, os operadores aproveitam seu tempo ocioso ajudando o grupo nestas operações.

Para se identificar estes postos de trabalhos, na fase de planejamento das células se utiliza a lógica que todas operações que tem um tempo padrão superior a 80% do *tack time* da célula, devem ser duplicados.

Outra vantagem é que as perdas por espera não acontecem nas células, pois cada operador vai ao encontro das peças e serem processadas, com isto ocorre um aproveitamento de toda capacidade produtiva da mão-de-obra. Existem outros fatores que podem contribuir para este aumento da produtividade:

- ocorre mais agilidade na troca de modelo (*setup*) das células, já que no momento da troca as outras células continuam a trabalhar;
- quando um equipamento estraga, na esteira todos param, enquanto que nas células somente aquele grupo é prejudicado;

- caso algum operador falte ao trabalho ou se ausente do setor, os outros componentes do grupo dividem as tarefas;
- trabalho menos monótono que possibilita maior satisfação para as pessoas;
- possibilidade de deslocar as pessoas para as células gargalos, aumentando a força de trabalho.

Devido ao fato que os tempos padrões das operações são feitos por estimativas, a partir da utilização de tabelas que são regularmente conferidas nos processos produtivos, existem algumas diferenças entre o tempo estimado e o tempo real, numa esteira esta diferença não tem grande influência, pois se há uma pessoa para cada operação, porém numa célula, se a produção realizada é maior que a capacidade calculada, pois pode-se utilizar as pessoas em operações que estão com defasagem de tempo.

Comparando-se as esteiras e as células apenas o menor desempenho realizado pelas células (Tabela 10), o aumento da produtividade seria de 14,53%. Este valor espelha melhor a diferença entre estes dois sistemas de produção, já que todos esforços de aumento de produtividade estavam concentrados nas células de manufatura.

**Tabela 10: Produtividade pela menor diferença.**

Sistema de produção	Células			Esteira	
	Fábrica 04	Fábrica 07	Menor Média	Fábrica 10	Diferença
1a. Quinzena Janeiro	65,61%	77,81%	65,61 %	55,85%	<b>9,76 %</b>
2a. Quinzena Janeiro	71,55%	71,03%	71,03 %	52,71%	<b>18,32 %</b>
1a. Quinzena Março	61,48%	69,30%	61,48 %	45,37%	<b>16,11 %</b>
2a. Quinzena Março	67,05%	76,29%	67,05 %	51,97%	<b>15,08 %</b>
1a. Quinzena Abril	76,36%	71,57%	71,57 %	53,87%	<b>17,70 %</b>
2a. Quinzena Abril	78,32%	70,78%	70,78 %	60,55%	<b>10,23 %</b>
<b>Média</b>	<b>70,06%</b>	<b>72,80%</b>	<b>67,92 %</b>	<b>53,39%</b>	<b>14,53 %</b>

Como a empresa tem uma média de produção diária de 14.000 pares, com um aumento de 14% de produtividade nos setores de costura, a média da produção diária aumentaria para 15.960 pares por dia, ou seja, 1.960 pares. Como os setores de montagem conseguem absorver este aumento na produtividade, o faturamento da empresa aumentaria sem nenhum custo adicional de contratação de mão-de-obra.

Considerando-se um total de 16 mini-fábricas na empresa, tem-se uma média diária de 14.000 pares divididos pela quantidade de mini-fábricas que resulta em uma média de 875 pares por cada mini-fábrica.

Se a empresa aumentasse a produção diária de 14.000 pares para 15.960, seria necessário colocar mais duas mini-fábricas em funcionamento para atender esta demanda, caso todas elas tivessem o mesmo desempenho que as esteiras de costura estavam

proporcionando naquele momento. Para que isto fosse possível, seria necessária a aquisição dos equipamentos, a contratação de 200 funcionários (100 para cada mini-fábrica), gastos com instalação e contratação de chefia e pessoal de apoio.

### **4.3. Tempo de *setup***

Define-se tempo de *setup* como o intervalo de tempo entre a última peça de um lote até a primeira peça em condições do próximo lote. Normalmente, o tempo de *setup* é calculado considerando a preparação que ocorre em somente uma máquina ou equipamento.

No caso das esteiras e das células de costura, não haveria mudanças significativas se cada *setup* fosse estudado isoladamente. Para melhorias no tempo de *setup* é possível adotar sistemas de troca rápida de ferramentas, porém os ganhos em produtividade seriam muito baixos, pelo menos nos setores de costura, já que os equipamentos são de fácil manutenção e regulagem. A melhor solução para este caso seria deixar equipamentos pré-regulados antes das trocas de modelos.

A maior perda que acontece nas esteiras de costura ocorre devido à necessidade de parar todo o sistema produtivo para mudança de *layout* quando entra outra modelagem em produção. Na medida em que um modelo de sapato vai sendo finalizado, os equipamentos que não são mais utilizados vão sendo transportados para fazer a nova configuração do *layout* da esteira e podem ser regulados e colocados em funcionamento. Contudo, até todos equipamentos serem liberados ocorre muita perda na capacidade de mão-de-obra, pois se trabalha num ritmo lento (a esteira determina a velocidade) devido ao tempo de aprendizagem do novo modelo.

A média dos tempos de trocas completas de modelos nas esteiras de costura era de 2 horas, ou seja, desde a passagem da última peça do modelo anterior até a passagem da primeira peça do novo modelo. Neste caso a perda mais significativa é devido à baixa velocidade que a esteira desempenha no início do modelo, mas ocorrem outros fatores importantes como: perda por espera de matéria-prima ou equipamento, operadores pouco qualificados, falta de treinamento das novas atribuições e falhas de planejamento.

Outro fator importante é que nas células de manufatura a quantidade de máquinas é muito menor. Enquanto cada célula tem no máximo sete máquinas, um setor inteiro de costura tem aproximadamente quarenta equipamentos. Além disto, quando uma célula faz uma troca



de modelo, a célula seguinte não paralisa seu trabalho, pois existe um estoque de caixas nas entradas e saídas das células. Quando uma célula termina a mudança de *layout* e inicia a produção a outra célula inicia a mudança, com isto somente as pessoas da respectiva célula são envolvidas na mudança.

O tempo de mudança completa de modelo nas células baixou para uma média de 15 minutos. Isto é possível porque menos pessoas são envolvidas no processo, são menos máquinas para se regular, mais facilmente se muda o *layout* e são menos operações para se aprender.

A fim de se agilizar as trocas de modelos nas células e diminuir o tempo de *setup*, foram estipuladas algumas regras onde os operadores das células ficaram responsáveis pela locomoção das máquinas e mudança de *layout*, um mecânico sempre deveria acompanhar a mudança para ajudar a regular os equipamentos e o supervisor de produção se encarregaria de ensinar as operações do modelo novo para os funcionários da célula.

#### 4.4. Estoque em processamento

O estoque em processamento de um sistema produtivo está diretamente relacionado com a velocidade de resposta ao mercado consumidor, estes dados (Tabela 11) foram coletados para se conhecer melhor o desempenho das células em relação às esteiras.

**Tabela 11:** Estoque em processamento.

<b>Fábrica</b>	<b>Sistema de Produção</b>	<b>Estoque em processamento</b>
<b>04</b>	Células	300 pares
<b>07</b>	Células	348 pares
<b>10</b>	Esteira	510 pares

O estoque em processamento das células ocorre devido às caixas que ficam estocadas nas entradas e saídas das células. Considerando que em cada caixa há um talão com 12 pares, são aproximadamente 30 caixas em circulação entre as diversas células.

A esteira tem um estoque em processamento maior que as células, sendo que o principal motivo é o estoque de segurança que existe entre as operações de pré-costura e costura. As operações de pré-costura são feitas de um lado da esteira e as operações de costura são feitas do outro lado. A finalidade deste pulmão é evitar que um dos lados da esteira fique sem abastecimento quando o outro lado necessita parar por algum motivo.

#### 4.5. Multifuncionalidade dos setores de costura

Nas esteiras de produção se busca a especialização dos operadores, já que se trabalha com a lógica de um homem, um posto, uma tarefa. No STP, a lógica é totalmente diferente, já que a flexibilidade deste sistema é proveniente da utilização de operadores multifuncionais. Quanto maior é o grau de multifuncionalidade dos operadores, mais facilmente são obtidos resultados como produtividade alta e qualidade dos produtos. De outro lado, quando o grau de multifuncionalidade é baixo, podem ocorrer problemas de qualidade por falta de qualificação da mão-de-obra, o sistema fica mais suscetível ao surgimento de gargalos de produção e não se consegue um bom aproveitamento da capacidade produtiva.

As operações de preparação, chanfrado, virado, costura e passar fita foram escolhidas como base para determinar o índice de multifuncionalidade dos setores de costura (Tabela 12), determinados pela fórmula abaixo, os resultados foram calculados a partir de uma pesquisa realizada entre os funcionários dos setores de costura (apêndice D).

$$\text{Multifuncionalidade} = \frac{\text{Somatório dos processos que cada operador domina}}{\text{Total das operações da linha} \times \text{número de trabalhadores}}$$

**Tabela 12:** Índice de multifuncionalidade.

<b>Fábrica</b>	<b>Sistema de Produção</b>	<b>Índice de multifuncionalidade</b>
<b>04</b>	Células	<b>34 %</b>
<b>07</b>	Células	<b>46 %</b>
<b>10</b>	Esteira	<b>39 %</b>

O grau de multifuncionalidade das costuras pode ser considerado muito baixo relativo aos benefícios que isto traria ao sistema. Devido ao pouco tempo decorrido das mudanças para células é difícil fazer uma comparação entre as células e a esteira, porém é muito importante despertar a necessidade de se melhorar estes índices em todos os setores.

Para melhorar a multifuncionalidade de um setor é necessário promover treinamentos operacionais e possibilitar que as pessoas executem todas as tarefas periodicamente para que estejam sempre habilitadas naquela função. Para que isto aconteça é necessário que o setor de treinamento da empresa esteja qualificado para uma boa formação dos operadores. Uma proposta interessante é fazer com que as pessoas se qualifiquem no setor de treinamento quando elas são admitidas na empresa, para que possam melhorar seu desempenho quando entram nos setores de produção.

#### 4.6. Pesquisa de opinião com os funcionários das células

Enquanto os dados numéricos de produtividade, tempo de *setup*, estoque em processamento e multifuncionalidade dos setores davam uma idéia do desempenho das células era necessário que se coletassem mais subsídios para melhoria do sistema. Assim foi desenvolvida uma pesquisa (apêndice E) entre os funcionários que trabalham nas células, com o objetivo de se fazer uma avaliação mais precisa sobre os aspectos da mudança de *layout*.

Deste modo, obtiveram-se informações dos próprios operadores do sistema. Eles seriam as pessoas mais apropriadas a fornecerem dados sobre as células, pois estavam envolvidos diretamente na mudança e poderiam fazer uma comparação entre o sistema anterior de esteira com o novo modelo de células de trabalho.

A pesquisa foi realizada no próprio local de trabalho em entrevistas individuais, sendo que as pessoas respondiam a seis perguntas sobre as mudanças no setor.

1. Você está gostando da mudança da esteira para as células?
2. Qual é a sua opinião a respeito da mudança no sistema produtivo da empresa?  
(Comente sobre os aspectos positivos e negativos)
3. Você acredita que esta troca está sendo benéfica para a empresa?
4. O que poderia ser feito para melhorar o desempenho dos grupos?
5. Ocorreram mudanças na sua forma de trabalhar em relação às linhas de produção?  
Quais?
6. Quais são as maiores dificuldades que estão acontecendo durante o trabalho?

#### 4.7. Resultado da pesquisa

A pesquisa foi realizada nas células de costura das fábricas 04 e 07. Na fábrica 07 antes da implantação das células de produção foram realizadas palestras para os funcionários explicando o sistema novo, e o resultado foi que 100% das pessoas aprovaram a mudança.

A mudança de *layout* na fábrica 04 ocorreu um mês após a mudança da fábrica 07, porém não foram realizadas palestras sobre a mudança nem uma preparação nos funcionários e na chefia. Esta mudança brusca causou um impacto negativo nas pessoas, sendo que isto foi

detectado na pesquisa, pois apenas 43,2 % das pessoas foram favoráveis ao novo sistema de trabalho.

Essa insatisfação causou uma dificuldade inicial de aceitar a mudança, de atingirem os objetivos e colaborarem com os colegas. Neste primeiro momento, a produtividade era muito mais baixa que aquela que estava sendo alcançada nas esteiras de produção e estava sendo cogitada a hipótese de desistir da mudança e voltar a trabalhar no sistema de esteiras.

Após a pesquisa de opinião se optou por iniciar um ciclo de palestras com os funcionários e preparar melhor as pessoas para entenderem o funcionamento das células de trabalho. Na realidade, algumas continuavam a trabalhar como se estivessem nas esteiras de produção, esperando pelas peças e não ocupando seu tempo ocioso ajudando os colegas. Como resultado das palestras, todos compreenderam os objetivos da mudança e começaram a colaborar com este novo projeto.

Vindo ao encontro das expectativas sobre a mudança do sistema de produção, foi identificado pelos próprios funcionários que eles conseguiam produzir mais, com mais qualidade, estavam fazendo mais operações, e podiam ajudar os colegas.

Nas entrevistas com os funcionários, ainda foram citadas melhorias ergonômicas tais como: menos monotonia no trabalho, trabalho menos estressante, maior movimentação, menos cansaço, melhor divisão do trabalho (na esteira alguns ficavam muito sobrecarregados) e menos dores nos braços e nas pernas. Outros notaram que quando uma máquina parava por algum motivo, os colegas continuavam a trabalhar, diferentemente da esteira, na qual quando uma máquina parava, todos tinham que parar de produzir. Ainda foi mencionado que as faltas ao trabalho já não prejudicavam tanto o setor e que melhorou o relacionamento com os colegas.

Para melhorar o rendimento dos grupos, os funcionários citaram que os colegas deveriam se ajudar mais, tendo mais responsabilidade com suas tarefas, manter o abastecimento de materiais nos grupos, fazer trocas de modelo mais rápidas, melhorarem a divisão das tarefas e intensificar a união entre o pessoal.

É importante notar a preocupação que os próprios operadores têm a respeito das mudanças e a vontade de que as melhoras aconteçam. Muitas das sugestões apresentadas por eles podem ser aplicadas como melhoria no processo e podem servir de referência para ações de correção ao novo sistema.

## **CAPÍTULO 5**

### **5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS**

#### **5.1. Conclusões**

A idéia central deste trabalho, que foi a implantação da manufatura celular nos setores de costura, surgiu da necessidade de obter melhores resultados nos sistemas produtivos da empresa. Esta iniciativa não teria atingido seus objetivos sem o apoio de todos que colaboraram para o sucesso desta realização, principalmente os operários que realmente adotaram a idéia e não mediram esforços para auxiliar neste empreendimento de mudanças.

Os primeiros esforços começaram na área de treinamento, depois ocorreram as mudanças de layout na fábrica 07 e um mês depois ocorreu a mudança na fábrica 04. Atualmente toda a empresa adotou este sistema de produção nos setores de costura, tanto na matriz quanto nas filiais, totalizando 16 mini-fábricas.

Com os resultados obtidos pela mudança no sistema, surge a possibilidade de se implantar a manufatura celular também nos setores de montagem. Também está sendo finalizado um trabalho numa das filiais da empresa e que estuda os aspectos ergonômicos das células de manufatura.

A manufatura celular é apenas um dos conceitos nos quais se baseia o STP, portanto existem ainda muitas possibilidades de melhorias a serem identificadas e implantadas nas áreas produtivas da empresa. É importante lembrar que todos os conceitos do STP se baseiam no mecanismo da função produção, no princípio do não-custo e na redução e análise das perdas de um sistema produtivo, por isto todas as ações baseadas nesta lógica podem dar resultados positivos para empresa.

Outra vantagem deste sistema é a organização do setor, os talões de 12 pares facilitaram o controle da produção. Com os talões pequenos os problemas são detectados mais rapidamente, numa produção com lotes muito grandes os problemas são detectados somente depois que muitas peças já foram processadas com problemas.

A fim de facilitar o processo de mudança do sistema de esteiras para células de manufatura, é importante intensificar os esforços durante as fases de planejamento e preparação dos funcionários, para que as mudanças sejam absorvidas com maior rapidez.

Podemos definir que algumas etapas devem ser consideradas para aqueles que desejarem realizar este tipo de mudança, primeiramente deve ser realizada uma pesquisa sobre a manufatura celular seguida de uma adaptação das máquinas e equipamentos para o novo sistema e definição do novo *layout* de produção, antes da mudança devem ser realizadas palestras com os funcionários à respeito do tema e treinamento das pessoas junto à uma célula piloto.

Uma das formas mais eficazes de aprendizado sobre este sistema é a possibilidade de visitar outras empresas que utilizam a manufatura celular a fim de visualizar todos os aspectos que envolvem este sistema na prática, e adaptar à realidade da empresa.

Também é necessário adaptar os procedimentos e o sistema de trabalho da empresa para o novo sistema, como por exemplo: adaptação da produção de grandes lotes para pequenos lotes, adotar novos índices ou procedimentos de controle de produção, alterar os procedimentos de planejamento dos setores de produção e buscar a multifuncionalidade dos operadores.

Nesta implantação os maiores ganhos foram com o aumento de 14% na produtividade dos setores de costura e o ambiente de trabalho também melhorou, já que as pessoas estão participando mais das tarefas propostas. Como as células são um ambiente propício para a multifuncionalidade, as pessoas estão aprendendo outras tarefas e se qualificando cada vez mais.

Considerando-se a possibilidade de todo o grupo melhorar sua produtividade em 10% a partir da mudança da manufatura celular em todos os setores de costura, isto resultaria em um acréscimo de produção de 300.000 pares de calçados por ano.

Geralmente os setores de costura são os gargalos de produção das fábricas de calçado, e, com este aumento de produtividade e flexibilidade em algumas fábricas o gargalo passou a

ser aos setores de montagem que não acompanharam as mudanças realizadas nos setores de costura.

## 5.2. Sugestões para estudos futuros

Novas propostas, mudanças ou estudos que tenham o objetivo de melhorar os sistemas produtivos e as condições de trabalho são muito importantes para o crescimento de qualquer organização. Pode-se relacionar algumas sugestões para trabalhos futuros:

- Implantar as células de trabalho nos outros setores produtivos da empresa;
- desenvolver na empresa uma política de TPM (Manutenção Produtiva Total), indo além dos limites dos setores de mecânica. Envolver os setores de produção e treinamento nesta idéia para que os funcionários possam regular, limpar, trocar peças e comunicar os problemas que podem estar surgindo nos equipamentos com o objetivo de diminuir as paradas por quebra e os custos com manutenção;
- identificar as perdas que existem no sistema produtivo a fim de eliminar suas causas, assim transformando esta diferença em trabalho efetivo;
- estudar a possibilidade de se colocar dispositivos *poka-yokes* nos equipamentos utilizados para industrialização do calçado, a fim de minimizar os problemas de qualidade;
- desenvolver a metodologia de análise de valor nos setores de desenvolvimento de produto a fim de diminuir os custos de produção, necessidade de mão-de-obra e custos com matérias-primas;
- desenvolver um trabalho de capacitação de fornecedores com o objetivo de diminuir os problemas de qualidade, atrasos na entrega, redução de custos e baixar o estoque em processamento de matéria-prima.

## REFERÊNCIAS

Livros:

CERONI, Silvio. *Sistema de Produção Enxuta*. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, UFRGS: Porto Alegre, 2002.

COSTA, Achyles Barcelos da. *A trajetória competitiva da indústria de calçados do Vale dos Sinos*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2004.

FENSTERSEIFER, Jaime E. *O Complexo Calçadista em Perspectiva: Tecnologia e Competitividade*. Estudo sobre a competitividade da indústria calçadista sob a ótica da tecnologia. Ortiz, 1995.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.

HARMON, Roy L.; PETERSON, Leroy D. *Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática*. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

LORINI, Flávio J. *Tecnologia de grupo e organização da manufatura*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1993.

LUBBEN, Richard T. *Just-in-time – Uma estratégia avançada de produção*. São Paulo: MacGraw-Hill, 1989.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando P. *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva, 2001.

MOURA, Reinaldo A. *Kanban – A simplicidade no controle de produção*. São Paulo: IMAN; 1989.

MUTHER, Richard; FILLMORE, Willian E.; ROME, Charles P. *Planejamento Sistemático e Simplificado das células de manufatura*. São Paulo: IMAN, 1997.

OHNO, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção-Além da produção em larga escala*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OSADA, Takashi. *Housekeeping, 5 S's: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*. São Paulo: Instituto IMAN, 1992.

REICHERT, Clóvis Leopoldo. *A evolução tecnológica da indústria calçadista no Rio Grande do Sul*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2004.

SCHNEIDER, Clóvis Leopoldo. *O mercado de trabalho da indústria coureiro-calçadista no Rio Grande do Sul: formação histórica e desenvolvimento*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2004.

SHINGO, Shigeo. *O Sistema Toyota de Produção - Do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.



- SLACK, Nigel; STUART, C. HARLAND, C. HARRISON, A. JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1996.
- SUZAKI, Kiyoshi. *Novos desafios da manufatura: técnicas para melhoria contínua*. São Paulo: IMAM, 1996.
- TAYLOR, F. W. *Princípios da Administração Científica*. São Paulo: Atlas, 1960.
- THIOLLENT, Michel. *Metodologia de Pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 1985.
- VILLAS-BOAS, Sidney. *Círculos de Controle de Qualidade*. Rio de Janeiro: CNI, 1989.
- WOMACK, P. J. JONES, D. T. ROSS D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

Periódicos:

- ABICALÇADOS - Associação Brasileira das Indústrias de Calçado. *Resenha Estatística 2002*. Novo Hamburgo-RS, 2002.
- AHLSTROM, Pal. *Sequences in the implementation of lean production*. European Management Journal Vol. 16, No 3, pp.327-334, 1998.
- BECKER, Ronald M. *Learning to think lean: Lean manufacturing and the Toyota production system*. Automotive Manufacturing & production. Cincinnati; Jun 2001.
- BENKOWSKI, Joe. *Group Technology and cellular manufacturing*. Northwest Wisconsin Manufacturing Center. Menomonie, 2002.
- BOBROWICZ, Vicent F. *Coding and classification system – a prerequisite for group technology*. Society of manufacturing engineers. Michigan, 1986.
- CONTADOR, José Celso. *Armas da Competição*. Revista da Administração, São Paulo, abril/junho 1995.
- CONVIS, Gary. *Learning to think lean: Role of management in a lean manufacturing*. Automotive Manufacturing & production. Cincinnati; Jul 2001.
- DARLINGTON, John. *Chasing muda*. Management Accounting; London: Dec 1999.
- DIEDER, Luiz Carlos. *Custos Empresariais*. FACCAT-Faculdades de Taquara, 2001
- HARTKOPF, Heinz Hugo; *A globalização e a indústria de calçados*. ASSINTECAL - Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos. Novo Hamburgo, 2001.
- HYER, Nancy; WEMMERLOV, Urban. *Getting cells in place*. [www.sme.org/manufacturingengineering](http://www.sme.org/manufacturingengineering). March, 2003.
- KRAJEWSKI, L.J. ; RITZMANN, L.T. *Operations Management, Strategy and Analysis*. 5.ed. Addison-Wesley, Reading, MA, 1999
- LEWIS, Jim. *It's not easy being "lean"*. Upholtery Design & Manegement; Des Plaines: September 2000.
- OLIVIER, Claude R.; QUESNEL, Louise H. *Group Technology: An Approach to be used by an existing sheet metal industry for CIM implementation*. Society of manufacturing engineers. Michigan, 1987
- PHILLIPS, Todd. *Building the lean machine*. Advanced manufacturing. Burlington: January 2000.

SHUNK, Dan L. *A look at the effect of group technology*. Society of manufacturing engineers. Michigan, 1973.

STONE, Stan. *Cell Manufacturig*. Long Island Sounder. LongIsland; March,1993.

STROZNIAK, Peter. *Inventory busters*. Industry Week; Cleveland: October 2001.

STROZNIAK, Peter. *Toyota alters face of production*. Industry Week; Cleveland: Aug 13, 2001.

TERESKO, John. *Tooyotas new challenge*. Industry Week; Cleveland: Jan 15, 2001.

#### Eventos:

CAMBOIM, Luiza Goes. *A atualidade da obra Taylorista no rastro dos novos paradigmas de produção: um exame da não obsolescência do pensamento de Taylor*. São Paulo, XX ENEGEP, 2000.

CUNHA, Carlos A. C.; SEVERIANO FILHO, Cosmo; WANDERLEY, Juliana M. C. *Produtividade de Manufatura celular puxada versus linear empurrada: um estudo de caso em uma fábrica de calçados esportivos*. Curitiba: XXII ENEGEP - outubro de 2002.

SANTOS, A. dos; MOSER, L.; TOOKEY, J.E. *Aplying the concept of mobile cell manufacturing on the drywall process*. Proceedings IGCL-10, Aug 2002, Gramado, Brazil.

#### Trabalhos de Conclusão:

DIEHL, Alexandre. *Trabalho de conclusão do Curso Superior em Tecnologia Mecânica de Produção de Calçados*. Novo Hamburgo: FEEVALE, 1995.

GIBK, André. *Estudo para implantação do Sistema de Manufatura Celular*. Porto Alegre; Depto. Engenharia Mecânica - UFRGS; dezembro de 1995.

GUINATO, Paulo. *Elementos para compreensão de princípios fundamentais do Sistema Toyota de Produção: Autonomia e Zero-defeitos*. PPGEP- UFRGS; Porto Alegre, agosto de 1994.

SILVEIRA, Giovane José Caetano da. *Uma metodologia de implantação da manufatura celular*. Porto Alegre PPGEP/UFRGS Dissertação de Mestrado – Universidade do Rio Grande do Sul, 1994.

## APÊNDICE A



**SCHMIDT IRMÃOS CALÇADOS**



**CURSO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

**E**

**CÉLULAS DE TRABALHO**

**CAMPO BOM - 2003**

## CURSO DE CUSTOS

Estamos iniciando um pequeno negócio de produção de tortas de maçã, após fazer uma pesquisa de mercado entre as padarias da região descobrimos que existe a possibilidade do mercado absorver toda nossa produção. Será alugado um prédio e contratado 2 funcionários, e estamos calculando o preço de venda do nosso produto.

Vamos revisar alguns conceitos de custos:

**Custo Variável:** são todos os custos que variam de acordo com a quantidade produzida, por exemplo, o custo da matéria-prima, onde quanto mais eu produzo, mais gastos tenho com a compra de materiais.

**Custo Fixo:** são todos os custos que não sofrem alteração em relação ao total produzido, por exemplo, o aluguel, que é necessário pagar e não interessa se eu produzi 10 ou 1000 peças que o seu valor permanece constante.

**Custo Total:** é a soma entre os custos fixos e os custos variáveis.

Para calcular o preço de venda do nosso produto, coletamos alguns dados:

CUSTOS VARIÁVEIS			
Ingredientes	Quantidade	Custo da MP	Total
Farinha	1,0 Kg	1,00 \$ por Kg	1,00 \$
Leite	0,5 litro	1,00 \$ por litro	0,50 \$
Maçã	1,0 Kg	0,50 \$ por Kg	0,50 \$
Açúcar	0,25 Kg	2,00 \$ por Kg	0,50 \$
<b>CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO</b>			<b>2,50 \$</b>

CUSTOS FIXOS			
Tipo	Quantidade	Valor	Total
Salário do Proprietário	1	1.000,00 \$	1.000,00 \$
Salário dos Funcionários	2	500,00 \$	1.000,00 \$
Aluguel ( fornos + empresa )	1	1.500,00 \$	1.500,00 \$
Telefone, Água e Luz	1	500,00 \$	500,00 \$
<b>TOTAL DOS CUSTOS FIXOS</b>			<b>4.000,00 \$</b>

Após se analisar o tempo que demora para assar um bolo e a capacidade que cada forno pode produzir a cada vez , se descobriu que podem ser feitos 100 tortas por dia, ou seja um total de 2.000 tortas a cada mês.

CUSTO TOTAL			
Tipo	Valor	Quantidade	Total
Custo variável	2,50 \$ (unid.)	2.000	5.000,00 \$
Custo fixo	4.000,00 \$	1	4.000,00 \$
<b>CUSTO TOTAL</b>			<b>9.000,00 \$</b>

Para calcular o preço de venda, o lucro que será projetado é de 10 %.

<b>PREÇO DE VENDA</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Valor</b>
Custo variável unitário	2,50 \$
Custo fixo unitário	2,00 \$
Custo total unitário	4,50 \$
Lucro ( 10 % )	0,50 \$
<b>PREÇO DE VENDA</b>	<b>5,00 \$</b>

O preço de venda é calculado com a fórmula:

$$\text{Preço de venda} = \frac{\text{Custo total unitário}}{1 - a}$$

a = custos sobre venda ( % )

Portanto :

$$\text{Preço de venda} = \frac{\text{Custo total unitário}}{1 - a}$$

$$\text{Preço de venda} = \frac{4,50}{1 - 0,1}$$

$$\text{Preço de venda} = \frac{4,50}{0,9}$$

$$\text{Preço de venda} = 5,00 \text{ R\$}$$

### **Tarefa 1 :**

1. Neste mês não foi possível produzir a quantidade de tortas que nós gostaríamos, os motivos foram os mais diversos, certa vez faltou matéria-prima, outro dia me esqueci que tinha que comprar gás e a produção parou, depois faltou uma funcionária e ainda teve aquela vez que ficamos conversando e nem notamos que o tempo havia passado, o total produzido foi de 1.500 tortas e agora quero saber qual foi o meu lucro?
2. Se eu tivesse me superado e tivesse produzido 10 % a mais (2.200 tortas), o meu lucro seria 10 % maior?
3. A partir de que quantidade eu tenho lucro na minha empresa?

## TEORIA DAS RESTRIÇÕES E GESTÃO DE GARGALOS

A Teoria das Restrições surgiu a partir das idéias do Físico Israelense Eliyahu Goldratt e trata principalmente sobre a gestão de gargalos produtivos, o objetivo principal desta teoria é coordenar o fluxo de materiais em processamento para melhorar o desempenho total do sistema.

Classificação dos recursos do sistema:

**Gargalo:** recurso com capacidade menor que a demanda.

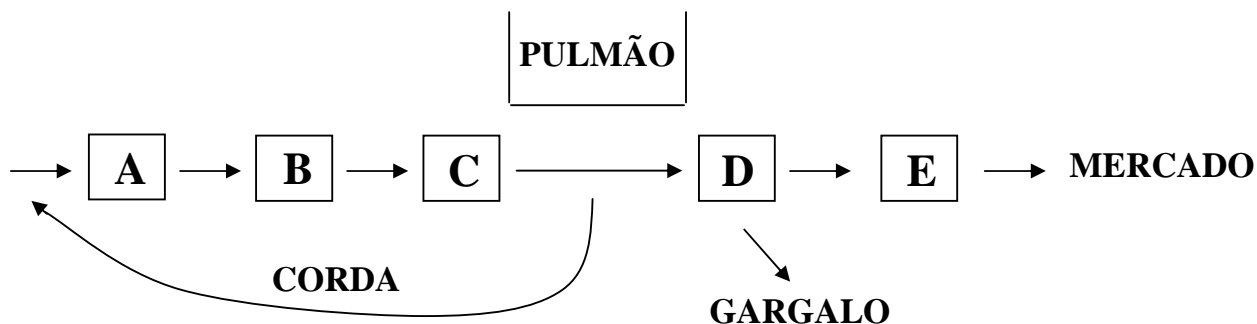
**Não-gargalo:** recurso com a capacidade maior que a demanda.

**Recurso restrito na capacidade:** recurso que tem a utilização próxima da capacidade, torna-se um gargalo se for mal gerenciado.

Passos para implantar a Teoria das restrições:

1. Identifique os gargalos do sistema;
2. Avalie maneiras de deixar os gargalos o mais eficientes possível;
4. Invista no gargalo até ele deixar de sê-lo;
5. Ao eliminar o gargalo, volte ao passo 1, ou seja, promova a melhoria contínua.

Quando não é possível otimizar o gargalo ainda se tem a possibilidade de implementar a lógica Tambor-Pulmão-Corda, que consiste em relacionar o gargalo como se fosse um tambor pois ele deve trabalhar sempre e ele que dita o ritmo da produção, criar antes do gargalo um pulmão (estoque) para que o gargalo não pare por falta de material a ser processado e a corda é a comunicação que deve existir com os processos anteriores ao gargalo para evitar a formação excessiva de estoque no pulmão.



## SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

O Sistema de Produção Enxuta foi desenvolvido no Japão pós-guerra durante a recuperação econômica do país, ele também é conhecido como Sistema Toyota de Produção porque foi implantado na indústria de automóveis Toyota. A indústria japonesa da época era muito ineficiente, gerava produtos de baixa qualidade, tinha altos índices de refugo / retrabalho e baixa produtividade, além disto não podia trabalhar com elevados estoques de matéria-prima e de produtos em processamento porque não havia condições financeiras para isto.

Como a demanda por produtos era baixa e os pedidos de produção eram pequenos, não havia condições de se estruturar grandes linhas de montagem de um só produto, por isto eles tinham que montar todos os tipos de produto em uma única linha de montagem, para que isto fosse possível eles tiveram que modificar os sistemas de produções conhecidos na época originados das idéias de Taylor e Ford.

### A visão japonesa da composição do trabalho se divide em:

- **Trabalho Efetivo:** é aquele que agrega valor ao produto.
- **Trabalho Adicional:** não acrescenta valor ao produto, gera custo, porém é necessário para execução do trabalho efetivo. Ex: troca de ferramentas e lubrificação.
- **Perda:** Tudo que eleva o custo do produto ou serviço e não acrescenta valor ao mesmo. Exemplo: retrabalho, refugo, ineficiência, ociosidade.

### Os objetivos do sistema japonês de produção são:

1. Eliminar as perdas;
2. Reduzir o trabalho adicional;
3. Aumentar trabalho efetivo.

De acordo com Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, existem 7 (sete) perdas em um sistema produtivo, são elas:

**1. Perda por superprodução:** pode ser superprodução quantitativa que é fazer produção a mais considerando o refugo, ou superprodução por antecipação que é deixar a produção pronta antecipadamente. As perdas por superprodução ajudam a esconder outros tipos de perdas.

**2. Perdas por transporte:** busca eliminar a necessidade de transporte, porque o fenômeno de transportar não agrega valor ao produto, apenas aumenta o seu custo.

**3. Perdas por processamento em si:** São atividades de processamento desnecessárias para que o produto adquira características de qualidade. Para localizar estas perdas devemos responder a duas perguntas.

- a) Porque este tipo de serviço / produto deve ser produzido? (Engenharia de Valor)
- b) Dado que o produto / serviço foi definido, porque os atuais métodos devem ser utilizados neste trabalho? (Análise de Valor)

**4. Perdas devido à elaboração de produtos defeituosos:** consiste na produção de peças, sub-componentes e produtos acabados que não atendam às especificações de qualidade requeridas pelo projeto.



**5. Perdas por espera:** são as perdas relativas à ociosidade do trabalhador e à baixa utilização dos equipamentos, podem ser os gargalos de produção, tempo de troca de ferramentas, espera por matéria-prima entre outros.

**6. Perdas nos estoques:** são os estoques desnecessários de matéria-prima, de produtos em processos ou produtos acabados. Estoque é um tipo de investimento que não gera juros para a empresa.

**7. Perdas no movimento:** estas perdas estão relacionadas com a operação principal executada pelos trabalhadores, consiste em detectar os movimentos desnecessários feito pelos trabalhadores. A idéia consiste em racionalizar o movimento dos trabalhadores, visando gerar padrões de operações efetivos. Na visão de Taiichi Ohno “Movimentar-se não significa necessariamente, trabalhar”.

### **O Sistema de Produção Enxuta baseia-se em alguns conceitos:**

**1. Atividades de melhoria por pequenos grupos:** Visam aumentar a moral dos trabalhadores, gerando melhores condições de trabalho e qualidade nos processos e produto. **Exemplo: CCQ (Círculos de controle de Qualidade) e KAIZEN (melhoria contínua).**

**2. Redução do Tempo de Setup:** é a redução do tempo de preparação da máquina para se fazer novos produtos, o tempo de setup consiste no tempo que leva da última peça boa de um lote até a primeira peça boa do outro lote.

#### **3. Produção em pequenos lotes;**

**4. Just-in-time (JIT):** muitas vezes é confundido como sendo o Sistema Toyota de Produção ou de produção enxuta, mas ele é apenas um dos conceitos deste sistema. Just-in-time significa: ter a peça certa, no momento certo e na quantidade certa.

**5. Redução do lead time:** é o tempo que um produto leva desde o seu início até a sua finalização, o lead time também considera o tempo que os produtos estão estocados durante o seu processamento.

**6. Sincronização da produção:** linhas de produção balanceadas e com a mesma capacidade produtiva, evitando a formação de gargalos.

**7. Automação (Jidoka):** controle automático dos defeitos a partir dos dispositivos poka-yoke, que são os dispositivos à prova de falhas e garantem a qualidade das operações.

**8. TPM (Manutenção Preventiva Total):** treinamento dos operadores para que estejam capacitados a proceder a lubrificação dos equipamentos, limpeza, pequenas regulagens e identificação de anormalidades no funcionamento do mesmo, providenciando a parada e conserto do equipamento assim que tiver algo estranho acontecendo.

**9. Controle de Qualidade Zero Defeitos (CQZD):** é um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controle das causas, faz uso das cartas de controle e controle estatístico de processo, bem como, procura identificar os erros através do sistema dos 5W, ou 5 Porquês que consiste em localizar a causa principal da

falha através do questionamento sistemático. O controle de qualidade é disseminado por toda a empresa.

**Os pilares do CQZD são:**

**Inspeção na fonte:** tem caráter preventivo pois a função de controle é aplicada na origem do problema, pode ser feita pelo operador do equipamento.

**Inspeção 100 %:** ao invés de inspeção por amostragem, para estes dois casos são usados os SIS (Sistema de Inspeção Sucessiva) e o SAI (Sistema de Auto-Inspeção).

**Feedback Imediato:** Redução do tempo decorrido entre a detecção de uma anormalidade e a aplicação da ação corretiva.

**Dispositivos Poka-yokes:** é a aplicação dos dispositivos à prova de falhas, reconhecendo que os trabalhadores não são infalíveis, e estes dispositivos desempenham o controle junto à execução.

**10. Redução dos custos pela eliminação das perdas:** diminuição e eliminação das sete perdas, fazendo um trabalho forte em redução de ociosidades, ineficiências, retrabalho e refugos.

**11. Redução de estoques e inventário.**

**12. Nivelamento da produção (Heijunka):** é uma programação de produção nivelada através do seqüenciamento dos pedidos para corresponder à demanda, com o nivelamento da produção evita-se de produzir em grandes lotes, pode-se combinar diferentes produtos para garantir o fluxo contínuo, minimizar inventários e estabilizar a produção.

**13. KANBAN:** baseia-se no sistema de puxar a produção, pois o material é retirado pelo usuário conforme o necessário, o fornecimento para de acontecer até que haja demanda pela operação seguinte, esta idéia foi inspirada nos supermercados americanos, onde as prateleiras só eram reabastecidas quando fossem esvaziadas. Kanban significa literalmente “Cartão”, e é um registro visível ou placa visível que é usada como meio de comunicação, com a utilização de Kanban se consegue a limitação da produção ao necessário, indicação das prioridades de fabricação e simplificação dos controles.

**14. Controle Visual (Andon):** na Toyota quando um novo operário entra na linha de produção a primeira coisa que lhe é ensinado é como pará-la caso aconteça alguma anormalidade. Cada operário tem um botão de parada de linha e caso alguém acione este botão surge um luminoso indicando o local em um quadro suspenso acima da linha.

As linhas de produção são paradas com o objetivo de nunca pará-las novamente, são considerados falhos os supervisores que nunca dizem “Parem a linha”, igualmente como são falhos os supervisores que param a linha 2 ou 3 vezes pelo mesmo motivo.

Na visão japonesa o posto de trabalho deve ser como uma vitrine em uma loja para que possa ser entendida por todos rapidamente, em termos de qualidade, isto significa tornar os defeitos aparentes para que possam ser identificados e em termos de quantidade, significa que os progressos ou os atrasos na produção podem ser facilmente identificados.

Cabe à supervisão analisar o sistema produtivo procurando meios de melhorá-lo e torná-lo mais produtivo.

**15. Engenharia e Análise de valor:** É o exame minucioso do valor de um objeto, seja ele um produto, serviço ou sistema, no que diz respeito às funções que ele exerce com o objetivo de se obter uma redução de custos, um aumento de valor, aumento de produtividade e resolução de problemas sempre preservando a qualidade.

**16. Flexibilização da força de trabalho (Shojinka):** é a capacidade do sistema em responder às variações de demanda através da flexibilização do número de trabalhadores na linha de produção.

Os pré-requisitos para a realização do “Shojinka” são:

1. Layout de máquinas adequado;
2. Operadores Multifuncionais;
3. Avaliação contínua e revisão periódica das rotinas de operações padronizadas.

O tipo de layout utilizado para este sistema é o layout do tipo “U”, onde ficam próximas as entradas e as saídas do sistema, a sua maior vantagem é que este tipo layout permite o aumento da produtividade através da utilização eficaz de operadores multifuncionais e é possível responder às variações de demanda através da variação do número de operadores utilizados.

Entende-se por Operador Multifuncional, aquele trabalhador capaz de exercer qualquer função e operar qualquer máquina do processo produtivo. A multifuncionalidade do operador é obtida com treinamento e rotação nos postos de trabalho.

## **CÉLULA DE TRABALHO**

A célula é um grupo de processos projetado para fabricar uma certa família de produtos de forma flexível. O projeto de células desenvolve um ambiente propício ao controle de qualidade. As peças defeituosas não podem sair da célula e cada operador deve trabalhar com a visão de fazer cada peça e enviá-la adiante.

### **Determinação do Tempo de Ciclo**

**Tempo de ciclo** é o tempo no qual um par deve ser produzido para que se consiga atender a demanda.

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Tempo Disponível}}{\text{Demanda}}$$

Exemplo:

**A produção de uma célula de produção deve ser de 120 pares por hora , qual é o seu Tempo de Ciclo ?**

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Tempo Disponível}}{\text{Demanda}} = \frac{60 \text{ min}}{120 \text{ prs.}} = 0,5 \text{ min ou } 30 \text{ segundos por par.}$$

Isto significa que a cada 0,5 min ( 30 segundos ), deve estar pronto um para nesta célula, como os operadores trabalham com três pares , temos então  $0,5 \times 3 = 1,5 \text{ min}$  ( 90 segundos ou 1 minuto e 30 segundos ) para que cada operador complete a sua tarefa se ele percorre todas as operações.

## VANTAGENS DAS CÉLULAS DE TRABALHO

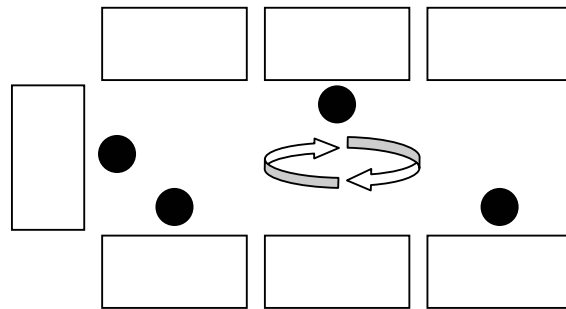
1. Com operadores devidamente treinados aumenta-se a eficiência do setor, nos grupos os operadores não estão mais presos na esteira possibilitando o aproveitamento total do tempo de cada um.
2. No trabalho em grupo o ritmo de produção é ditado pelas pessoas e com isto pode-se facilmente alcançar as metas, em uma esteira o ritmo do setor é ditado sempre pela operação mais lenta.
3. Cada grupo é monitorado de hora em hora, tanto na produção quanto na qualidade, permitindo uma atitude imediata do contramestre em caso de anormalidades.
4. Facilita o trabalho de garantia da qualidade via processo. A qualidade deve ser avaliada de operação em operação e não somente no final do processo.
5. Cada operador corrige seus defeitos, já que nas células o mesmo operador passa a ser fornecedor e cliente, por exemplo: o mesmo operador que faz costura inglesa vai abrir costura e passar fita, se a costura inglesa estiver com defeito a própria pessoa se auto-corrige. Em um sistema de linha, a tendência era que a pessoa que abria costura retirasse da esteira os pares que estavam com defeito gerando retrabalho e perdendo produção.
6. Caso ocorra alguma anormalidade em um grupo, somente aquele grupo irá perder produção, enquanto que em uma linha de produção todos param e toda fábrica perde.
7. O contramestre tem controle visual do desempenho do setor, podendo mudar as pessoas de célula quando necessário.
8. Caso uma pessoa tenha que se ausentar momentaneamente do trabalho, a célula continua a trabalhar.
9. A realização pessoal para o operador num sistema de produção em células é maior, porque a pessoa participa de todo o processo e não somente de partes isoladas da manufatura.
10. Este sistema possibilita se trabalhar com diversos tipos de modelo ao mesmo tempo.

## CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS EM GRUPO

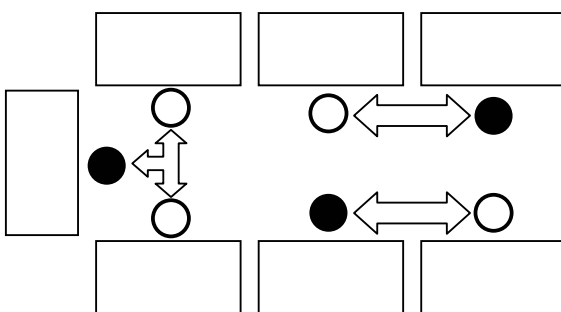
**SISTEMA MULTICELULAR:** é o sistema onde cada grupo faz uma pequena etapa do processo, e na medida em que as peças vão passando de um grupo para outro, as peças vão se juntando e formando o cabedal. O nome multicelular vem das várias células (grupos) que compõe o setor, cada grupo possui até 7 postos de trabalho e no máximo 5 pessoas, e a quantidade de grupos varia de acordo com o número de operações do modelo.

O trabalho dos colaboradores no grupo pode ser:

**POLIVALÊNCIA:** Todos os operadores do grupo são multifuncionais, ou seja, estão aptos a executar todas as tarefas que compõe aquela célula. Com isto pode-se trabalhar com a rotação dos funcionários dentro da célula, o sapato se movimenta junto com o operador.

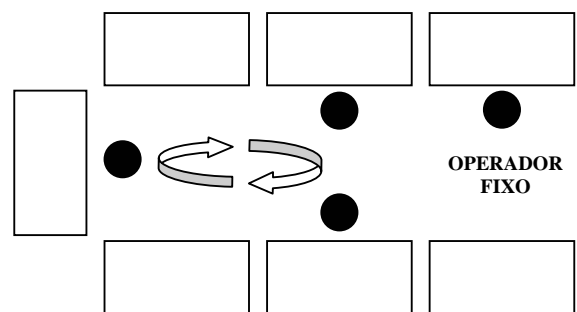


**MONO TAREFA :** os operadores que compõe o grupo realizam uma tarefa de cada vez, após as operações serem concluídas o operador passa o sapato para o colega e ele continua o trabalho, neste sistema apenas o sapato se movimenta no grupo. Este sistema é utilizado quando não existe a polivalência entre os componentes do grupo.



Neste sistema deve-se fazer o agrupamento das tarefas a fim de aproveitar os operadores e evitar tempo ocioso e os gargalos de produção.

A soma dos tempos das tarefas agrupadas deve ser menor que o **Tempo de Ciclo**.



Para otimizar este processo pode-se deixar um operador fixo e os outros executando a rotação nos postos de trabalho.

Exemplo: Uma costureira fixa e os outros operadores preparando as peças.

## PREENCHIMENTO DA FOLHA DE PRODUÇÃO

Grupo	Controle de Produção Hora			
	Modelo :			
Horário	Pares Previstos	Pares Real	Diferença + ou -	Eficiência
16:00 às 17:12	136			
07:00 às 08:00	114			
08:00 às 09:00	114			
09:00 às 10:00	114			
10:00 às 11:00	114			
11:00 às 14:00	181			
14:00 às 15:00	114			
15:00 às 16:00	114			
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>			

Para se fazer o preenchimento da folha de produção deve-se considerar a meta de produção diária e transformá-la para meta de produção por hora. Para se fazer o cálculo de produção entre às 16:00 – 17:12 e 11:00 – 14:00 dividi-se a produção hora por 60 (min), e multiplica-se pelos minutos totais trabalhados nestes períodos.

**Exemplo :**

**Meta diária : 1.000 pares**

Meta por hora =  $\frac{1.000 \text{ pares}}{8,8 \text{ horas}} = 113,63$  ou **114 pares por hora ( arredondamento p/ cima )**

Para o preenchimento do intervalo das 16:00 às 17:12 ( aqui pode-se arredondar p/baixo)

Meta por hora =  $\frac{113,63 \text{ pares}}{60 \text{ min.}} = 1,893 \times 72 \text{ min} \cup 136,35 \text{ pares}$  ou **136 pares**

Para o preenchimento do intervalo das 11:00 às 14:00 ( aqui pode-se arredondar p/baixo)

Meta por hora =  $\frac{113,63 \text{ pares}}{60 \text{ min.}} = 1,893 \times 96 \text{ min} \cup 181,81 \text{ pares}$  ou **181 pares**

## CÁLCULO DA EFICIÊNCIA

O cálculo da eficiência é uma relação entre a produção realizada e a produção prevista naquele intervalo de tempo. A eficiência é um índice que mede o aproveitamento da mão-de-obra.

**Exemplo: Produção Prevista = 114 pares**

**Caso a produção nesta hora for de 100 pares:**

$$\text{Eficiência} : \frac{\text{Produção Realizada}}{\text{Produção Prevista}} = \frac{100 \text{ pares}}{114 \text{ min}} = 0,87 \times 100 = \mathbf{87 \%}$$

**Caso a produção nesta hora for de 120 pares:**

$$\text{Eficiência} : \frac{\text{Produção Realizada}}{\text{Produção Prevista}} = \frac{120 \text{ pares}}{114 \text{ min}} = 1,05 \times 100 = \mathbf{105 \%}$$

Quando um grupo não está completo, a produção prevista para o grupo naquele momento muda e com isto se tem um outro cálculo de eficiência, para isto devemos ajustar a produção prevista antes de calcular a eficiência. Neste caso pode acontecer do grupo ter uma ótima eficiência e uma produção abaixo da necessidade do grupo porque os objetivos de produção não estão sendo alcançados.

**Exemplo :**

**Produção Prevista para 3 pessoas = 114 pares**

**Produção Prevista para 2 pessoas =  $\frac{114 \text{ pares}}{3 \text{ pessoas}} = 38 \text{ pares} \times 2 = 76 \text{ pares}$**

**Caso a produção nesta hora for de 70 pares :**

$$\text{Eficiência} : \frac{\text{Produção Realizada}}{\text{Produção Prevista}} = \frac{70 \text{ pares}}{76 \text{ pares}} = 0,92 \times 100 = \mathbf{92 \%}$$

**Caso a produção nesta hora for de 85 pares :**

$$\text{Eficiência} : \frac{\text{Produção Realizada}}{\text{Produção Prevista}} = \frac{85 \text{ pares}}{76 \text{ pares}} = 1,11 \times 100 = \mathbf{111 \%}$$

Nota-se que neste caso a eficiência do grupo está boa, porém a produção está abaixo da necessidade, para suprir a demanda a produção necessária é de 114 pares por hora e este grupo está produzindo 29 pares abaixo esperado.

**Tarefa 2 :****Complete a tabela ( o grupo está completo – 4 operadores )**

<b>Horário</b>	<b>Pares Previstos</b>	<b>Pares Real</b>	<b>Diferença + ou -</b>	<b>Eficiência</b>
<b>16:00 às 17:12</b>		<b>110</b>		
<b>07:00 às 08:00</b>		<b>105</b>		
<b>08:00 às 09:00</b>		<b>95</b>		
<b>09:00 às 10:00</b>		<b>103</b>		
<b>10:00 às 11:00</b>		<b>100</b>		
<b>11:00 às 14:00</b>		<b>167</b>		
<b>14:00 às 15:00</b>		<b>90</b>		
<b>15:00 às 16:00</b>		<b>105</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>			

**Complete a tabela ( o grupo está incompleto com 3 operadores ao invés de 4 )**

<b>Horário</b>	<b>Pares Previstos</b>	<b>Pares Real</b>	<b>Diferença + ou -</b>	<b>Eficiência</b>
<b>16:00 às 17:12</b>		<b>100</b>		
<b>07:00 às 08:00</b>		<b>75</b>		
<b>08:00 às 09:00</b>		<b>70</b>		
<b>09:00 às 10:00</b>		<b>80</b>		
<b>10:00 às 11:00</b>		<b>81</b>		
<b>11:00 às 14:00</b>		<b>130</b>		
<b>14:00 às 15:00</b>		<b>85</b>		
<b>15:00 às 16:00</b>		<b>83</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>			



## DICAS PARA ADMINISTRAR O SETOR

1. O fluxo de produção pode ser analisado pela quantidade de estoques que tem entre um grupo e outro, quando o setor está bem balanceado a quantidade de caixas em processamento de cada grupo é semelhante.
2. Cada grupo tem a sua própria capacidade de produção, por isto é normal a formação de estoques antes dos grupos que trancam a produção (Gargalos), nestas situações deve-se reforçar aqueles grupos que estão com problemas reduzindo o número de operadores dos grupos que tem mais materiais processados.
3. Evitar as trocas de operadores muito freqüentes e sem necessidade, para não modificar as características iniciais de formação de cada grupo de trabalho.
4. Pode-se ao transferir uma pessoa de um grupo ao outro, limitar o seu tempo de cooperação na outra célula de acordo com a quantidade de caixas que estão prontas para serem processadas por este grupo. Exemplo: Quando 10 caixas estiverem prontas para serem processadas, você se transfere de grupo, e quando a quantidade de caixas cair para 5 caixas você volta ao seu grupo original.(controle visual) ou definir o tempo que cada pessoa deve participar de cada grupo.
5. Evitar o acúmulo de material em processamento entre as células.
6. Pode-se aumentar a eficiência de um grupo analisando melhores métodos de trabalho. Exemplo: Fazer à máquina uma operação manual e racionalizar movimentos de trabalho.
7. Coloque as pessoas mais eficientes para trabalharem nos grupos que tem a capacidade mais baixa, isto torna o gargalo de produção mais eficiente.
8. Evite produção em bateladas para não trancar o fluxo de produção, em grupos ajustados fica mais fácil identificar as melhorias.
9. Analisar constantemente o tempo de operação de cada grupo e dos operadores em relação ao Tempo de Ciclo, para identificar os operadores mais lentos e os grupos com problemas para corrigir possíveis dificuldades.
10. Acompanhar a produção de hora em hora para atuar no foco do problema o mais rapidamente, ainda é possível fazer projeções de produção em intervalos de tempo menores que 1 hora fazendo uma comparação com a produção que já foi atingida.
11. Todos os grupos formam um conjunto, não adianta fazer um bom trabalho nos grupos iniciais se no final a produção não sai.
12. Analisar a possibilidade de reduzir o número de pessoas de um grupo e manter a sua produção, assim liberando uma pessoa para aquelas células que estão com mais dificuldades.
13. Trabalhar sempre de acordo com as normas de segurança.

14. Utilizar sempre os métodos de trabalho porque eles representam o melhor desempenho com o menor esforço.
15. Analisar o fluxo do trabalho dentro de cada grupo evitando os congestionamentos e que as pessoas tenham deslocamentos excessivos.
16. Fazer do planejamento uma prática para evitar ociosidades nos grupos por falta de componentes, matérias-primas, equipamentos ou outros.
17. Elogiar periodicamente os grupos que alcançam as metas, motivando as pessoas a cada vez mais melhorarem o seu desempenho.
18. Não se esqueça que a qualidade e a produtividade devem estar sempre acompanhadas uma da outra.

## **REGRAS BÁSICAS DA COSTURA EM GRUPO**

1. Os grupos devem ser enxutos, sem um número excessivo de pessoas.
2. Deve-se proporcionar a multifuncionalidade de todos os operadores.
3. Processar sempre três pares de cada vez.
4. Os deslocamentos de uma máquina para outra, bem como os movimentos indiretos devem ser rápidos, para que o operador(a) possa fazer a operação com o tempo correto, sem comprometer a qualidade e a produtividade.
5. O fluxo de trabalho dentro do grupo deve fluir facilmente, deve-se minimizar os deslocamentos e evitar o congestionamento durante o trabalho.
6. Respeitar rigorosamente as temperaturas e os tempos de secagem, reativação e prensagem de acordo com os padrões de cada operação.
7. Promover a melhoria contínua das células analisando métodos de trabalho, organização, redução de perdas e racionalização dos movimentos.
8. Manter o local sempre limpo e organizado.
9. Planejar as estratégias de trabalho e não adiar decisões que possam comprometer o desempenho global dos grupos.
10. Exercer realizar a manutenção preventiva nos equipamentos, deixando eles limpos e lubrificados.

## RESPOSTAS DAS TAREFAS PRÁTICAS

### Tarefa 1 :

1. Neste mês não foi possível produzir a quantidade de tortas que nós gostaríamos, os motivos foram os mais diversos, certa vez faltou matéria-prima, outro dia me esqueci que tinha que comprar gás e a produção parou, depois faltou uma funcionária e ainda teve aquela vez que ficamos conversando e nem notamos que o tempo havia passado, o total produzido foi de 1.500 tortas e agora quero saber qual foi o meu lucro?

Produção	1.500
Faturamento	7.500,00 \$
Custo Fixo	4.000,00 \$
Custo Variável Total	3.750,00 \$
Custo Total	7.750,00 \$
Lucro	- 250,00 \$

De acordo com a fórmula  $\text{Lucro} = \text{Faturamento} - \text{Custos}$ , podemos deduzir que nossa empresa teve um prejuízo de 250,00 \$ se a produção foi de somente 1.500 peças.

2. Se eu tivesse me superado e tivesse produzido 10 % a mais (2.200 tortas), o meu lucro seria 10 % maior?

Produção	2.000	2.200
Faturamento	10.000,00 \$	11.000,00 \$
Custo Fixo	4.000,00 \$	4.000,00 \$
Custo Variável Total	5.000,00 \$	5.500,00 \$
Custo Total	9.000,00 \$	9.500,00 \$
Lucro	1.000,00 \$	1.500,00 \$

O lucro teve um acréscimo de 50 % com um incremento de 10 % da quantidade produzida, isto ocorre porque a partir de 2.000 peças todo o custo fixo já está diluído, e a parcela correspondente ao custo fixo das 200 peças reverte como lucro para empresa.

3. A partir de que quantidade eu tenho lucro na minha empresa?

Produção	1.600
Faturamento	8.000,00 \$
Custo Fixo	4.000,00 \$
Custo Variável Total	4.000,00 \$
Custo Total	8.000,00 \$
Lucro	0,00 \$

A partir do ponto de equilíbrio da empresa, ou seja, das 1.600 peças, que é o ponto onde o total faturado se iguala aos custos da empresa.

Tarefa 2 :

Complete a tabela ( o grupo está completo – 4 operadores )

Tempo Total	Horário	Pares Previstos	Pares Real	Diferença + ou -	Eficiência
72 min	16:00 às 17:12	122	110	- 12	90 %
60 min	07:00 às 08:00	103	105	- 10	102 %
60 min	08:00 às 09:00	103	95	- 18	92 %
60 min	09:00 às 10:00	103	103	- 18	100 %
60 min	10:00 às 11:00	103	100	- 21	97 %
96 min	11:00 às 14:00	96	167	- 17	102 %
60 min	14:00 às 15:00	103	90	- 30	87 %
60 min	15:00 às 16:00	103	105	- 28	102 %
528 min	TOTAL	900	875	- 28	97 %

Complete a tabela ( o grupo está incompleto – 3 operadores )

Produção p/ 3 pessoas	Horário	Pares Previstos	Pares Real	Diferença + ou -	Eficiência
92 pares	16:00 às 17:12	122	110	- 12	90 %
77 pares	07:00 às 08:00	103	105	- 10	102 %
77 pares	08:00 às 09:00	103	95	- 18	92 %
77 pares	09:00 às 10:00	103	103	- 18	100 %
77 pares	10:00 às 11:00	103	100	- 21	97 %
123 pares	11:00 às 14:00	96	167	- 17	102 %
77 pares	14:00 às 15:00	103	90	- 30	87 %
77 pares	15:00 às 16:00	103	105	- 28	102 %
675 pares	TOTAL	900	875	- 28	97 %

## APÊNDICE B

## PESQUISA NAS EMPRESAS

EMPRESA: **GKN DO BRASIL**

PRINCIPAIS PRODUTOS: **SEMI-EIXOS HOMOCINÉTICOS**

Nº FUNCIONÁRIOS: **1.300**

DATA: **18/02/2003**

ENTREVISTADO: **VOLNEI DALMAS**

**CARGO:** GERENTE DE PRODUÇÃO

ANO DE IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO EM CÉLULAS: **1998**

**1. Quais são as vantagens de se utilizar o trabalho em grupo?**

- Produtividade maior (peças por pessoa);
- Espaço ocupado menor (layout);
- Um inventário menor diminui a quantidade de peças em processamento;
- Melhor utilização da Mão-de-Obra;
- Trabalho de equipe;
- Diminuição de Leadtime.

**2. Quais são as desvantagens deste sistema?**

- Números de setup elevados;
- Grupo para quando quebra uma máquina.

**3. Qual era o sistema de produção anterior às células?**

- Layout por processos, grupo de máquinas que trabalhavam as peças por batelada.

**4. Quais foram as maiores dificuldades que ocorreram nesta mudança?**

- Diminuir tempo de setup;
- Sincronismo dentro das células;
- Multifuncionalidade dos operadores;
- Conscientização da mudança por parte da chefia e funcionários de como trabalhar;
- Quebra de máquinas;
- Não havia cooperação entre colegas;
- Problemas de planejamento de produção, porque em inúmeras vezes era necessário parar de processar um pedido para fazer outros e isto gerava perda de produtividade.

**5. Como foram corrigidos estes problemas?**

- Treinamento;
- Estudo de tempos e movimentos dentro das células;
- Metodologia de Troca Rápida de Ferramentas (TRF);
- Filmagem de setup e troca de setup interno por externo;
- Padronização de procedimentos.

**6. Quais são os índices utilizados para acompanhar o desempenho das células ?**

- Produtividade
- Refugo e Retrabalho;
- Tempo de setup;
- Descriminação das perdas (que baixam a produtividade)

**7. Foi desenvolvido algum trabalho com os funcionários a respeito das células? (Quais)**

- Treinamento;

- Palestras sobre os grupos;
- Discussão da questão de tempos e movimentos.

**8. O sistema em grupos melhorou a qualidade dos produtos?**

- Melhorou porque diminuiu os estoques em processamento e os problemas de qualidade passaram a ser detectados na hora. A verificação da qualidade é feita pelos funcionários (SAI – Sistema de Auto Inspeção).

**9. O sistema em grupos melhorou a produtividade da empresa?**

- A produtividade em relação ao número de peças fabricadas por pessoa melhorou.

**10. Que outros elementos do Sistema Toyota de Produção são utilizados pela empresa?**

- Kanban, Troca Rápida de Ferramentas, TPM, 5S, CCQ.

**11. Vocês trabalham com linhas dedicadas (um produto de cada vez) ou mix de produtos?**

- Um tipo de produto de cada vez dentro das células.

**12. Como você acha que os funcionários têm recebido este sistema de produção?**

- 1/3 da equipe ao longo do tempo teve que ser renovada porque as pessoas não se adaptaram ao sistema, tanto por parte da chefia quanto dos funcionários.

**13. Quais são os fatores críticos de sucesso para a implantação do trabalho em células?**

- Mudança cultural da empresa;
- Treinamento Operacional;
- Confiabilidade de Máquina;
- Planejamento;
- Bom estudo de Layout;
- Trabalhar com famílias de produtos ( algumas células são dedicadas e com isto se reduz o tempo de setup e o tempo de aprendizagem);
- Trabalho multisetorial (todos os setores trabalham com o foco na produção)

## PESQUISA NAS EMPRESAS

EMPRESA: **CALÇADOS BIBI**

PRINCIPAIS PRODUTOS: **CALÇADOS INFANTIS**

Nº FUNCIONÁRIOS: **1.100**

DATA : **25/03/2003**

ENTREVISTADO: **ARMINDO KAISER**

CARGO: **CHEFE DE PCP**

ANO DE IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO EM CÉLULAS: **1997**

### **1. Quais são as vantagens de se utilizar o trabalho em grupo?**

- Aumento da Produtividade;
- Possibilidade de se fazer mix de modelos;
- Polivalência das pessoas;
- Diminuição do retrabalho e melhor qualidade;
- Comprometimento das pessoas;
- Organização e Limpeza.

### **2. Quais são as desvantagens deste sistema?**

- Perda de produtividade no início;

### **3. Como era o sistema de produção anterior as células?**

- Linhas de produção (Esteiras).

### **4. Quais foram as maiores dificuldades que ocorreram nesta mudança?**

- Polivalência das pessoas;
- Quadros de produção por célula;
- Fichas técnicas para as células,
- Muita demora para se chegar a 100% de eficiência;

### **5. Como foram corrigidos estes problemas?**

- Treinamento;
- Planejamento;
- Acompanhamento do pessoal.

### **6. Quais são os índices utilizados para acompanhar o desempenho das células?**

- Produtividade
- Qualidade;
- Conserto;
- Produção de hora em hora.

### **7. Foi desenvolvido algum trabalho com os funcionários a respeito das células? (Quais)**

- Treinamento;
- Palestras sobre os grupos;
- Revisão dos tempos após entrar o sistema em operação.



**8. O sistema em grupos melhorou a qualidade dos produtos?**

- Nas células é mais fácil identificar os problemas de qualidade.

**9. O sistema em grupos melhorou a produtividade da empresa?**

- Nas células existe menos desperdício de MO, fazem quatro anos que as células tem o mesmo layout, atualmente os sapatos são projetados para facilitar a produção, quando um modelo não segue o fluxo normal das células ele é reprojetoado.

**10. Que outros elementos do Sistema Toyota de Produção são utilizados pela empresa?**

- Kaizen

**11. Vocês trabalham com linhas dedicadas (um produto de cada vez) ou mix de produtos?**

- Mix de Produtos.

**12. Como você acha que os funcionários têm recebido este sistema de produção?**

- Hoje é muito bom o sistema, mas no início causou muitos problemas com pessoal.

**13. Quais são os fatores críticos de sucesso para a implantação do trabalho em células?**

- Persistência;
- Conscientização das pessoas;
- Acompanhamento de produção;
- Colocar as pessoas certas nos lugares certos.

## APÊNDICE C

## CONTROLE DE EFICÊNCIA POR SETOR

FÁBRICA: **04**

SETOR: **COSTURA**

MÊS/ANO: **JANEIRO/03**

DIA	MODELO	TEMPO MOD.	M 276	T 252	MIN. MANHÃ	MIN. TARDE	ENTR. PES.	SAÍDA PES.	MIN. EXTRAS	MIN. EX x 2,5	% EXT	MIN. PROD.	MIN. TRAB.	CAP. PRS	PROD. ATINGIDA	PRS. ACUM.	MÉDIA PROD.	EFIC. DIA	EFIC. MÉDIA	No. O
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
06	306583	28,6	46	45	12696	11340			480	1200	4,99%	17646	25236	857	617	617	617	69,92%	69,92%	01
07	206526	42,09	53	53	14628	13356			300	750	2,68%	12290	28734	672	292	909	455	42,77%	56,35%	02
08	206526	42,09	57	57	15732	14364			1200	3000	9,97%	17972	33096	744	427	1336	445	54,30%	55,67%	03
09	206526	42,09	56	55	15456	13860			1200	3000	10,23%	18351	32316	725	436	1772	443	56,79%	55,95%	04
10	206526	42,09	54	54	14904	13608			2880	7200	25,25%	19277	35712	746	458	2230	446	53,98%	55,55%	05
13	206526	42,09	52	52	14352	13104			3600	9000	32,78%	23150	36456	738	550	2780	463	63,50%	56,88%	06
14	206526	42,09	54	54	14904	13608			2880	7200	25,25%	25759	35712	746	612	3392	485	72,13%	59,06%	07
15	206526	42,09	55	55	15180	13860			2640	6600	22,73%	27401	35640	753	651	4043	505	76,88%	61,28%	08
16	206526	42,09	54	54	14904	13608			1920	4800	16,84%	27274	33312	723	648	4691	521	81,88%	63,57%	09
17	206526	42,09	52	52	14352	13104			1200	3000	10,93%	25254	30456	681	600	5291	529	82,92%	65,51%	10
20	206526	42,09	55	55	15180	13860			480	1200	4,13%	27274	30240	701	648	5939	540	90,19%	67,75%	11
21	206526	42,09	55	55	15180	13860			1440	3600	12,40%	25759	32640	724	612	6551	546	78,92%	68,68%	12
22	206526	42,09	55	55	15180	13860			960	2400	8,26%	25254	31440	713	600	7151	550	80,32%	69,58%	13
23	206526	42,09	54	54	14904	13608			2400	6000	21,04%	24749	34512	734	588	7739	553	71,71%	69,73%	14
24	206526	42,09	60	60	16560	15120			2400	6000	18,94%	25759	37680	810	612	8351	557	68,36%	69,64%	15
27	206526	42,09	60	60	16560	15120			1200	3000	9,47%	25422	34680	781	604	8955	560	73,31%	69,87%	16
28	206526	42,09	60	60	16560	15120			720	1800	5,68%	24412	33480	770	580	9535	561	72,92%	70,05%	17
29	206526	42,09	60	61	16560	15372						26264	31932	759	624	10159	564	82,25%	70,73%	18
30	206526	42,09	62	62	17112	15624						27274	32736	778	648	10807	569	83,32%	71,39%	19
31	206526	42,09	62	62	17112	15624						24412	32736	778	580	11387	569	74,57%	71,55%	20

## CONTROLE DE EFICÊNCIA POR SETOR

FÁBRICA: 04

SETOR: COSTURA

MÊS/ANO: ABRIL/03

DIA	MODELO	TEMPO MOD.	M 276	T 252	MIN. MANHÃ	MIN. TARDE	ENTR. PES.	SAIDA PES.	MIN. EXTRAS	MIN. EX x 2,5	% EXT	MIN. PROD.	MIN. TRAB.	CAP. PRS	PROD. ATINGIDA	PRS. ACUM.	MÉDIA PROD.	EFIC. DIA	EFIC. MÉDIA	No. 0
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
01	208488	45,37	53	53	14628	13356						26178	27984	617	577	577	577	93,55%	93,55%	01
02	208488	45,37	53	53	14628	13356						23048	27984	617	508	1085	543	82,36%	87,95%	02
03	208488	45,37	51	51	14076	12852			540	1350	5,01%	24137	28278	605	532	1617	539	85,36%	87,09%	03
04	208488	45,37	51	51	14076	12852						25135	26928	594	554	2171	543	93,34%	88,65%	04
07	208488	45,37	51	51	14076	12852						22231	26928	594	490	2661	532	82,56%	87,43%	05
08	247749	27,35	54	54	14904	13608						11979	28512	1042	438	3099	517	42,01%	79,86%	06
09	247749	27,35	54	54	14904	13608						18434	28512	1042	674	3773	539	64,65%	77,69%	07
10	247749	27,35	53	53	14628	13356						20020	27984	1023	732	4505	563	71,54%	76,92%	08
14	247749	27,35	52	51	14352	12852						20622	27204	995	754	5259	584	75,80%	76,80%	09
15	247749	27,35	53	52	14628	13104						20075	27732	1014	734	5993	599	72,39%	76,36%	10
16	247749	27,35	54	54	14904	13608						20649	28512	1042	755	6748	613	72,42%	76,00%	11
17	247749	27,35	55	55	15180	13860						20020	29040	1062	732	7480	623	68,94%	75,41%	12
18	247749	27,35	55	55	15180	13860						20567	29040	1062	752	8232	633	70,82%	75,06%	13
21	288897	24,27	45	45	12420	11340						16989	23760	979	700	8932	638	71,50%	74,80%	14
22	288897	24,27	42	42	11592	10584						18494	22176	914	762	9694	646	83,40%	75,38%	15
23	288897	24,27	42	42	11592	10584			600	1500	6,76%	19416	23676	938	800	10494	656	82,01%	75,79%	16
24	288897	24,27	41	42	11316	10584						19367	21900	902	798	11292	664	88,44%	76,54%	17
25	288897	24,27	41	41	11316	10332						18931	21648	892	780	12072	671	87,45%	77,14%	18
28	288897	24,27	40	40	11040	10080						18300	21120	870	754	12826	675	86,65%	77,64%	19
29	288897	24,27	38	36	10488	9072						17280	19560	806	712	13538	677	88,34%	78,18%	20
30	288897	24,27	34	34	9384	8568						14562	17952	740	600	14138	673	81,12%	78,32%	21

## CONTROLE DE EFICÊNCIA POR SETOR

FÁBRICA: 07

SETOR: COSTURA

MÊS/ANO: JANEIRO/03

DIA	MODELO	TEMPO MOD.	M 276	T 252	MIN. MANHÃ	MIN. TARDE	ENTR. PES.	SAÍDA PES.	MIN. EXTRAS	MIN. EXx2,5	% EXT	MIN. PROD.	MIN. TRAB.	CAP. PRS	PROD. ATINGIDA	PRS. ACUM.	MÉDIA PROD.	EFIC. DIA	EFIC. MÉDIA	No. O
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
06	288897	24,27	34	34	9384	8568			360	900	5,01%	14562	18852	755	600	600	600	77,24%	77,24%	01
07	288897	24,27	34	34	9384	8568			360	900	5,01%	14271	18852	755	588	1188	594	75,70%	76,47%	02
08	288897	24,27	34	34	9384	8568			360	900	5,01%	14611	18852	755	602	1790	597	77,50%	76,81%	03
09	288897	24,27	34	34	9384	8568			360	900	5,01%	13349	18852	755	550	2340	585	70,81%	75,31%	04
10	258898	22,34	35	35	9660	8820						9204	18480	827	412	2752	550	49,81%	70,21%	05
13	258898	22,34	34	34	9384	8568						14655	17952	804	656	3408	568	81,63%	72,12%	06
14	258898	22,34	35	35	9660	8820						15906	18480	827	712	4120	589	86,07%	74,11%	07
15	258898	22,34	33	33	9108	8316						15370	17424	780	688	4808	601	88,21%	75,87%	08
16	258898	22,34	32	32	8832	8064						14610	16896	756	654	5462	607	86,47%	77,05%	09
17	258898	22,34	30	30	8280	7560						13404	15840	709	600	6062	606	84,62%	77,81%	10
20	347119	22,34	30	30	8280	7560						13672	15840	709	612	6674	607	86,31%	78,58%	11
21	347119	22,34	30	36	8280	9072						14030	17352	777	628	7302	609	80,85%	78,77%	12
22	258897	19,95	36	30	9936	7560						7182	17496	877	360	7662	589	41,05%	75,87%	13
23	347121	19,95	40	40	11040	10080			240	600	2,84%	9177	21720	1071	460	8122	580	42,25%	73,47%	14
24	347121	19,95	40	40	11040	10080						12608	21120	1059	632	8754	584	59,70%	72,55%	15
27	348471	19,95	43	43	11868	10836			360	900	3,96%	15222	23604	1156	763	9517	595	64,49%	72,05%	16
28	348471	19,95	42	42	11592	10584			450	1125	5,07%	12628	23301	1134	633	10150	597	54,20%	71,00%	17
29	347569	19,95	42	43	11592	10836						15641	22428	1124	784	10934	607	69,74%	70,93%	18
30	347569	19,95	40	40	11040	10080						15761	21120	1059	790	11724	617	74,62%	71,12%	19
31	347569	19,95	40	40	11040	10080						15002	21120	1059	752	12476	624	71,03%	71,12%	20

## CONTROLE DE EFICÊNCIA POR SETOR

FÁBRICA: **10**

SETOR: **COSTURA**

MÊS/ANO: **MARÇO/03**

DIA	MODELO	TEMPO MOD.	M 276	T 252	MIN. MANHÃ	MIN. TARDE	ENTR. PES.	SAÍDA PES.	MIN. EXTRAS	MIN. EX x 2,5	% EXT	MIN. PROD.	MIN. TRAB.	CAP. PRS	PROD. ATINGIDA	PRS. ACUM.	MÉDIA PROD.	EFIC. DIA	EFIC. MÉDIA	No. 0
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
03	247879	25,74	52	52	14352	13104						14028	27456	1067	545	545	545	51,09%	51,09%	01
04	247879	25,74	52	52	14352	13104						14414	27456	1067	560	1105	553	52,50%	51,80%	02
05	247879	25,74	52	52	14352	13104						15135	27456	1067	588	1693	564	55,13%	52,91%	03
06	247879	25,74	52	52	14352	13104						14106	27456	1067	548	2241	560	51,38%	52,52%	04
07	246470	25,74	47	47	12972	11844			300	750	3,02%	13179	25566	976	512	2753	551	51,55%	52,33%	05
10	206778	25,74	47	47	12972	11844			300	750	3,02%	15444	25566	976	600	3353	559	60,41%	53,68%	06
11	247745	28,72	52	52	14352	13104						7324	27456	956	255	3608	515	26,67%	49,82%	07
12	247745	28,72	54	54	14904	13608						7697	28512	993	268	3876	485	27,00%	46,97%	08
13	247745	28,72	53	53	14628	13356						9995	27984	974	348	4224	469	35,72%	45,72%	09
14	247745	28,72	53	53	14628	13356						11833	27984	974	412	4636	464	42,28%	45,37%	10
17	247745	28,72	52	52	14352	13104						15767	27456	956	549	5185	471	57,43%	46,47%	11
18	247745	28,72	53	53	14628	13356						17577	27984	974	612	5797	483	62,81%	47,83%	12
19	247745	28,72	52	50	14352	12600			420	1050	3,90%	21109	28002	953	735	6532	502	75,38%	49,95%	13
20	247745	28,72	52	53	14352	13356						20104	27708	965	700	7232	517	72,56%	51,56%	14
21	247745	28,72	53	53	14628	13356						20707	27984	974	721	7953	530	74,00%	53,06%	15
24	247749	32,48	53	53	14628	13356						11855	27984	862	365	8318	520	42,36%	52,39%	16
25	247749	32,48	52	52	14352	13104						13999	27456	845	431	8749	515	50,99%	52,31%	17
26	247449	32,48	50	50	13800	12600						19423	26400	813	598	9347	519	73,57%	53,49%	18
27	208489	30,21	52	52	14352	13104			600	1500	5,46%	12084	28956	929	400	9747	513	41,73%	52,87%	19
28	208489	30,21	52	52	14352	13104			600	1500	5,46%	12779	28956	929	423	10170	509	44,13%	52,43%	20
31	208489	30,21	52	52	14352	13104						11721	27456	909	388	10558	503	42,69%	51,97%	21

## **APÊNDICE D**

## MULTIFUNCIONALIDADE – FÁBRICA 04

Nome	Qualificação					Total
	Preparação	Chanfrado	Virado	Costura	Passar Fita	
1. Ana Maria de Oliveira	X					1
2. Angela Marques Golfetto	X			X		2
3. Cleci Gonçalves	X					1
4. Débora Terezinha S. Schuster	X		X	X		3
5. Eliane de Fátima Miranda	X		X			2
6. Eliliane Castro				X		1
7. Elisa Alvina Weiss	X		X	X		3
8. Elisabete dos Santos da Silva	X			X		2
9. Eradi Salete Brizzolla Schafer	X			X		2
10. Graziela Quebing Gomes	X			X		2
11. Ieda Maria de Lima	X	X				2
12. Ivanir Borges Ferreira					X	1
13. Jane Baetriz da Silva	X			X		2
14. Juliana Sozinho de Oliveira				X		1
15. Juliana Vergutz			X			1
16. Lisabete Lasch				X		1
17. Liziane Lange de Oliveira				X		1
18. Loreni Frohlich			X	X		2
19. Luciana Soares Leite				X	X	2
20. Mara Daiane Cordeiro				X	X	2
21. Maria Inês Weber Siqueira	X					1
22. Mariclara Baungarten				X		1
23. Marilene Kessler de Souza			X			1
24. Marisa de Mello Simon	X					1
25. Marizete da Silva Andrade	X					1
26. Marli Caetano Fontes	X					1
27. Marli dos Santos Vaz	X			X		2
28. Neide Maran		X				1
29. Neida Garcia dos Santos	X					1
30. Neusa T. do Prado Perdoncini	X				X	2
31. Patrícia Alessandra Staudt	X	X	X	X	X	5
32. Patrícia Haenck				X		1
33. Renata Ferreira do N. Gomes	X			X		3
34. Rosa Bassini Matos	X			X		2
35. Roseli de Britz Santos	X			X		2
36. Sandra Márcia de O. Trindade	X	X				2
37. Tânia Maria da Rosa Bueno	X		X			2
38. Vânia Regina Martini Gross	X	X				2
39. Vivane Martins Corrêa				X		1
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>66</b>

### Fábrica 04

M =  $\frac{\text{somatório dos processos que cada operador domina}}{\text{total de operações da linha} \times \text{número de trabalhadores}}$

$$M = \frac{66}{5 \times 39}$$

$$M = \frac{66}{195}$$

$$M = 0,34 \times 100 = 34\% - \text{Fábrica 04}$$

PS. Os nomes aqui dispostos poderão variar de acordo com o quadro funcional



## MULTIFUNCIONALIDADE – FÁBRICA 07

Nome	Qualificação					Total
	Preparação	Chanfrado	Virado	Costura	Passar Fita	
1. Aida Teresinah Paes	X			X		2
2. Andreia Kommers dos Santos	X	X		X	X	4
3. Catia Valéria V. Figueiro	X	X		X		3
4. Cleiva Maria de Castro	X					1
5. Clenir Kaufmann	X	X				2
6. Débora Adriana de Moura	X			X		2
7. Débora de Souza Ávila	X	X		X		3
8. Dioclemi da Silva Gonzaga	X			X		2
9. Eliziane Castro	X			X	X	3
10.Fabrini Diogo	X		X	X		3
11.Ilse Maria Saldanha	X	X				2
12.Janete da Costa Bueno	X		X			3
13.Jucélia Maria Pereira	X			X	X	2
14.Juraci Dalmolin Gomes	X					1
15.Loiva Teresinha Brentano	X					2
16.Lorena Muller Borgmann	X	X				2
17. Maria Eronilda Vargas Novais	X					1
18. Maria Ivone Wiltgen	X					1
19. Marialda da Silva Castro	X	X		X		3
20. Marlene Allebrand	X		X	X		3
21. Natalina Pereira Machado	X	X				2
22. Odeti Martins Chinot	X	X				2
23. Patrícia de Moraes Ferrão	X			X		2
24. Silvana Oliveira Rodrigues	X			X		2
25. Sueli Plack da Rosa	X	X	X	X	X	5
26. Tatiane de Almeida	X			X		2
27. Tatiane Grifante da Silva	X	X	X	X	X	5
28. Tereza Andreis	X			X		2
29. Valdriana Francisco	X					1
30. Velcira Antunes Pinto	X	X		X		3
31. Vera Lúcia de O. Carvalho	X					1
32. Vera Planck	X			X		2
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>74</b>

### Fábrica 04

$$M = \frac{\text{somatório dos processos que cada operador domina}}{\text{total de operações da linha} \times \text{número de trabalhadores}}$$

$$M = \frac{74}{5 \times 32}$$

$$M = \frac{74}{160}$$

$$M = 0,46 \times 100 = 46\% - \text{Fábrica 07}$$

PS. Os nomes aqui dispostos poderão variar de acordo com o quadro funcional

## MULTIFUNCIONALIDADE – FÁBRICA 10

Nome	Qualificação					Total
	Preparação	Chanfrado	Virado	Costura	Passar Fita	
1. Adelina Josefina Heinsohn	X					1
2. Ana Maria Michaelsen Rama	X	X				2
3. Andreia dos Santos Vaz	X					1
4. Andreia Tatiane da Costa	X	X		X	X	4
5. Carmen Luiza de Castro	X	X		X	X	4
6. Cenira dos Santos	X					1
7. Cleonice Cossul	X					1
8. Elenice Beatris Breier	X					1
9. Elisangela Pedroso da Vara	X		X	X		3
10. Elisiana Dornelles	X			X		2
11. Fátima Terezinha S. dos Santos	X		X	X		3
12. Gladis Rimilda K. Zuge	X		X	X		3
13. Isolde Roth Petry	X	X				2
14. Ivete Maria de Souza	X			X		2
15. Janete Vargas Welter	X	X				2
16. Josefina Wartha	X					1
17. Juliana Fontela de Souza	X			X	X	3
18. Leda Maria da Silva	X					1
19. Leida Eliane Masiero	X		X			2
20. Letícia da Silva Rosa	X					1
21. Liege Cristiane de M. daSilveira	X			X		2
22. Lourdes dos Santos Ferreira	X					1
23. Mara Solange Masiero Vargas	X	X	X			2
24. Maria Denise A. Dorsscheid		X				1
25. Maria Elise de Oliveira Castro	X	X			X	3
26. Maria Teresinha F. Correa	X			X		2
27. Marinete Melo Duarte	X			X		2
28. Marli de Mello Simon	X					1
29. Nair Figueira Noronha	X			X		2
30. Neusa T. Makoski da Rosa	X			X		2
31. Nilza de Fátima P. da Costa		X	X	X		3
32. Nislete Duarte O. de Vargas	X		X	X		3
33. Raquel Maria de Melo	X					1
34. Salete Antunes da Silva	X			X		2
35. Selma Venske	X					1
36. Tania Mara Costa	X	X				2
37. Tatiana da Silva Reis	X					1
38. Tatiane da Silva Leite	X	X		X	X	4
39. Tisiane Linden	X			X		2
40. Valdirene Ribeiro de Campos	X			X		2
41. Vera Lúcia da Rosa Ferreira	X			X		2
42. Vera Lucia da Silva	X		X			2
43. Vera Lucia Dias Delatea	X					1
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>84</b>

### Fábrica 10

$M = \frac{\text{somatório dos processos que cada operador domina}}{\text{total de operações da linha} \times \text{número de trabalhadores}}$

$$M = \frac{84}{5 \times 43}$$

$$M = \frac{84}{215}$$

$M = 0,39 \quad X \quad 100 = 39\% \quad - \quad \text{Fábrica 10}$

## APÊNDICE E

## Pesquisa entre os funcionários das células - Fáb. 07

**Você está gostando da mudança da esteira para as células?**

Sim = 30 (100 %)

Não = 0 (0 %)

**Qual é a sua opinião a respeito da mudança no sistema produtivo da empresa.  
(Comente sobre os aspectos positivos e negativos)**

### **Positivos**

Conseguimos fazer mais produção.(13)

Podemos fazer o trabalho com mais qualidade.(10)

Agora fazemos mais operações. (10)

Uns podem ajudar os outros.(10)

Nos movimentamos mais e não ficamos parados.(7)

Antes quando uma máquina parava toda esteira parava.(7)

Temos tempo para fazer os consertos e arrumar peças estragadas.(5)

Podemos aprender mais operações.(4)

É mais fácil de trocar de modelo. (4)

O trabalho está mais organizado.(3)

As faltas não influenciam tanto no rendimento do trabalho.(3)

Se pode trabalhar mais à vontade, na esteira às vezes era muito serviço e em outras vezes nós ficávamos paradas.(3)

Cansa menos.(3)

Continuamos a trabalhar mesmo se alguém falta ou estraga uma máquina.(3)

Melhorou o relacionamento entre os colegas.(2)

Todo mundo trabalha igual.(2)

Melhorou, agora o trabalho é mais dividido.(2)

Podemos fazer dois modelos ao mesmo tempo.(2)

Mais fácil de resolver os problemas.(2)

O pessoal está menos estressado.(2)

O trabalho não é tão monótono.(2)

Os braços doem menos.(2)

As pernas doem menos.(1)

Não se manda nada errado para frente.(1)

Tem menos serviço e consertos parados.(1)

As pessoas têm mais liberdade e não ficam trancadas.(1)

Temos a oportunidade de aprender várias operações.(1)

Antes quando uma máquina parava se perdia produção.(1)

É melhor de acompanhar o trabalho.(1)

Melhorou a qualidade.(1)

Tem mais contato com a chefia.(1)

Os talões deixam tudo mais organizado e não dá tanta mistura.(1)

### **Você acredita que esta troca está sendo benéfica para a empresa?**

Sim, estamos fazendo mais produção.(18)

Sim, o trabalho está se desenvolvendo com mais qualidade.(13)

Sim, porque se é bom para os funcionários é bom para empresa.(4)

Sim, porque se consegue aproveitar mais as pessoas.(2)

Sim, temos menos conserto.(2)

Sim, porque as pessoas estão mais satisfeitas.(1)

Sim, porque se alguém falta os outros fazem o grupo funcionar.(1)

Sim, para todo mundo é melhor trabalhar assim.(1)

Sim, e dá para melhorar ainda mais.(1)

Não sei.(1)

Não, porque no final dos grupos a produção não sai por falta de gente. (Motivo: faltas e pessoal emprestado).(1)

### **O que poderia ser feito para melhorar o desempenho dos grupos?**

Ter menos faltas no trabalho.(15)

Uns colegas ajudarem mais os outros.(12)

Não faltar abastecimento para os grupos.(7)

Emprestar menos pessoas para outros setores.(4)

Prêmio por grupo.(4)

Mais união dos funcionários.(3)

Deixar os grupos completos.(2)

Pessoal ter mais interesse.(2)

Troca de modelos mais rápida.(1)

Ocupar melhor o tempo.(1)

Colocar as pessoas certas nas funções certas.(1)

Explicar melhor o serviço.(1)

Mais treinamento.(1)

Funcionários saberem as regulagens das máquinas.(1)

Mais Coletividade.(1)

Cobrar mais das pessoas que tem problemas e não de todos.(1)

Mais esforço para sair 100 %.(1)

Todos fazerem todas operações (multifuncionalidade).(1)

Todos fazerem o mesmo ritmo de trabalho.(1)

### **Ocorreram mudanças na sua forma de trabalhar em relação às linhas de produção?**

#### **Quais?**

Estamos fazendo mais operações.(8)

Temos mais tempo e podemos fazer mais qualidade.(7)

Podemos ajudar os outros.(6)

Nos movimentamos mais.(5)

Melhorou porque nos grupos se cansa menos e não ficamos paradas.(4)

Estamos trabalhando mais.(4)

Agora o trabalho está mais organizado.(3)

É mais fácil de trabalhar.(2)

O trabalho é menos monótono.(2)

Estou trabalhando com mais interesse.(1)

O trabalho é mais ágil e mais rápido.(1)

Na esteira se perdia muito tempo.(1)  
Na esteira era mais puxado e se fazia muita coisa errada.(1)  
Antes eu ficava muito angustiada na esteira, por não dar conta da produção.(1)  
Estou aprendendo mais operações.(1)

**Quais são as maiores dificuldades que estão acontecendo durante o trabalho?**

Falta de abastecimento.(10)  
Faltas ao trabalho.(7)  
Colegas que não se ajudam.(6)  
Demora a sair a produção quando troca de modelo.(2)  
Muita mistura de números dentro dos talões.(2)  
Atraso na produção.(2)  
Alguns não dominam todas as operações.(2)  
Emprestar pessoas do grupo.(2)  
O pessoal fazer certo o que é ensinado.(1)  
Conversa.(1)  
Operações difíceis.(1)  
Uns se entenderem mais com os outros.(1)  
As pessoas deveriam ter mais compromisso com a produção.(1)  
Falta de interesse dos colegas.(1)  
Às vezes falta trabalho e depois vem tudo de uma vez só.(1)  
Uns trabalham num ritmo, outros noutro.(1)

## Pesquisa entre os funcionários das células - Fáb. 04

**Você está gostando da mudança da esteira para as células?**

Sim = 16 (43,2 %)

Não = 13 (35,1 %)

Até o momento, não = 8 (21,6 %)

**2. Qual é a sua opinião a respeito da mudança no sistema produtivo da empresa?  
(Comente sobre os aspectos positivos e negativos)**

### **Positivos**

Podemos fazer o trabalho com mais qualidade.(4)

Agora fazemos mais operações.(4)

Nos movimentamos mais e não ficamos parados.(4)

Agora uns ajudam os outros.(3)

É mais fácil de administrar o nosso tempo.(2)

O trabalho é menos estressante.(2)

Temos tempo para fazer os consertos e arrumar peças estragadas.(1)

Na esteira a gente se atrasava muito.(1)

O trabalho está mais organizado.(1)

As faltas não influenciam tanto no rendimento do trabalho.(1)

Se for para melhorar a qualidade e a produção vale a pena continuar.(1)

O tempo das pessoas é mais aproveitado.(1)

Podemos fazer dois modelos ao mesmo tempo.(1)

Podemos aprender outras operações.(1)

### **Negativos**

A gente trabalha tanto e a produção não sai.(7)

Diminuiu a produção.(5)

Na esteira a produção era melhor.(4)

Tem muita cobrança.(3)

Está difícil alcançar os resultados.(3)

Algumas pessoas ficam mais acomodadas.(3)

Uns trabalham mais que os outros.(2)

Temos que fazer mais operações e não temos capacidade.(2)

A gente perde muito tempo organizando as caixinhas.(1)

É difícil cobrar a produção.(1)

Este sistema é muito atrapalhado, talvez como é na fábrica 07 é melhor (multicelular).(1)

Ainda estamos tentando entender o sistema.(1)

É difícil de controlar a qualidade.(1)

Na esteira cada um fazia o seu serviço e saía a produção.(1)

Na esteira o pessoal se obrigava a entrar no ritmo.(1)

Temos que ajudar aqueles que trabalham em marcha lenta.(1)

Muita mistura e desorganização.(1)

Temos que fazer o serviço da gente e dos outros.(1)

Falta material e temos que ir buscar.(1)

Não temos tempo para nada.(1)

Diminuiu a qualidade.(1)

### **3. Você acredita que esta troca está sendo benéfica para a empresa?**

- Não, porque baixou a produção.(10)
- No momento não, porque a produção caiu.(6)
- Não sei, mas no momento a produção não está saindo.(4)
- Sim, o trabalho está se desenvolvendo com mais qualidade.(4)
- Sim, porque eles estão trocando em outras fábricas também.(3)
- Não porque baixou a qualidade.(1)
- Não, porque a produção é menor que na esteira.(1)
- Não porque não está dando resultado.(1)
- Não sei.(1)
- Acredito que tem possibilidade de dar certo porque cada pessoa faz mais operações.(1)
- Sim porque é bom para saúde dos funcionários.(1)
- Sim, se todos colaborarem.(1)
- Sim se a produção sair.(1)
- Sim, porque é um sistema mais versátil.(1)
- Sim, porque está mais organizado.(1)

### **4. O que poderia ser feito para melhorar o desempenho dos grupos?**

- Uns colegas ajudarem mais os outros.(8)
- Trocas de modelo mais rápidas.(7)
- Dividir melhor as tarefas.(5)
- Mais união entre o pessoal.(4)
- Pessoal colaborar mais.(4)
- A chefia deveria acompanhar mais as trocas de modelo.(2)
- Menos perda de tempo na execução das tarefas.(2)
- Cada um dar o melhor de si.(2)
- Cada um fazer somente uma operação.(2)
- Mais compreensão por parte da chefia.(2)
- Não mudar tanto os grupos nas trocas de modelo.(1)
- Não deixar chegar o final do dia para cobrar a produção.(1)
- Mais treinamento para os funcionários.(1)
- O tempos das operações deveriam ser revisados.(1)
- Tem muita cobrança em grupo, deveria ser feito um trabalho mais individual.(1)
- Ainda não chegamos a uma conclusão.(1)
- Conscientização de que agora as pessoas estão fora da esteira.(1)
- A chefia deveria ficar mais encima para ver os problemas.(1)
- Cada um fazer seu trabalho bem feito para melhorar a qualidade.(1)
- Não ter estoque entre as operações, um deveria passar para o outro.(1)
- Diminuir a cobrança, isto está irritando as pessoas.(1)
- Pessoal trabalhar unido e não ficar esperando pelo outro.(1)
- O pessoal se conscientizar que se quisermos podemos fazer dar certo.(1)
- Um grupo só é melhor que dois iguais.(1)
- Mais esforço de cada um.(1)
- Mais organização.(1)



**5. Ocorreram mudanças na sua forma de trabalhar em relação às linhas de produção? Quais?**

Estamos fazendo mais operações.(12)  
Não ocorreram mudanças.(6)  
Nos movimentamos mais.(4)  
Podemos ajudar os outros.(3)  
Agora temos que trabalhar mais rápido.(2)  
Agora temos que ir atrás do serviço.(2)  
O trabalho é menos estressante.(2)  
Agora parece que eu trabalho mais e tem menos produção.(2)  
Trabalho em grupos diferentes durante o dia.(1)  
Trabalhamos com mais qualidade.(1)  
É difícil aprender outras operações.(1)  
Estamos trabalhando mais.(1)  
Estou trabalhando numa posição desconfortável.(1)

**6. Quais são as maiores dificuldades que estão acontecendo durante o trabalho?**

Produção baixa.(13)  
Demora na troca de modelo.(13)  
Falta de organização.(7)  
Muita perda de tempo.(3)  
Alguns não trabalham no mesmo ritmo e a gente tem que ajudar.(3)  
As pessoas que ficam paradas e não ajudam as outras.(2)  
O pessoal ainda não entendeu a filosofia de ajudar o outro.(2)  
Temos que fazer muitas operações e o serviço não rende.(2)  
Muita cobrança.(2)  
As pessoas deveriam ter mais compromisso com a produção.(2)  
Muito conserto dentro dos grupos.(1)  
Ficar trocando de funções.(1)  
A produção tranca em algumas pessoas.(1)  
Pouca qualidade.(1)  
Uns trabalham mais que os outros.(1)  
Conversa entre colegas.(1)  
Desorganização nas trocas de modelo.(1)  
Falta de máquina reserva para os grupos.(1)  
Temos que correr atrás das coisas.(1)  
Muita mistura de números dentro dos talões.(1)  
Pouca preocupação com a qualidade.(1)  
Diminuiu o ritmo de trabalho.(1)  
Todos deveriam trabalhar no mesmo ritmo.(1)

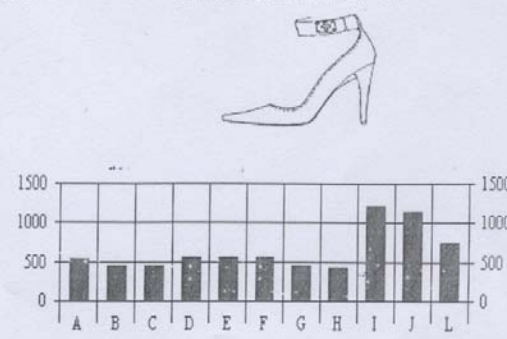
## ANEXO A: ESQUEMA DE PRODUÇÃO

SCHMIDT IRMÃOS CALÇADOS LTDA		ESQUEMA DE PRODUÇÃO		PAGINA 001	
MTR0				10/11/2004	
				16:04:20,0	
MODELO: 243471	SETOR: MABF72	VERSÃO: 001	MATERIAL: ITK	MINUTOS DIA: 528	
NOME: ---	CAPACIDADE (PARES): 500	INDICE TAKT-TIME: 0,70	CARTEIRA (PARES A PRODUZIR): 0		
			TOLERANCIA DE TEMPO: 10%		

CELULA	QUANT.	TEMPOS	PESSOAS	CAP. PARES
A	1	2,89	3	548
B	1	3,46	3	457
C	1	2,33	2	453
D	1	2,76	3	573
E	1	3,78	4	558
F	1	3,80	4	555
G	1	3,55	3	446
H	1	2,41	2	438
I	1	0,44	1	1200
J	1	0,93	2	1135
L	1	1,43	2	738
TOTAL	11	27,78	29	



SEQ	CELULA	POSTO	OPERACAO	MAQUINA	EQUIPAMENTO	TEMPO
1	A	1	CA002 CARIMBAR FORRO	MCEASYSP		0,20
2	A	2	PR003 PRENSAR FORRO SINTÉTICO	PRROTATI	P/ MODELO	0,36
3	A	2	PR021 PRENSAR FORRO SINTÉTICO	PRROTATI	PR. PLANO	0,05
4	A	3	PR008 PRENSAR ENTREFORRO NOS CORTES	PRROTATI		0,90
5	A	4	CC023 CHANFRAR EC DO FORRO	CCCORELT		0,33
6	A	4	CC001 CHANFRAR BOCA E LATERAIS DO AVESSE	CCCORELT		0,28
7	A	4	CC002 CHANFRAR FORRO REGIÃO DA MONTAGEM	CCCORELT		0,23
8	A	4	CC173 CHANFRAR FPSB DA PEÇA DO TRASEIRO	CCCORELT		0,11
9	A	5	CC257 CHANFRAR FPSB DO TRASEIRO	CCCORELT		0,09
10	A	5	CC092 CHANFRAR FPSB DA GÁSPEA	CCCORELT		0,09
11	A	5	CC007 CHANFRAR EC DO TRASEIRO	CCCORELT		0,10
12	A	5	CC005 CHANFRAR EC DA GÁSPEA	CCCORELT		0,11
13	B	1	AP013 APLICAR ADESIVO NO TRASEIRO		ACQUAFORT 5800	0,25
14	B	1	AP014 APLICAR ADESIVO NA GÁSPEA		ACQUAFORT 5800	0,20
15	B	2	PP002 PREPARAR E PRENSAR EC DO CABEDAL	PREMENDA		0,38
16	B	3	PR008 PRENSAR ENTREFORRO NOS CORTES	PRROTATI		0,30
17	B	4	CC012 CHANFRAR VN-4MM DO CABEDAL	CCCORELT		0,73
18	B	5	AP015 APLICAR ADESIVO NO FORRO		AD. 550 / 1510	0,40
19	B	5	PP050 PREPARAR E PRENSAR EC DO FORRO	PREMENDA		0,38
20	B	6	PR025 PRENSAR COURAÇA (CHAPA) - DIRETO	PRCHAQUE		0,40
21	B	7	PR029 PRENSAR ENTREFORRO NO FORRO	PRROTATI		0,42
22	C	1	AP015 APLICAR ADESIVO NO FORRO		AD. 550 / 1510	0,25
23	C	1	AP016 APLICAR ADESIVO NO AVESSE		AD. 550 / 1510	0,35
24	C	2	PP050 PREPARAR E PRENSAR EC DO FORRO	PREMENDA		0,38
25	C	3	CT002 COSTURAR INGLESA DO TRASEIRO	CT1493CF		0,44
26	C	4	CF003 APLICAR FP-12MM NO TRASEIRO	CFPTACOST		0,15
27	C	5	AP027 APLICAR ADESIVO NA PÇ. DO TRASEIRO		AD.1031/353	0,10
28	C	5	AP028 APLICAR ADESIVO NO TRASEIRO		AD.1031/353	0,10
29	C	6	PP005 PREPARAR PEÇA DO TRASEIRO			0,30
30	C	7	CT012 COSTURAR PEÇA DO TRASEIRO	CT491		0,26
31	D	1	CF011 APLICAR FITA NA BOCA		A MAO	1,32
	D	2	CF011 APLICAR FITA NA BOCA		A MAO	

## ANEXO B: PLANTA DAS CÉLULAS

SCHMIDT IRMÃOS CALÇADOS LTDA

PLANTA DE CÉLULAS


MTRO

---

MODELO: 243471 (---) SETOR: MABF72 VERSAO: 001 MATERIAL: ITK MIN./DIA: 528 CARTEIRA(PARES): 0 CAPACIDADE(PARES): 500

CELULA: A  
 QUANT.: 1  
 PESSOAS: 3  
 PRS/DIA: 548  
 TEMP/PAR: 2,89  
 PRS/PES.: 182


04



CCCORELT

CELULA: B  
 QUANT.: 1  
 PESSOAS: 3  
 PRS/DIA: 457  
 TEMP/PAR: 3,46  
 PRS/PES.: 152

04



CCCORELT

CELULA: C  
 QUANT.: 1  
 PESSOAS: 2  
 PRS/DIA: 453  
 TEMP/PAR: 2,33  
 PRS/PES.: 226

04

CFTACOST

05	03	05	03	05	03
CCCORELT	PRROTATI	PREMENDA	PRROTATI	MESA	MESA
06	02	06	02	06	06
MESA	PRROTATI	PRCHAQUE	PREMENDA	MESA	MESA
07	01	07	01	07	07
	MCEASYSP	PRROTATI	MESA	CT491	CT491
	BALCÃO	MESA	BALCÃO	MESA	MESA

FT OPERAÇÃO	TEMPO
01 CARIMBAR FORRO	0,20
02 PRENSAR FORRO SINTÉTICO	0,36
02 PRENSAR FORRO SINTÉTICO	0,09
03 PRENSAR ENTREFORRO NOS CORTES	0,90
04 CHANFRAR EC DO FORRO	0,33
04 CHANFRAR BOCA E LATERAIS DO AVESSO	0,28
04 CHANFRAR FORRO REGIÃO DA MONTAGEM	0,23
04 CHANFRAR FPSB DA PEÇA DO TRASEIRO	0,11
05 CHANFRAR FPSB DO TRASEIRO	0,09
05 CHANFRAR FPSB DA GÁSPEA	0,09
05 CHANFRAR EC DO TRASEIRO	0,10
05 CHANFRAR EC DA GÁSPEA	0,11

FT OPERAÇÃO	TEMPO
01 APLICAR ADESIVO NO TRASEIRO	0,25
01 APLICAR ADESIVO NA GÁSPEA	0,20
02 PREPARAR E PRENSAR EC DO CABEDAL	0,38
03 PRENSAR ENTREFORRO NOS CORTES	0,30
04 CHANFRAR VN-4MM DO CABEDAL	0,73
05 APLICAR ADESIVO NO FORRO	0,40
05 PREPARAR E PRENSAR EC DO FORRO	0,38
06 PRENSAR COURAÇA (CHAPA) - DIRETO	0,40
07 PRENSAR ENTREFORRO NO FORRO	0,42

FT OPERAÇÃO	TEMPO
01 APLICAR ADESIVO NO FORRO	0,25
01 APLICAR ADESIVO NO AVESSO	0,20
02 PREPARAR E PRENSAR EC DO	0,38
03 COSTURAR INGLESIA DO TRASEI	0,30
04 APLICAR FP-12MM NO TRASEI	0,73
05 APLICAR ADESIVO NA PÇ. DC	0,40
05 APLICAR ADESIVO NO TRASEI	0,38
06 PREPARAR PEÇA DO TRASEIR	0,40
07 COSTURAR PEÇA DO TRASEIR	0,42