

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

**Eng. Sérgio Armando Benevides Filho**

**A Polivalência como Ferramenta para a Produtividade**

Dissertação Submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a Obtenção  
do Grau de Mestre em Engenharia

**Florianópolis, novembro de 1999**

# **A Polivalência como Ferramenta para a Produtividade**

**Eng. Sérgio Armando Benevides Filho**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de

**Mestre em Engenharia**

Especialidade em Engenharia de Produção e aprovada na sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

---

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Phd  
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dálvio Ferrari Tubino  
Orientador

---

Prof. Paulo José de Freitas Filho, Dr.

---

Prof. Neri dos Santos, Dr.

---

Eng. Marcelo de Carvalho Lopes, Msc.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao meu melhor amigo.*

*Aquele que me deu o Dom da vida.*

*Aquele que me ofereceu Paciência, Sabedoria*

*e Perseverança para escrever essa dissertação.*

*Aquele a quem muito amo e é infinitamente misericordioso comigo,*

***DEUS.***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todos aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho. De maneira particular, expresso minha gratidão:

- aos meus pais, Sérgio e Maria Inês, responsáveis pela formação do meu caráter, oferecendo-me amor, carinho, educação e ajuda incondicional, sendo os idealizadores e principais incentivadores ao desenvolvimento deste mestrado;
- ao amigo e orientador Dálvio Ferrari Tubino, que desde o princípio acreditou no meu entusiasmo, proporcionando-me todas as condições para a realização desta pesquisa;
- aos meus irmãos Inês Carolina, Ana Cintia e Paulo José, ao cunhado Vicente e aos sobrinhos Vicente Filho e Lucas, que mesmo distante, incentivaram-me a concluir esta dissertação;
- à Luciana Macedo, pela compreensão, incentivo, coragem e amor em suportar à distância e sobretudo, encorajar-me em todos os momentos;
- à banca examinadora composta pelos Professores Paulo Freitas, Neri dos Santos, e Eng. Marcelo Lopes, pelos valiosos comentários que permitiram aperfeiçoar este trabalho;
- ao grupo de oração "Um Novo Caminho" em Fortaleza e "GOU" em Florianópolis pelas orações, súplicas e amizades;
- às minhas avós, Maria Alice e Zoraida representantes das famílias Serpa e Benevides;
- aos familiares, Kléber e Elisabeth Férrer, e colegas cearenses pela convivência durante o tempo em que estive em Florianópolis e oportunidade de tê-los como amigos;
- à Toyota do Brasil, na pessoa do Eng. Edson Nagamachi, à Chrysler do Brasil, através do Eng. Ricardo Taveira, à Embraco S/A, através dos Engenheiros Sérgio Fagundes e Marcelo Campos, à Irmãos Zen, através do Eng. Ádson Pereira, pela disponibilidade dos dados utilizados nesta dissertação;
- à Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção;
- ao CNPQ, pelo suporte financeiro através da bolsa de estudos;

## SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
<i>ABSTRACT</i> .....	X
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	XIII
SIGLAS UTILIZADAS NO TRABALHO.....	XIV
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	01
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	04
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	04
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	04
1.3 JUSTIFICATIVAS.....	04
1.3.1 JUSTIFICATIVAS PESSOAIS DO TRABALHO.....	04
1.3.2 JUSTIFICATIVA POR PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	05
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	06
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	07
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>09</b>
2.1 <i>JUST IN TIME</i> .....	09
2.1.1 FERRAMENTAS DO JUST IN TIME.....	10
2.1.1.1 CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL (TQC).....	11
2.1.1.2 PRODUÇÃO FOCALIZADA.....	12
2.1.1.3 PRODUÇÃO PUXADA.....	15
2.1.1.4 <i>KANBAN</i> .....	16
2.1.1.5 REDUÇÃO DO <i>LEAD TIME</i> .....	17
2.1.1.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (MPT).....	18
2.2 PADRONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES.....	20
2.3 POLIVALÊNCIA.....	27
2.3.1 INTRODUÇÃO À POLIVALÊNCIA.....	27
2.3.2 A POLIVALÊNCIA E AS CÉLULAS DE MANUFATURA.....	31

2.3.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA.....	34
2.4 A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	36
2.4.1 A SIMULAÇÃO NA MANUFATURA.....	37
2.4.2 OS PASSOS PARA O USO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	38
2.5 TRABALHOS DESENVOLVIDOS NA ÁREA.....	39
2.5.1 VANTAGENS PROPORCIONADAS PELOS OPERADORES POLIVALENTES EM RELAÇÃO AOS MONOFUNICIONAIS.....	39
2.5.1.1 VANTAGENS DA EMPRESA COM A POLIVALÊNCIA.....	39
2.5.1.2 VANTAGENS DO OPERADOR COM A POLIVALÊNCIA.....	44
2.5.2 A POLIVALÊNCIA NO BRASIL.....	48
2.5.3 PROBLEMAS COM A POLIVALÊNCIA.....	49
2.5.4 TRABALHOS UTILIZANDO SIMULAÇÃO.....	50
<b>CAPÍTULO 3 – DEMONSTRAÇÃO DE UM MODELO TEÓRICO DE POLIVALÊNCIA.....</b>	<b>54</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	54
3.2 O MODELO COMPUTACIONAL DE SIMULAÇÃO PROPOSTO.....	54
3.3 DESCRIÇÃO DO MODELO TEÓRICO DE POLIVALÊNCIA.....	55
3.3.1 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS UTILIZADOS.....	57
3.3.2 DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO.....	62
3.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA SIMULAÇÃO.....	66
3.5 CÁLCULO E ANÁLISE DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO.....	71
<b>CAPÍTULO 4 - OS MODELOS PRÁTICOS DE POLIVALÊNCIA</b>	<b>79</b>
4.1 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	79
4.2 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA DA PESQUISA.....	81
4.3 MÉTODO DE COLETA DAS INFORMAÇÕES.....	81
4.4 DESCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS.....	82
4.5 APRESENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES.....	83
4.6 ESTUDO DE CASO 1 - TOYOTA DO BRASIL.....	83
4.6.1 HISTÓRICO DA TOYOTA DO BRASIL.....	84
4.6.2 ASPECTOS OPERACIONAIS DA TOYOTA DO BRASIL.....	84

4.6.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA.....	91
4.6.4 AS VANTAGENS DA POLIVALÊNCIA PARA A EMPRESA.....	95
4.7 ESTUDO DE CASO 2 - CHRYSLER DO BRASIL.....	96
4.7.1 HISTÓRICO DA CHRYSLER DO BRASIL.....	96
4.7.2 ASPECTOS OPERACIONAIS DA CHRYSLER DO BRASIL.....	97
4.7.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA.....	102
4.7.4 AS VANTAGENS DA POLIVALÊNCIA PARA A EMPRESA.....	108
4.8 ESTUDO DE CASO 3 - EMBRACO S.A.....	109
4.8.1 HISTÓRICO DA EMBRACO S.A.....	110
4.8.2 ASPECTOS OPERACIONAIS DA EMBRACO.....	110
4.8.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA.....	115
4.8.4 AS VANTAGENS DA POLIVALÊNCIA PARA A EMPRESA.....	121
4.9 ESTUDO DE CASO 4 - IRMÃOS ZEN S.A.....	122
4.9.1 HISTÓRICO DA EMPRESA.....	122
4.9.2 ASPECTOS OPERACIONAIS DA EMPRESA.....	123
4.9.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA.....	126
4.9.4 AS VANTAGENS DA POLIVALÊNCIA PARA A EMPRESA.....	135
4.10 ANÁLISE DAS EMPRESAS PESQUISADAS.....	136
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA OS PRÓXIMOS TRABALHOS.....</b>	<b>143</b>
5.1 CONCLUSÕES.....	143
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA OS PRÓXIMOS TRABALHOS.....	145
<b>6 -BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>148</b>
6.1 BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA.....	148
6.2 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	155
<b>ANEXOS.....</b>	<b>156</b>
ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO APRESENTADO ÀS EMPRESAS.....	156
ANEXO 2 - LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO DOS CENÁRIO SIMULADOS.....	160

## RESUMO

A produtividade é a relação entre a quantidade produzida e os recursos a ela aplicados, sendo intrinsecamente ligada ao lucro que a empresa irá conseguir da sua operação. A empresa com alto índice de produtividade terá custos de produção reduzidos, podendo oferecer produtos a preços mais baixos que os de seus competidores ou trabalhar com maiores margens de lucro. Analisando as empresas bem sucedidas em produtividade permite concluir que há uma forte correlação entre produtividade e flexibilidade de produção, visto que estas se adaptam facilmente às constantes oscilações do mercado globalizado.

Em vista disso, a filosofia de produção *just in time* (JIT) originado do Sistema Toyota de Produção, apresenta-se hoje como uma alternativa para responder a esses dois requisitos: produtividade e flexibilidade.

Dentro desse contexto, uma das importantes ferramentas proposta pela filosofia de produção JIT, a qual é o tema principal deste trabalho, é o operador polivalente (multifuncional) se contrapondo com o operador monofuncional, ainda empregado na maioria das indústrias brasileiras

A polivalência possibilita aos operadores, além de executarem atividades produtivas (que agregam valor), criarem novas formas de executar as atividades básicas da produção e procederem ajustes que a máquina não consegue por si só executar, bem como controlarem a qualidade dos produtos e até mesmo a limpeza de seu ambiente de trabalho. Outra vantagem proporcionada pela polivalência através da rotatividade de funções é a redução das doenças do trabalho por esforços repetitivos (L.E.R), contribuindo para a redução do absenteísmo nas empresas.

Dessa forma a polivalência traz ganhos significativos de custos às empresas, fazendo com que elas flexibilizem suas produções e aumentem a sua produtividade.

Assim, este trabalho tem como objetivo, constatar que a polivalência do operador é uma das mais importantes ferramentas para a produtividade nas empresas de manufatura. Para isto segue-se uma sistemática de exploração em três campos complementares: uma revisão bibliográfica, um estudo teórico e um estudo prático.



## ABSTRACT

The productivity is the relationship between the produced amount and the resources to her applied, being linked to the profit that the company will get of its operation. The company with high productivity index will have reduced production costs, could offer products to lower prices than the one of its competitors or to work with larger markup. Analyzing the companies well happened in productivity allows to end that there is a strong correlation between productivity and production flexibility, because these they adapt the constant challenged by world-class market easily.

In view of that, the philosophy of production just in time (JIT) originated of the Toyota Production System comes today as an alternative to answer to those two requirements: productivity and flexibility.

Inside of that context, one of the important tool proposal for the production philosophy JIT, is the the polyvalent operator if opposing with the specialist operator, still employee in most of the Brazilian industries.

The polyvalence facilitates to the operators, besides they execute productive activities (that join value), they create new forms of executing the basic activities of the production and they proceed fittings that the machine doesn't get by itself to execute, as well as they control the quality of the products and even the cleaning of its work atmosphere. Another advantage provided by the multifunctionality through the rotation of functions is the reduction of the diseases of the work for repetitive strain injury, contributing to the reduction of the absenteeism in the companies.

In that way the polyvalence brings won significant of costs the companies, doing with that them its flexibilizem productions and increase its productivity.

Thus, this work is objectified to verify that the polyvalence of the operator is one of the most important tools for the productivity in the manufacture companies. For this, a systematic of exploration is followed in three complementary fields: a bibliographical revision, a theoretical study and a practical study.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Estrutura do trabalho</i> .....	07
Figura 2.1 <i>Comparação entre sistemas de puxar e de empurrar a produção</i> .....	15
Figura 2.2 <i>Exemplo de um cartão kanban de produção</i> .....	17
Figura 2.3 <i>Representação de padrão, padronização e sistema de padronização</i> .....	21
Figura 2.4 <i>Representação da ação do operador no fordismo e no TQC</i> .....	22
Figura 2.5 <i>Ciclos de manutenção e melhoria</i> .....	23
Figura 2.6 <i>Exemplo de uma carta de trabalho</i> .....	25
Figura 2.7 <i>Célula de produção com três operadores com o tempo de ciclo menor que o roteiro de fabricação</i> .....	26
Figura 2.8 <i>Representação dos formatos das células de manufatura</i> .....	32
Figura 2.9 <i>Operador polivalente dentro de uma célula de manufatura em forma de U</i> .....	33
Figura 2.10 <i>Exemplificação de uma célula em linha (linha de montagem) de uma indústria automobilística, identificando a régua marcadora das operações dentro dos processos e a localização das cordas do andon</i> .....	34
Figura 2.11 <i>Representação de operadores monofuncionais ao término do dia</i> .....	46
Figura 2.12 <i>Representação de operadores polivalentes ao término no dia, animados com novas idéias de executar uma tarefa</i> .....	47
Figura 3.1 <i>Layout da célula de fabricação que foi simulada</i> .....	55
Figura 3.2 <i>Estrutura da análise comparativa do modelo de simulação</i> .....	58

Figura 3.3 <i>Célula do sistema convencional trabalhando com seis operadores monofuncionais.....</i>	58
Figura 3.4 <i>Célula do sistema JIT trabalhando com três operadores polivalentes.....</i>	60
Figura 3.5 <i>Célula do sistema JIT trabalhando com um operador polivalente.....</i>	61
Figura 3.6 <i>Gráfico dos resultados da simulação para seis operadores monofuncionais.....</i>	67
Figura 3.7 <i>Gráfico dos resultados da simulação para operadores polivalentes.....</i>	69
Figura 4.1 <i>Estrutura funcional de produção da Toyota de Indaiatuba.....</i>	85
Figura 4.2 <i>Exemplo de um quadro de habilidades da Toyota de Indaiatuba.....</i>	87
Figura 4.3 <i>Linha de montagem com operador polivalente na Toyota de Indaiatuba..</i>	88
Figura 4.4 <i>Exemplo de uma carta de trabalho padronizada utilizada na Toyota.....</i>	93
Figura 4.5 <i>Exemplo de um crachá do operador da Toyota de Indaiatuba.....</i>	94
Figura 4.6 <i>Estrutura funcional da produção da Chrysler do Brasil.....</i>	97
Figura 4.7 <i>Sistema Operacional Chrysler.....</i>	105
Figura 4.8 <i>Estrutura física das unidades de produção de Joinville.....</i>	110
Figura 4.9 <i>Estrutura funcional da produção da unidade de Joinville.....</i>	111
Figura 4.10 <i>Exemplo de uma folha de acompanhamento individual para a certificação da mão-de-obra utilizada na Embraco.....</i>	117
Figura 4.11 <i>Demonstração da rotação de trabalho em uma célula de corpo e tampa do bloco 28 da Embraco em Joinville.....</i>	118
Figura 4.12 <i>Estrutura funcional da produção da Irmãos Zen.....</i>	123

- Figura 4.13 *Exemplo de uma célula do setor de usinagem com nove máquinas trabalhando no primeiro cenário com um operador, no segundo cenário com três operadores e no terceiro cenário com seis operadores.....* 131
- Figura 4.14 *Exemplo de uma célula do setor de usinagem com cinco máquinas trabalhando com dois operadores no primeiro cenário, não trabalhando no segundo cenário e com três operadores no terceiro cenário.....* 132
- Figura 4.15 *Exemplo de uma célula do setor de usinagem com seis máquinas, com três operadores trabalhando em duas máquinas no primeiro cenário e com dois operadores trabalhando em três máquinas no segundo cenário.....* 133
- Figura 4.16 *Exemplo da linha de montagem da Chrysler, quando o mesmo operador executa várias tarefas.....* 137
- Figura 4.17 *Exemplo de uma célula do setor de corpo e tampa do bloco 28 da Embraco com a rotatividade das máquinas.....* 140

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 <i>Volume de carros produzidos</i> .....	43
Tabela 2.2 <i>Número de empregados pesquisados em seis indústrias americanas antes e depois da implantação da polivalência</i> .....	49
Tabela 3.1 <i>Medidas de desempenho</i> .....	62
Tabela 3.2 <i>Resultados das medidas de desempenho para seis operadores monofuncionais</i> .....	73
Tabela 3.3 <i>Resultados das medidas de desempenho utilizando operadores polivalentes</i> .....	73
Tabela 4.1 <i>Resumo dos principais tópicos por empresa</i> .....	136

## SIGLAS UTILIZADAS NO TRABALHO

**5S** - Programa para qualidade organizacional das empresas

**AGV**- Veículos autoguiáveis

**Andons** - Dispositivos sinalizadores

**ARENA** - *Software* de simulação computacional

**Autonomação** - Controle autônomo de defeitos

**Bottom-up** - Decisões de baixo para cima, do nível operacional para o estratégico

**Buffers** - Estoques amortecedores

**CARDZ** - Controle automático de reposição definida Zen

**CCQ** - Círculo de Controle da Qualidade

**CEP** - Controle Estatístico do Processo

**Check-list** - Checagem nas normas de trabalhos

**CNC**- Controle por Comando Numérico

**CQZD** - Controle de Qualidade Zero Defeitos

**EDI** - Troca eletrônica de documentos (*Electronic Data Interchange*)

**Gargalos** - Limitações do sistema produtivo

**ISO** - *International Standardization Organization*

**Job rotation** - Rotação de operações

**JIT** – *Just in Time*

**Kaizen** - Melhoria contínuo

**Kanban** - Sistema puxado de programação e acompanhamento da produção

**Layout** - Instalações industriais

**LER** - Lesão por Esforços Repetitivos

**Lead time** - Tempo de passagem ou atravessamento

**Loop** - *Layout* em forma de semi-círculos

**Mix** - Variedades de produtos

**MP** - Matéria Prima

**MPT** – Manutenção Produtiva Total

**MRP** - Planejamento dos recursos de manufatura

**On line** - No momento, na hora

**PA** - Produto Acabado

**PCP** - Planejamento e Controle da Produção

**PDCA** - Planejar, Fazer, Controlar e Agir (etapas da ferramenta gerencial do TQC)

**PMP** - Plano Mestre de Produção

**POP** - Procedimento Operacional Padrão

**Poka-yoke** - Dispositivos à prova de falhas

**QS** - Sistema de Gestão Operacional

**QT** - Qualidade Total

**Relief** - Melhor operador polivalente por setor

**SENAI** - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

**Setup** - Troca de ferramentas ou preparação

**SIMAN** - Linguagem de programação do *software* ARENA de simulação computacional

**Software** - Programa computacional

**SPD** - Partes disponíveis seqüencialmente

**Staff** - Funcionário de apoio

**Supermercados** - Estoques focalizados de Kanbans

**Takt time**- Tempo uniforme de produção em toda a linha

**TC** - Tempo de Ciclo

**TPM** - Manutenção produtiva total

**TRF**- Troca Rápida de Ferramentas

**TQC** - Controle da Qualidade Total

**UGB** - Unidade Gerencial Básica da Embraco

**UGI** - Unidade Gerencial Intermediária da Embraco

**WIP** - Estoque em processo

*Workshops* - Treinamentos

# ***CAPÍTULO 1***

## **INTRODUÇÃO**

### **1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA**

A produtividade é a relação entre a quantidade produzida e os recursos a ela aplicados, sendo intrinsecamente ligada ao lucro que a empresa irá conseguir da sua operação. A empresa com alto índice de produtividade terá custos de produção reduzidos, podendo oferecer produtos a preços mais baixos que os de seus competidores ou trabalhar com maiores margens de lucro. De qualquer maneira, ganhos de produtividade resultam em maior folga para o investimento, sendo em geral considerados fundamentais para a realização de seus objetivos.

A análise das empresas bem sucedidas em produtividade permite concluir que há uma forte correlação entre produtividade e outras vantagens competitivas. As empresas altamente produtivas têm alta qualidade no processo, recebem insumos de boa qualidade, trabalham com estoques reduzidos, possuem rapidez na manufatura, desfrutam de flexibilidade na fabricação de uma variabilidade (*mix*) de produtos e são ágeis para lançar novos produtos. Ou seja, há uma forte correlação entre produtividade e flexibilidade.

Essa correlação proveniente principalmente das chamadas formas japonesas de organização do trabalho passaram a constituir, a partir dos anos 80, motivo de grande interesse tanto por parte de executivos e empresários, como de pesquisadores, estudantes e do público em geral envolvidos com a questão.



O paradigma produtivo que hoje se apresenta como alternativa para essa nova organização do trabalho é a filosofia *just in time* (JIT) de produção, originado do Sistema Toyota de Produção. O objetivo principal dessa filosofia é a melhoria contínua do processo produtivo através da eliminação de atividades que não agregam valor ao produto, além de um rígido controle da qualidade em seus produtos.

De acordo com Taiichi Ohno [Ohno 96], um dos criadores do Sistema Toyota de Produção, a eliminação de desperdícios é a principal característica desse sistema. Ele classifica esses desperdícios em:

- desperdício de superprodução;
- desperdício de tempo disponível (espera);
- desperdício em transporte;
- desperdício do processamento em si;
- desperdício de estoque disponível;
- desperdício de movimento;
- desperdício de produzir produtos defeituosos.

Entretanto, para que esses desperdícios possam ser eliminados, ainda que possam ser empregados recursos de automação para a organização dos sistemas de desenvolvimento (*software*) e a utilização de dispositivos que visem operar procedimentos nas linhas de produção, nenhum outro elemento do processo produtivo tem contribuição mais importante para essa nova organização do trabalho quanto o homem [Benevides Filho 99a].

Dentro desse contexto, uma das importantes ferramentas proposta pela filosofia de produção JIT, a qual é o tema principal deste trabalho, é o operador polivalente (multifuncional) se contrapondo com o operador monofuncional, ainda empregado na maioria das indústrias brasileiras.

A polivalência possibilita aos operadores, além de executarem atividades produtivas (que agregam valor), criarem novas formas de executar as atividades básicas da produção e

procederem ajustes que a máquina não consegue por si só executar, bem como controlarem a qualidade dos produtos e até mesmo a limpeza de seu ambiente de trabalho. Outra vantagem proporcionada pela polivalência através da rotatividade de funções é a redução das doenças do trabalho por esforços repetitivos (L.E.R), contribuindo para a redução do absenteísmo nas empresas.

Dessa forma a polivalência traz ganhos significativos de custos a empresa, fazendo com que elas priorizem operadores que possam desempenhar multifunções à especialistas monofuncionais.

Entretanto, na pesquisa desenvolvida durante quatro anos por Spear e Bowen [Spear 99] em mais de 40 empresas espalhadas no Japão, Estados Unidos e Europa que aplicaram o Sistema Toyota de Produção, publicada recentemente na *Harvard Business Review* com o título "decifrando o DNA do Sistema Toyota de Produção", pode-se analisar que apesar de ser altamente difundido e aplicado em milhares de empresas mundiais, inclusive em empresas japonesas como a Nissan e a Honda, somente na própria Toyota o Sistema Toyota de Produção alcançou o maior grau de sucesso.

Para chegar a essa conclusão esses pesquisadores enumeraram quatro regras que proporcionavam o sucesso total das unidades da Toyota em relação as outras empresas. Em todas as regras, principalmente as duas primeiras, o principal agente diferenciador foi o homem. Este possui total liberdade de aprendizagem da empresa, sendo continuamente estimulado a desenvolver com extrema naturalidade multifunções e obter um entendimento completo de todas as operações da empresa.

Contudo, as vantagens advindas da implantação da polivalência do operador ainda são pouco utilizadas nas empresas do Brasil. País de uma nação de dimensões continentais, com significativos contrastes regionais, sociais, econômicos e culturais onde as possibilidades de se atingir um patamar superior de produtividade encontra ainda sérios obstáculos. A abertura comercial do início dos anos 90 e o acirramento da concorrência advindo do setor industrial, cria uma urgente necessidade de rever seus antigos sistemas de gestão da produção.

Nesse sentido, a busca permanente de maiores níveis de qualidade e produtividade deverão condicionar as estratégias das empresas que pretendam continuar competitivas no terceiro milênio.

Para a realização deste objetivo, cabe agora aos gerentes e estrategistas a identificar as necessidades de inovação e criatividade nas áreas chaves de suas organizações, fomentando o cultivo de um ambiente criativo, principalmente em se tratando do seu principal recurso produtivo o homem [Benevides Filho 99b].

## **1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO**

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

Considerando os aspectos mencionados, define-se como objetivo geral deste trabalho, constatar que a polivalência do operador é uma importante ferramenta para a produtividade das indústrias.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- apresentar a polivalência do operador dentro do sistema de produção JIT, identificando a importância da sua aplicação através da revisão bibliográfica ;
- demonstrar um modelo teórico de polivalência utilizando como ferramenta a simulação computacional para analisar as vantagens, em termos de flexibilidade da produção, proporcionadas pelos operadores polivalentes quando comparados aos operadores monofuncionais;
- constatar na prática os modelos de polivalência utilizados pelas empresas brasileiras através de estudo de casos, destacando as vantagens do operador polivalente em relação ao operador monofuncional;
- verificar e analisar o grau de polivalência nas empresas pesquisadas.

## **1.3 JUSTIFICATIVAS**

### **1.3.1 JUSTIFICATIVAS PESSOAIS DO TRABALHO**

Como todo trabalho requer motivação para a sua execução, as justificativas pessoais são facilmente apresentadas. Primeiramente, por se acreditar que o ser humano é o bem maior de toda a organização. Percebendo-se que as empresas precisam fazer algo de efetivo para satisfazê-lo em suas necessidades e também em seus desejos. Assim como, por se acreditar nas potencialidades que existem em cada pessoa, e para que um indivíduo possa contribuir plenamente, ele precisa estar devidamente motivado para tal.

Todavia, tem-se plena consciência de que a organização empresarial não é uma instituição de caridade, mas que precisa ter como um dos seus objetivos o desenvolvimento humano, não deixando em momento algum perder seu foco principal, que é a geração de lucros através do aumento da produtividade e da qualidade.

### **1.3.2 JUSTIFICATIVA POR PESQUISA BIBLIOGRÁFICA**

Muitas empresas industriais brasileiras parecem enfrentar sérias dificuldades para praticar a polivalência. Por outro lado, a necessidade de otimizar a produção é crescente e não há como retroceder nesse caminho. Parece, portanto, que a administração industrial encontra-se diante de um impasse de grandes dimensões: como administrar a produção e, especificamente, como organizá-la com vistas à flexibilidade de alocação dos recursos humanos, atendendo aos requisitos de eficiência (qualidade e produtividade) com ética e respeito à condição humana [Santini 99].

O interesse pelo tema é enfatizado pela crença de que as empresas industriais brasileiras estão relativamente longe de contar com as ideais condições para a prática da polivalência e por não se conhecer muitos registros de estudos com referência à questão. Esse é o posicionamento dessa pesquisa, embasada por observações e estudos, motivada pela curiosidade em entender os reais motivos que levam a sociedade brasileira a conviver de modo tão incoerente com a questão da polivalência na indústria

De acordo com Santini [Santini 99] deve haver uma saída para a viabilização da prática da polivalência nas indústrias. O trabalho multifuncional precisa ser focado de forma coerente, politicamente neutra, através da qual sobressaiam as vantagens bilaterais oferecidas tanto para

empregados quanto para empregadores. Afastando interesses específicos e direcionados das relações de trabalho e adotando posturas mais éticas, pode-se compreender a polivalência como um bom caminho para que as empresas alcancem maior produtividade e possam levar a competitividade as empresas brasileiras.

Esta pesquisa justifica-se, em última análise, por se acreditar na existência e nos valores da ética e do respeito entre empregados e empregadores e, sobretudo pela crença no potencial econômico do Brasil.

## **1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Reconhece-se como necessário, apesar de se terem definido os objetivos, explicitar o que não é alçada deste trabalho.

A opção, na realização do presente trabalho, é pelo método de pesquisa qualitativa. Portanto, não se fará presente a preocupação de se provar e/ou comprovar as informações relacionadas de forma quantitativa ou estatística, apesar do respeito que se tem por este método. Por isto, as informações serão levantadas e analisadas de acordo com os métodos de estudos qualitativos.

A limitação do trabalho se recai em atividades eminentemente operacionais nas linhas de montagens automobilísticas e processos repetitivos em lotes, nos quais sabidamente a implantação da polivalência com células de manufatura apresentam os maiores ganhos.

Não se questiona o valor das teorias comportamentalistas. Isto porque, de certa forma, esses conceitos aparecem quando se busca saber o que as organizações empresariais fazem para conseguir a motivação para a polivalência dos seus operadores. Contudo, acredita-se que a motivação corresponde a um valor intrínseco, ou seja, interno ao ser humano.

Fez-se também a opção de não retomar as "mais clássicas" teorias motivacionais como as de Maslow [Maslow 54] e McGregor [McGergor 57], dentre outros. Não por considerar ultrapassadas ou não merecedoras de contemplação, mas, sobretudo, porque essas teorias já foram amplamente exploradas em outros estudos. Parte-se de outros pressupostos conceituais decorrentes da avaliação das teorias clássicas mencionadas, como Shingo [Shingo 96], Ohno

[Ohno 97], Black [Black 98] e Tubino [Tubino 99], dentre outros, que se mostram promissores em estudos que focalizam aspectos de produtividade e qualidade.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Visando responder plenamente aos objetivos propostos, este trabalho será estruturado esquematicamente, além deste primeiro capítulo, conforme a Figura 1.1.

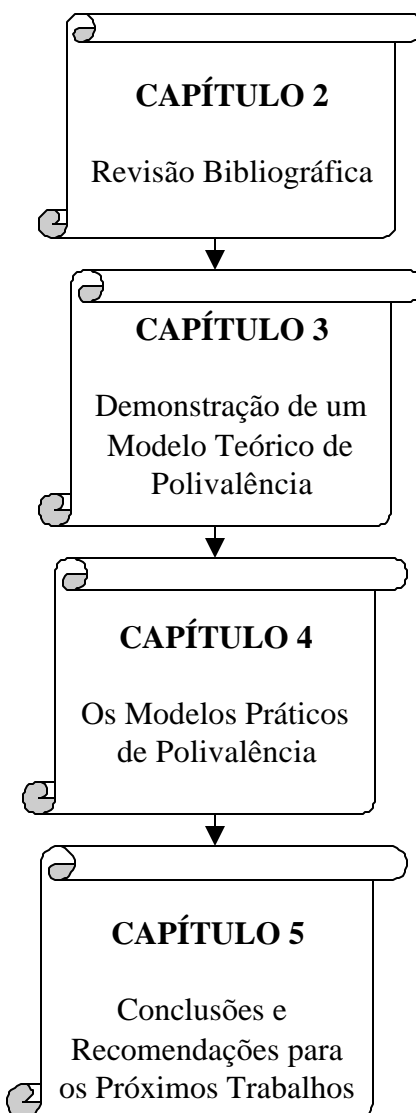


Figura 1.1 *Estrutura do trabalho.*

No capítulo 2 serão apresentados os conceitos básicos das principais ferramentas da filosofia de produção *just in time*, e suas relações com a polivalência do operador. Na etapa

seguinte serão apresentadas as características do operador polivalente como o treinamento, a remuneração, dentre outras. Neste capítulo também estarão enumerados os passos que devem ser seguidos para se fazer um estudo através da utilização da simulação computacional além de outras considerações a respeito das possíveis aplicações da simulação à manufatura. O capítulo termina com alguns trabalhos desenvolvidos na área por outros grupos de pesquisa, sendo divididos em tópicos como: vantagens da empresa com a polivalência, vantagens do operador com a polivalência, a polivalência no Brasil, problemas da polivalência e trabalhos utilizando a simulação computacional.

À partir dos conceitos definidos no capítulo 2 será demonstrado no capítulo 3 um modelo teórico de polivalência desenvolvido em um sistema produtivo hipotético, empregando como ferramenta de análise a simulação computacional e operando segundo a lógica da filosofia JIT. Este modelo abordará questões relativas à flexibilidade dos operadores em uma célula de produção, enfocando as vantagens provenientes da flexibilidade do operador polivalente se contrapondo com o operador monofuncional. Para isso, serão simulados dois cenários produtivos: o primeiro trabalhando com operadores monofuncionais e o segundo trabalhando com operadores polivalentes, utilizando-se um conjunto de sete medidas de desempenho como forma de fazer uma avaliação do desempenho operacional em cada cenário simulado.

Após a demonstração desse modelo teórico de polivalência, no capítulo 4 serão constatados na prática os modelos de polivalência utilizados nas empresas brasileiras através da descrição de quatro estudos de casos. Primeiramente, será definida a metodologia utilizada pela pesquisa. Depois serão relatadas as empresas pesquisadas seguindo sempre a ordem: histórico da empresa, aspectos operacionais, treinamento para a polivalência e as vantagens obtidas com a utilização da polivalência. É de se elucidar que as empresas pesquisadas já utilizavam operadores polivalentes, sendo divididas em duas empresas montadoras e duas empresas metal-mecânicas. Por último, serão cruzadas e analisadas essas informações elaborando-se uma tabela com os principais tópicos e resultados encontrados nesta pesquisa, permitindo ao leitor um direcionamento do capítulo supracitado.

Finalmente, no capítulo 5 serão apresentadas as conclusões obtidas do desenvolvimento deste trabalho, bem como as recomendações para trabalhos que venham a complementar esta pesquisa.

# ***CAPÍTULO 2***

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Esta revisão bibliográfica tem como objetivo apresentar os diversos conceitos e teorias para o desenvolvimento desse trabalho, assim como as principais pesquisas e aplicações que com eles se relacionam.

### **2.1 *JUST IN TIME***

O *just in time* (JIT) é uma filosofia de produção que surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial onde as indústrias japonesas, particularmente a *Toyota Motors Company*, não tinham condições de aplicar o sistema de produção em massa devido a pequena demanda japonesa por automóveis. Em função disto, foi necessário encontrar um modelo alternativo capaz de atender a demanda instantaneamente e sem desperdícios.

Conforme Shingo [Shingo 96] o JIT pode ser comparado ao ato de extrair água de uma toalha seca. Isto significa que ele é um sistema de eliminação total de desperdícios no ambiente produtivo. Neste caso, desperdício refere-se a tudo aquilo que não agrega valor ao produto. Segundo Sobek [Sobek 98], a eliminação de desperdícios foi uma das primeiras filosofias adotada pela Toyota, diferenciando-a da concorrência e alcançando uma vantagem competitiva que a fez por muito tempo liderar o mercado automobilístico em termos de produtividade no chão de fábrica.

Voss [Voss 87] define *just in time* como uma abordagem disciplinada que visa aprimorar a produtividade global. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custos, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Segundo Hobbs Jr. [Hobbs Jr. 94], o objetivo principal do JIT é a redução de estoques, pois esses tem sido utilizados frequentemente pelas indústrias para esconder problemas de qualidade, de quebra de máquina e de preparação de máquina. Além disso, a redução de estoques



propicia que os problemas de chão de fábrica tornem-se transparentes através de um gerenciamento visual, possibilitando que os problemas fiquem visíveis e possam ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados.

De acordo com Bailey [Bailey 97] o JIT só é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários, com trabalhos em equipes possibilitando ao operador desempenhar multifunções no ambiente produtivo. Permite também um ambiente altamente criativo e flexível, fatores preponderantes para responder as variações da demanda na conjuntura atual.

### **2.1.1 FERRAMENTAS DO *JUST IN TIME***

Para entender o JIT deve-se analisá-lo em dois níveis. No aspecto mais geral o JIT é normalmente chamado de uma filosofia de manufatura, isto é, o JIT dá uma visão clara a qual pode ser utilizada para guiar as ações dos gerentes de produção na execução de diferentes atividades em diferentes contextos.

Ao mesmo tempo para se compreender corretamente as idéias básicas por trás do JIT, é necessário conhecer as ferramentas para ser capaz de implementá-las de forma sistemática, do contrário há a possibilidade de fracassar na implantação do sistema, mesmo que exista uma clara compreensão de determinadas técnicas.

Muitos acreditam que ao implementar um novo sistema somente é fundamental o *know-how* (saber como). No entanto, se queremos obter êxito, o *know-why* (saber por que) se torna necessário. Com o *know-how* pode-se operar o sistema e não saber o que fazer no caso de se encontrar problemas sob condições diferentes das usuais. Com o *know-why* entende-se o motivo das ações e assim enfrenta-se as situações de mudanças. Adquirindo-se apenas o *know-how* acerca do *just-in-time*, pode-se não ser capaz de implementá-lo efetivamente em operações onde as características e condições de produção muito provavelmente diferem substancialmente do Sistema Toyota de Produção, o *benchmarking* do *just-in-time*.

Segundo Markham [Markham 95] as 281 empresas americanas que trabalhavam com o JIT, 150 (53,5%) responderam que o primeiro passo para o êxito na implantação do sistema foi entender bem o JIT e porque o sistema é necessário. Dificilmente poderá se copiar um modelo, o

JIT será tratado como um estratégia de produção adequada a realidade da empresa. O autor supracitado concluiu que será necessário uma mudança interna na empresa com o compromisso da alta administração e o envolvimento de todos no processo produtivo. Enfocando que sem a mudança comportamental dos recursos humanos através da autonomia e da polivalência, assunto principal deste trabalho, dificilmente a implantação do JIT obterá sucesso.

Entretanto, para se chegar a essa mudança comportamental será necessário primeiramente descrever as ferramentas do chão de fábrica que dão suporte a filosofia *just-in-time* de produção, como o controle da qualidade total (TQC), a produção focalizada, a produção puxada, o kanban, a redução do *lead-time*, a manutenção produtiva total (TPM) e a padronização das operações.

### **2.1.1.1 CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL (TQC)**

O JIT já traz consigo o controle da qualidade total na prática através do controle da qualidade zero defeito (CQZD). A meta é assegurar que o sistema seja capaz de produzir consistentemente produtos livres de defeitos. Segundo Ghinato [Ghinato 95], este conceito é aplicado a todas as operações e processos, de forma que cada operação e cada processo seja planejado considerando-se todas as possibilidades de falha. Esta postura preventiva, aliada a inspeção 100%, evita as possíveis falhas no sistema produtivo.

Alguns autores como Jarrel e Easton [Jarrel 93] e Nakamura, Sakakibara e Schroeder [Nakamura, 98] apresentam separadamente os conceitos de JIT e TQC. Para estes, o controle da qualidade total é empregado no chão de fábrica sem considerar seus efeitos e custos, se contraponto com o JIT que explicitamente prega um esforço total nos custos diretos e indiretos.

Outros autores como Vakuska [Vakuska 96], Garg, [Garg 98], Miyake [Miyake 98] e Ward [Ward 99] relatam que há uma relação evidente entre JIT e TQC, porque em ambos objetiva-se a intensa racionalização das operações de produção, com o esforço pela eliminação de desperdícios e também existem metas comuns como a eficiência do processo produtivo, a busca pela melhoria contínua e o envolvimento de todos em ações mais adequadas ao cliente.

Segundo Paladini [Paladini 95] a relação entre *just-in-time* (JIT) e o controle da qualidade total (TQC) é observada em exemplos simples de implantação, como as seguintes:

- para o JIT, os operadores devem desenvolver múltiplas funções. O TQC privilegia a responsabilização do operador pela qualidade. O JIT, assim, viabiliza esta posição;
- o JIT prioriza o trabalho em grupo. Esta pode ser uma estratégia relevante para os processos motivacionais e de formação de pessoal, necessários ao TQC;
- o JIT utiliza lotes menores de produção, que facilitam a análise de eventuais defeitos, preocupação do TQC;
- o JIT reduz estoques, seja quais forem (matérias-primas, produtos acabados ou intermediários). Isto obriga o TQC a ter esquemas ágeis de liberação de peças e incentiva a garantia da qualidade;
- o JIT investe nos recursos do processo produtivo e age sobre eles para reduzir seus custos de operação, eliminar perdas, defeitos, refugos, retrabalho e, enfim, desperdícios em geral, e racionaliza ações em termos de lotes menores e equipamentos mais eficientes;
- o JIT também atua sobre os resultados do processo, por exemplo, aumentando capacidades de operação e gerando produtos com maior qualidade. Evidenciando os objetivos do controle da qualidade total.

### **2.1.1.2 PRODUÇÃO FOCALIZADA**

O crescimento desordenado e excessivos dos departamentos e linhas de montagem das empresas tradicionais, em função das necessidades do aumento da produção para o atendimento dos mercados destas empresas, levou-as a perder o foco de seus negócios.

De acordo com Tubino [Tubino 99], a idéia da produção focalizada é fazer com que um produto ou uma família de produtos possam ser tratados como um negócio específico, com suas características produtivas e mercadológicas próprias, segundo uma estratégia competitiva adequada para cada produto. Sendo necessário uma nova configuração no *layout* fabril, onde ao invés de agrupar os recursos por função, deve-se agrupá-los por produto, focalizando-os em um produto ou família de produtos. A ênfase agora é de acelerar o fluxo de conversão das matérias-primas em produtos acabados, buscando-se a formação de células de manufatura, que disponham as máquinas na seqüência necessária à fabricação desses itens.

Os formatos dessas células de manufatura serão de acordo com os tipos de processos utilizados na empresa, que serão exemplificadas na seção 2.3.2 sobre polivalência, visto que o *layout* celular é um requisito essencial para a obtenção de operadores polivalentes.

O projeto, o controle subsequente e a operação de um sistema de manufatura celular serão determinados por alguns pressupostos que, de certa forma, as caracterizam. Como à definição das escolhas das máquinas, os grupos ou famílias a serem trabalhados na célula, além do balanceamento da capacidade produtiva das máquinas com a demanda dos itens nela processados.

Como forma para responder a esses parâmetros, Temponi [Temponi 95] e Bailey [Bailey 97] defendem o uso da tecnologia de grupo, visto que ela baseia-se no fato de que alguns dos componentes fabricados apresentam semelhanças que podem ser de tamanho, forma, processos, matéria-prima, etc. Consistindo em separar todas as peças/componentes em grupos ou famílias de peças similares cujas operações sejam semelhantes. Em seguida analisa-se os equipamentos disponíveis e suas respectivas capacidades, dispondo-os em um novo *layout* em forma de células ou grupos de máquinas dedicados a processar cada família de peças, analogamente, ao *layout* por produto. Além das vantagens de reduzir a movimentação de materiais, os tempos de “fila” e o estoque em processo, o *layout* celular propicia maior facilidade de programação das cargas-máquina e melhor aproveitamento da mão-de-obra na célula, podendo um mesmo operador trabalhar simultaneamente em mais de uma máquina, tornado-se polivalente.

A focalização da produção através da manufatura celular é adequada tanto para os processos repetitivos em lotes, como para os processos de montagem.

Segundo Harmon e Peterson [Harmon 91] uma fábrica focalizada possui as seguintes vantagens na busca pelos princípios da filosofia JIT/TQC:

- domínio do processo produtivo: por ser uma fábrica pequena as comunicações fluem mais facilmente, permitindo que cada gerente, supervisor e funcionário conheça todos os aspectos importantes da fabricação dos produtos. Desta forma, aumenta-se a identificação e solução de problemas;
- gerência junto à produção: com o enxugamento dos níveis hierárquicos pela redução da complexidade dos processos, a gerência pode ficar localizada próxima ao chão-de-fábrica,

aumentando a velocidade de resposta na tomada de decisões. O gerenciamento pode ser mais centrado nos aspectos visuais do que em cima de relatórios periódicos;

- *staff* reduzido e exclusivo: o pessoal de apoio pode ficar junto ao local onde presta o serviço, especializando-se em suas tarefas. A focalização do *staff* facilita a programação dos serviços de apoio aos clientes internos, reduzindo as paradas de produção e acelerando a solução dos problemas;
- estímulo à polivalência de funções: em fábricas pequenas tanto as funções produtivas como as de apoio são executadas por um número menor de pessoas, induzindo ao conceito de funcionário polivalente. As responsabilidades pela produção, qualidade, manutenção, movimentação, etc. são compartilhadas por todos e podem ser melhor distribuídas. Permite o uso efetivo do conceito de círculos de controle de qualidade (CCQ) e de remuneração variável pelo desempenho do grupo;
- uso limitado dos recursos: em fábricas pequenas os recursos colocados a disposição da produção são limitados, o que facilita a identificação e eliminação de atividades que não agregam valor aos produtos e estimula a disseminação do princípio do melhoramento contínuo. Estoques excessivos e equipamentos ociosos prontamente aparecem.

Seguindo o exemplo dos fornecedores de autopeças, o que se observa na conjuntura atual com a globalização da economia é a montagem de pequenas fábricas focalizadas para uma determinada montadora, onde estas se instalam fisicamente próximas da empresa-cliente (montadora), de maneira a obter vantagens tanto em termos internos como em termos de logística de fornecimento. Fatos que estão ocorrendo na maioria das indústrias automobilísticas que se instalaram na região metropolitana de Curitiba, como a *Chrysler, Renault e Audi*. Além da *General Motors*, na sua unidade em Rosário na Argentina, que está reestruturando sua rede de fornecedores querendo que os fabricantes das autopeças, tanto argentinos como brasileiros, instalem-se em locais próximos à sua unidade de montagem [Gazeta Mercantil 98].

### 2.1.1.3 PRODUÇÃO PUXADA

A produção puxada racionaliza os recursos de manufatura onde o fluxo produtivo só deve iniciar a produção de um determinado lote quando houver sido requerido pelo cliente, que no caso é o agente propulsor da cadeia produtiva.

Conforme Huq e Pinney [Huq 96], contrariamente a produção puxada, a produção mais empregada pelas empresas ocidentais é a produção empurrada onde o que existe é uma previsão da demanda, com uma falta de sincronização dos estágios de produção, acarretando elevados níveis de estoques na produção.

Além de ajustar a produção com a demanda, o sistema de puxar a produção carrega consigo a representação da qualidade total na prática, pois o que se prega é o fluxo unitário de produtos facilitando a visualização e transparência dos problemas que normalmente ficariam encobertos pelos sistemas convencionais. Estes dois modelos de produção são evidenciados na Figura 2.1 abaixo.

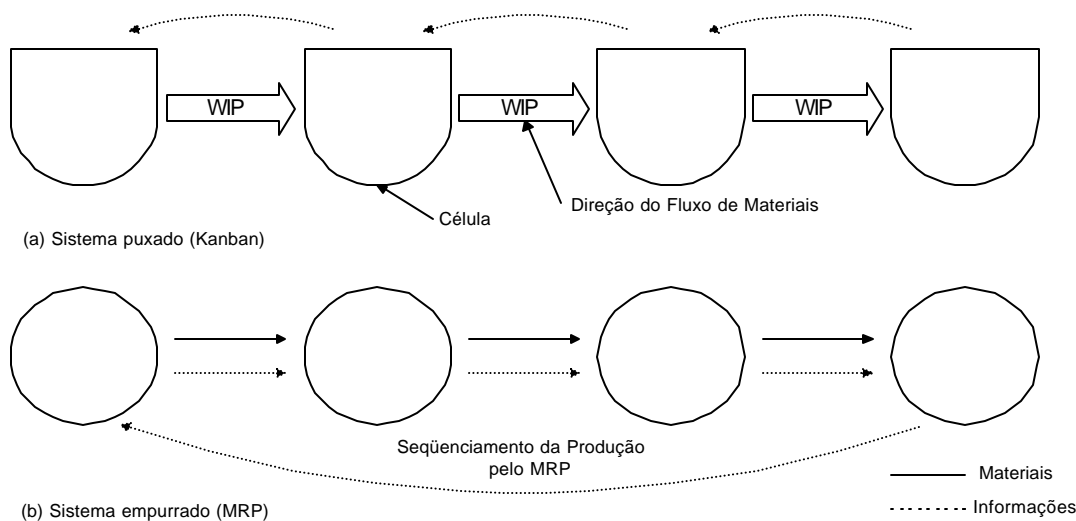


Figura 2.1 Comparação entre sistemas de puxar e de empurrar a produção [Black 98].

Para o efetivo funcionamento do sistema de puxar é necessário o nivelamento da produção. A idéia é a substituição da produção em grandes lotes, característica preponderante dos sistemas convencionais, pela produção de pequenos lotes de variados produtos (*mix* de produtos) respondendo as variações da demanda através da flexibilidade de fabricação e não dos altos estoques.

Assim, o único documento necessário ao operador no chão de fábrica para operacionalizar a produção é o programa de montagem final, facilmente flexibilizado a pequenas variações na demanda, cabendo ao sistema kanban, que será visto posteriormente, trabalhar com os demais setores da empresa puxando a produção.

#### **2.1.1.4 KANBAN**

A ótica do *kanban* surgiu dos supermercados americanos, onde o seu criador Taiichi Ohno [Ohno 97] resolveu adaptar essa idéia à manufatura, como um método de operacionalizar o planejamento e controle da produção puxado. Ele relata "Do supermercado pegamos a idéia de visualizar o processo inicial numa linha de produção como um tipo de loja. O processo final (cliente) vai até o processo inicial (supermercado) para adquirir as peças necessárias (gêneros) no momento e na quantidade que precisa. O processo inicial imediatamente produz a quantidade recém retirada (reabastecimento das prateleiras)".

Segundo Huq e Pinney [Huq 96] o *kanban* é o "*coração*" do sistema *just in time*, é um "*orgão*" que controla a transferência de material de um estágio para outro da operação. Na sua forma mais simples, um cartão é utilizado por um estágio cliente para avisar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado. Os *kanbans* também podem tomar outras formas. Em algumas empresas japonesas eles são constituídos de marcadores plásticos, ou ainda bolas de ping-pong coloridas com diferentes cores representando diferentes componentes.

Porém, de acordo com Ohno [Ohno 97], a forma frequentemente usada é um pedaço de papel dentro de um envelope de vinil. Estes cartões, basicamente conduzem a três tipos de informações diferentes: (1) informação de coleta, (2) informação de transferência e (3) informação de produção, conforme Figura 2.2.

Processo		Centro de trabalho		
No. de item			No. prateleira estocagem	
Nome do item				
Materiais necessários		capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor
codigo	locação			
				

Figura 2.2 Exemplo de um cartão kanban de produção [Tubino 97].

Qualquer que seja o tipo de Kanban utilizado, o princípio é sempre o mesmo, isto é, o recebimento de um kanban dispara a transferência, a produção ou a coleta. O principal objetivo é impedir totalmente a superprodução, eliminando os estoques que são um dos principais fatores de desperdícios da produção.

### 2.1.1.5 REDUÇÃO DO LEAD TIME

*Lead time* é o montante do tempo de atravessamento necessário para o processo de um ciclo. O processo de um ciclo refere-se ao tempo que uma empresa leva para fazer um ciclo completo em toda sua linha de produto [Moura 95].

Os *lead times* são formados por 4 tempos: esperas, processamento, inspeção e transporte. Segundo Shingo [Shingo 96], somente o processamento agrega valor. Espera, inspeção e transporte são desperdícios que devem ser minimizados ou até mesmo eliminados.

As melhorias de inspeção são alcançadas com a redução efetiva da taxa de defeitos, de forma que as medidas sejam tomadas impedindo a repetição de defeitos. Sendo necessário a inspeção na fonte onde 100% dos produtos são inspecionados, ou através do sistema de autoinspeção, na qual o operador inspeciona os produtos que ele próprio processou, ou através do sistema de inspeção sucessiva, onde antes de começar a operação o operador inspeciona os produtos que passaram pela operação anterior. Estes sistemas de inspeção são auxiliados pelos



métodos *poka yoke*, que são dispositivos a prova de falhas, possibilitando a inspeção 100% dos produtos através de controles físicos ou mecânicos.

O primeiro passo para as melhorias de transportes não se dá pelo uso de empilhadeiras e correias automatizadas, e sim com o aprimoramento dos *layouts*, através da focalização da produção, já discutido anteriormente. Assim, só após essas melhorias poderão ser acrescentados recursos mecanizados.

A eliminação da espera está intrinsecamente relacionada com os estoques. A idéia central é atingir a produção com estoques zero, eliminando todas as esperas. Para isto é necessário trabalhar em três pontos [Shingo 96]:

- reduzir os ciclos de produção, com a adoção do lote unitário de produtos;
- eliminar as quebras e os defeitos, detectando suas causas, solucionando a raiz dos problemas;
- reduzir os tempos de setup, com a adoção da troca rápida de ferramentas (TRF).

O enfoque maior para a eliminação de espera está na redução dos tempos de setup, visto que, com a produção em fluxo unitário exige-se a produção econômica de pequenos lotes de produção.

Ao reduzir-se as perdas devido ao *setup*, caminha-se na direção da produção com estoque-zero, reduz-se os tamanhos de lotes adotados, segue-se os padrões operacionais estabelecidos e, via adoção de sinais visuais (*andon*), torna-se viável a solução rápida dos problemas.

### **2.1.1.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (MPT)**

Conforme Nakajima [Nakajima 88] e a Miyake [Miyake 98] pode-se dizer que “sem a MPT o JIT não pode funcionar”. O que implica na necessidade de que as máquinas tenham um elevado grau de confiabilidade para não prejudicar a produção global do sistema de produção. Caso a manutenção das máquinas não seja confiável, provavelmente, ter-se-á a fabricação de produtos defeituosos acarretando problemas na sincronização da produção, gerando estoques e comprometendo a lógica do sistema JIT.

O objetivo da MPT é a implantação da manutenção preditiva, esta acontece de forma programada (planejada) para evitar interrupções de emergência, visando colocar as máquinas em condições satisfatórias de funcionamento. Na prática isto implica em ações tais como: inspeção periódica dos equipamentos, lubrificação programada, substituição periódica de peças críticas, etc.

De acordo com Chen [Chen 97] e Miyake [Miyake 98] a MPT relaciona-se diretamente com a idéia de defeito-zero, mais especificamente com a automação, que é definida como a automação com o toque humano. Estes dispositivos param as máquinas caso sejam observadas anormalidades no funcionamento das mesmas. Estas paradas autônomas das máquinas, quando da ocorrência de anormalidades, são muito importantes na medida que elas impedem a produção de produtos defeituosos. Sendo assim, torna-se necessária uma ação imediata do operador nas máquinas visando uma solução definitiva do problema.

De acordo com Antunes Júnior [Antunes Júnior 98] os cinco objetivos da manutenção produtiva total são:

- maximização do rendimento global dos equipamentos;
- desenvolver um sistema de manutenção produtiva que leve em consideração toda a vida útil do equipamento;
- envolver todos os departamentos (planejamento, projeto, utilização e manutenção) na implantação da MPT;
- envolver, ativamente, todos os empregados - desde a alta gerência até os operadores de chão-de-fábrica;
- tornar a MPT um movimento visando à motivação gerencial, através do desenvolvimento de atividades autônomas de melhorias por pequenos grupos.

Conforme Nakajima [Nakagima 88] a implantação da MPT pode proporcionar ganhos significativos no desempenho dos seguintes pontos:

- produtividade: aumento de 50 a 200%;

- qualidade: pode-se chegar a zero defeitos (princípio da filosofia JIT);
- custos: redução de até 70% nos custos de trabalho, de até 50% nos custos de manutenção e de até 80% nos custos de energia;
- estoques: redução de até 90% nos níveis de estoque, aumento de até 100% nos giros de estoque;
- moral: aumento de até 500% nas sugestões.

## 2.2 PADRONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES

*"É muito provável que durante séculos, os pedreiros houvessem verificado a possibilidade de eliminar os movimentos inúteis. Embora tivessem idealizado os melhoramentos propostos por Gilbreth, realmente, nenhum pedreiro podia adotá-los, com o fim de aumentar seu rendimento, pois os operários trabalhavam em grupos e as paredes deviam ser levantadas em ritmo mais ou menos igual. Os pedreiros não podiam trabalhar mais depressa que seus companheiros e faltava-lhes autoridade para apressar o serviço dos outros. Tal aceleração do trabalho só poderá ser obtida por meio de padronização obrigatória dos métodos, adoção obrigatória dos melhores instrumentos e condições de trabalho e cooperação obrigatórias"* [Taylor 90].

A padronização das operações é uma ferramenta de fundamental importância que possibilitará ao operador executar e gerenciar as variáveis mais influentes nos resultados de suas tarefas, de modo a dominá-las, propiciando um ambiente produtivo necessário ao desenvolvimento da polivalência dos operadores. Daí a justificativa de separá-la em uma seção específica na estrutura dessa dissertação.

A padronização permite basicamente que diversos operadores executem a mesma tarefa e se obtenha resultados estáveis ao longo do tempo. Quando observa-se empresas que operam em vários turnos é comum ter diversos operadores executando a mesma tarefa de forma diferente. Entretanto a idéia da padronização é promover a mudança do estado imprevisível para o previsível, e isto só é possível se os operadores receberem conhecimento suficiente para dominar

suas tarefas. Eles precisam conhecer o que fazer, por que fazer, quando fazer, onde fazer e como fazer.

Segundo Campos [Campos 92], padronização é a atividade sistemática de uma organização para estabelecer, utilizar e avaliar padrões. Por atividade sistemática, entende-se como uma atividade contínua e organizada dentro da empresa para a elaboração e desenvolvimento dos padrões.

Contudo, conforme coloca Arantes [Arantes 98] é fundamental para a eficácia e a eficiência da padronização, que não ocorram dúvidas sobre a definição dos três temas afins:

- padrão: é definido como tudo aquilo que serve de base para avaliar a qualidade ou quantidade de um resultado;
- padronização: é um conjunto de ações planejadas de elaborar, educar, treinar e verificar através da qual se busca permanente uniformização do comportamento operacional;
- sistema de padronização: é um conjunto de elementos que são pensados para que, juntos e organizadamente, façam fluir a implementação da padronização.

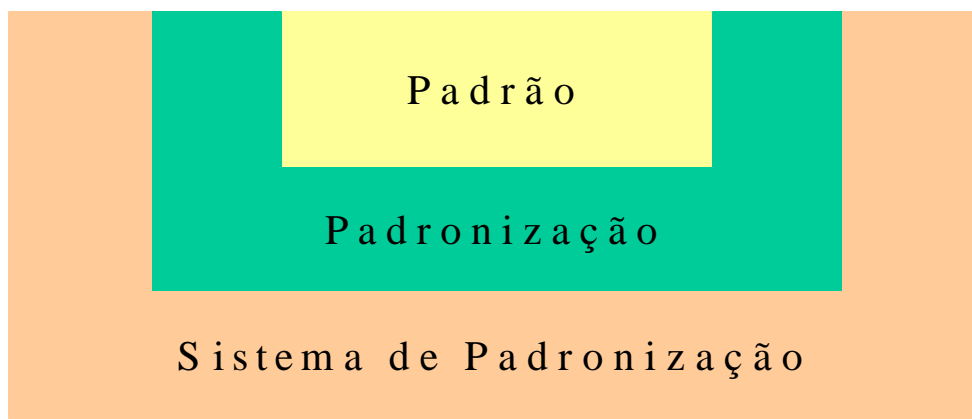


Figura 2.3 *Representação de padrão, padronização e sistema de padronização.*

O método de gerenciamento da padronização é definido segundo a teoria do TQC (controle da qualidade total) como ciclo PDCA - **P**lanejar, **E**xecutar, **V**erificar e **A**gir (do inglês, Plan, Do, Check, Act) que pode ser executada de maneira praticamente autônoma. O objetivo do gerenciamento pelo PDCA é estabelecer padrões para cada etapa, desde o planejamento até o projeto final. Estes padrões incluem explicações de como verificar a existência de problemas (resultados desejados não alcançados), como encontrar suas causas e como corrigi-las.

Entretanto, é importante enfatizar que a padronização na filosofia JIT/TQC não está interessada somente em manter os resultados do dia-a-dia em patamares conhecidos e estáveis, limitando o enriquecimento do trabalho e os desafios de melhorias por parte do operador, fazendo que com o decorrer do tempo os operadores se torne mecanicistas, caindo no conceito do fordismo [Wilson 96]. Na Figura 2.4 procura-se representar esta visão fordista, confrontando-a com a do sistema TQC, e segundo o método gerencial do PDCA, conforme Campos [Campos 92].

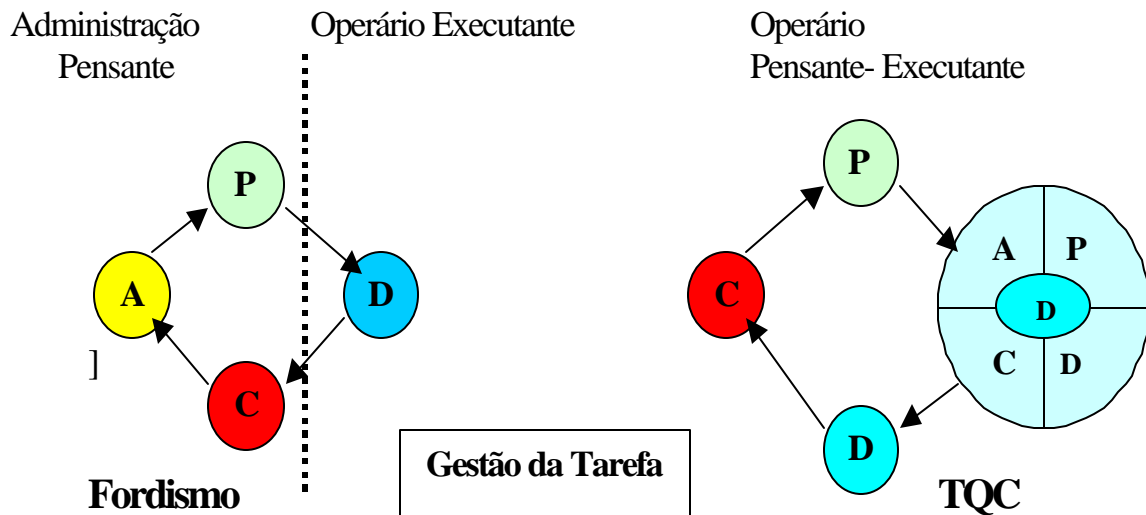


Figura 2.4 Representação da ação do operador no fordismo e no TQC [Campos 92].

A padronização de acordo com o JIT/TQC está relacionada com o *kaizen*, na qual a meta é a melhoria contínua dos padrões, onde a cada ciclo de melhoria, quando são obtidos resultados melhores, deseja-se garantir que o processo permanecerá neste novo nível de qualidade [Melnyk 98].

O conceito de melhoria contínua é identificado nos ciclos de manutenção e melhoria, que podem ser observados na Figura 25. Imagina-se que cada melhoria é uma enorme pedra que deve ser empurrada até o pico de um morro. Cada avanço que é obtido é considerado uma melhoria, e cada momento que se está parado coloca-se um calço para que a pedra não volte ao ponto inicial. A padronização das operações faz o papel deste calço.

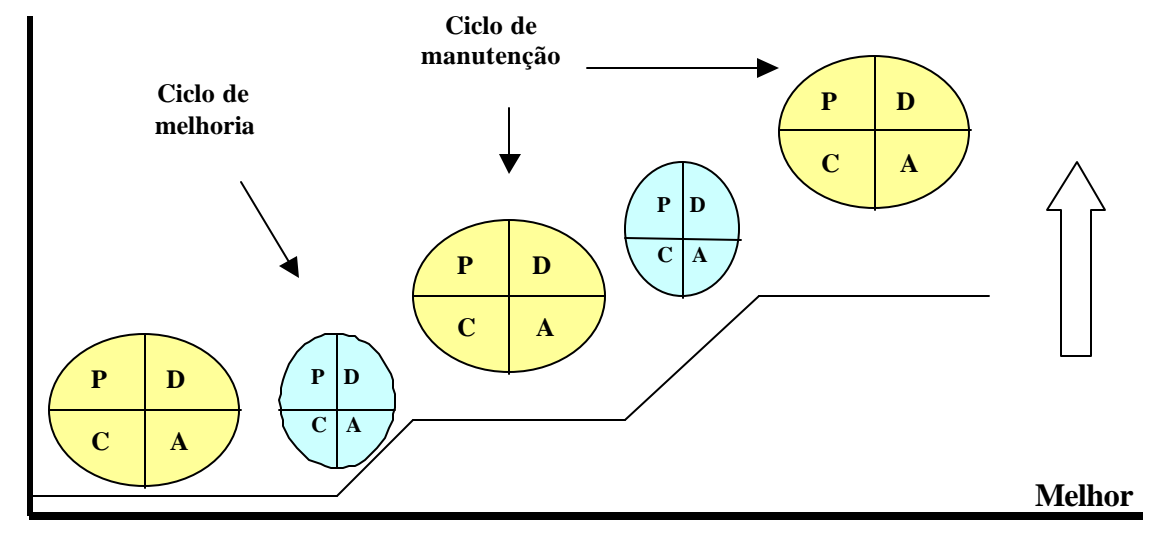


Figura 2.5 Ciclos de manutenção e melhoria [Campos 92].

Segundo Black [Black 98], os objetivos da padronização das operações são: atingir alta produtividade, atingir um balanceamento entre todas as operações e processos e apenas a quantidade mínima de material seja necessária como quantidade padrão de estoque em fabricação.

Atingir a alta produtividade através do trabalho eficiente significa trabalhar sem movimentos inúteis, através de uma seqüência de operações padronizadas na qual várias operações e tarefas são desenvolvidas pelo operador, descritas em um documento chamado carta de trabalho, que será detalhado posteriormente.

É importante enfatizar que nos princípios da filosofia de produção JIT, atingir a alta produtividade através de trabalho eficiente não significa o aumento desordenado das operações, com a aceleração individuais dos operadores, mas sim pelo balanceamento (sincronismo) entre o conjunto de atividades-padrão de cada operador e o tempo de ciclo.

O tempo de ciclo é determinado pelo tempo alocado para fazer uma peça ou unidade, isto é, é o ritmo de produção que deve ser dado ao sistema de produção para a obtenção de uma determinada demanda dentro de um determinado período de tempo, sendo obtido pela Fórmula 2.1.

$$\text{Tempo de Ciclo (TC)} = \frac{\text{Tempo de operação efetivo diário}}{\text{Quantidade de produção requerida pela demanda}} \quad (2.1)$$

---

De acordo Tubino [Tubino 99] o tempo de ciclo é um conceito convencionalmente empregado para balancear linhas de montagem, podendo ser empregado também em células de manufatura, onde cada operador possui um determinado período de tempo para executar suas tarefas. O tempo de ciclo obriga o operador a manter um ritmo de produção preestabelecido pelo planejamento mestre da produção (PMP)<sup>1</sup>, independente da quantidade que produza.

O conjunto de atividades padrão de cada processo produtivo é determinado pelas cartas de trabalho, que combinam eficazmente matérias-primas, operários e máquina para produzir com eficiência. Nelas são especificados todos os passos para a execução da operação, com os pontos importantes a serem checados e como checá-los, sendo obrigatórias em todas as operações da empresa. As cartas de trabalho são fixadas em locais de fácil visualização na respectiva área de trabalho, sendo também bem redigidas para um rápido e eficiente entendimento dos operadores, como evidenciado na Figura 2.6.

Para elaborar as cartas de trabalho padronizadas é necessário se obter os tempos padrões de cada passo da seqüência de operações, onde Shingo [Shingo 96] apresenta 3 aspectos temporais para se obter esses tempos padrões: passado, presente e futuro:

- passado: analisa-se a situação atual do processo, através de filmagens e cronometragem, com a utilização de técnicas de tempos e movimentos para se determinar o tempo gasto em cada operação padrão;
- presente: é formulada uma carta de operação padrão, contendo os tempos necessários a cada operação, como tempo manual, tempo de máquina operando e tempo de inspeção, não levando-se em consideração o tempo do operador se movimentando em seu local de trabalho, que será alocado precisamente na rotina de operações-padrão;

<sup>1</sup> [Tubino 99] PMP (plano mestre da produção) tem por função desmembrar o plano estratégico de longo prazo em planos específicos de produtos acabados no sentido de direcionar as etapas de programação da produção. A partir da montagem do PMP, a empresa passa a assumir compromissos de montagem de seus produtos acabados, fabricação das partes manufaturadas internamente, e compra da matéria-prima.

- futuro: periodicamente estas cartas de trabalho são avaliadas, com o objetivo de melhorias contínuas nos processos. Se uma tarefa não é executada dentro do tempo padrão estabelecido, deve-se detectar o problema através da análise da carta de trabalho.

<b>Carta de Trabalho Nº 45</b>		Processo: Fundição e Refinamento		Responsável: Marcos André	
Código do ítem: 540			Tempo de Processamento (s)		Atualizado: 28/08/99
Ordem	Operação	Tarefas	Manual	Máquina	Observações
1	Preparar a Sucata	Preparação da torre	10	0	
		Ajustagem	08	0	
2	Transportar	Operação da ponte	04	25	
3	Preparar o forno	Operação da cabine	05	30	
		Operação da plataforma	07	35	
4	Fundir e Refinar	Fundição	05	70	
		Refinamento	10	80	
5	Inspecionar	Checagem do Processo	20	40	

Figura 2.6 *Exemplo de uma carta de trabalho.*

Conforme Tubino [Tubino 99] após estabelecido o ritmo de trabalho necessário para atender à determinada demanda, em termos de tempo de ciclo, e o roteiro de fabricação ou montagem para cada produto com as cartas de trabalho, o passo seguinte será desenvolver uma rotina de operações-padrão fornecendo uma seqüência de operações-padrão que cada operador deve executar em seu posto de trabalho.

A rotina de operações-padrão tem como objetivo principal balancear todas as operações e processos da fábrica dentro do tempo de ciclo necessário para a montagem final. Para elaboração desta rotina o primeiro passo consiste em identificar na folha o tempo de ciclo. Em seguida deve-se, com o auxílio do roteiro de fabricação ou de montagem (carta de trabalho) do processo, alocar tantas atividades quanto possíveis para este posto de trabalho, incluindo-se neste roteiro agora o tempo de deslocamento do operador, de forma que o conjunto de operações-padrão e deslocamentos terminem o mais próximo possível do tempo de ciclo marcado na folha, permitindo que o operador ao final da rotina retorne para a primeira atividade e recomece seu ciclo de trabalho.



Entretanto, conforme Tubino [Tubino 99], quando o tempo de ciclo for muito curto para que um único operador execute todas as operações-padrão de um item em uma célula, o roteiro de fabricação do item deve ser distribuído por mais operadores, cada um deles operando dentro do tempo de ciclo projetado. Nesse caso a rotina de operações-padrão de cada operador não segue de forma imediata o roteiro de fabricação da peça.

Por exemplo na Figura 2.7 tem-se uma célula que produz um item cujo roteiro de fabricação envolve 10 operações-padrão. Em função de o tempo de ciclo exigido pela demanda atual do item ser menor do que a soma dos tempos-padrão de fabricação do item, necessita-se apenas de três operadores para completar um item no tempo de ciclo. O primeiro operador executa as operações um, dois e dez em 1,5 minutos. O segundo operador está encarregado das operações três, quatro, oito e nove também em 1,5 minutos. E o terceiro operador trabalha nas operações cinco, seis e sete no mesmo tempo de ciclo. Dessa forma, apesar de o roteiro de fabricação exigir 4,5 minutos para produzir-se um item, a cada tempo de ciclo de 1,5 minuto um item fica pronto [Tubino 99].

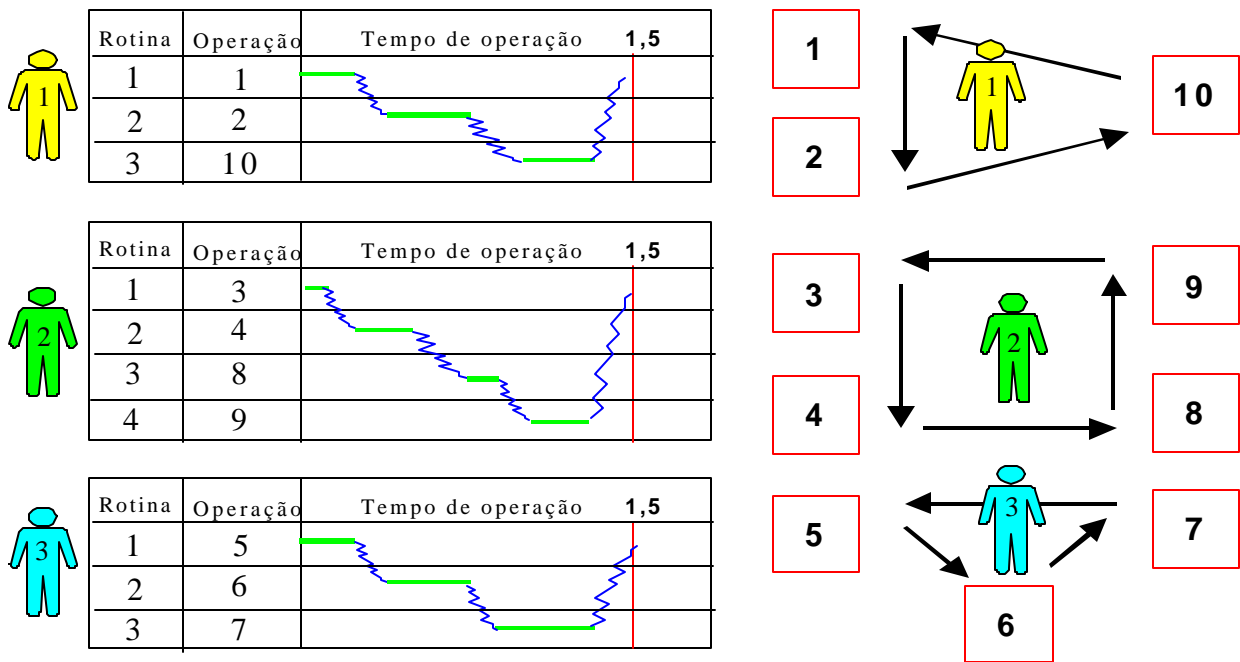


Figura 2.7 Célula de produção com três operadores com o tempo de ciclo menor que o roteiro de fabricação [Tubino 99].

De acordo com Tubino [Tubino 99], uma outra solução para distribuir as atividades quando o tempo de ciclo for curto em relação ao roteiro de fabricação do item consiste em fazer

com que os operadores executem todas as operações, seguindo um atrás do outro, com intervalos equivalentes ao tempo de ciclo. No caso do exemplo anterior, cada um dos três operadores, separados por intervalos de 1,5 minutos teria como rotina as dez operações sendo repetidas a cada 4,5 minutos, o que daria um tempo de ciclo por item de 1,5 minutos. Essa situação reduz a necessidade de *work-in-process* (WIP) entre os operadores, sendo mais fácil de se empregada em linhas de montagem, onde o espaço do tempo da operação está mais centrado em funções manuais.

O último passo do balanceamento das operações segundo Black [Black 98] é de que apenas a quantidade mínima de material seja permitida como quantidade padrão de estoque em fabricação, os chamados (WIP), de forma a permitir que os operadores normalmente cumpram a sua rotina padrão. Entretanto, é fundamental salientar que os materiais em processo não devem ser projetados para absorver problemas de qualidade, quebras, preparação de máquina ou de falta de tempo. Na filosofia JIT, esses problemas devem ser eliminados.

De acordo com um dos criadores do *just in time* Taiichi Ohno [Ohno 97], a preocupação com a padronização dos tempos e métodos é fundamental. Quando ele diz "*Este é um dos aspectos rígidos do modelo japonês, possibilitando ao operador desempenhar multifunções no seu ambiente produtivo, através da obediência aos tempos de operação/montagem pelo eventual operador de um determinado posto. Como suporte para esta preocupação são dispostos com grande visibilidade, planilhas com tempos padrões das operações, bem como fotos ou desenhos que auxiliem na atividade que se está realizando em determinado posto. Como consequência disso é que todo esforço deve ser feito para segmentar tarefas eliminando as perdas devido ao desequilíbrio entre as operações-padrão*".

## **2.3 POLIVALÊNCIA**

Para termos desta pesquisa, operário multifuncional ou polivalente é aquele que além de executar suas atividades produtivas (que agregam valor), criam novas formas de executar as atividades básicas da produção e procedem ajustes que a máquina não consegue por si só executar, bem como controlam a qualidade dos produtos e a limpeza de seu ambiente de trabalho.

### 2.3.1 INTRODUÇÃO À POLIVALÊNCIA

Frederick W. Taylor e Henry Ford, nos primeiros anos deste século, propuseram novas formas de inserção do trabalhador, na sociedade em geral e no interior das organizações em particular. Segundo eles, para se obter um aumento do volume de produção dependia-se de um substancial aumento do ritmo do trabalho e da dedicação dos operadores, situação típica de sistemas de produção baseados na manufatura com reduzida automação.

Esta abordagem, baseada no posto de trabalho e na alocação fixa de um operador a cada posto, considera a produtividade global como o resultado da somatória das produtividades individuais (obtidas em cada posto de trabalho). Isto origina, por sua vez, a necessidade de um grande número de atividades de suporte/controle exercidas por técnicos especializados com poder hierárquico sobre os operadores diretos, que são responsáveis em última instância pelo cumprimento das regras e procedimentos de trabalho, pela coordenação das atividades e interfaces existentes entre os postos, e destes com as outras áreas não-produtivas (manutenção, qualidade, planejamento da produção, etc.).

Sob o ponto de vista das características dos operadores, o modelo clássico, baseado no posto de trabalho, enfatiza a força física em detrimento das habilidades de raciocínio, principalmente aquelas voltadas para a melhoria do processo de produção que passa a ser função da gerência e do corpo técnico. Todas as diretrizes relativas à gestão dos recursos humanos produtivos baseiam-se igualmente no posto de trabalho: treinamento, seleção e avaliação de pessoal são diretamente vinculados à tarefa que cada operador deverá desempenhar em seu posto [Santini 99].

No princípio, as idéias de Taylor e Ford e as teorias de divisão do trabalho dominaram rapidamente as organizações industriais do mundo todo. Marcaram uma época de surpreendentes avanços de produtividade, mas foram e têm sido alvo de vigorosas críticas por inibir a atuação da criatividade humana no exercício de operações muito simples e restritas.

Após a segunda guerra mundial, já na década de 50, começaram os primeiros movimentos pela Qualidade Total (QT) e os primeiros indícios do que seria uma verdadeira revolução nos métodos de administração dos negócios. Deixou-se de defender a fria divisão do trabalho em tarefas para valorizar mais as características dos trabalhos em equipe. Os movimentos pela QT

passaram a buscar a eficiência das organizações através de investimentos no que elas têm de mais valioso: o homem.

Seguindo a linha de pensamento da QT está a filosofia do Sistema Toyota de Produção, também conhecido por Toyotismo. Ghinato [Ghinato 95] considerou que a *Toyota Motor Company* foi “o berço do surgimento de uma série de novos conceitos de engenharia industrial”.

A ênfase crescente foi dada à flexibilidade do trabalho. Em outras palavras, foi um movimento de desespecialização dos operários profissionais e qualificados, ou um movimento de racionalização do trabalho, no sentido clássico do termo. Coriat [Coriat 94] e Régnier [Régnier 97] afirmaram que esse processo de desespecialização ou polivalência, faz parte do método de organização conhecido como linearização. Ele faz-se sentir em quatro domínios:

- multifuncionalidade dos operadores;
- reintrodução nas funções dos operadores diretos das tarefas concernentes ao diagnóstico de problemas, reparo, manutenção de máquinas e equipamentos;
- reintrodução de tarefas de controle de qualidade nos postos de trabalho;
- reagregação das tarefas de programação às de fabricação.

Entendendo os quatro domínios descritos por Coriat [Coriat 94] como interdependentes, ao tratar da multifuncionalidade dos operadores, esta não será desvinculada dos demais domínios citados. Por outro lado, com a convicção de que tais questões estão diretamente ligadas a polivalência e sistemas de manufatura celular nos setores produtivos industriais, tais itens são objeto deste estudo e serão enfocados adiante com a devida especificidade.

A polivalência é enfocada por Régnier [Régnier 97] ao tratar de flexibilidade do trabalho, é conceituada como “a capacidade de exercer várias funções diferentes”. Na mesma linha de pensamento está a definição dada pelo grupo de consultores em Gestão Organizacional Wisdom [Wisdom 97], que se refere à acumulação progressiva de conhecimentos, habilidades e competências em determinadas áreas, visando capacitar o operador a desenvolver trabalhos mais abrangentes e complexos.

A polivalência sempre foi atributo do mestre de ofício, sendo perdida pelo uso do parcelamento das tarefas, da divisão parcelar de trabalho. Este atributo, característica principal do trabalho integral do mestre, só foi mantido pelo capitalismo na medida em que era necessário como um todo.

Agora esse atributo está sendo resgatado como elemento essencial aos novos sistemas de produção por vários motivos, entre eles, talvez o principal, seja a necessidade de flexibilização e balanceamento do operador para fazer frente aos requisitos de oscilação do mercado. Cada vez mais se constata, quando a capacidade de produção dos recursos está acima da capacidade de absorção da demanda, do ponto de vista da redução de custo é preferível deixar uma máquina ociosa que um operador ocioso.

De acordo com Shingeo Shingo [Shingo 96] este conceito deriva de duas razões: a primeira é que, tendo sido totalmente depreciadas, as máquinas e equipamentos não apresentam custos contábeis. Em segundo lugar, o custo por hora do operador é geralmente muito maior do que o custo da máquina. Por exemplo, uma prensa de \$30.000 é totalmente depreciada em 10 anos a uma taxa de \$3.000 por ano, ou \$250 por mês. O custo de um operador, por sua vez, incluindo salários, benefícios e custos indiretos (no caso do Brasil são 112% de impostos sobre o salário do operador) é de duas a quatro vezes superior em um período de 10 anos.

Com essa justificativa, os operadores devem possuir capacidade de entenderem os princípios em que se baseiam os sistemas, como também suas regras e procedimentos. Os operadores devem possuir habilidades para operar em ambientes difusos e mutantes, devem ter capacidade de realizar tarefas não-rotineiras, desempenhar trabalhos em grupos e de forma interativa, e possuir a percepção sistêmica da empresa, habilitando-se a responder as oscilações da demanda, com o cumprimento de diferentes rotinas de operações padrões [Benevides Filho 99a].

Uma empresa que só possui operadores especialistas dificilmente pode flexibilizar sua produção, pois os operadores só sabem trabalhar daquela maneira e a saída convencional tem sido gerar estoques. Por outro lado, o processo de melhoria contínua jamais irá ocorrer, visto que o principal agente da mudança é o homem, e esse sendo estanque e pouco estimulado, dificilmente trará qualquer contribuição para a real melhoria do sistema produtivo.

Uma exemplificação da multifuncionalidade é apresentada por um dos criadores do *just in time*, Taiichi Ohno [Ohno 97], "durante o processo de maquinização, suponha que se tem, cinco tornos mecânicos, cinco máquinas de usinagem e cinco perfuradeiras são alinhadas em duas filas paralelas. Se um operador manuseia cinco tornos mecânicos, podemos denominar isto um sistema de operação multi-unidades. O mesmo se dá em relação ao manuseio de cinco máquinas de usinagem ou cinco perfuradeiras. Esse sistema é comumente utilizado pelas empresas que trabalham com sistemas tradicionais. Agora se um operador usa um torno mecânico, uma máquina de usinagem e uma perfuradeira (isto é, vários processos), este processo é denominado sistema de operação de multiprocessos, sendo reduzido o número de operadores, onde estes passam de monofuncional para multifuncional ou polivalente".

A valorização da polivalência e autonomia dos operadores foi justificada recentemente por um dos descendentes dos criadores do *just in time*, Shoichiro Toyoda, atual Presidente da *Toyota Motor Company*, que diz " as pessoas são fundamentais para o sucesso da Toyota. Se você tiver que trabalhar com a cabeça assim (Toyoda vira a cabeça para trás) você não terá problemas no pescoço? Se você precisar ficar permanentemente agachado para montar parte de um automóvel você terá dores lombares. Queremos que no chão de fábrica o operador tenha oportunidade de trabalhar tendo prazer no que faz. Isso é um ponto importante do sistema de produção criado por nós (*just in time*). O outro é que o nosso operador tem o poder de parar toda a linha se perceber que há um defeito. A idéia é que a falha jamais chegue ao final da produção sem ser corrigida" [Exame 98].

### **2.3.2 A POLIVALÊNCIA E AS CÉLULAS DE MANUFATURA**

Uma das exigências para a obtenção da polivalência dos operadores no chão-de-fábrica são as células de manufatura, visto que estas são unidades organizacionais dos setores produtivos das empresas onde as tarefas que compõem a fabricação de um produto são realizadas sequencialmente, com os postos operativos dispostos, em forma de U, circular (*loop*), máquina célula ou linha, conforme verificado na Figura 2.8.

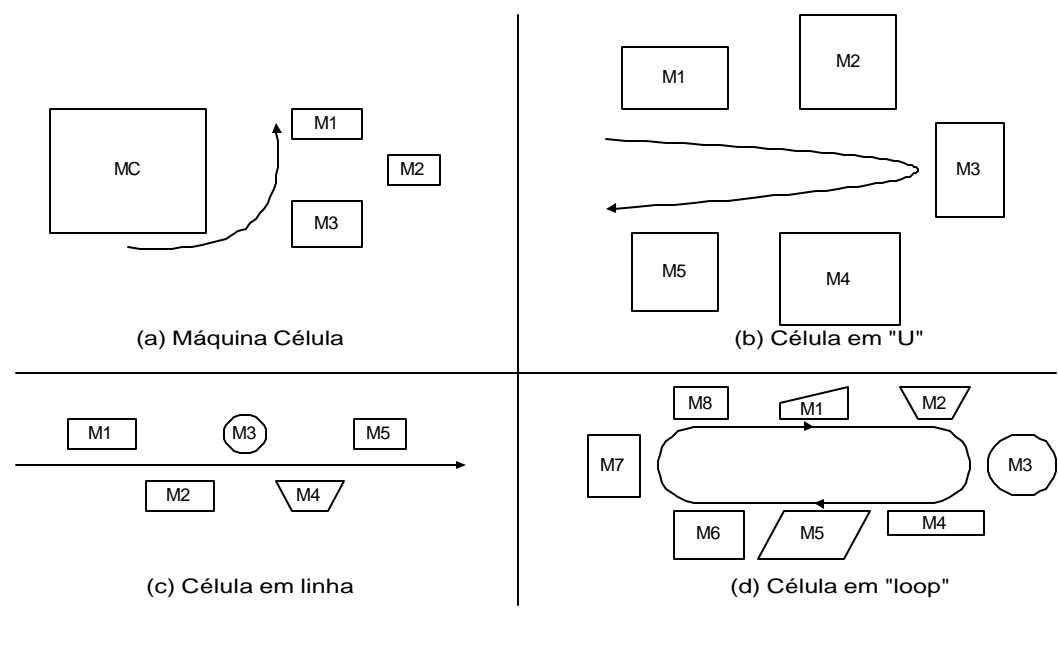


Figura 2.8 Representação dos formatos das células de manufatura [Silveira 94].

De acordo com Baudin [Baudin 96] as células em forma de U ou em *loop*, permitem aos operadores moverem-se de uma máquina para outra, carregando e descarregando peças. As máquinas na célula são normalmente pequenas, de baixo custo, de ciclo único e automática. As células em U ou em *loop* frequentemente incluem todos os processos necessários para uma peça ou submontagem completa, na qual os operadores devem seguir seqüências e normas da rotina de operação padrão, conforme demonstrado na Figura 2.9, com uma pequena célula com quatro máquinas sendo operada por um operador.

A principal diferença entre as células em forma de U ou *loop* para as células em forma de linha é que as operações nas células em forma de linha são, normalmente, totalmente manuais, o operador não pode deixar o processo acontecer sem acompanhamento, como na linha de montagem das indústrias automobilísticas. Isto é, o operador precisa ficar no seu posto de trabalho durante a tarefa. É necessário o operador desempenhar várias funções durante um processo (multifuncionalidade), ele não pode simplesmente colocar uma peça na máquina, ligar a máquina e esperar que ela complete a(s) operação(s).

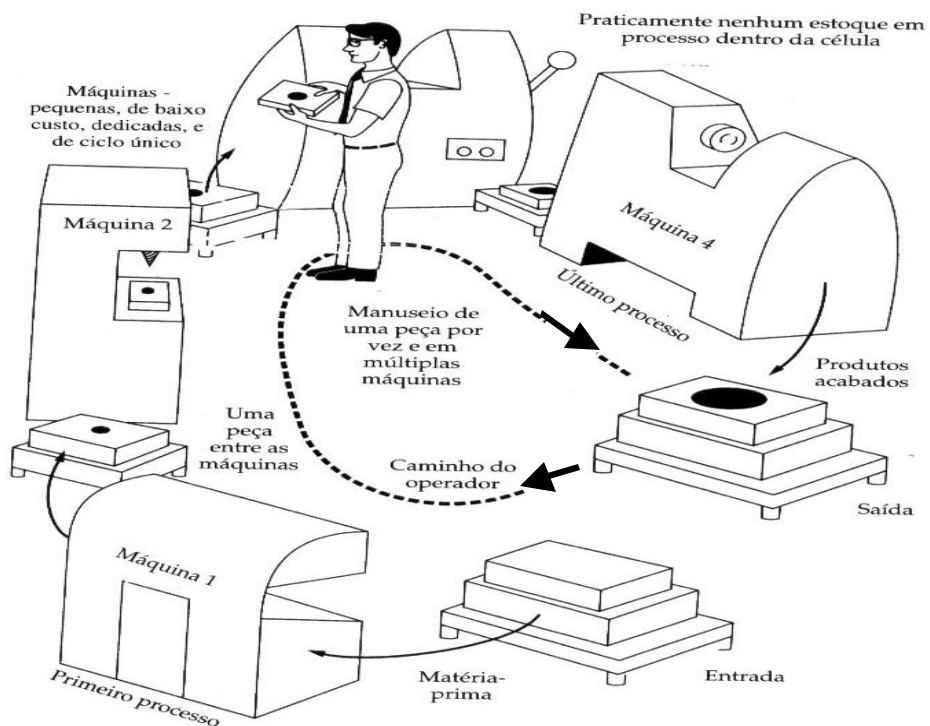


Figura 2.9 *Operador Polivalente dentro de uma célula manufatura em forma de U, adaptada [Black 98].*

Para melhor operacionalização da polivalência nas células de manufatura é importante o desenvolvimento da ajuda mútua entre os operadores. A idéia é que, caso ocorra algum problema suficiente para interromper o fluxo do operador o auxílio deve ser imediato. Para tanto são utilizados dispositivos de sinalização ou quadro de avisos, instalados acima dos postos de trabalho, chamados *andon*.

O *andon* é acionado quando o operador sente que não vai ter condições de executar aquele processo no tempo determinado, ou quando ocorre algum problema como quebra ou manutenção de máquinas na linha de montagem. Neste momento, o operador puxa uma corda que está sempre visível na célula ou na linha de montagem, e é acionado o *andon* através de uma sirene e uma luz vermelha localizando o local onde está ocorrendo o problema. Isto pára a linha e todos os operadores. Quando o problema é resolvido, e a luz é apagada, todos reiniciam juntos seus respectivos trabalhos.

O objetivo maior do *andon* é a sincronização da linha de produção com a manutenção do tempo de ciclo entre os processos adjacentes. Nesta ótica, busca-se a produção em fluxo unitário



tanto dentro das células como entre as mesmas, como demonstrado na linha de montagem de uma indústria automobilística, conforme a Figura 2.10.

Nessa montadora o operador da linha detecta que não terá condições de terminar seu processo usando uma régua com a marcação do tempo de todas as operações, pintada no chão na linha de montagem. Ele fica em cima da régua e o carro vai se movimentando através de uma correia transportadora automatizada, de acordo com o tempo de ciclo.

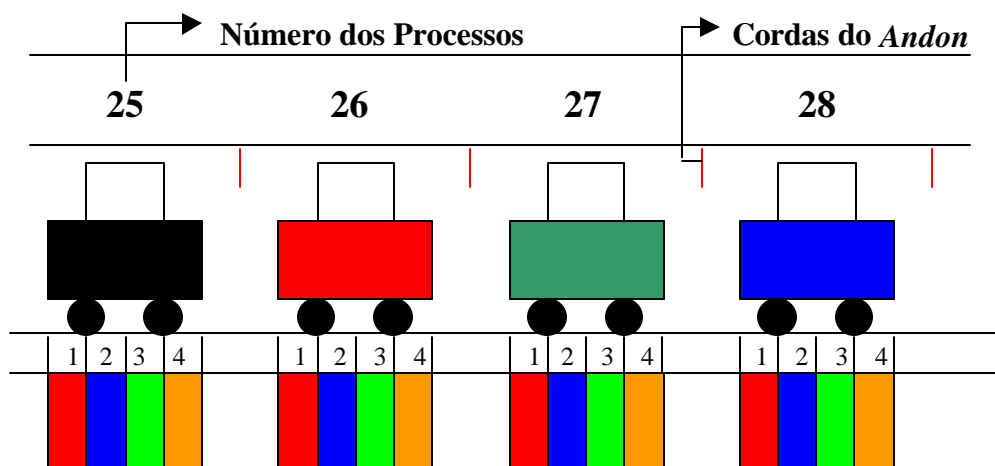


Figura 2.10 *Exemplificação de uma célula em linha (linha de montagem) de uma indústria automobilística, identificando a régua marcadora das operações dentro dos processos e a localização das cordas do andon.*

### 2.3.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA

A capacitação para a polivalência será feita através de treinamentos, sendo fundamental uma mudança cultural na empresa, com o envolvimento da alta e média administração na descentralizações das informações.

Conforme Kim e Takeda [Kim 96] a filosofia *just in time* requer uma completa valorização ao treinamento do operador, pois sem a capacitação do principal agente do processo produtivo, o homem, dificilmente a implantação das ferramentas do JIT obterão sucesso. O autor ressalta que o operador deve ser treinado a desempenhar multifunções, possuindo uma autonomia nos processos produtivos, com liberdade de ações, pois as decisões nessa filosofia são *bottom-up* (de baixo para cima), na qual a alta e média administração tem como papel principal fornecer

todos os subsídios para o desenvolvimento de seus subordinados, não criando em momento algum barreiras que comprometam o treinamento dos operadores.

De acordo com Heeley [Heeley 91] normalmente as indústrias para obter operadores polivalentes utilizam os seguintes procedimentos:

- treinamento dos supervisores e encarregados: começa-se sempre pelo mais fácil, isto é, executando as suas funções essenciais, depois sendo capacitados para troca de funções. A idéia é que esses supervisores e encarregados tenham um entendimento completo de toda a linha, para desenvolver uma visão sistêmica de todo o processo, estando aptos e devidamente capacitados a entender precisamente todas as funções que representem as suas respectivas área de trabalho. Além de executarem todas as operações que eles mesmos desenvolveram nas rotinas de operações-padrão, para futuramente controlar as atividades dos operadores;
- treinamento dos operadores: o primeiro passo desse treinamento será especializar cada operador em uma determinada função. O operador terá que conhecer muito bem a sua função, para só depois começar a ser treinado a desempenhar outras funções. Segundo a filosofia JIT, não se pode fazer *job-rotation* (rotação de trabalho) antes de os operadores possuírem um completo domínio sobre determinada função. Isto será possível devido as cartas de trabalhos, contendo as operações-padrão que cada operador deverá executar, conforme explicitado no item sobre padronização desse trabalho;
- rotação dos operadores: após os operadores possuírem um completo domínio sobre determinada função, os supervisores se encarregam de planejar a troca das rotinas de operações-padrão. Esse passo seguinte do treinamento já é feito pelos próprios operadores, no qual cada operador irá treinar o vizinho, e vice-versa. Desta forma, um operador em uma determinada área de trabalho, no final do programa de treinamento, fica apto a desempenhar a maioria das funções, pois já possui as habilidades requeridas. Assim, é importante enfatizar que a empresa deverá permitir uma liberdade para o treinamento, buscando desenvolver nos operadores sua criatividade para ensinar aos outros a aprender seu próprio serviço, na qual cada operador deverá se sentir estimulado a ensinar seu colega de acordo com a sua metodologia de ensino. Entretanto, nesse momento cabe aos supervisores e encarregados fiscalizar esse treinamento, pois deve estar sempre de acordo com as rotinas de operações-padrão.

Uma forma de se estimular os operadores a polivalência são em grupos de melhorias através dos Círculos de Controle da Qualidade (CCQ's). Os CCQ's podem ser definidos como grupos de discussão e sugestão de melhorias na área de qualidade. Formados basicamente por operadores diretos, devem ser compostos através de esquemas voluntários e segundo similaridade de tarefas desenvolvidas. Recebem, caso as sugestões sejam aceitas, algum tipo de premiação pelos resultados proporcionados à empresa.

A empresa ao implantar os CCQ's procura obter melhorias no seu processo produtivo através de um maior nível de motivação e formação educacional em seus empregados. A motivação surge do fato dos empregados se sentirem valorizados, pois recebem cursos e treinamentos e tem chances de participar do processo decisório da empresa, através da transformação de suas idéias e invenções em projetos concretos dentro da mesma.

A essência do programa é justamente buscar a mudança de comportamento grupal dos treinados no sentido do que o programa visa, através de um treinamento sistemático nas áreas comportamental e analítica técnica, fazendo com que os mesmos passem a ter condições cada vez maiores de ver, julgar e agir no processo produtivo da empresa.

Atualmente, como no aspecto nacional os salários estão muito baixos, a premiação financeira de CCQ é uma forma de amenizar e melhorar o atendimento das necessidades básicas do empregado. A premiação não tem o objetivo de motivar, pois o que realmente motiva é o atendimento da suas necessidades de auto-afirmação e auto-realização, obtidas através dos atos gerenciais com o reconhecimento de todos os diretores, supervisores, encarregados e colegas de trabalho. Não cabendo a esse trabalho entrar nas reminiscências psicológicas das teorias motivacionais do comportamento humano defendidas pelos psicólogos Herzberg [Herzberg 59] e Maslow [Maslow 54].

## **2.4 A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

A simulação computacional de sistemas, é uma ferramenta para a tomada de decisão que consiste na utilização de determinadas técnicas matemáticas, empregadas em computadores digitais, as quais permitem imitar o funcionamento de, praticamente, qualquer tipo de operação ou processo (sistemas) do mundo real, de forma que se façam interferências sobre esses sistemas, sem modificá-los na prática.

Pedgen [Pedgen 95] define simulação como " *o processo de projetar um modelo de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação*",

É importante enfatizar que a simulação considera tanto a construção do modelo como o uso experimental do modelo para análise do problema, desse modo pode-se entender a simulação como uma metodologia experimental e aplicada que tem como objetivos:

- descrever o comportamento dos sistemas modelados;
- construir teorias e hipóteses considerando observações efetuadas sobre modelos;
- usar modelos para prever o futuro comportamento dos sistemas, isto é, antecipar os efeitos produzidos por alterações ou pelo emprego de outros métodos em suas operações.
- a simulação dos modelos permite ao analista realizar estudos sobre os correspondentes sistemas para responder questões do tipo: "*O que aconteceria se ?*"

### **2.4.1 A SIMULAÇÃO NA MANUFATURA**

De acordo com Bowden [Bowden 98] a simulação computacional é um processo de modelar um sistema no computador e experimentar então como esse modelo responderia a pergunta " o que aconteceria se"? É uma ferramenta de apoio a decisão excelente porque provê meios de responder as atividades de projeto e operação de processos ou sistemas complexos de manufatura, com a visualização de sistemas do "mundo real". Devido a sua flexibilidade e facilidade de uso comparadas a outras técnicas de modelação, o uso de simulação tem se expandido rapidamente e será uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Devido à enorme concorrência das empresas, elas atualmente se vêm forçadas a implementar custosos fatores de automação, e constantemente estão reexaminando seus métodos de planejamento, projeto e controle dos sistemas manufatureiros. Com isso a simulação está se tornando necessária para avaliar qualquer investimento que as empresas poderão fazer, principalmente no que diz respeito a compra de equipamentos e alocação de operários [Rohrer 98].

A simulação computacional possibilita aos tomadores de decisão das empresas que se identifique algumas questões peculiares ao chão de fábrica como: o *lead-time*, a identificação dos gargalos no fluxo de material com a localização das máquinas que os geram, o tamanho dos estoques amortecedores "*buffers*", a verificação das taxas estatísticas da utilização dos operários e das máquinas, o espaço físico necessário, o volume de produção, dentre outras.

Justificando assim o uso dessa ferramenta neste trabalho como forma de avaliar a flexibilidade de produção proporcionada pelos operadores polivalentes.

## 2.4.2 OS PASSOS PARA O USO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

De acordo com Pegden [Pegden 95], para o sucesso na implantação da simulação alguns passos devem ser realizados com precisa eficiência, como:

1. definição do problema: os objetivos do trabalho devem estar claramente definidos. Os analistas devem se perguntar porque estão estudando o problema e que questões devem considerar para obter uma boa solução;
2. planejamento do projeto: deve-se ter certeza de que os recursos necessários para o projeto estarão disponíveis, tais como: pessoal, apoio gerencial e, recursos de "hardware" e "software";
3. definição do sistema: determinação dos limites e restrições a serem usadas na definição do sistema (ou processo) e a observação de como o sistema trabalha;
4. formulação conceitual do modelo: desenvolvimento de um modelo preliminar com o objetivo de definir os componentes, variáveis descritivas e interações (lógica) que constituem o sistema;
5. projeto experimental preliminar: seleção das medidas de eficiência a serem utilizadas, os fatores a serem variados e os níveis de variação destes fatores;
6. preparação dos dados de entrada: identificação e coleta dos dados necessários para a modelagem;
7. tradução no modelo: formulação do modelo numa linguagem de simulação apropriada;

8. verificação e validação: esta etapa consiste na confirmação de que o modelo opera da forma que o analista pretende e, que os dados de saída do modelo são representativos do sistema real;
9. projeto experimental final: projeto de um experimento que produza a informação desejada e determine como as execuções para testes específicos no projeto experimental devem ser conduzidos;
10. experimentação: execução da simulação para se gerar os dados desejados;
11. análise e interpretação: realização de inferências nos dados gerados pela simulação;
12. implementação e documentação: colocação dos resultados em uso, gravação dos dados e documentação do modelo e seu uso.

## **2.5 TRABALHOS DESENVOLVIDOS NA ÁREA**

A seguir serão relatados os trabalhos envolvendo o tema da dissertação, através de artigos, dissertações e teses publicadas recentemente, na qual foram encontradas uma diversidade de pesquisas apresentadas nas próximas seções.

### **2.5.1 VANTAGENS PROPORCIONADAS PELOS OPERADORES POLIVALENTES EM RELAÇÃO AOS MONOFUNCIONAIS.**

Nos sistemas multifuncionais de trabalho podem ser destacadas algumas vantagens, tanto para os operadores quanto para empresas, quando comparados aos sistemas monofuncionais ou especialistas. Tendo em vista as intenções desta pesquisa, quais sejam de promover discussões que viabilizem o trabalho polivalente nas indústrias, são apresentados a seguir algumas vantagens do trabalho multifuncional em relação ao trabalho monofuncional, do ponto de vista comum de empresas e operadores.

### 2.5.1.1 VANTAGENS DA EMPRESA COM A POLIVALÊNCIA

É um tanto lógico pensar que as empresas tomem a iniciativa de buscar a polivalência, ou seja, promover tal sistema de trabalho. Não há dúvidas, portanto, de que façam isso por vislumbrar suas vantagens ao incorporar tais sistemas.

Simon [Simon 94] abordou que uma estrutura flexível de produção é uma das condições essenciais para a sobrevivência das empresas no mercado atual, caracterizado por ciclo de vida curto dos produtos, que obriga as empresas a produzirem em lotes pequenos ou médios, nessa ocasião, flexibilidade é definida como “a capacidade de adaptação das atividades de chão-de-fábrica para implementar alterações de quantidades, tamanhos de lotes e itens diferentes de produtos nos tempos adequados” .

Ainda, segundo o mesmo autor, podem ser identificados nas indústrias cinco tipos de flexibilidade:

- flexibilidade em montagem de máquinas para novas peças;
- flexibilidade para mudanças do produto;
- flexibilidade para compensar maus funcionamentos do sistema produtivo;
- flexibilidade para suportar erros de previsão;
- flexibilidade para operações sazonais, que se reflete em flexibilidade durante as flutuações de carga de trabalho.

O autor conclui que essas flexibilidades só podem ser desempenhadas pelo chão-de-fábrica na medida em que a mão-de-obra seja polivalente capaz de cumprir diferentes rotina de operações-padrão com precisão, respondendo de forma eficaz as oscilações do mercado.

Deshpande e Golhar [Deshpande 95], através de uma pesquisa realizada em 34 indústrias metal-mecânica nos Estados Unidos, relatam que existem nove características dos recursos humanos essenciais ao sucesso da implantação da filosofia *just in time* de produção. Os autores da pesquisa supracitada concluíram que a polivalência foi a característica mais vantajosa na implantação do JIT nas empresas, visto que propicia ao operador inspecionar seus próprios

trabalhos, substituindo os tradicionais inspetores da qualidade e também possibilita ao operador as habilidades na manutenção das máquinas, reduzindo os mecânicos de chão de fábrica.

De acordo com Lamb [Lamb 96] a importância do operador polivalente recai sobretudo na manutenção, pois as ações de manutenção devem privilegiar pequenos tempos de reparo em função da complexidade das máquinas, onde falhas em uma destas máquinas compromete todo o sistema produtivo com as paradas não previstas ou gargalos.

Conforme Chen [Chen 97] um processo produtivo enxuto evidencia que a principal fonte de evolução da função manutenção se baseia na ação do operador, pois além de executar a produção, controlar e limpar, também é fundamental que os resultados da performance dos equipamentos estejam ao seu alcance. Para isso necessita de um treinamento nas atividades básicas de manutenção, quando o operador deve estar habilitado a conhecer todos os procedimentos que devem ser checados. O objetivo é que exista uma divisão de atividades, assim executadas: as menos complexas executadas pelos próprios operadores, e as atividades mais complexas pela equipe de manutenção.

Em um artigo do Jornal do Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM) referiu-se ao operário polivalente como um “curinga”, cuja flexibilidade permite realizar atividades de pessoal em férias ou dos que faltaram por alguma razão, mantendo o equilíbrio do departamento e contribuindo para a redução de custos [Freitas 98].

Dentro desse contexto Conti [Conti 96] relata que a polivalência dos operadores, foi fundamental para responder o absenteísmo na indústria americana que no ano de 1996 correspondia a 8%. A prática utilizada pela maioria das indústrias para solucionar esse problema era a de possuir operadores de reserva. O autor descreve um estudo de caso numa indústria de eletrodomésticos relatando os problemas que os operadores de reserva geravam:

- uso dos operadores de reserva comprometia as gratificações dos times, pois estes geravam gargalos nas células de produção, causando sérios problemas de moral entre os operadores regulares;
- a falta de experiência dos operadores de reserva causava problemas de qualidade e produtividade que aumentaram refugos e retrabalhos;



- os custos com esses operadores de reserva anualmente correspondiam a \$120.000,00.

O autor do artigo ressaltou que a solução para esse problema foi através de treinamento do operador a multifuncionalidade, a partir de um balanceamento nas células de manufatura, de forma que todas as células ficassem preenchida em seus limites máximos e mínimos. No treinamento todos operadores do chão de fábrica tornaram-se habilitados a desempenhar todas as funções do departamento, propiciando com isso um remanejamento dos operadores quando da ocorrência de faltas.

Dentro de um contexto final o autor conclui que a polivalência dos operadores trouxe as seguintes vantagens a indústria de eletrodomésticos analisada:

- a eliminação por completa dos operadores de reserva, eliminado os custos de \$120.000,00;
- a eliminação das queixas dos operadores titulares, com a constância nas gratificações dos times e a satisfação em desempenhar novas funções;
- a eliminação dos problemas de qualidade e produtividade, possibilitando a empresa criar novos produtos para atender as necessidades do departamento de marketing;
- a ausência de operadores de reserva melhorou a produtividade e aumentou o coeficiente dólar por empregado para 21.7%, fazendo com que essa indústria se tornasse líder no seu segmento de eletrodomésticos.

Conforme coloca Pilkington [Pilkington 98] a percentagem do custo de mão-de-obra nos custos de fabricação de um automóvel é muito alta. O autor defende que o uso da multifuncionalidade atrelada as outras ferramentas que dão suporte a filosofia JIT, reduzindo os custos de produção, possibilitando a redução dos preços dos carros, foi que levou a indústria japonesa de carros a uma evolução, diferenciando-a da concorrência, alcançando uma vantagem competitiva, que fizeram-na por muito tempo liderar o mercado, conforme o volume de carros produzidos ilustrado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 *Volume de carros produzidos [Pilkington 98]*

<b>Ano</b>	<b>Japão</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>Reino Unido</b>	<b>França</b>	<b>Itália</b>
1950	1.594	6.665.853	522.515	257.792	101.310
1955	20.268	7.920.186	897.560	561.465	230.978
1960	165.094	6.674.796	1.352.728	1.175.301	595.907
1965	969.176	9.305.203	1.722.045	1.423.365	1.103.932
1970	3.178.708	6.550.203	1.640.966	2.458.038	1.719.715
1975	4.568.120	6.717.177	1.267.695	2.546.154	1.348.544
1980	7.038.108	6.375.506	923.744	2.938.581	1.445.221
1985	7.646.816	8.184.821	1.047.973	2.632.266	1.389.156
1990	9.947.972	6.077.449	1.295.611	3.294.815	1.874.672

Segundo Ladeira [Ladeira 97] o impacto das estratégias de organização da produção *just-in-time* (JIT) e da microeletrônica sobre o trabalho industrial, propiciou implicações técnicas e sociais mais diretas nas relações capital-trabalho. Ressaltando que para implantação do sistema JIT, bem como o melhor aproveitamento dos recursos materiais e humanos disponíveis na manufatura, há necessidade de algumas alterações no conjunto de operações e nos processos do chão de fábrica.

Segundo o autor, essas alterações estão relacionadas com a redução dos *lead times*, com o sistema *kanban* de informação e controle da produção, com as mudanças no *layout* produtivo, com o controle da qualidade total, com a padronização das operações diante da fabricação dos produtos e com a polivalência como forma dos operadores terem condições e autonomia própria para interromper o processo produtivo diante de algum defeito detectado.

De acordo com a conclusão do autor, a tecnologia alcançada pelo homem e sua aplicação combinada à novas formas de produção e desenhos organizacionais beneficiaram dimensões importantes da produção material humana, como a produtividade e até mesmo as conquistas sociais no campo das condições de trabalho. Por outro lado, ele verificou que as estatísticas configuram um quadro alarmante, de notável complexidade e de incertezas, especialmente no campo do desemprego tecnológico.

Segundo Melnyk [Melnyk 98], a estratégia da multifuncionalidade, juntamente com as outras ferramentas do *just-in-time* foram implementadas em 1994 numa empresa de metal-mecânica americana como forma de melhorar os desperdícios de produção, na qual a empresa

estimulava a prática da melhoria contínua através dos kaizens. Após 2 anos de implantação, conforme dados do autor, existiu mais de 200 melhoramentos implantados na empresa, através de sugestões dos próprios operadores com ganhos de seguinte ordem:

- redução da movimentação de materiais: melhoramento de 84%;
- redução de setup: melhoramento de 72%;
- redução dos estoques: melhoramento de 46%.

De acordo com Santini [Santini 99], as principais vantagens das empresas que adotam sistemas multifuncionais de trabalho são as seguintes:

- otimização da mão-de-obra, com melhor distribuição da capacidade produtiva em termos de tempo e atividades, possibilitando geralmente a redução do quadro efetivo de funcionários e, em consequência, redução de custos de produção;
- flexibilização do sistema produtivo, com a produção no tempo e quantidade certos, seguindo a filosofia JIT;
- desenvolvimento da técnica e elevação cultural dos funcionários que, pela troca de informações e a intensificação do treinamento interno na empresa, adquirem mais conhecimentos técnicos sobre os processos com os quais trabalham e, naturalmente, enriquecem sua cultura geral, resultando para a empresa em um quadro de pessoal mais eficiente tecnicamente e mais evoluído culturalmente.
- minimização dos estoques, principalmente os de produtos acabados, já que a mão-de-obra é flexível, podendo assim atender melhor as flutuações da demanda. Decorre desse fator a redução de capital de giro necessário para as atividades produtivas da empresa.

### **2.5.1.2 VANTAGENS DO OPERADOR COM A POLIVALÊNCIA**

Há poucos registros que revelam a forma como o operador observa a empresa da qual faz parte. Em vista disso, esta análise ficará mais concentrada na atualidade, desenvolvida com base em fatos, experiência e observações.

Inicialmente, será criticado um recente artigo brasileiro desenvolvido por Leda Leal Ferreira [Ferreira 99], que, equivocadamente, condena o sistema JIT, pois segundo ela a implantação do kanban, células de manufatura e a polivalência dos operadores, contribuíram para o aumento de doenças do trabalho, como L.E.R (lesão por esforços repetitivos) e a tenossinovite.

A autora do artigo supracitado diz *"o aumento da produtividade é decorrente de uma intensificação do trabalho, na qual a introdução de células de produção, kanban e a polivalência dos operários contribuíram para agravar as condições de trabalho e aumentar os problemas. A rotação dos postos de trabalho gerou uma rotação das dores e seu agravamento. Na verdade, houve uma intensificação do trabalho, com aumento do ritmo, por diminuição dos intervalos entre operações, atribuição de mais tarefas ao mesmo trabalhador e diminuição de pessoal"* [Ferreira 99].

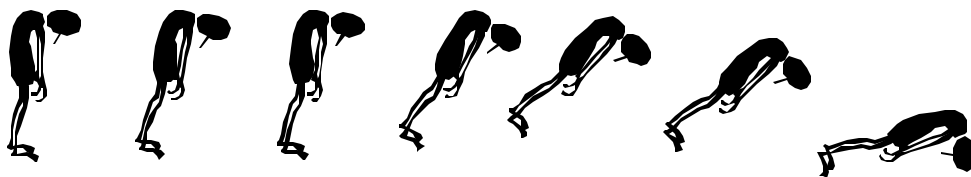
Esta opinião contraria todo o sentido desta dissertação, na qual sempre está sendo enfatizado o respeito ao homem, com a sua valorização e envolvimento no ambiente produtivo, dando-lhe condições de ser criativo, liberdade para opiniões através dos CCQ's, autonomia nos seus postos de trabalhos, que foi evidenciada pelo próprio Presidente da Toyota que disse: *" o nosso operador tem o poder de parar toda a linha"*.

Outra crítica ao desconhecimento da autora em relação a polivalência recai sobre o conceito de aumento da produtividade, como foi explanado na seção 2.2 desse trabalho. Atingir alta produtividade nos princípios da produção JIT, não significa o aumento desordenado das operações, com a aceleração das atividades defendida pela autora, quando ela relata *"o que vale é a aceleração das atividades individuais"*. Pelo contrário, no JIT a alta produtividade está relacionada com a eliminação dos movimentos inúteis e o balanceamento entre o conjunto de atividades-padrão de cada operador em um determinado tempo de ciclo, na qual é feita uma média na cronometragem de cada operador, explicitando que jamais o operador poderá correr nos seus postos de trabalho. Todos os processos devem possuir o mesmo tempo de ciclo, e produzir a mesma quantidade, no mesmo ritmo. Este fato foi constatado pelo próprio autor desse trabalho, através de visitas a linha de montagem da Toyota, em Indaiatuba, no Estado de São Paulo, onde cada processo que normalmente poderia ser feito em 14 minutos, segundo os estudos de tempos e movimentos da própria empresa, estava sendo adotado um tempo de ciclo de 17,7 minutos.

Com relação ao surgimento de doenças do trabalho, como L.E.R e tenossinovite, a polivalência reduz a fadiga e o estresse com a diversificação das ações físicas e o deslocamento do operador entre os equipamentos da célula. Cortando-se a excessiva repetição dos movimentos da operação monofuncional, tornando-se a rotina de atividades-padrão menos monótona e eliminando-se o potencial de ocorrer doenças devido a esforços repetitivos. Fato constatado pelo próprio autor dessa dissertação, através de visitas realizadas na fábrica 3 (bloco 28) da Embraco, na qual as rotações de postos de trabalho em determinadas operações, eliminaram o surgimento por completo da L.E..R e tenossinovite segundo os dados do departamento de recursos humanos da empresa, divulgados em julho de 1999.

Conforme Garvin [Garvin 98], os sistemas multifuncionais de trabalho, por serem sistemas de mão-de-obra flexível, pressupõem que os operadores sejam pessoas mais conscientes de sua tarefa enquanto membros da empresa, responsáveis também pelo seu crescimento. Esses sistemas são permeados por relações abertas entre empresa e funcionários, trabalho em grupo, participação nas decisões, respeito mútuo e ética no comando das ações empresariais.

De acordo com Baudin [Baudin 96] a polivalência dos operadores possibilita a um sistema de remuneração mais justo, no qual o que vale é o desempenho e as habilidades do grupo e não o desempenho individual, característica dos sistemas de produção fordista, quando o operador é pago por hora, independente de produzir certo ou errado, o que importa é o volume de produtos que ele fabricou. A Figura 2.11 ilustra esta idéia.



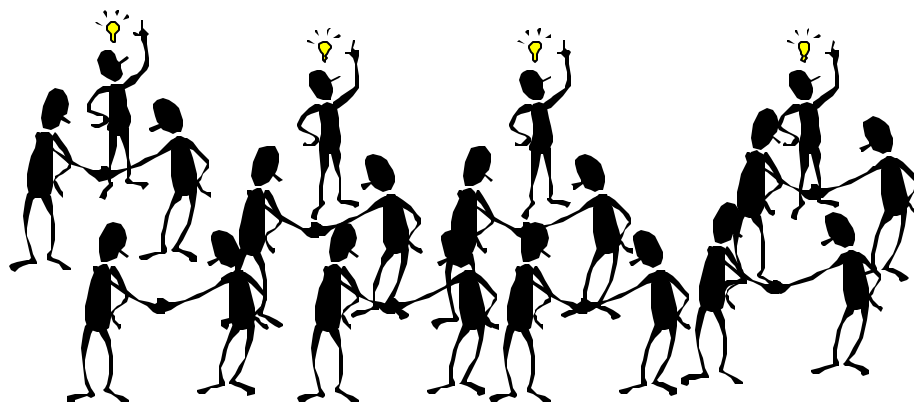

---

*"Graças a Deus acabou o dia, vou dormir para amanhã infelizmente fazer a mesma coisa"*

Figura 2.11 Representação de operadores monofuncionais ao término do dia.

De acordo com autor do artigo supracitado, com essa forma de remuneração melhora o

espírito de equipe, pois a recompensa será a mesma para todo o grupo, não importando que um operador se destaque. Sendo necessário um companheirismo entre os operadores, uma ajuda mútua, onde a idéia de um operador é valorizada não só pelos companheiros, mas também pela alta administração, com uma recompensa para todo o grupo, na qual os CCQ's são requisitos importantíssimos para estimular novas idéias dos operadores. A Figura 2.12 ilustra essa idéia.



*"Valeu companheiro, essa sua idéia foi genial, irei sonhar em fazer esse novo trabalho amanhã".*

---

Figura 2.12 *Representação de operadores polivalentes ao término no dia, animados com novas idéias de executar uma tarefa.*

Dentro de um contexto final, pode-se dizer que as principais vantagens dos operadores que participam de sistemas polivalentes são as seguintes:

- crescimento intelectual: o aprendizado sistêmico e o crescimento intelectual dos operadores têm sido, nos sistemas de gestão modernos, atribuídos às empresas como sua responsabilidade, e muitas delas têm conseguido bons resultados; os operadores que, por diversos motivos, tiveram maiores possibilidades de crescimento intelectual têm maiores possibilidades de entender a dinâmica econômica empresarial e a importância da sua participação nos processos de flexibilização da indústria;
- motivação dos operadores: já que nos sistemas polivalentes de trabalho permitem maior interação em relação aos sistemas monofuncionais; as relações com a chefia tornam-se mais abertas e as experiências vivenciadas no trabalho são socializadas;

- ampliação da experiência profissional: o fato de ter trabalhado com uma ampla gama de processos diversifica a experiência profissional, constituindo-se num importante requisito para o operador que porventura necessitar pleitear um outro emprego; essa é uma vantagem de muita importância, principalmente, ao considerar-se a tendência das empresas de adotar a multifuncionalidade, podendo assim ter reduzida a necessidade de treinamento operacional ao admitir funcionários com experiência diversificada em processos produtivos;
- melhoria da qualidade de vida: especialmente no que diz respeito a preservação da saúde dos operadores, por reduzir a repetibilidade das tarefas e, conseqüentemente, algumas doenças profissionais como as lesões por esforços repetitivos (L.E.R.);
- melhoria das relações pessoais entre os funcionários, ou expansão dos círculos de amizades na empresa: o contato com vários processos e pessoas facilita o surgimento de novas amizades a cada dia, de acordo com o tamanho do quadro funcional da empresa.

## **2.5.2 A POLIVALÊNCIA NO BRASIL**

De acordo com Santini [Santini 99] muitas empresas industriais brasileiras parecem enfrentar sérias dificuldades para praticar a polivalência. Todavia, a necessidade de otimizar a produção é crescente e não há como retroceder nesse caminho. Parece, portanto, que a administração industrial brasileira encontra-se diante de um impasse de grandes dimensões: como gerenciar a produção e, especificamente, como organizá-la com vistas à flexibilidade de alocação dos operadores, atendendo aos requisitos de produtividade e qualidade.

Entretanto, conforme Watanabe [Watanabe 96], a transferibilidade da multifuncionalidade japonesa para outros países, em especial para o Brasil depende fundamentalmente de dois fatores: da qualidade da educação dos operadores e de uma mudança cultural em todos os níveis hierárquicos das empresas, desde o chão-de-fábrica a alta administração, através de um comprometimento total com essa nova forma de organização do trabalho.

Além disso, outro problema de importante relevância é a regulamentação da polivalência dentro da CLT (consolidação das leis trabalhistas), pois algumas empresas brasileiras estão sofrendo problemas com operadores demitidos que justificam perante a justiça que realizavam

várias operações e não estavam sendo remunerados por isso, onde na maioria dos casos a justiça vem dando ganho de causa aos operadores.

### 2.5.3 PROBLEMAS COM A POLIVALÊNCIA

De acordo com os trabalhos analisados, existem alguns problemas com o uso da polivalência. Conforme Bondi [Bondi 94] o principal problema com uso da polivalência foi a diminuição do número de empregados, onde foram pesquisadas seis indústrias americanas que implantaram a multifuncionalidade e foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 2.2

Tabela 2.2 *Número de empregados pesquisados em seis indústrias americanas antes e depois da implantação da polivalência*

Empresa	Antes	Depois	Percentual
A	5.400	5.500	+1.9 %
B	9.000	7.000	- 22.2%
C	1.400	1.200	- 14.3%
D	500	350	- 30.0%
E	1.400	1.100	- 21.4%
F	300	350	+ 16.7 %

O autor ainda relata que os operadores normalmente dispensados são aqueles que resistem a mudança provocada com a multifuncionalidade, não se envolvendo com os programas de treinamentos realizados pela empresa.

Entretanto, segundo o mesmo autor, existem outros problemas para a obtenção dos operadores polivalentes. Primeiro, é a resistência da média administração, pois com a multifuncionalidade algumas funções que eram de responsabilidade dos supervisores serão transferidas aos operadores. Segundo, é a falta de uma política de treinamento eficaz para o desenvolvimento do operador a multifuncionalidade.

Conforme Deshpande [Deshpande 95], os principais problemas constatados na implantação da multifuncionalidade em 145 empresas canadenses e americanas em 1994 foram:

- resistência dos operadores (principalmente os mais velhos) à mudança e inovações;
- falta de motivação por parte dos operários;



- falta de uma política de treinamento a polivalência;
- resistência da média administração (supervisores) ao compartilhamento de funções.

Segundo Santini [Santini 99], a multifuncionalidade é um sistema de trabalho que exige maior atenção ao treinamento, sendo caracterizada por maior encadeamento entre pessoas e atividades, a fragilidade do treinamento nas empresas é fator preocupante. Segundo o trabalho dessa autora a polivalência é dificultada, senão inviabilizada, com programas de treinamentos frágeis, considerando-se treinamento frágil como aquele em que não existem suficientes garantias de eficiência. A autora relaciona tal fragilidade com:

- planejamento deficiente ou falta de padronização das etapas do treinamento;
- variação da duração do treinamento de acordo com a demanda de produção

#### **2.5.4 TRABALHOS UTILIZANDO SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

Devido a sua grande flexibilidade e versatilidade o uso da simulação tem sido prática comum as empresas na atualidade, visto que qualquer sistema normalmente pode ser simulado. Serão apresentadas a seguir algumas aplicações representativas.

Gaona [Gaona 95] desenvolveu um modelo de simulação para avaliar as mudanças organizacionais na produção geradas com a implantação das ferramentas da filosofia *just in time* em uma empresa de metal-mecânica do Paraguai. Após a execução desse trabalho o autor ressaltou a importância da validação do modelo proposto, e encontrou os seguintes benefícios em relação ao modelo organizacional anterior:

- redução de 95% do lead-time;
- redução de 44% do espaço físico;
- redução de 24% da mão-de-obra;
- redução de 99% de estoques intermediários.

Bischak [Bischak 95] utilizou a simulação computacional para realizar um estudo comparativo entre um sistema de produção com operadores monofuncionais e operadores

polivalentes se movimentando dentro das células de manufaturas na indústria de confecções. A autora do trabalho evidenciou as seguintes vantagens geradas pelos operadores polivalentes:

- as células com operários polivalentes e móveis permitem uma grande flexibilidade nos níveis de produção, pois o número de operários pode ser facilmente reduzido ou aumentado conforme as variações de demanda;
- os estoques em processo podem ser reduzidos significativamente (dados da indústria do vestuário coletados pela autora indicam a possibilidade de redução de até 60% nos estoques em processo, em comparação com a indústria convencional);
- os efeitos provenientes do desbalanceamento de trabalho entre máquinas, em função de modificações nos produtos, são bem assimilados pelas células com operários móveis;
- os custos laborais são reduzidos e a produtividade por empregado aumenta. (no caso da indústria do vestuário pesquisada, foi constatado um aumento de mais de 20% na produtividade por operário);
- a qualidade dos produtos apresenta melhoras significativas.

Cassel [Cassel 96] relatou as vantagens da simulação para os processos de mudança organizacional. O autor refere-se ao *benchmarking* (que mostra às empresas onde elas deveriam estar, mediante uma avaliação de sua posição atual até sua posição futura desejada) possibilitando às empresas mudarem rapidamente, pois podem visualizar de antemão o desempenho desejado do sistema. Neste sentido, a simulação complementa o processo de *benchmarking*, pois além de mostrar a posição futura do sistema, permite que se verifique a capacidade do sistema em alcançar tal posição.

Para justificar essa afirmativa, Cassel [Cassel 96] relatou uma pesquisa desenvolvida por Hollocks (instituto de pesquisa da Inglaterra) com 65 empresas do Reino Unido que estavam utilizando ou que já haviam utilizado a simulação. Na pesquisa, 52% das mesmas responderam que um dos principais benefícios de se usar esta técnica era a realização mais rápida de mudanças no *layout*. Outro aspecto ressaltado é que, num ambiente cada vez mais competitivo, a motivação e o envolvimento dos funcionários numa corrente pelo resultado podem fazer a diferença entre o sucesso e o fracasso da empresa. Nesse sentido, a simulação auxilia o treinamento, aliviando a

ansiedade e dando às pessoas envolvidas no novo processo as habilidades e o conhecimento que necessitam. Isto leva a diminuição da queda inicial do desempenho causado pelo processo de mudança.

Lopes [Lopes 98] desenvolveu um modelo de simulação para realizar um estudo comparativo entre um sistema de produção com layout convencional e um sistema de produção com layout focalizado utilizando células de manufatura na indústria moveleira. O autor concluiu após a utilização da simulação em uma indústria de móveis, as seguintes vantagens proporcionadas com o uso da manufatura celular:

- redução de aproximadamente 71% do tempo de fabricação dos itens;
- redução de mais de 30 vezes nos estoques em processo;
- um melhor aproveitamento do espaço físico, com uma redução 21% do espaço físico.
- redução da complexidade do processo produtivo, com a diminuição de 67% nas paradas em estoques intermediários e de 46% na montagem e acabamentos dos itens.

Nandkeolyar [Nandkeolyar 98] desenvolveu um modelo de simulação computacional utilizando células de manufatura, para uma indústria americana de componentes hidráulicos, com o objetivo de reduzir os grandes desperdícios causados pelo *layout* convencional, sendo que os mais visíveis, segundo o relato do autor foram: os excessos de estoques que na maioria dos itens estava de 3 a 4 meses e o excesso de operadores ociosos no chão de fábrica. O uso da simulação foi justificado devido a indústria possuir 26.000 operadores, produzindo 800 itens hidráulicos e com um faturamento de \$2.500.000,00 anuais, sendo que jamais poderiam parar a linha de produção para testar um novo modelo.

O autor concluiu após 10 replicações simuladas com diferentes cenários de células de manufatura que o novo modelo reduziu em até 50% dos estoques. A alocação dos operadores foram ajustadas as reais necessidades das células obtendo uma redução de 18% do número de operadores, além da redução de 52,7% nos *lead times*.

De acordo com Hum [Hum 98] o uso da simulação computacional é fundamental na implantação das ferramentas do JIT, pois ocorre uma drástica mudança no processo produtivo,

sendo necessário a elaboração de diversos cenários a serem simulados para analisar a melhor *performance* global do sistema. O autor desenvolveu um modelo de simulação para ajustar o número de kanbans necessários a demanda em varias indústrias americanas. Após diversos cenários simulados o autor encontrou uma acentuada redução no número de kanbans, como também identificou com o uso da simulação a redução dos lead times e de tempos de setup na maioria das indústrias pesquisadas.

Spedding [Spedding 98] utilizou um modelo de simulação computacional com o objetivo de otimizar a configuração de células de montagem em uma indústria de teclados de computadores americana. O modelo utilizado foi baseado em eventos de simulação discretos e permitiu avaliar com plena eficiência a melhor forma do ajuste em células de manufatura. Os *softwares* de simulação possuem hoje uma linguagem poderosa, para modelar sistemas discretos ou contínuos ou uma combinação de ambos, e contêm uma série de funções embutidas por obter amostras de distribuições probabilísticas comumente usados para otimizar os processos.

Como foi observado através desses trabalhos, a simulação computacional é uma ferramenta plenamente flexível para avaliar diversas variáveis dos sistemas de produção: prediz o comportamento dos sistemas de manufatura complexos, calcula o movimento e as interações dos componentes do sistema, verifica o fluxo das partes através das máquinas e estações de trabalhos e examina a demanda por recursos limitados.

Assim, será demonstrado no próximo capítulo um modelo teórico de polivalência, através de uma simulação computacional, com o objetivo de verificar, em termos de flexibilidade produtiva, as vantagens proporcionadas pelos operadores polivalentes.

### CAPÍTULO 3

## DEMONSTRAÇÃO DE UM MODELO TEÓRICO DE POLIVALÊNCIA

Neste capítulo será demonstrado um modelo teórico de polivalência desenvolvido em um sistema produtivo hipotético, empregando como ferramenta de análise a simulação computacional e operando segundo a lógica da filosofia JIT. Serão abordadas questões relativas à flexibilidade dos operadores em uma célula de produção.

### **3.1 INTRODUÇÃO**

De acordo com a revisão bibliográfica realizada no capítulo anterior, verificou-se que a maioria dos trabalhos apresentados evidenciaram as vantagens proporcionadas pelo operador polivalente quando comparado ao operador monofuncional, contudo pouco destes trabalhos quantificaram essas vantagens. Em função disso, foi desenvolvido um modelo teórico de polivalência através da simulação computacional com o objetivo de:

- demonstrar as vantagens em termos de flexibilidade da produção obtidas em uma célula de fabricação trabalhando com operadores polivalentes quando comparados com operadores monofuncionais;
- analisar o potencial de alocação do número de operadores necessários ao atendimento de uma determinada demanda, conforme os princípios da filosofia JIT de nivelamento da produção à demanda, isto é, não gerando estoques de produtos acabados e atendendo todos os pedidos de vendas ao menor tempo possível.

### **3.2 O MODELO COMPUTACIONAL DE SIMULAÇÃO PROPOSTO**

O modelo computacional de simulação foi desenvolvido através do software ARENA. A linguagem de programação SIMAN foi empregada, assim como extensões desta formada por templates do ARENA.

O processo de simulação foi realizado através do estudo do fluxo das entidades pelo sistema, sendo o modelo uma representação gráfica dos processos pelas quais as entidades se movem. O termo processo foi utilizado para indicar uma sequência de operações ou atividades do sistema. O termo entidade foi utilizado de maneira genérica denotando qualquer pessoa, objeto, ou coisa - real ou abstrata - que ao se movimentar ocasiona mudanças no estado do sistema.

No desenvolvimento do modelo foram utilizados os passos de simulação apresentados por Pegden [Pegden 95] no capítulo 2 desta dissertação.

### **3.3 DESCRIÇÃO DO MODELO TEÓRICO DE POLIVALÊNCIA**

No sentido de atender aos objetivos propostos no início deste capítulo, foi desenvolvida uma célula de produção composta de seis máquinas com tempos padrões unitários de

processamentos seguindo uma distribuição normal de média 10 e desvio padrão 0.1 minutos. Este desvio padrão é justificado como forma de promover uma certa variabilidade no sistema.

Esta célula foi utilizada para simular tanto um sistema convencional trabalhando em um sistema de produção empurrado utilizando seis operadores monofuncionais, como para simular um sistema JIT trabalhando em um sistema de produção puxado utilizando operadores polivalentes atendendo ao nivelamento da produção à demanda. A Figura 3.1 apresenta a célula que foi simulada.

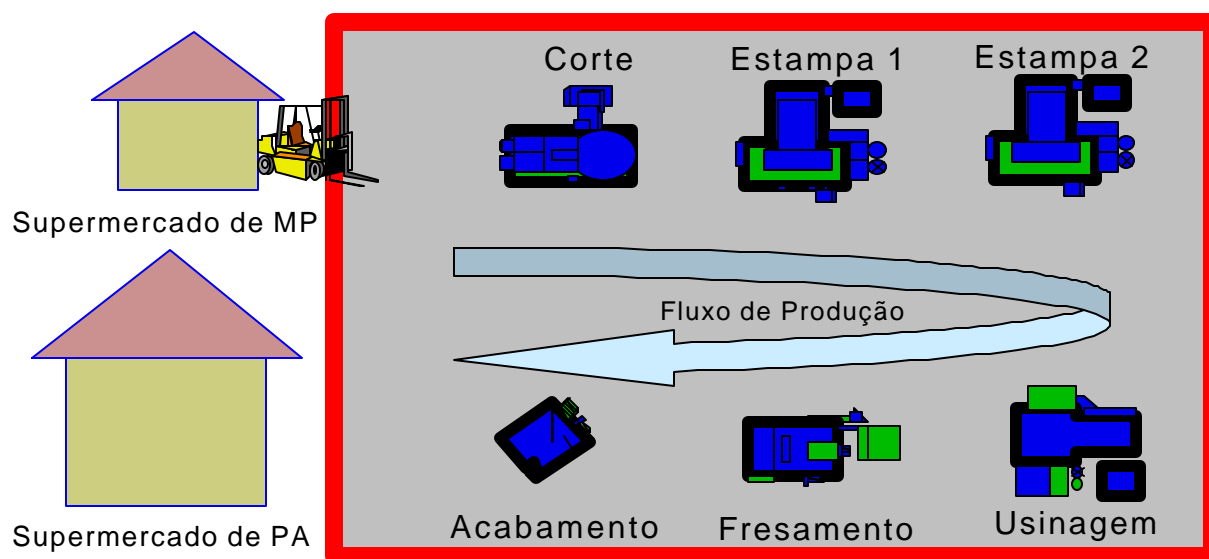


Figura 3.1 *Layout da célula de fabricação que foi simulada.*

No sentido de analisar as vantagens proporcionadas pelos operadores polivalentes em relação aos monofuncionais, foi proposto um cenário de produção convencional, trabalhando com uma demanda empurrada com seis operadores monofuncionais, e um cenário de produção JIT, com um sistema de produção puxado utilizando respectivamente um, três e seis operadores polivalentes.

Para possibilitar a comparação entre o cenário utilizando operadores monofuncionais e o cenário utilizando operadores polivalentes foram mantidas inalteradas as seguintes características do sistema:

- a produção foi simulada internamente na célula em fluxo unitário, onde o operador só passa a peça para a frente se o próximo processo estiver livre;

- foram permitidos WIP de uma unidade nos pontos de conexão (chamados de conectores) entre dois operadores;
- o lote kanban de entrada foi dimensionado em 5 unidades, sendo reabastecido por um supermercado externo, através de uma empilhadeira, sempre que se atingir uma unidade;
- o sistema produtivo foi simulado para um período de 6 meses, ou 57600 minutos (480 minutos/dia \* 5 dias/semana \* 4 semanas \* 6 meses).

De acordo com Banks [Banks 96] na maioria dos estudos envolvendo simulação é necessário proceder algumas simplificações em função da complexidade dos sistemas reais. O autor coloca que o nível de detalhamento de uma simulação deve levar em conta sobretudo a disponibilidade dos dados de entrada, o conhecimento de como os componentes do sistema operam e o tipo de análise que se deseja realizar. Entretanto, estas simplificações devem ser feitas de forma criteriosa assegurando-se que o modelo opere de acordo com os objetivos propostos. As simplificações empregadas na simulação deste modelo teórico foram as seguintes:

- o sistema produz apenas um único produto com tamanho de 0,3m de comprimento x 0,4m de largura, isto é, um produto de 0,12m<sup>2</sup>;
- não existem problemas em relação a qualidade na produção, como também de quebras de máquinas;
- como o estudo visa a análise interna da célula, sempre há disponibilidade de matéria prima provenientes dos fornecedores;
- os supermercados de matéria prima e de produto acabado mesmo estando próximos ao centro de trabalho (célula de produção), necessitam de transportadores (empilhadeiras) para se locomover entre estes, porém, estes tempos de deslocamento não foram considerados na análise;
- o *layout* e a quantidade de máquinas são constantes;
- não serão considerados tempos de setup e de operações manuais nas máquinas.

### 3.3.1 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS ANALISADOS

Para proceder a comparação entre os dois cenários propostos, o tempo entre a entrada de um pedido de vendas, aqui chamado de "tempo de vendas" foi a variável modificada durante as simulações. Esta variável dividiu as necessidades da demanda em alta, média e baixa. Para determinar os valores dessa demanda foi realizada uma série de simulações utilizando um, três e seis operadores polivalentes. A meta era determinar valores de demandas possíveis de serem produzidos com o mínimo de estoque de produtos acabados.

Desta forma encontrou-se na simulação os valores de 901 unidades para a demanda baixa, 2620 unidades para a demanda média e 4800 unidades para a demanda alta. No sistema convencional, como não existe flexibilidade, a célula com seis operadores foi empregada para responder às demandas alta, média e baixa. Já no sistema JIT, a célula com seis operadores foi utilizada para responder à demanda alta, a célula com três operadores para atender à demanda média e a célula com um operador para atender à demanda baixa. A Figura 3.2 ilustra esta estrutura de análise comparativa.

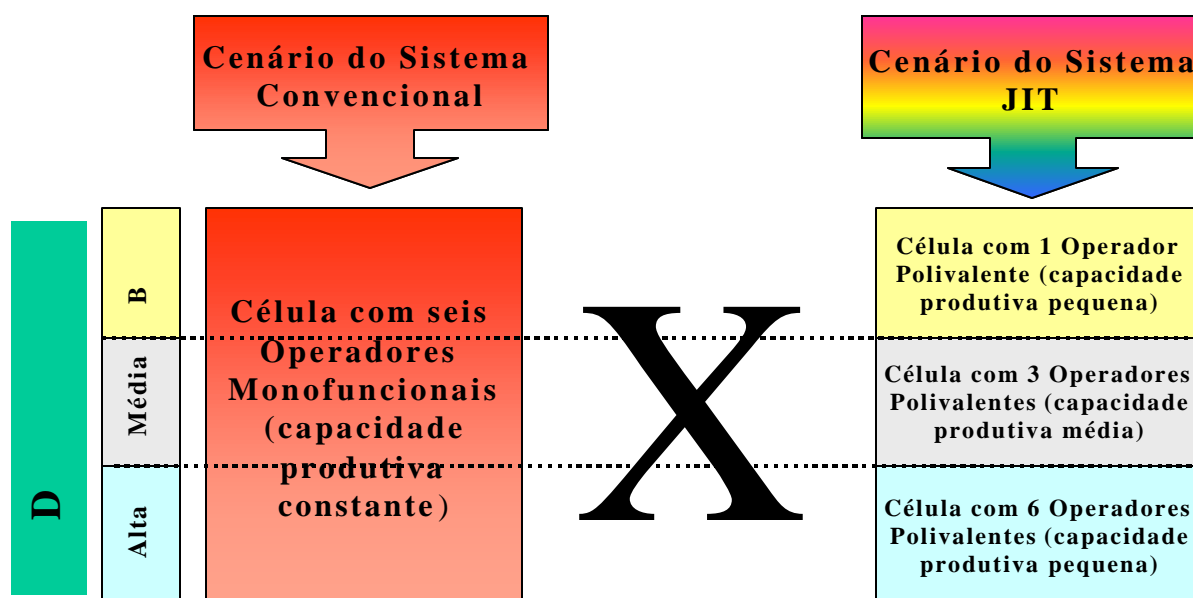


Figura 3.2 Estrutura da análise comparativa do modelo de simulação.

Com os respectivos valores dessas demandas foram realizadas as simulações para os cenários propostos. Primeiramente foi simulado o cenário para célula convencional trabalhando com seis operadores monofuncionais conforme a Figura 3.3.



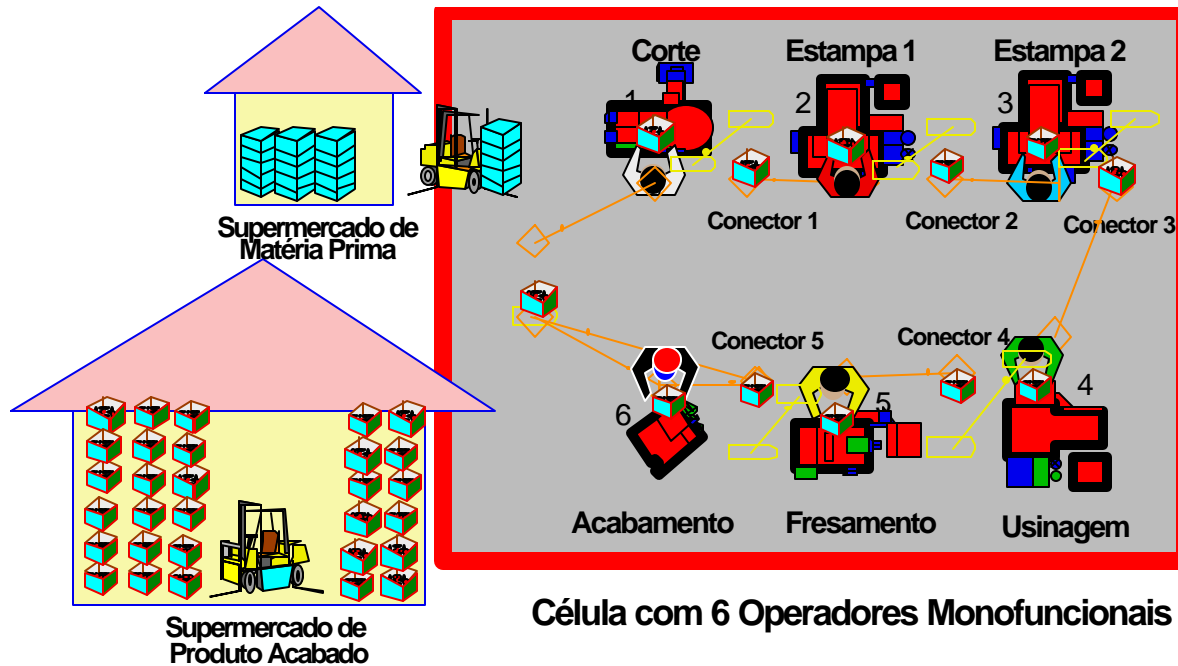


Figura 3.3 *Célula do sistema convencional trabalhando com seis operadores monofuncionais.*

Neste cenário seis operadores executam somente a operação correspondente a sua máquina. Não ocorre em momento algum um rodízio de funções. O tempo de ciclo da célula será sempre o mesmo, independente da demanda requerida. A produção no caso é empurrada sempre para atender a uma alta demanda. Se ocorrer alguma falta de operador, ou um problema na operação, comprometerá sensivelmente a produção, visto que não há o conceito de ajuda mútua nem de polivalência de funções.

Assim, em condições normais de funcionamento o operador 1 (cor branca) inicia o fluxo de produção retirando uma peça do contenedor de matéria prima e executa a operação um no corte, depois coloca a peça no conector 1 entre as operações de corte e estampa 1. O operador de 2 (cor vermelha) retira a peça deixada pelo operador 1 no conector 1 e executa a operação dois na estampa 1, depois coloca a peça no conector 2 entre as operações de estampa 1 e estampa 2. O operador 3 (cor azul) retira a peça deixada pelo operador 2 no conector 2 e executa a operação três na estampa 2, depois coloca a peça no conector 3 entre as operações de estampa 2 e usinagem. O operador 4 (cor amarela) retira a peça deixada pelo operador 3 no conector 3 e executa a operação quatro de usinagem, depois coloca a peça no conector 4 entre as operações de

usinagem e fresamento. O operador 5 (cor verde) retira a peça deixada pelo operador 4 no conector 4 e executa a operação cinco de fresamento, depois coloca a peça no conector 5 entre as operações de fresamento e acabamento. O operador 6 (cor preta) retira a peça deixada pelo operador 5 no conector 5 e executa a operação 6 de acabamento, depois coloca a peça pronta no contenedor de produto acabado.

É importante ressaltar que no cenário JIT a configuração da célula com seis operadores polivalentes é a mesma utilizada com seis operadores monofuncionais. Entretanto, conceitualmente uma célula polivalente permite que os operadores realizem rodízio em suas operações, de forma que a cada "x" horas os operadores troquem a sua posição. Por exemplo, se o operador 1 (cor branca) estiver trabalhando no corte, na próxima hora ele poderá estar trabalhando na usinagem. Outra vantagem conceitual que não pôde ser simulada, é a aplicação da ajuda mútua entre os operadores, o que faz com que o tempo de ciclo dos operadores no cenário JIT seja mais "médio" do que no cenário convencional, pois havendo algum problema com um operador, todos os demais irão socorrê-lo.

Além de simular para o cenário JIT com seis operadores polivalentes para as demandas altas, foram também realizadas simulações com três operadores polivalentes (Figura 3.4) para demandas médias e com um operador polivalente Figura (3.5) para demandas baixas.

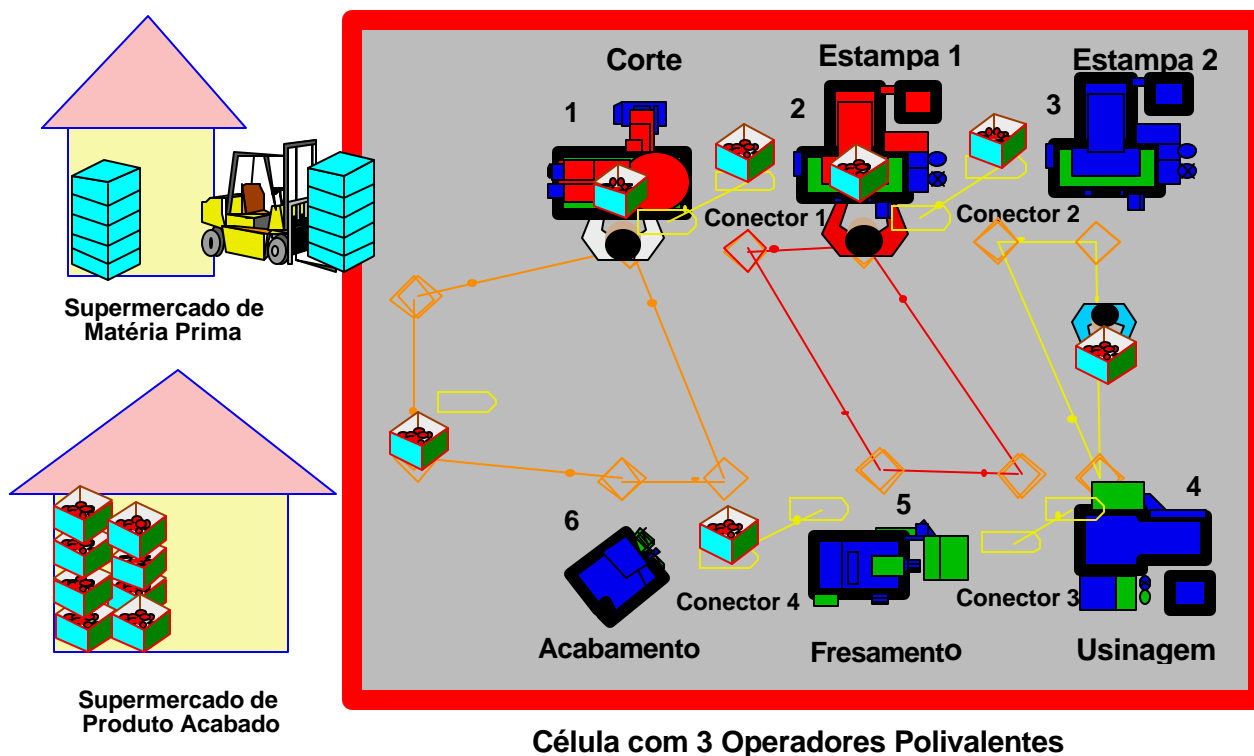


Figura 3.4 *Célula do sistema JIT trabalhando com três operadores polivalentes*

Na Figura 3.4, três operadores são responsáveis pelo processo produtivo. O operador 1 (cor branca) começa retirando uma peça do contenedor de matéria prima e executa a operação um no corte depois coloca a peça no conector 1, entre as operações de corte e estampa 1, depois ele se movimenta até o conector 4 entre as operações de fresamento e acabamento onde o operador 2 (cor vermelha) deixou a peça processada da operação cinco de fresamento. Assim, operador 1 retira a peça e executa a operação seis de acabamento colocando depois a peça pronta no contenedor de produto acabado. O operador 2 inicia retirando a peça deixada pelo operador 1 no conector 1, depois ele executa a operação dois na estampa 1, e deixa a peça no conector 2, entre as operações de estampa 1 e estampa 2. Prosseguindo, ele se desloca até o conector 3 onde o operador 3 (cor azul) deixou a peça processada da operação quatro de usinagem. Assim, o operador 2 retira a peça e executa a operação cinco de fresamento, depois coloca a peça no conector 4 para o operador 1 executar sua última operação já descrita. O operador 3 começa retirando a peça do conector 2, deixada pelo operador 2, e executa a operação três na estampa 2, depois com a peça na mão se desloca até a operação quatro de usinagem para executá-la, depois ele coloca a peça no conector 3, para o operador 2 realizar sua última operação já descrita.

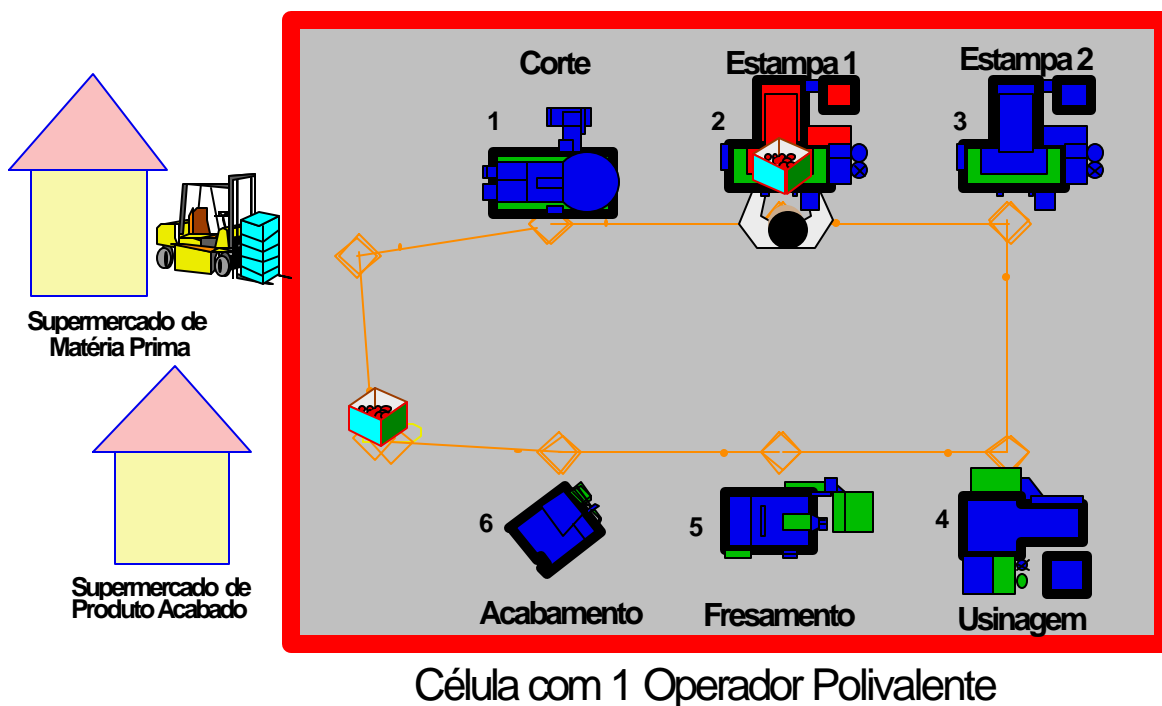


Figura 3.5 *Célula do sistema JIT trabalhando com um operador polivalente*

Na Figura 3.5 um operador polivalente é responsável por todo o processo. Seguindo o mesmo fluxo do produto ele começa retirando uma peça do contenedor de matéria prima e executa a operação um no corte. Depois efetua a operação dois na estampa 1. A seguir executa a operação três na estampa 2. Prossegue, executando a operação quatro na usinagem e a operação cinco na fresa. Finaliza com a operação seis no acabamento e depois armazena a peça pronta no contenedor de produto acabado.

A lógica de programação dos modelos propostos para os dois cenários está apresentada no Anexo 2 deste trabalho.

### 3.3.2 DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO

No sentido de avaliar o desempenho dos cenários, propõe-se utilizar um conjunto de índices de avaliação da produtividade no chão de fábrica, apresentados por Danni e Tubino [Danni 97a], na forma de medidas de desempenho (Tabela 3.1), compatíveis com o JIT, principalmente no que diz respeito a produtividade da mão de obra.

Segundo Danni e Tubino [Danni 97a], nos sistemas tradicionais a forma como se avalia a produtividade da mão de obra induz a produção para estoque, visto que aumentar a "produtividade" convencional (individual) da mão de obra, geralmente monofuncional, significa simplesmente produzir mais, não necessariamente o que o cliente está necessitando. A idéia da produtividade é nivelar a produção com a demanda. Isto implica em só se produzir na quantidade certa e somente quando necessário, deixando de ter sentido utilizar esse tipo de avaliação convencional de desempenho. Uma razão adicional para a não avaliação da produtividade da mão de obra simplesmente pela quantidade produzida é o fato de na filosofia JIT/TQC ser programado parte do tempo dos operários para a resolução dos problemas associados à manufatura. Como a avaliação da mão de obra não pode ser realizada individualmente, visto que a produção é organizada de forma celular com trabalho em grupo e rotatividade dos postos de trabalho, ela deve estar relacionada com a eficiência da célula como um todo.

A seguir, apresenta-se as sete medidas de desempenho desenvolvidas por Danni e Tubino [Danni 97a].

Tabela 3.1 *Medidas de desempenho [Danni 97a]*

MD1	Volume de Produção
MD2	Tempo de Passagem
MD3	Estoque em Processo
MD4	Taxa de Utilização das Máquinas
MD5	Taxa de Utilização da Mão-de-Obra
MD6	Taxa de Utilização do Espaço Físico
MD7	Margem de Segurança

**MD1 - Volume de produção:** objetiva medir a quantidade de produtos fabricados num determinado período. Nesta medida de desempenho entende-se por volume de produção a quantidade de produtos fabricados e vendidos externamente. O estoque é considerado como um ponto negativo para essa medida, pois geram custos e não agregam valor. Medir o volume de produção é feito pela seguinte relação:

$MD1 = \text{quantidade produzida} / \text{quantidade vendida}$

Onde:

- quantidade produzida = quantidade de produtos fabricados no período;
- quantidade vendida = quantidade de produtos solicitada pelo cliente.

A meta desta medida consiste em chegar-se ao valor 1, quanto mais afasta-se deste valor, para baixo (não consegue-se atender a demanda) ou para cima (apenas gera-se estoques), pior será o desempenho do sistema.

**MD2 - Tempo de passagem:** é o período de tempo que um produto ou lote consumiu desde o momento de sua solicitação à produção até o momento em que é entregue ao cliente. Este tempo é conhecido também por “lead time”. A medida de desempenho é calculada da seguinte maneira:

$MD2 = \text{data da entrega} - \text{data do pedido}$

Onde:

- data da entrega = data em que o pedido foi entregue ao cliente;
- data do pedido = data em que o cliente solicitou o pedido.

A meta do tempo de passagem é ser o menor possível, pois a capacidade de resposta do sistema no curto prazo às solicitações dos clientes fornece flexibilidade a este sistema produtivo, permitindo o nivelamento da produção a demanda.

**MD3 - Estoque em processo (WIP):** quantidade de estoque em processo para o atendimento de uma determinada demanda. Quanto mais eficiente e sincronizado o sistema produtivo, menor a necessidade de estoques em processo. Esta medida de desempenho pode ser calculada em unidades físicas ou valores monetários, de acordo com a expressão:

$MD3 = \text{quantidade de estoque em processo}$

Cabe ressaltar que a redução dos estoques em processo não deve ter um fim em si mesmo. Muito pelo contrário, esta redução deve ser vista como resultado de um processo contínuo de melhoramento do sistema produtivo.

**MD4 - Taxa de utilização das máquinas:** empregar a taxa de utilização das máquinas isoladamente é inadequado porque resulta na formação de estoques acima das necessidades. O enfoque convencional de maximização da taxa de utilização das máquinas traz também problemas para a manutenção preditiva, dificuldades na mudança de programação da produção, e encoraja a compra de equipamentos modernos com base apenas na velocidade de fabricação, dificultando a formação de células. Dentro do enfoque JIT, deve estar associada ao desempenho global do sistema, ou seja, para alternativas com mesmo desempenho de produtividade e qualidade, a que tiver maior taxa de utilização das máquinas é a mais eficiente.

$$MD4 = \text{tempo produtivo da máquina} / \text{tempo disponível da máquina}$$

Onde:

- tempo produtivo da máquina = tempo total de operação da máquina;
- tempo disponível da máquina = tempo total de disponibilidade da máquina.

Quanto mais próximo de 1 o valor do índice, maior a taxa de utilização das máquinas. Vale lembrar que o tempo gasto com a troca de ferramentas não deve ser computado como tempo produtivo da máquina, razão pela qual deve-se reduzi-lo, ou se possível eliminá-los.

**MD5 - Taxa de utilização da mão-de-obra:** convencionalmente a avaliação da mão-de-obra segue a mesma lógica da avaliação da utilização das máquinas. Na produção JIT se espera um envolvimento maior dos operadores e o modo de avaliação passa a ser sobre os resultados obtidos pelo grupo como um todo, para se alcançar uma dada produção. O cálculo desta medida de desempenho é feito de acordo com a seguinte expressão:

$$MD5 = \text{horas totais trabalhadas} / \text{produção do período}$$

Onde:

- horas totais trabalhadas = total de horas despendida pela equipe de trabalho;

- produção do período = total de produtos fabricados pela equipe de trabalho.

Na medida em que a equipe de trabalho produza uma quantidade maior de produtos dentro de um mesmo período, resguardada a questão do nivelamento da produção à demanda, ou que, para uma mesma produção seja empregada uma equipe menor de trabalho, a taxa de utilização da mão-de-obra se elevará, aumentando efetivamente a produtividade.

**MD6 - Taxa de utilização do espaço físico:** esta medida de desempenho vai avaliar a produtividade de uma empresa em relação ao espaço físico utilizado. Com a empresa operando dentro da lógica de produção JIT, onde as áreas de estocagem, corredores, espaços entre máquinas e tamanho de lotes são bastante reduzidos, esta medida reflete a utilização mais racional do espaço físico pelo JIT em relação ao sistema convencional. A taxa de utilização do espaço físico pode ser calculada pela expressão:

$$MD6 = \text{espaço físico utilizado/produção do período}$$

Onde:

- espaço físico utilizado = total de área empregada na produção;
- produção do período = total de produtos fabricados pela equipe de trabalho.

Deve-se incluir como área produtiva, além do espaço necessário para as máquinas e equipamentos, as áreas de armazenagem e os setores de apoio, como manutenção, programação, ferramentas, etc. Logicamente, quanto menor o espaço físico para uma dada produção, maior a taxa de utilização da planta produtiva.

**MD7 - Margem de segurança:** a margem de segurança indica o quanto as vendas podem ser reduzidas mantendo-se lucro na empresa. Este indicador depende da flexibilidade dos recursos produtivos de uma empresa. Com operários polivalentes, equipamentos e instalações passíveis de mudança nos volumes e tipos de produtos fabricados a empresa passa a ter uma maior flexibilidade econômica em relação a demanda. Esta medida é calculada pela fórmula:

$$MD7 = \text{volume máximo de produção/volume mínimo de produção.}$$



Quanto maior for a margem de segurança, maior será a flexibilidade da empresa em absorver as variações na demanda.

### 3.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Conforme determinado na seção 3.3.1 deste capítulo, a variável tempo de vendas foi modificada para cada cenário durante as simulações. A variável tempo de vendas determina as necessidades da demanda. Para obter os valores dos tempos de vendas foram realizadas simulações nas células com um, três e seis operadores polivalentes com o objetivo de determinar que valores estas células suportavam atender com o mínimo de estoque de produto acabado. Assim, foram obtidos os seguintes valores (determinísticos) para as respectivas demandas:

- demanda baixa: a cada 64 minutos chega um pedido de vendas com um total de 901 unidades em seis meses;
- demanda média: a cada 22 minutos chega um pedido de vendas com um total de 2620 unidades em seis meses;
- demanda alta: a cada 12 minutos chega um pedido de vendas com um total de 4800 unidades em seis meses.

Segundo Danni [Danni 97b] um dos elementos críticos na simulação consiste na decisão de quantas observações de cada evento devem ser coletadas. Normalmente, assume-se que as observações são independentes uma das outras, o que é possível de se obter com a utilização de diferentes "sementes" (valor inicial a ser utilizado pelo gerador de números randômicos do simulador). Assim, o valor da média das observações geralmente é utilizado como o valor do critério para análise da simulação, sendo determinado o número de replicações em função do intervalo de confiança especificado.

Entretanto, como os valores da variável utilizada neste modelo são determinísticos, eles não serão influenciados pelo número de observações a serem coletadas em cada evento. Assim, os resultados das simulações serão constantes independente do número de replicações.

A primeira condição simulada foi para o cenário trabalhando em um sistema convencional, empurrando a produção, utilizando seis operadores monofuncionais. Na Figura 3.6

é apresentado um gráfico com os resultados desta simulação. Neste cenário simulou-se a célula com seis operadores monofuncionais para as demandas alta, média e baixa.

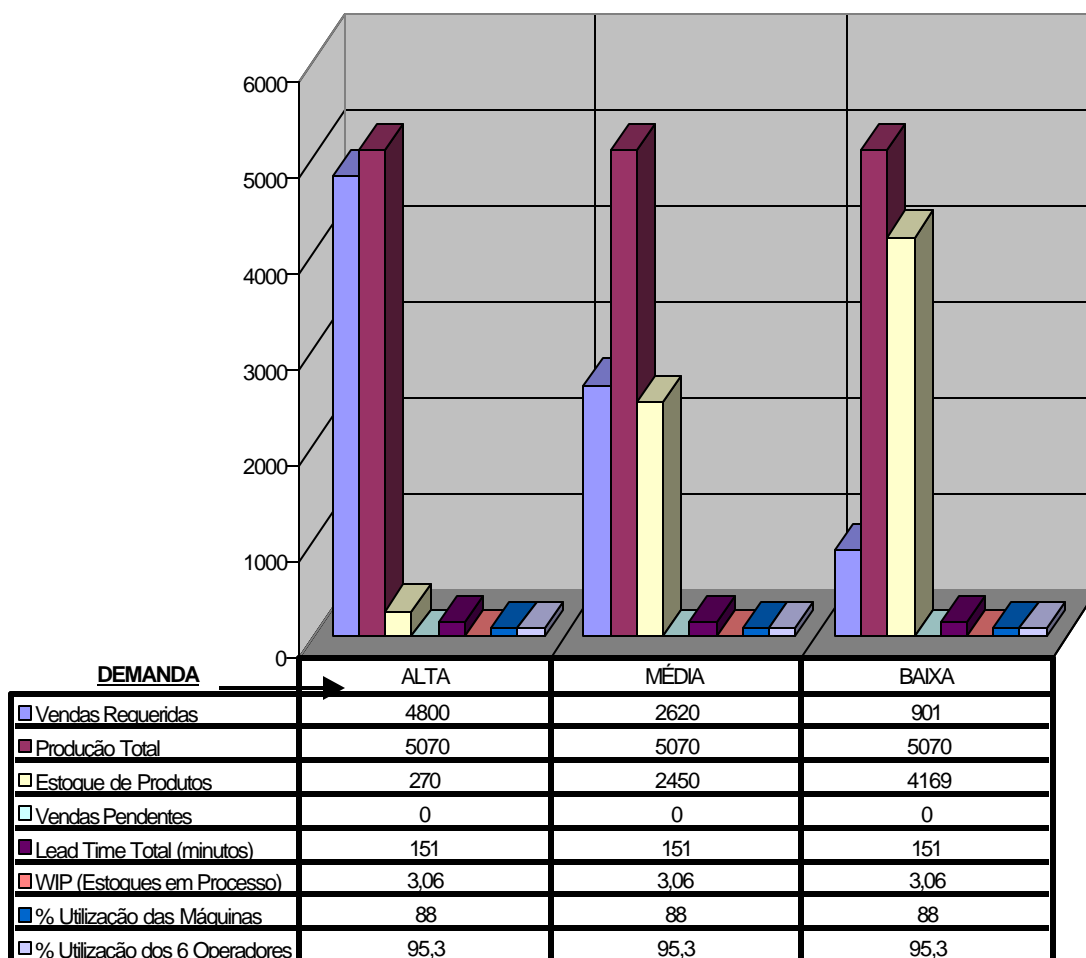


Figura 3.6 Gráfico dos resultados da simulação para seis operadores monofuncionais.

Conforme pode-se observar, independente da demanda a capacidade produtiva da célula com seis operadores monofuncionais permaneceu constante em 5070 unidades de produtos acabados. Assim, quando a demanda diminuiu a célula monofuncional continuou trabalhando no seu ritmo normal, gerando estoques desnecessários de produtos acabados.

O valor dos estoques de produtos acabados é a diferença entre a produção total e a demanda requerida. Como a célula com seis operadores foi concebida para atender à demanda máxima, observa-se que em todas as alternativas a demanda foi atendida, visto que o máximo que a demanda exigiu foi 4800 unidades de produtos acabados, portanto abaixo da capacidade de produção da célula. Logo, não ocorreram vendas pendentes.

Entretanto, somente quando a demanda estava alta o valor do estoque de produtos acabados não foi significativo. Nos demais casos estes valores foram elevadíssimos: 2450 unidades para a demanda média e 4169 unidades para a demanda baixa. Precisando com isso, armazená-los em grandes depósitos de produtos acabados (supermercado de produtos acabados) com dimensões proporcionais a quantidade de estoques.

Considerou-se o *lead time* total como o tempo decorrido desde a entrada da peça no lote de kanban até a saída da peça como produto acabado no final da célula. Desse modo, analisando a Figura 3.6 verifica-se que o *lead time* total foi mantido constante em relação a variação da demanda. Este comportamento já era esperado pois a capacidade produtiva deste cenário não se alterou com a oscilação da demanda. Assim, a cada 151 minutos um produto acabado saía da célula trabalhando com seis operadores monofuncionais.

Os estoques em processo (WIP) para este modelo de simulação é diretamente proporcional ao número de operadores dentro da célula. Pois para um operador passar a peça para o outro, primeiro ele tem que colocá-la em cima de um conector. Este conector tem como função depositar temporariamente aquela peça para liberar o operador a executar sua operação e esperar o operador posterior a retirar a peça depositada e executá-la na operação seguinte. Neste caso com seis operadores monofuncionais, mesmo com a diminuição da demanda, tinha sempre cinco conectores. Em alguns momentos foi possível visualizar na animação da simulação até 4 estoques em processos sobre esses conectores. Contudo, como média final de estoques em processo ficou-se com 3.06 unidades.

A taxa de utilização das máquinas representa o percentual ocupado dos recursos produtivos. Mesmo com a diminuição da demanda, a taxa de utilização das máquinas não se alterou, permanecendo 88% ocupada em relação ao seu tempo disponível.

A taxa de utilização da mão de obra obtida no cenário convencional, como não houve alteração de ritmos de trabalho em função das alterações na demanda, foi sempre de 95,3% em média para os seis operadores.

A segunda condição simulada foi para o cenário da célula trabalhando em um sistema JIT, através da produção puxada, utilizando operadores polivalentes. Na Figura 3.7 é apresentado o gráfico com os resultados desta simulação. Como já foi descrito, cabe ressaltar que neste cenário

para a demanda baixa foi alocado um operador polivalente na célula, para demanda média foram alocados três operadores polivalentes na célula e para a demanda alta foram alocados seis operadores polivalentes na célula.

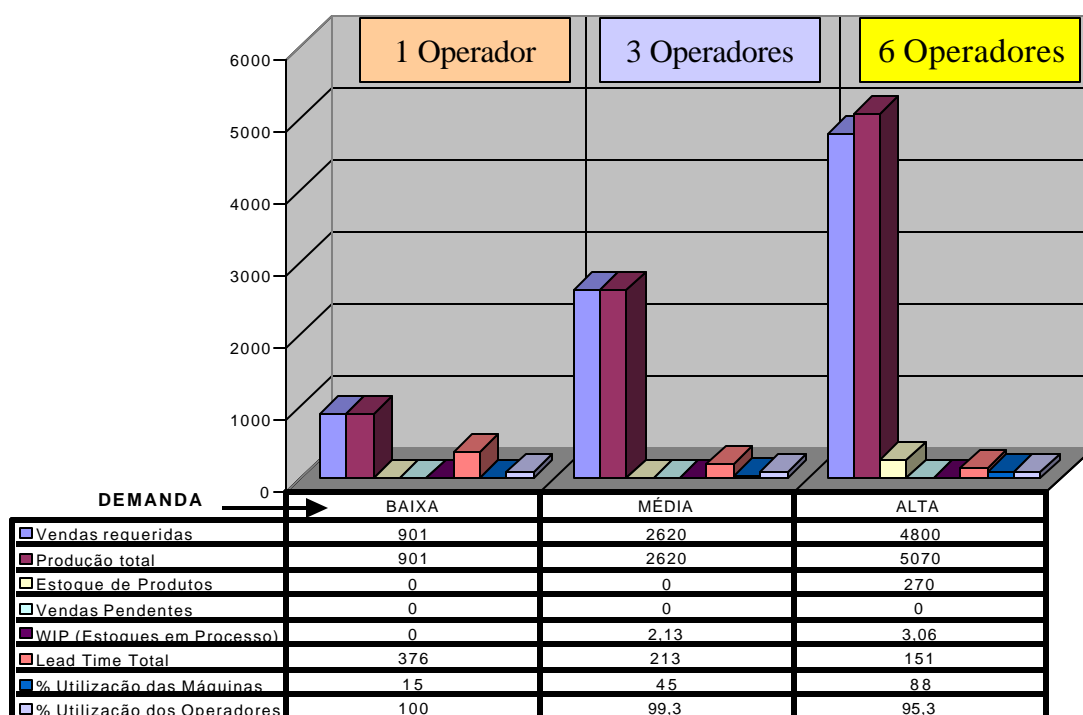


Figura 3.7 Gráfico dos resultados da simulação para operadores polivalentes.

Analisando-se este gráfico pode-se observar que a capacidade produtiva da célula com operadores polivalentes foi flexível. Isto é, ela variou de acordo com a demanda. Assim, para a demanda baixa, utilizou-se somente um operador para produzir a quantidade de produtos necessários para atender a demanda de 901 unidades de produtos acabados. Para a demanda média, utilizou-se três operadores no sentido de atender as 2620 unidades de produtos acabados solicitados pela demanda. No caso da demanda alta, que precisava de 4800 unidades de produtos acabados, foi necessário utilizar os seis operadores polivalentes que possuíam uma capacidade produtiva de 5070 unidades de produtos acabados.

Sendo assim, somente para a demanda alta foi gerado um pequeno número de estoques de produtos acabados, na ordem de 270 unidades de produtos acabados. Esse pequeno estoque foi gerado devido a um pequeno desbalanceamento logo no começo na produção. Para as demandas média e baixa a célula com operadores polivalentes, atendeu-se plenamente aos objetivos de

nivelamento da produção a demanda proposto pelo JIT, visto que resultou em estoque zero de produtos acabados e zero de pedidos de vendas pendentes.

Dessa forma, somente para a demanda alta empregando a célula com seis operadores foi necessário armazenar produtos acabados. Para isso, considerou-se a existência de um pequeno depósito de produtos acabados (supermercado de produto acabado) para armazenar as 270 unidades.

Como o *lead time* total foi definido como o tempo da peça desde a sua entrada no lote de kanban até a sua saída como produto acabado da célula, e a célula no cenário 2 foi estruturada para diferentes tempos de ciclo, houve uma grande variação nos valores do *lead time* total obtidos. Analisando a Figura 3.7 verifica-se que o *lead time* total foi diminuindo de acordo com o aumento do número de operadores. Isto é plenamente justificado, pois com menos operadores, o tempo de ciclo de fabricação de um produto é maior. Assim, quando a demanda estava baixa precisando somente de um operador, o *lead time* total foi de 376 minutos. Para a demanda média, necessitando de três operadores, a cada 213 minutos um produto acabado saía da célula. No caso da demanda alta, utilizando seis operadores, o *lead time* total foi de 151 minutos.

Conforme já explicado, os estoques em processo (WIP) neste cenário de simulação foram diretamente proporcionais ao número de operadores dentro da célula, ou colocando de outra forma, proporcionais ao número de conectores dentro da célula. Neste caso, com a demanda baixa utilizando um operador polivalente para realizar todas as operações não precisou-se de nenhum conector, assim o número de estoques em processo foi zero. Para a demanda média com três operadores, necessitando-se de quatro conectores, obteve-se uma média de 2,13 unidades de estoques em processo. Para a demanda alta com os seis operadores foi preciso utilizar cinco conectores, contudo, como média final de estoques em processo ficou-se com 3.06 unidades em estoque.

Nesse segundo cenário ocorreu uma grande variação no percentual ocupado dos recursos produtivos, tendo em vista que com a variação do número de operadores, no sentido de nivelar a produção a demanda, permitiu-se que os recursos ficassem ociosos. Para a demanda baixa empregando apenas um operador polivalente, somente 15% dos tempos disponíveis das máquinas foram utilizados. Para a demanda média utilizando três operadores polivalentes, o percentual médio ocupado dos recursos produtivos aumentou para 45%. Finalmente, para a demanda alta

trabalhando com seis operadores polivalentes, 88% dos tempos disponíveis das máquinas foram utilizados em média.

Em relação a taxa de utilização da mão de obra, ocorreu uma pequena variação, visto que como a célula modelada possuía capacidade de processamento das máquinas uniforme as oscilações nestes valores foram insignificantes ao número de operadores alocados. Desse modo, quando a demanda estava baixa utilizando-se um operador polivalente, como não poderia deixar de ser, a taxa de utilização da mão de obra foi 100%. Para a demanda média utilizando-se de três operadores, essa taxa média foi de 99,3% por operador. Já para a demanda alta, com seis operadores cada um realizando uma operação esta taxa ficou em média 95,3% por operador.

A seguir, empregando os valores obtidos com a simulação dos dois cenários, serão calculadas as medidas de desempenho propostas em 3.3.2 no sentido de permitir a análise da flexibilidade obtida com a polivalência dos operadores.

### 3.5 CÁLCULO E ANÁLISE DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO

Através dos resultados apresentados pelos dois cenários simulados as medidas de desempenho apresentadas na seção 3.3.2 podem ser calculadas. Como já foi colocado, esta comparação foi feita entre a célula trabalhando com operadores monofuncionais com capacidade produtiva constante, independente de como esteja a demanda, e as células trabalhando com operadores polivalentes flexibilizados para obter o nivelamento da produção a demanda.

Todas as medidas de desempenho propostas foram utilizadas para a avaliação destes cenários. Contudo, como o modelo de simulação foi simplificado, algumas considerações apresentadas a seguir, se fizeram necessárias no cálculo dessas medidas de desempenho.

- **MD1: volume de produção** = produção do período de 6 meses (57600 minutos) divididas pelas vendas requeridas de acordo com a necessidade da demanda;
- **MD2: tempo de passagem** = *lead time* total médio (é o tempo médio medido desde a chegada da peça no lote de kanban até sua saída da célula como produto acabado);
- **MD3: estoques em processo** = quantidade média de estoques em processo dentro da célula modelada;

- **MD4: taxa de utilização das máquinas** = tempo produtivo da máquina dividido pelo tempo disponível da máquina admitindo-se que não ocorreram paradas por problemas de manutenção;
- **MD5: taxa de utilização dos operadores** = total de minutos trabalhados (considerando o número de operadores) multiplicado pelo percentual de ocupação médio dos operadores, obtido com a simulação, e dividido pela produção do período;
- **MD6: taxa de utilização do espaço físico** = como base de cálculo para este índice foi empregado apenas a área do supermercado de estoques de produtos acabados, pois foi o principal espaço físico que sofreu variação no modelo. Este espaço foi obtido pela multiplicação do número de estoques de produtos acabados pela área da peça simulada (0,12m<sup>2</sup>), e a medida de desempenho dividiu esse valor pela produção total;
- **MD7: margem de segurança** = volume máximo de produção dividido pelo volume mínimo de produção para cada cenário.

Feitas estas considerações, a apresentação dos resultados das medidas de desempenho para o cenário do sistema convencional utilizando seis operadores monofuncionais está na Tabela 3.2. Já a Tabela 3.3 apresenta os resultados das medidas de desempenho utilizando operadores polivalentes no cenário 2. Cabe ressaltar que uma medida de desempenho não podem ser analisada isoladamente pois o seu desempenho pode estar melhorando, mas a custa da produtividade do sistema como um todo. Por exemplo, em uma alternativa o *lead time* pode ser bastante curto mas o mercado, ou a demanda, pode não estar solicitando toda essa rapidez na produção, o que está ocasionando apenas a geração (rápida) de estoques no sistema.

Tabela 3.2 *Resultados das medidas de desempenho para seis operadores monofuncionais.*

MEDIDAS DE DESEMPENHO	DEMANDA		
	BAIXA	MÉDIA	ALTA
MD1 - Volume de Produção	5,63	1,63	1,05
MD2 - Tempo de Passagem (minutos)	151		
MD3 - Estoques em Processo	3,06		
MD4 - Taxa de Utilização das Máquinas (%)	88		
MD5 - Taxa de Utilização dos Operadores (minutos/unidade)	64,96		
MD6 - Taxa de Utilização do Espaço Físico (m <sup>2</sup> /unidade)	0,098	0,058	0,006
MD7 - Margem de Segurança (Flexibilidade)	1		

Tabela 3.3 *Resultados das medidas de desempenho utilizando operadores polivalentes.*

MEDIDAS DE DESEMPENHO	DEMANDA		
	BAIXA com 1 Operador	MÉDIA com 3 Operadores	ALTA com 6 Operadores
MD1 - Volume de Produção	1	1	1,05
MD2 - Tempo de Passagem (minutos)	376	213	151
MD3 - Estoques em Processo	0	2,13	3,06
MD4 - Taxa de Utilização das Máquinas (%)	15	45	88
MD5 - Taxa de Utilização dos Operadores (minutos/unidade)	63,92	65,51	64,96
MD6 - Taxa de Utilização do Espaço Físico (m <sup>2</sup> /unidade)	0	0	0,006
MD7 - Margem de Segurança (Flexibilidade)	5,63		

Analisando os resultados apresentados nas Tabelas 3.2 e 3.3 pode-se concluir algumas das vantagens proporcionadas pelos operadores polivalentes. Atualmente, como foi constatado no capítulo 2, uma das principais vantagens competitivas é a flexibilidade do sistema de produção. Analisando-se as empresas competitivas pode-se afirmar que há uma forte correlação entre a flexibilidade e outras características do sistema. As empresas altamente produtivas têm alta qualidade no processo, têm um bom relacionamento com fornecedores recebendo insumos de boa qualidade, trabalham com estoques reduzidos, possuem rapidez na manufatura, desfrutam de flexibilidade na fabricação de uma variabilidade (mix) de produtos e são ágeis para lançar novos produtos.



Com base nessas afirmações e analisando a primeira medida de desempenho, chamada de volume de produção, constatou-se que o cenário utilizando operadores monofuncionais quando a demanda estava baixa apresentou um índice de 5,63, o que significa que a quantidade de produção estava 5,63 vezes maior que a demanda necessária. Para demandas média obteve-se um índice de 1,63 ou seja, a produção estava 1,63 vezes superior a demanda. Somente para demandas altas este indicador estava aceitável, com um resultado de 1,05, próximo ao número um que constitui o ótimo dessa medida de desempenho.

Já para o cenário 2 com operadores polivalentes essa medida de desempenho apresentou-se sempre ideal, em torno de um, com um pequeno aumento (1,05) para a célula com seis operadores. Estes ótimos resultados nessa medida de desempenho foram provenientes do nivelamento da produção a demanda proporcionado pelo uso de operadores polivalentes e pelo emprego do conceito de que máquinas podem ficar paradas caso não se tenha demanda suficiente para elas.

A segunda medida de desempenho analisada foi o tempo de passagem. Como já relatado o tempo de passagem, ou *lead time* total, está diretamente relacionado com o número de operadores, que por sua vez, determina o tempo de ciclo de saída das peças da célula. Como pode ser observado no quadro 3.2, no cenário 1 o tempo de passagem é constante e igual a 151 minutos, mesmo quando a demanda poderia ser atendida com tempos de ciclos mais altos, ou seja com tempos de passagens maiores e menos recursos alocados à célula. Já no cenário 2, como pode ser observado no quadro 3.3, o tempo de passagem variou conforme o comportamento da demanda. Para demandas baixas esse valor foi de 376 minutos. Para demandas médias o valor do tempo de passagem foi de 213 minutos e para a demandas altas este valor foi reduzido a 151 minutos, visto que foi preciso reduzir o tempo de ciclo e aumentar a capacidade produtiva da célula com a utilização de seis operadores.

A terceira medida de desempenho analisada foi os estoques em processo, que conforme já apresentado foi diretamente proporcional ao número de operadores e conectores dentro da célula. Assim, para o cenário utilizando seis operadores monofuncionais, mesmo com a diminuição da demanda este valor permaneceu constante na ordem de 3,06 unidades em média. Cabe ressaltar que os estoques em processo no cenário 1 só não foram maiores porque não se simulou a lógica de produção em lotes, comum dentro dos sistemas convencionais.

Todavia, no cenário 2 com operadores polivalentes esta medida de desempenho variou significativamente, visto que, com o benefício da flexibilidade dos operadores, quando a demanda estava baixa utilizou-se somente um operador, não exigindo conectores, pois o operador ia acompanhando o movimento da peça na célula, fazendo com que o estoque em processo fosse zero. Já quando a demanda estava média empregou-se três operadores sendo necessário a utilização de quatro conectores que resultaram em 2,13 unidades em média de estoques em processo. Para a demanda alta, como utilizou-se seis operadores, foram necessários cinco conectores com 3,06 unidades em média de estoques em processo.

A quarta medida de desempenho avalia a taxa de utilização das máquinas. Como era de se esperar, no cenário 1 convencional a célula de fabricação, independente da demanda, trabalhou sempre com uma alta taxa de utilização das máquinas da ordem de 88% do seu tempo disponível. Isto reflete o conceito convencional de "valor agregado", onde tendo-se matéria prima, operador e máquina disponível busca-se agregar valor a essa matéria prima o mais rápido possível, mesmo que depois a peça fique parada na próxima etapa ou no almoxarifado de produtos acabados.

No cenário 2, como pode-se observar no quadro 3.3, a taxa de utilização das máquinas variou de acordo com a demanda, ou seja, para demandas baixas a taxa de utilização das máquinas foi de 15% do tempo disponível. Para demandas médias este valor aumentou para 45% de tempo disponível das máquinas e para demandas altas, justificando sua alta taxa de utilização, este valor foi da ordem de 88%. Conforme coloca Shingo [Shingo 96], é preferível manter os equipamentos parados do que produzir para estoque.

No que diz respeito a quinta medida de desempenho, que foi a taxa de utilização da mão de obra, no cenário 2 devido a uniformidade dos tempos de operações das máquinas mantendo-se em 60 minutos (6 máquinas \* 10 minutos) por unidade ocorreu insignificantes variações. Desse modo, na célula trabalhando para uma demanda baixa utilizando-se um operador polivalente a taxa de utilização da mão de obra foi de 63,92 minutos por unidade. Para a demanda média utilizando-se três operadores polivalente a taxa de utilização da mão de obra ficou em 65,51 minutos por unidade. Finalmente para a demanda alta, trabalhando com seis operadores polivalentes a taxa de utilização da mão de obra foi de 64,96 minutos por unidade.

Como pode ser observado no quadro 3.2, para o cenário 1 a taxa de utilização da mão de obra e de 64,96 minutos por unidade, independente da demanda solicitada.

A taxa de utilização do espaço físico foi a sexta medida de desempenho analisada. Esta foi determinada a partir da área do supermercado de produtos acabados da célula modelada, visto que este espaço físico foi o que apresentou a maior variação durante as simulações. Assim, para o cenário com operadores polivalentes, devido ao nivelamento da produção a demanda, somente no caso de seis operadores observou-se um pequeno estoque de produtos acabados, na ordem de 270 unidades. Desta forma, como o produto simulado tem  $0,12\text{m}^2$  de área, seria preciso depositar esses produtos acabados em um almoxarifado de produtos acabados de  $32,4\text{m}^2$ . Tendo em vista que a produção nesta alternativa foi de 5070 unidades, obteve-se um índice de  $0,006\text{ m}^2/\text{unidade}$ .

Contudo, no cenário 1 para os operadores monofuncionais os estoques de produtos acabados foram grandes, devido é claro a sua capacidade produtiva uniforme independente das variações da demanda. Com isso, quando a demanda estava baixa gerou-se um estoque médio de 4169 unidades de produtos acabados que multiplicado pela área do produto resultou em um supermercado de  $500\text{m}^2$ , que dividida pela produção total de 5070 unidades resultou em um índice de  $0,098\text{ m}^2/\text{unidade}$ . Já para demandas médias obteve-se um estoque médio de 2450 unidades de produtos acabados, com área de  $294\text{m}^2$ , gerando um índice de  $0,056\text{ m}^2/\text{unidade}$ . Somente quando a demanda estava alta, devido ao pequeno número de estoques de produtos acabados na ordem de 270 unidades o supermercado foi pequeno com  $32,4\text{ m}^2$ , o índice foi semelhante ao do cenário 2, ou seja,  $0,006\text{ m}^2/\text{unidade}$ .

A última medida de desempenho analisada é a margem de segurança, que em resumo retrata a flexibilidade de produção e responde ao principal objetivo deste capítulo que é o de analisar a flexibilidade da produção proporcionada pelos operadores polivalentes. Como já era esperado, no cenário 1, como a produção é constante de 5070 unidades, não existe flexibilidade e o indicador é de 1, já para o cenário 2 com operadores polivalentes foi de 5,63, ou seja o sistema produtivo tem o potencial de variar sua capacidade de produção de 901 a 5070 unidades de produtos acabados.

Assim, após a simulação dos dois cenários e a análise das sete medidas de desempenho, pode-se concluir que o sistema convencional, infelizmente ainda utilizado pela maioria das indústrias brasileiras, apresenta os seguintes desperdícios quando comparado ao sistema JIT que se vale de operadores polivalentes para flexibilizar sua produção:

- desperdício de superprodução: o cenário convencional utilizando operadores monofuncionais, com capacidade produtiva constante está fadado a produzir geralmente mais do que o necessário no momento, providos, em geral, de problemas e restrições do processo produtivo, tais como altos tempos de preparação de equipamentos, induzindo a produção em grandes lotes, e ocorrência de problemas de qualidade e confiabilidade de equipamentos;
- desperdício de processamento: muitas atividades (operações) não necessárias são realizadas no cenário convencional, baseadas na tomada de decisão em cima da depreciação contábil (teórica) e do valor agregado faz com que a taxa de utilização das máquinas seja priorizada, em detrimento do nivelamento da produção à demanda. Neste caso mesmo quando a demanda estava baixa precisando de 15% da taxa de utilização das máquinas, o que se observou foi sua utilização constante com quase 90% de sua capacidade total, isto acaba levando ao desperdício de processamento pela aceleração dos padrões de produção;
- desperdício de transporte e movimentação: a taxa de utilização do espaço físico para este cenário foi o principal indicador desse desperdício. A atividade de transporte e movimentação de produto acabado não agrega valor ao produto produzido, e no cenário convencional foi necessário armazenar os estoques de produtos acabados, obrigando movimentações da empilhadeira para armazená-los em um supermercado com até 500m<sup>2</sup> para demandas baixas ou de 294m<sup>2</sup> para demandas médias;
- desperdício de estoque de produtos acabados: foi gerado devido a não flexibilidade do sistema monofuncional com capacidade produtiva constante. Para se ter uma idéia, quando a necessidade da demanda era de 901 produtos o sistema produziu 5070, isto é, 5.63 vezes a mais que o necessário. Para a demanda média, enquanto era necessário 2620 produtos acabados o sistema produtivo produziu 5070, isto é, 1.93 vezes a mais.

Além da vantagem de flexibilidade apresentada pela polivalência, outra vantagem que não foi possível de quantificar com a demonstração deste modelo teórico de simulação, porém é notória de observar, é a redução das doenças por esforços repetitivos devido ao rodízio de funções realizadas pelos operadores, diminuindo o absenteísmo dos operadores por afastamento temporário e contribuindo para a ergonomia do operador com melhores condições de trabalho.

Mais uma vantagem que não foi possível de quantificar, todavia, é uma conclusão lógica que a polivalência traz, é a substituição de qualquer operador que falte naquela célula. Com operadores monofuncionais isso gera um grave problema, pois eles dificilmente possuem habilidades para operarem aquela máquina que ficou sem o seu operador titular, comprometendo a produtividade e qualidade do sistema produtivo. Com operadores polivalentes, devido a todos já estarem devidamente habilitados a operarem qualquer máquina na célula, não ocorre o comprometimento em momento algum à produtividade e qualidade do sistema produtivo.

No próximo capítulo estas e outras questões de difícil quantificação e representação em um modelo teórico serão discutidas a partir de quatro experiências vivenciadas através de visitas realizadas em empresas que empregam a polivalência no seu sistema produtivo.

## ***CAPÍTULO 4***

### **OS MODELOS PRÁTICOS DE POLIVALÊNCIA**

O objetivo deste capítulo é fazer uma descrição dos modelos práticos de polivalência utilizados pelas empresas brasileiras. Para isso foram pesquisadas quatro empresas no período de agosto de 1998 a julho de 1999. A descrição é uma maneira de facilitar a compreensão por parte do leitor. Desta forma, as próximas páginas procuram constatar a polivalência do operador nas empresas selecionadas. Entretanto, antes de entrar nas descrições das empresas propriamente dita, faz-se necessário descrever a metodologia utilizada pelo pesquisador.

#### **4.1 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Após a definição do problema desta pesquisa, é necessário que sejam caracterizadas as formas de elaboração da mesma. Acredita-se que se fez a opção pela forma metodológica que melhor pôde trazer benefícios e esclarecimentos ao estudo proposto.

Por se tratar de uma pesquisa, que busca conhecer uma realidade, optou-se pelo estudo descritivo, pois de acordo com Triviños [Triviños 87], este é o estudo mais praticado quando o que se pretende buscar é o conhecimento de informações relativas a uma comunidade. Da mesma

forma, Merriam [Merriam 98] diz que estas pesquisas têm como objetivo levantar opiniões, práticas e valores da população pesquisada.

Portanto, o estudo descritivo foi o que melhor serviu aos objetivos desta pesquisa, por ser capaz de "descrever com exatidão" os fatos constatados.

Aprofundando-se ainda nos tipos de estudos descritivos, encontra-se inserido o *Estudo multicaso* que, de acordo com Triviños [Triviños 87], é o estudo que não tem por natureza a necessidade de se fazer comparações entre os pesquisados.

Nota-se que o estudo multicaso não tem por finalidade propor que seus resultados sejam generalizados para outras realidades, mas sim, possibilitar, pelo seu valor, a oportunidade de um conhecimento mais aprofundado das realidades atingidas pelo estudo e permitir que sejam formuladas hipóteses para o direcionamento de outras pesquisas.

Desta forma, permite ao pesquisador a própria elaboração de um método de coleta de informações (questionário), pois de acordo com Godoy [Godoy 95], "*a pesquisa é sempre tateante, mas ao progredir, elabora critérios de orientação cada vez mais precisos*". Assim, consegue-se elaborar formas de descrição mais próprias e aproximadas da realidade pesquisada. Portanto, definiu-se que os critérios de levantamento das informações consistiram em entrevistas com profissionais das áreas de planejamento e controle da produção e/ou correlatas das empresas pesquisadas.

Essa metodologia de pesquisa, de acordo com Godoy [Godoy 95] e Merriam [Merriam 98], consiste em levantar informações a partir de conhecimentos e pressupostos do pesquisador, embasados em bibliografia especializada sobre os conceitos teóricos estudados para viabilização de um estudo científico, além de buscar e perceber as informações em contextos específicos. "*Por isso, não é vazia, mas coerente, lógica e consistente*" [Trivinos 87]. Portanto, acredita-se que os resultados serão apresentados devido à pertinência com que foram levantados, e também analisados. Proporcionando uma conclusão ímpar sobre o assunto e não generalista.

Destaca-se ainda, em Godoy [Godoy 95], que a realidade pesquisada é sempre mais rica que os recortes apresentados sobre a mesma pela pesquisa e que não se busca definir elementos, mas sim, relatá-los conforme o que foi percebido pelo pesquisador.

Triviños [Triviños 87], descreve cinco características básicas de uma pesquisa qualitativa, como:

1. a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave.
2. a pesquisa qualitativa é descritiva.
3. os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto.
4. os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente.
5. o significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa.

Dessa forma, a metodologia utilizada está de acordo com os preceitos de pesquisa qualitativa, por se tratar de uma forma de abordagem essencialmente descritiva [Triviños 87]. O procedimento adotado foi o da entrevista semi-estruturada (questionários) para a coleta de formações com análise qualitativa das mesmas mediante identificação prévia de pontos a serem pesquisados dentro do tema.

## **4.2 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA DE PESQUISA**

A definição do número de organizações a serem pesquisadas para a consecução dos objetivos deste estudo deu-se também com base nos preceitos metodológicos de pesquisa qualitativa. Pode-se *'usar recursos aleatórios para fixar a amostra.[...] Porém, não é em geral, preocupação dela a quantificação da amostragem. E ao invés da aleatoriedade, decide intencionalmente, considerando uma série de condições (sujeitos que sejam essenciais, segundo o ponto de vista do investigador, para o esclarecimento do assunto em foco; facilidade para se encontrar com as pessoas; tempo dos indivíduos para as entrevistas, etc.), o tamanho da amostra'*. [Triviños 87]. Portanto, foram procuradas organizações que já trabalhavam com operadores polivalentes, e que permitiram ao pesquisador levantar subsídios necessários para obtenção das informações, conforme os objetivos do estudo [Godoy 95].

Levando-se em conta esses pré-requisitos apresentados foram escolhidas quatro empresas: duas montadoras automobilísticas e duas empresas metal-mecânicas. Nas duas montadoras automobilísticas pôde-se analisar a polivalência dentro de um processo de produção em massa nas linhas de montagem, enquanto que nas duas empresas metal-mecânicas pôde-se analisar a polivalência em processos repetitivos em lotes.

### 4.3 MÉTODO DE COLETA DAS INFORMAÇÕES

Em busca da necessidade de definir um instrumento para a coleta de informações encontrou-se, em Gil [Gil 94], que a entrevista é a técnica por excelência a ser usada na pesquisa. Assim, justifica-se esta escolha, pelo fato deste instrumento apresentar condições suficientes para a realização da pesquisa.

A entrevista semi-estruturada foi a forma utilizada para coletar as informações, onde o investigador elaborou um questionário (Anexo 1), permitindo uma maior interação e conhecimento da realidade do informante. Segundo Triviños [Triviños 87], *"é útil esclarecer que essas perguntas fundamentais que constituem a entrevista semi-estruturada são resultados não só da teoria que alimenta a ação do investigador, mas também, de toda a informação que ele já recolheu sobre o fenômeno que [o] interessa"*. Enfatizando-se ainda que esta forma de entrevista proporcionou também uma uniformidade nos critérios que foram investigados em todos os casos. Como também esse instrumento foi capaz de descrever com pertinência os objetivos propostos - o que se acredita ter sido alcançado.

Uma vantagem proporcionada pela entrevista semi-estruturada ao pesquisador foi a possibilidade, balizado por uma base teórica e por meio de sua habilidade, de coletar as informações da forma mais clara possível e buscar a difícil missão de se eximir de contaminações indesejáveis, sejam elas do próprio pesquisador ou de *"fatores externos que possam modificar aquele real original"* [Haguette 92]. Cabe ressaltar que a ciência, ao contrário do que se pensa, não se tem mostrado necessariamente neutra [Alves 93]. Portanto, não se julga que este trabalho seja aceito como uma prova irrefutável da verdade, mas sim, que contém uma observação e descrição das realidades existentes da polivalência do operador dentre o meio industrial brasileiro.



Mas o fato da ciência não ser necessariamente neutra não é suficiente para que não se possa buscar o aperfeiçoamento e a objetividade como um ideal, pois "*estamos cômnicos de que a objetividade é um ideal inatingível, mas que, mesmo assim, o cientista deve tentar a aproximação*" [Haguette 92]. Este é um dos desafios deste trabalho: fazer a aproximação entre a ciência e a realidade industrial brasileira, por meio da difícil missão de colher e analisar as informações necessárias para o conhecimento demandado.

#### **4.4 DESCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS**

As entrevistas foram realizadas sempre por meio de um contato prévio pessoal entre o pesquisador e a empresa pesquisada. O contatado na empresa estabelecia a pessoa, o dia e o local para a entrevista. Esses primeiros contatos sempre se mostraram produtivos, pois possibilitaram ao pesquisador demonstrar alguns propósitos da pesquisa, tais como: objetivos, método, dentre outros. Entre o primeiro contato e a entrevista, sempre se deram contatos por meio de telefonemas para confirmação da entrevista.

O pesquisador sempre se fez presente no local, data e horário previamente combinados, não ocorrendo atrasos, prorrogações ou cancelamentos. Ao chegar na empresa e ter contato diretamente com a pessoa indicada, o pesquisador reforçava os propósitos já citados. Sempre se pedia permissão para utilizar um gravador durante a entrevista, mas esclarecendo que tal procedimento não era condição necessária para a entrevista, mas sim, facilitadora para o pesquisador não se afastar dos pontos discutidos. Em nenhum dos casos observou-se inibição ou constrangimento pela utilização de tal instrumento.

Procurou-se, nas entrevistas, utilizar um tom ameno e cordial, em que o pesquisador fazia perguntas relacionadas aos objetivos, e outras para elucidar o pensamento do informante. Esses momentos eram complementares e sem estruturação de um sobre outro, mas sempre buscando enriquecer com informações importantes ao tema pesquisado. Nem todos os dados que foram levantados estão descritos neste trabalho, apenas os referentes aos objetivos propostos.

#### **4.5 APRESENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES**

A seguir são apresentadas as informações que foram obtidas ao longo das entrevistas realizadas. Por fidelidade ao método multicaso, não são feitas comparações entre as informações

das empresas. Quando necessário, colocam-se comentários do informante, onde aparecem evidências necessárias (entre aspas e itálico) para análise e formação da inferência.

É importantíssimo salientar que a apresentação dos nomes das empresas foi autorizada, pelo fato do pesquisador elucidar que as informações aqui apresentadas seriam utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

## **4.6 ESTUDO DE CASO 1 - TOYOTA DO BRASIL**

Faz-se uma análise primeiramente na empresa que é considerada o *benchmarking* do *just-in-time*, de onde surgiram as primeiras idéias sobre o operário polivalente. Os principais pontos constatados na entrevista com o chefe do departamento da produção da Toyota do Brasil, na sua unidade de Indaiatuba, serão relatados a seguir.

### **4.6.1 HISTÓRICO DA TOYOTA DO BRASIL**

Toyoda Sakichi (1867-1930) e Toyoda Kiichiro (1894-1952) fundaram em meados de 1920 a *Toyota Motor Company*, sucedendo a antiga fábrica de tecelagem e fiação de nome Toyoda. Porém, só após a Segunda Guerra Mundial que a Toyota começou a desenvolver seu sistema de produção.

Entretanto, a explosão do Sistema Toyota de Produção só se evidenciou após a crise do petróleo em 1973, pois o mercado acostumado à inflação e às altas taxas de crescimento, viu-se subitamente confrontado com crescimento zero e forçado a lidar com decréscimos de produção. Foi durante esta emergência econômica que as indústrias automobilísticas mundiais notaram, pela primeira vez, os resultados que a Toyota estava conseguindo com a sua implacável perseguição ao desperdício.

A partir daí a produção da Toyota teve uma ascensão muito grande, tornando-se um modelo de empresa automobilística, fato que vem se constando até os dias atuais, com a liderança em produtividade e qualidade na indústria automobilística. Começando a expandir suas unidades fabris para outros países como estratégia de atrair novos mercados consumidores, como: Estados Unidos, México, França, China, Itália, Argentina e Brasil.

A unidade da Toyota do Brasil está situada em Indaiatuba, no Estado de São Paulo. Começou o seu funcionamento oficialmente em outubro de 1998, produzindo somente automóveis do modelo Corolla, diferindo de sua outra unidade, instalada em São Bernardo do Campo, São Paulo, há mais de 30 anos, que produz o automóvel utilitário Bandeirante de maneira altamente verticalizada, onde, além de se produzir este automóvel e todos seus itens, ainda manufatura peças para o carro utilitário Hilux, manufaturado na Argentina, bem como o tanque de combustível fabricado para o Corolla, da unidade de Indaiatuba analisada.

### 4.6.2 ASPECTOS OPERACIONAIS DA TOYOTA DO BRASIL

Partindo da idéia de Ohno [Ohno 97], onde ele diz '*sempre a produção pode ser feita com a metade dos operários*', a fábrica da Toyota em Indaiatuba está operando com um contingente de 215 pessoas, incluindo diretores, gerentes e operadores.

Sua estrutura funcional de produção é composta pelo gerente da Planta, os supervisores, encarregados, *reliefs* e operadores, conforme a Figura 4.1.

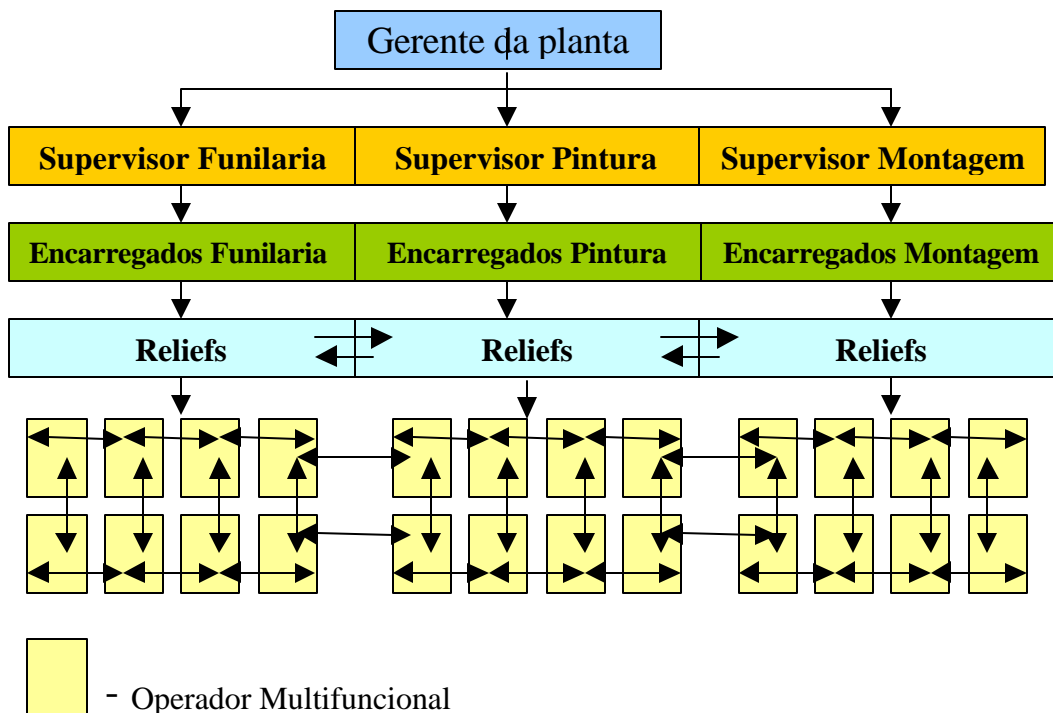


Figura 4.1 Estrutura funcional de produção da Toyota de Indaiatuba.

O gerente da planta tem função de administrar a fábrica e monitorar os resultados para o conselho administrativo da empresa.

Os supervisores da Toyota são os mesmos chefes de departamentos em outras empresas, suas macrofunções na planta são: checar os materiais que estão chegando na sua linha, controlar o andamento da linha com índices de gerenciamentos globais de produção, dentre outras.

A Toyota de Indaiatuba estrategicamente possui poucos encarregados por operador, hoje possui, em média, um encarregado para 40 operadores. Esta situação já previamente planejada pela empresa, possibilitou o surgimento de um cargo, chamado *relief*.

O *relief* é o operador mais polivalente por setor, isto é, aquele que tem as melhores habilidades, com autonomia de fiscalizar a linha, estando atento a ocorrência de algum problema da linha. Além de ser o primeiro substituto de qualquer operador que esteja ausente da linha, seja por férias, doenças ou afastamento temporário.

O *relief* além de saber todas as operações em um determinado campo de atuação, ainda sabe conduzir programas de melhoria, é um operador que possui habilidades a mais que os outros, manuseando computadores, soldando, pintando, fazendo bancadas de pé de mesa, etc., e nas horas vagas esses *reliefs* ficam fazendo *kaizen*.

Para que se ocorra *kaizen* a empresa oferece uma estrutura flexível, voltada para a execução da melhoria contínua. Por exemplo, em uma célula da funilaria que opera com quatro operadores, é retirado um operador e é verificado o resultado. Esse operador que sai, sempre é o melhor, o *relief*, pois ele saindo da linha, força aos demais operadores que ficarem a desenvolverem outras funções, antes só desempenhada pelo *relief*.

Contudo, para o operador chegar a ser *relief* ele precisa preencher um quadro de controle de habilidades, sendo necessário possuir pelo menos, as habilidades em todos os processos daquele determinado setor.

Esse controle de habilidades é feito pelo quadro de habilidades, onde são colocados os nomes e as fotos dos operadores com suas respectivas habilidades, aquele que possui o maior número de habilidades, será o *relief*. Caso haja mais de um operador, melhor ainda para o setor.

Um exemplo de um quadro de controle de habilidades em uma operação com cinco operadores pode ser visto na Figura 4.2.

**QUADRO DE HABILIDADES**

SETOR: GRUPO 1  
DATA DA AVALIAÇÃO: 23/04/99

HABILIDADES	OPERADORES				
	PAULO	GUIDO	GILSON	ASSIS	HEITOR
ATIVIDADE 1					
ATIVIDADE 2					
ATIVIDADE 3					
ATIVIDADE 4					
ATIVIDADE 5					
ATIVIDADE N					

Legenda:






-  Domínio total da atividade e capacidade de treinar outros operadores
-  Domínio total da atividade
-  Em treinamento para a atividade
-  Iniciando a atividade
-  Sem classificação para a atividade

Figura 4.2 Exemplo de um quadro de habilidades da Toyota de Indaiatuba.

Neste exemplo Paulo preencheu as habilidades requisitadas, sendo escolhido como *relief* desse setor.

Como já foi dito, o *relief* é o substituto imediato de qualquer operador, mas quando ele já está na linha e houver um novo problema, o substituto passa a ser o encarregado. Este também tem habilidades multifuncionais, não possuindo somente funções de escritório. Ele é necessariamente um técnico, tendo multihabilidades, principalmente de liderança, além de entender de todos os processos de sua área de atuação. Na empresa existe o *andon*, que é regulado pelo *takt time* (tempo uniforme de produção em toda a linha, também chamado de

tempo de ciclo [Tubino 99] que na Toyota é de 17,7 min. O *andon* é acionado quando o operador sente que não vai ter condições de executar aquela operação no tempo determinado, ou quando ocorre algum problema como quebra ou manutenção de máquinas na linha de montagem. Neste momento, o operador puxa uma corda que está sempre visível na linha de montagem, e é acionado o *andon* através de uma sirene e uma luz vermelha identificando o local onde está ocorrendo o problema. O primeiro a chegar para solucionar o problema é o *relief*, caso não tenha condições de resolver sozinho ele pode chamar outros operadores próximos ou o encarregado, que se também não tiver condições, pode chamar o supervisor da linha.

O operador da linha detecta que não terá condições de terminar sua operação devido a existência de uma régua com a marcação do tempo de todas as operações pintada no chão na linha de montagem. Na medida em que o carro vai se movimentando através de uma correia automatizada de acordo com o *takt time* (Figura 4.3), o operador vai fazendo as operações, quando ele percebe que o carro já passou daquele ponto marcado pela régua e ele não conseguiu executar a operação determinada, ele aciona o *andon*, parando a linha.

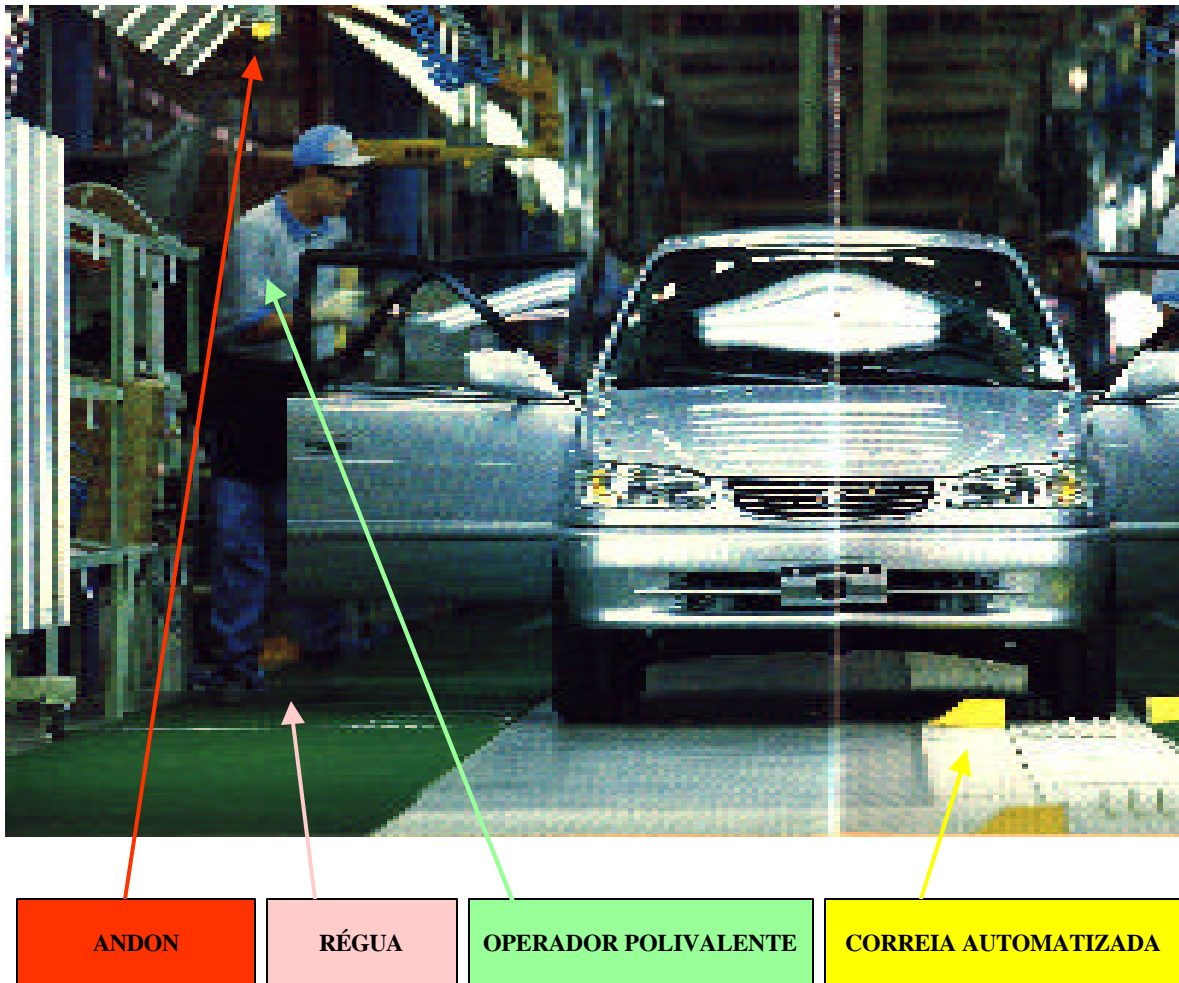


Figura 4.3 *Linha de montagem com operador polivalente na Toyota de Indaiatuba.*

Até a completa fabricação do Corolla são necessários 90 estágios (postos de trabalhos), como cada estágio tem que possuir um carro, existem 90 carros constantemente dentro da linha. Porém, de acordo com a demanda, somente 25 são programados para ficarem prontos em um dia. Por esta razão, um carro passa cerca de quatro dias para ser montado, desde a primeira até a última operação.

Na unidade de Indaiatuba os estoques de produtos importados (58%) são de 1,5 dias de estoque, isto é, um giro anual de estoque de 160 vezes (240 dias/ano dividido por 1,5 dias de estoque). Além dos cinco dias de estoques que ficam armazenados no Porto de Santos. Nas peças nacionais (42%) o estoque é de um dia, com giro de 240 vezes ao ano, sendo depositado direto na linha de produção para ser utilizado no mesmo dia.

Para garantir esse estoque diário de produtos nacionais, a Toyota emprega um sistema logístico chamado coleta programada de fornecedores, onde somente aqueles itens necessários são coletados. Sendo feito um roteiro de coleta de peças, com o caminhão sendo aberto dos dois lados, para a armazenagem dos itens dentro do caminhão ser de acordo com a linha de montagem, facilitando a retirada dos itens para a linha de montagem pelos operadores. O único item em que a empresa possui dois fornecedores é o de pneu, os demais somente há um fornecedor, que são criteriosamente escolhidos através de uma análise desde a saúde financeira até os métodos de produção e qualidade utilizados pela empresa fornecedora.

Na montagem os *reliefs* são extremamente necessários, pois além de pilotar empilhadeiras dão baixa em kanbans de movimentação, conhecem um pouco sobre nota fiscal, sabem como fazer o armazenamento dos materiais, manuseiam produtos tóxicos (ácidos, gases), além de serem responsáveis pelo controle da qualidade de cada processo, desde a inspeção de matérias primas (feita pelo próprio operador) até a inspeção do produto final, que no caso é o automóvel Corolla.

Se houver alguma quebra de máquina, o operador primeiro tenta resolver sozinho, dentro do *takt time*, caso contrário ele chama o *relief*, caso não resolvam chamam a equipe de manutenção parando a linha até a resolução do problema. Quando isso ocorre, os demais operadores da linha não ficam ociosos, já existe uma programação específica. Cada operador irá revisar todos os processos de fabricação, através de uma carta de trabalho. Esse mesmo procedimento é feito em parada por falta de energia ou parada por programas de manutenção. Esta parada de manutenção é chamada de parada programada, sendo feito um *check-list* do TPM. Geralmente essas cartas são feitas pelo encarregado ou pelo supervisor da área de trabalho.

Na manutenção na unidade de Indaiatuba é aplicado o conceito de manutenção produtiva (preditiva) total, permitindo uma pró-ação, maior rapidez e integração do trabalhos dos operários. Segundo o entrevistado "*a manutenção produtiva total é uma importante ferramenta para a redução do tempo não produtivo, redução dos custos e otimização dos recursos, na medida que atribui novas responsabilidades aos operadores. A idéia geral é tornar os postos de trabalhos mais autônomos*".

Nos *checks-list* de TPM existem todos os procedimentos que devem ser checados pelos operadores da linha. Na verdade, existe uma divisão de atividades, as menos complexas feitas



pelos próprios operadores, quando mais uma vez se destaca a importância da polivalência, e as atividades mais complexas feitas pela equipe de manutenção centralizada.

Cada área de trabalho da linha tem um suporte técnico, existindo engenheiros extremamente capacitados para resolver algum eventual problema.

Na fábrica de Indaiatuba o conceito de troca rápida de ferramentas só é aplicado na pintura, nos demais processos não acontecem *setups* devido ao fato do produto fabricado ser o mesmo, o automóvel Corolla. Por outro lado, na planta de São Bernardo do Campo, em função dela ser altamente verticalizada e produzir componentes e peças para montagem dentro do conceito de células de produção, há trocas constantes de ferramentas (*setups*), visto que nesta unidade fabril vários modelos do utilitário Bandeirantes são produzidos.

Segundo relato do entrevistado que trabalhou muito tempo na unidade de São Bernardo do Campo, *"as células de produção são facilmente visualizadas devido a entrada de matéria prima de um lado da célula e a saída de um produto (componente do Bandeirante) no outro lado da célula. A polivalência nessa unidade se dá em todas as operações contidas nesta célula, além da função de produção, os operadores destas células são responsáveis, pela manutenção das máquinas (antigas nessa unidade), inspeção do produto final e limpeza de seu ambiente de trabalho. Gerando uma economia de mão-de-obra nesta unidade, que um dia já operou com operadores especialistas, e hoje observa a economia propiciada pela polivalência. Antes era necessário inspetor de qualidade por área de trabalho, preparador de máquina e mecânico de manutenção, funções hoje desenvolvidas, na maioria das células, por um só operador"*.

A inspeção de cada etapa da produção é feita também pelo próprio operador, porém como um carro é um produto extremamente complexo, é necessário uma inspeção final, onde é feito um teste no carro, observando todos os possíveis problemas, desde o nível de ruído até uma falha na pintura. Mas esta inspeção não é feita por inspetores como nas empresas tradicionais e sim pelos *reliefs*.

É importante salientar que um operador não fica ocioso dentro da fábrica. Por exemplo, os operadores da equipe de manutenção. Caso a linha esteja toda operando normal, existe uma parte da equipe que fica desenvolvendo *kaizens*, e a outra parte fica realizando manutenções preditivas em alguns dos processos. Como todas essas manutenções já são devidamente programadas, existe

um cronograma de treinamento visando à padronização da manutenção em toda a fábrica para possibilitar a efetividade da manutenção preditiva.

A polivalência do operador também foi identificada na área de recepção e movimentação de materiais, onde não existe o recebedor, o auxiliar de recepção, o almoxarife, o operador de empilhadeira e o encarregado de materiais. Na Toyota existe um operador que faz além dessas funções, o balanceamento do sistema kanban imprimindo um novo cartão kanban, colocando esse cartão no sistema para ser rodado e, ainda, avaliando o resultado desse novo cartão kanban. Sendo todas essas tarefas já previamente programadas, com o devido treinamento, na qual o operador pode executá-las sempre num determinado tempo de ciclo sem maiores problemas.

#### **4.6.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA**

A capacitação para a polivalência de funções na Toyota de Indaiatuba começou com o treinamento dos supervisores e encarregados. A fábrica passou cerca de 1 ano capacitando-os, sempre começando pelo mais fácil, isto é, executando as suas funções essenciais, depois sendo capacitados para troca de funções pelos técnicos da Toyota do Japão ou pelos supervisores e encarregados de outras funções. A idéia foi que esses supervisores e encarregados tivessem um entendimento completo de toda a linha, desenvolvendo uma visão sistêmica de todo o processo, estando aptos e devidamente capacitados a entender precisamente todas as funções que representassem as suas respectivas área de trabalho.

Depois da capacitação dos supervisores e encarregados, o passo seguinte foi capacitar os operadores. Esse processo de treinamento durou cerca de seis meses. O primeiro passo foi especializar cada operador em uma determinada função. O operador teve que conhecer muito bem a sua função, para só depois começar a ser treinado a desempenhar outras funções. Segundo a filosofia da Toyota, não se pode fazer *job-rotation* (rotação de trabalho) antes de os operadores possuírem um completo domínio sobre determinada função, devido o passo seguinte do treinamento já ser realizado pelos próprios operadores, no qual cada operador iria treinar o vizinho, e vice-versa. Assim, um operador em uma determinada área de trabalho, no final do programa de treinamento, ficou apto a desempenhar a maioria das funções.

A empresa permitiu uma grande liberdade para o treinamento, buscando desenvolver nos operadores sua criatividade para ensinar aos outros a aprender seu próprio serviço. Mas a frase

que mais se escutou durante essa fase do treinamento, segundo o entrevistado, foi "*faça como eu faço*". Contudo, para que todas as operações funcionem consistentemente são necessárias cartas de trabalho padronizando as operações, pois sem elas, cada operador faria a sua maneira as operações e no final a qualidade dos produtos seria afetada em função da não padronização das operações.

O pré-requisito educacional na Toyota de Indaiatuba é o 2º Grau completo, não existindo exceção a qualquer operador, pois o sistema de gerenciamento da Toyota atribui muita responsabilidade nos processos ao operador. Essa exigência educacional é justificada devido ao fato do sistema utilizar cartas de trabalho complexas para os padrões normais, exigindo pessoas mais qualificadas para operacionalizá-las. Cabe ressaltar que a maioria das funções na Toyota não é de apenas apertar parafusos.

As cartas de trabalho especificam todos os passos para a execução da operação, com os pontos importantes a serem checados e como checá-los, sendo obrigatórias em todas as operações da empresa. Elas são fixadas em locais de fácil visualização, na respectiva área de trabalho e redigidas para um rápido e eficiente entendimento. A Figura 4.4 demonstra um exemplo de uma carta de trabalho na Toyota.

 <b>TOYOTA DO BRASIL S/A</b> <b>CARTA DE TRABALHO PADRONIZADA</b>		Revisão: _____
		Data: _____
DATA: _____	NTP. Nº: _____	Respons. _____
<b>DEPARTAMENTO DE CONTROLE DE PRODUÇÃO - UNIDADE DE INDAIATUBA</b>		
TÍTULO: _____		
CONTEÚDO: _____		
OBJETIVO: _____		
LAY-OUT		
Seq.	ATIVIDADE	PONTOS IMPORTANTES


Figura 4.4 *Exemplo de uma carta de trabalho padronizada utilizada na Toyota.*

Em relação especificamente aos recursos humanos, segundo a direção da empresa, mesmo que continue a recessão de demanda como no início de 1999, a última hipótese que seria levantada pela Toyota seria a demissão de funcionários, pois o investimento na capacitação desses foi muito alto e a valorização do homem é uma estratégia da cultura Toyota.

De acordo com o entrevistado *"a decisão de se demitir hoje é muito difícil pois o custo com treinamento foi muito alto, e para se capacitar um novo operador a desempenhar as mesmas funções do demitido levará muito tempo, mas o principal disso tudo é a filosofia da Toyota Motor Company que sempre foi e sempre será a completa valorização do homem como seu principal agente produtivo"*.

A política de contratação dos operadores da Toyota é voltada para a capacitação de operadores polivalentes. Antes mesmo de serem contratados, no processo de seleção, os trabalhadores já sabem que serão polivalentes. O título que eles recebem no crachá é de "OPERADOR MULTIFUNCIONAL" (Figura 4.5).



Figura 4.5 *Exemplo de um crachá do operador da Toyota de Indaiatuba.*

A exceção dos inspetores finais, que são melhor remunerados, os demais operadores entraram na empresa recebendo o mesmo salário, independente do setor. Anualmente é feita uma avaliação, onde cada operador passará a receber de acordo com o número de habilidades que ele obtiver no setor. O quadro de habilidades apresentado na Figura 4.2 irá acompanhar o resultado.

Os avaliadores serão os encarregados ou supervisores, que são devidamente treinados para corretamente classificar os operadores.

Após essa avaliação sobre as habilidades e desempenho, os operadores serão classificados em 8 passos, onde os *reliefs* e os líderes de time de CCQ's são os melhores remunerados. Esses passos não foram relatados pelo entrevistado por se tratar de informações confidenciais.

Na fábrica em Indaiatuba ainda não houve essa classificação, pois possui apenas 6 meses de funcionamento (as visitas do pesquisador foram realizadas em março de 1999). Em outubro será feita esta classificação, onde no final cada operador ganhará de acordo com suas habilidades.

Pela experiência do grupo Toyota espera-se que esse tipo de procedimento não gere um clima de competitividade, visto que o operador que se classificar abaixo de outros, será estimulado a melhorar e a alcançar novas habilidades, elevando seu nível de classificação. Já o operador que se classificar em um nível superior, permanecerá motivado para subir ainda mais sua classificação. Deve-se levar em conta que na filosofia de produção da Toyota não existe a cultura de um operador passar o outro para trás, pois tudo é padronizado e programado. O que importa e é avaliado é o desempenho, a criatividade e a motivação do operador, onde critérios como sugestões para melhorar a forma do trabalho são altamente recompensadas pela empresa. *"Este mesmo procedimento foi aplicado na unidade de São Bernardo desde 1992 e até hoje é um sucesso"*.

Os trabalhos de CCQ's são muito valorizados, prova disso é o salário do time líder do CCQ's que se equivale com o dos *reliefs*. Nos CCQ's são feitos trabalhos com grupos de melhorias, seguindo a linha do PDCA, onde a cada seis meses são realizadas avaliações, com premiações ao grupo de CCQ campeão, além de reconhecimento de todos os diretores da planta da Toyota de Indaiatuba.

O principal critério de avaliação para os grupos de CCQ's é o nível das sugestões, onde é detectado um problema e proposta uma solução. Estas sugestões são classificadas em:

1. sugestões de kaizen normais de processo, visando reduzir os custos;
2. sugestões de problemas de qualidade, visando garantir a qualidade na produção;

3. sugestões de segurança, visando garantir a segurança das operações e dos operadores na fábrica.

#### 4.6.4 AS VANTAGENS DA POLIVALÊNCIA PARA A EMPRESA

As principais vantagens selecionadas pelos supervisores da Toyota em relação à polivalência foram " *a capacidade de flexibilidade que um operador possui em trabalhar com diferentes rotinas de operações-padrão, principalmente quando se tem uma oscilação de mercado, comum em economias globalizadas, a empresa que só possui operadores monofuncionais dificilmente pode flexibilizar sua produção, pois os operadores só sabem trabalhar daquela maneira e as saídas convencionais têm sido gerar estoques ou demitir funcionários. Por outro lado, o processo de melhoria contínua jamais irá ocorrer, visto que o principal agente da mudança é o homem, e esse sendo estanque e pouco estimulado, dificilmente trará qualquer contribuição para a real melhoria do sistema produtivo*".

Com operadores monofuncionais capacitados para desempenhar somente uma função, dificilmente se realizavam kaizens, pois eles só iriam desenvolver melhorias em suas operações específicas. Já os operadores polivalentes, como realizam a maioria das funções em sua área de trabalho, possuem condições de realmente se reunirem em grupos de melhorias (CCQ's) e proporem soluções otimizadoras mais globais.

Para esclarecer essa idéia o entrevistado exemplificou a própria fábrica da Toyota em São Bernardo do Campo, "*até 1991 poucas técnicas do just-in-time estavam implantadas em São Bernardo (a fábrica nessa unidade não seguia a estratégia global da empresa), trabalhava-se com operadores monofuncionais. Quando se começou a implantar kaizens, o processo de aprendizagem durou muito tempo, e os resultados foram bem inferiores aos alcançados depois que a política de mão de obra evoluiu para os operadores polivalentes, principalmente no que diz respeito a idéias novas e a rapidez da implantação dessas idéias*".

Além dessas, outras vantagens evidenciadas pelo supervisor da Toyota foi uma redução significativa das doenças do trabalho como L.E.R. (lesão por esforços repetitivos) e tenossinovite. Nas operações que causavam algum tipo de lesão estão sendo realizados processos de melhorias para eliminar problemas, como também um alto índice de rotação do trabalho para evitar futuras doenças de trabalho.

## **4.7. ESTUDO DE CASO 2 - CHRYSLER DO BRASIL**

Far-se-á uma descrição dos principais pontos constatados na entrevista com um dos Chefes de Produção (Supervisor) da Chrysler do Brasil, de Campo Largo, no Paraná.

### **4.7.1 HISTÓRICO DA CHRYSLER DO BRASIL**

Walter Chrysler, ex-presidente da *Maxwell Motor Car*, em junho de 1925 resolveu abrir sua própria montadora, baseado na experiência que adquiriu ao longo dos anos na indústria automobilística americana. O primeiro carro lançado pela Chrysler foi o chamado, Chrysler *four*, que obteve recorde de vendas fazendo com que essa montadora passasse da 57ª posição para o 5º lugar em número de vendas de automóveis de passeio no ano de 1925 [Chrysler 98].

Entretanto, após a crise do petróleo, a empresa entrou em decadência, contribuída ainda mais com a ascensão da indústria automobilística japonesa. Neste período seu presidente John Ricardo, contratou um alto executivo da Ford, chamado Iacocca, para tentar reerguer a empresa.

Iacocca, baseado nos seus 32 anos de experiência na Ford e aplicando uma política de redução de custos, conseguiu negociar com seus credores e investindo em novos modelos, reergueu a empresa, que no começo dos anos 80 já se apresentava como uma das principais montadoras do mundo, fato que vem se constatando até hoje, possuindo unidades de montagem em países como Áustria, Argentina, China, Venezuela, Japão e a mais recente no Brasil, em Campo Largo região Metropolitana de Curitiba, no Estado do Paraná.

Na unidade brasileira, inaugurada oficialmente em junho de 1998, são produzidos até então, o carro utilitário Dodge Dakota com seus oito modelos diferentes (dois modelos de cabine com três motorizações), com planos de serem produzidos outros modelos da linha como estratégia futura.

### **4.7.2 ASPECTOS OPERACIONAIS DA CHRYSLER DO BRASIL**

A estrutura funcional da empresa é constituída pelo gerente de produção, chefes de produção (supervisores), líderes de grupos e os operadores multifuncionais, conforme Figura 4.6.

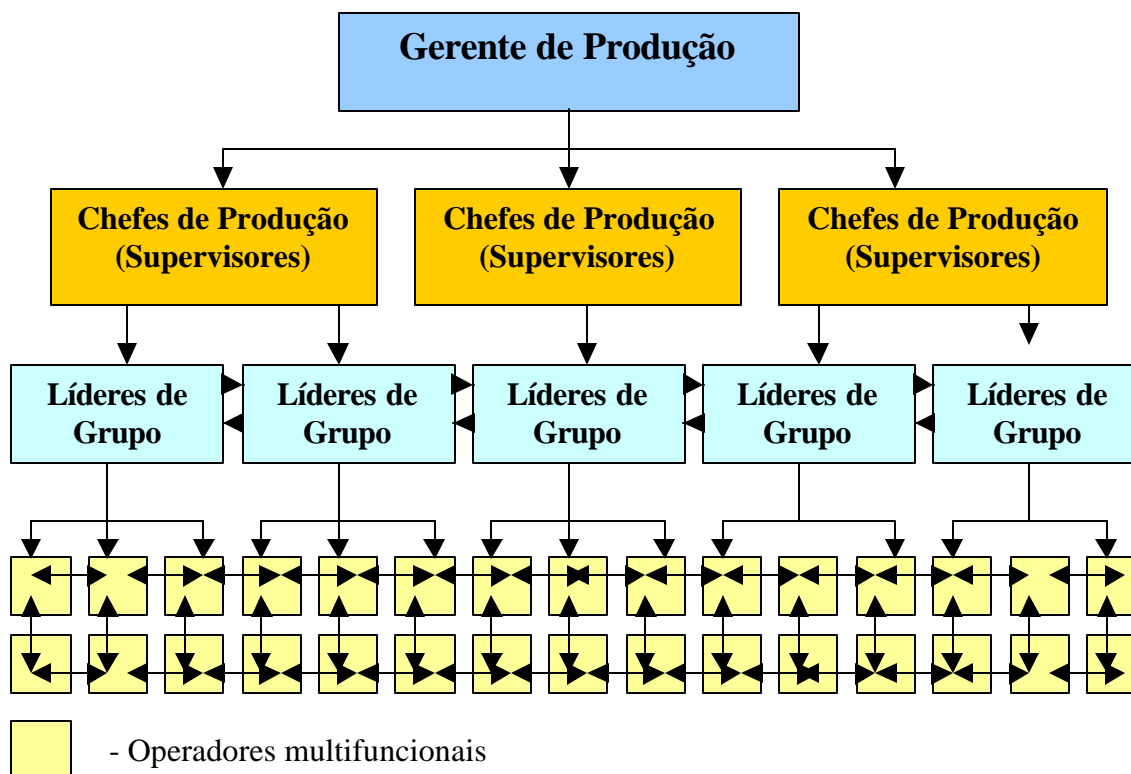


Figura 4.6 *Estrutura funcional da produção da Chrysler do Brasil.*

A empresa possui cerca de 203 colaboradores, assim distribuídos:

- operadores Multifuncionais = 154
- líderes de Grupo = 29
- chefes de Produção = 07
- inspetores da Qualidade = 13

O Gerente de produção é o responsável pela produção global da unidade, monitorando os resultados para a diretoria geral da empresa.

A estratégia da Chrysler está voltada exclusivamente para a manufatura, assim, algumas funções de apoio como manutenção mecânica, limpeza e serviços gerais da empresa são terceirizadas. No caso da unidade de Campo Largo essa terceirização está a cargo da empresa Monisson Knudessen, com cerca de 50 colaboradores responsáveis por executarem suas respectivas funções. Sendo todas essas funções coordenadas pelos supervisores da Chrysler.



A Chrysler do Brasil possui em média de 20 a 30 colaboradores (operadores e líderes de grupo) por chefes de produção (supervisores). Os supervisores além de responder pela produção de seu determinado setor e gerenciar as pessoas, também possuem algumas outras atribuições na auditoria da qualidade em diferentes setores da fábrica.

O líder de grupo é o operador mais polivalente por setor, isto é, aquele que tem as melhores habilidades com autonomia de fiscalizar a linha, estando atento a ocorrência de algum problema. Além de ser o primeiro substituto de qualquer operador que esteja ausente da linha, seja por férias, doenças ou afastamento temporário.

Além de saber de todas as operações em um determinado campo de atuação, o líder de grupo ainda sabe conduzir programas de melhoria, é um operador que possui habilidades a mais que os outros, manuseando computador, elaborando as folhas de operação padrão e tendo ampla autonomia para fazer a rotação dos operadores quando necessário.

O operador da linha de montagem possui total autonomia, podendo interrompê-la por dois motivos:

- 1º - se detectar algum problema na linha que ele não tenha condições de resolver;
- 2º - se chegar no final do tempo de ciclo e o operador não conseguir terminar a operação.

Nestes dois casos ele pára a linha, independente de comunicar ou não ao líder do grupo. Esta parada na linha é realizada através do *andon*, acionando uma luz vermelha e um quadro luminoso identificando o local onde está ocorrendo o problema.

O operador na Chrysler controla a qualidade das operações que ele próprio executou, a chamada autoinspeção, feita através de um plano de controle que estabelece a frequência da inspeção e de como registrar esse controle. Antes de iniciar a sua operação o operador também confere a operação anterior, a chamada inspeção sucessiva. Caso ele identifique alguma anormalidade nesta operação, ele chama o operador da respectiva operação e juntos avaliam se aquela operação tem ou não condições de ser recuperada, caso não tenham condições eles chamam o líder de grupo e depois o supervisor que dará a palavra final sobre a aprovação ou não da operação.

Para auxiliar o controle da qualidade por parte dos operadores a Chrysler disponibiliza em seus equipamentos os dispositivos a prova de falhas (poka-yoke), prevenindo a ocorrência de possíveis defeitos.

Os inspetores da Chrysler são responsáveis por todo o controle de recebimento, fluxo de papéis e informações para os fornecedores. Suas funções estão direcionadas para controlar os materiais recebidos pelos fornecedores.

Sobre o controle da produção, além dos operadores checarem cada processo, no final existem os auditores da qualidade, que controlam por amostragem a qualidade dos automóveis produzidos.

Na manutenção, os operadores possuem autonomia para realizar pequenos reparos nos equipamentos, desde que não comprometa o tempo de ciclo determinado. Além disso, eles possuem 5 minutos por dia para fazer o *check-list* do TPM (manutenção produtiva total), que está presente em cada estação de trabalho. Caso ocorra problemas maiores, os operadores comunicam aos líderes de grupo, que por sua vez comunicam aos engenheiros de manutenção de cada área da linha (carroçaria, pintura, montagem), que direcionam os problemas para a empresa terceirizada responsável pela manutenção geral dos equipamentos da fábrica. É importante enfatizar que todas essas manutenções terceirizadas são criteriosamente fiscalizadas por engenheiros de manutenção da própria Chrysler.

Se houver algum problema na linha de montagem o operador é o primeiro a tentar resolver, caso não consiga ele chama o líder de grupo. Não estando este presente, o operador possui total autonomia parando a linha através do *andon*. Com isso o líder de grupo se dirige ao local do problema para verificar as possíveis causas. Se for muito grave o líder de grupo chama o chefe de produção da determinada área de trabalho que irá tentar solucionar o problema.

Por ocasião da visita do pesquisador à Chrysler ocorreu um problema na linha de montagem, e foi constatado todo esse procedimento. O problema surgiu nas dobradiças das portas dianteiras esquerdas, que não conseguiam ser ajustadas conforme as especificações estabelecidas nas folhas de controle. Imediatamente o operador chamou o líder de grupo, que no momento estava resolvendo outro problema, com isso o operador acionou o *andon* parando a linha. Após ser acionado o *andon* o líder de grupo se dirigiu a estação de trabalho do problema e verificou

que o problema era grave. Então o chefe de produção foi convocado para a estação de trabalho. Entretanto o problema foi mais grave ainda, sendo preciso o gerente industrial se deslocar ao local do problema e em conjunto eles solucionaram o problema, através de um *poka-yoke* na perfuradeira, com isso as dobradiças das portas automaticamente voltaram a ser fixadas na sua devida posição e a linha de montagem voltou a operar normalmente.

Ao ocorrer algum tipo de problema na linha ou uma falta de energia, os operadores revisam as cartas de trabalho das suas respectivas estações de trabalho. Além disso a empresa disponibiliza o 5S's para suas respectivas operações, assim divididos:

- ordem (Seiton) - o que serve e o que não serve na operação;
- conservação (Seiketsu) - retirar o que não serve da área de trabalho;
- organização (Seiri) - organizar ferramentas, materiais e equipamentos na área de trabalho;
- limpeza (Seiso) - limpar fisicamente a área de trabalho;
- disciplina (Shitsuke) - manter todos os itens anteriores, verificando-os diariamente.

No que diz respeito ao *Kaizen*, a Chrysler possui um grupo de três operários responsáveis pela execução da melhoria contínua dos processos. A empresa possui um programa de sugestões informal implantado, no qual um operador que identificar qualquer processo que possa ser melhorado, escreve em um papel, a operação e a solução para o problema, fixa-se esse papel em um quadro específico, com isso o líder de grupo vai tentar aprovar ou não a sugestão e criar meios para implantá-la. A empresa está reformulando esse programa com o sistema de reconhecimento dessas sugestões através de incentivos com premiação .

Atentando-se agora aos CCQ's, a empresa não possui um grupo permanente, e sim periódico. Esse grupo é formado durante os *workshops*, que estão periodicamente ocorrendo em setores específicos da linha de montagem. Nesse momento há um envolvimento total de todos na fábrica visando melhorias no processo produtivo. Esses *workshops* são realizados segundo a linha do PDCA, desmontando e remontando a área de produção, visando as melhorias em cinco fatores principais: custo, entrega, qualidade, segurança e moral.

- Custo: basicamente está relacionado com a eficiência do processo produtivo, utilizando menos colaboradores e recursos para realizar determinada função.
- Entrega: está relacionada com a diminuição do tempo de ciclo.
- Qualidade: está relacionada com a alteração de procedimentos para tornar os equipamentos mais robustos.
- Segurança: está relacionada principalmente com a ergonomia do operador provocados pelos pesos das peças e equipamentos movimentados.
- Moral: está relacionada com a constante valorização das pessoas na fábrica

Na linha de montagem o nível dos estoque é de duas horas. Fora da linha de montagem para as peças nacionais com os fornecedores próximos a empresa, esse nível de estoque é de uma hora, para as peças nacionais de fornecedores mais distantes ele é de um a dois dias e para as peças importadas variam de dois a três dias. Essas peças que chegam na empresa e não são conduzidas diretamente para a linha de montagem são armazenadas em um depósito a 80 metros da linha de montagem.

Sobre logística, há uma parceria total da empresa com seus fornecedores, possuindo só 1 fornecedor por item, sendo sua maior fornecedora a própria Chrysler. Para isso é disponibilizado o EDI (troca eletrônica de documentos) entre a empresa e seus fornecedores. Assim como um outro sistema de transferência de dados chamado SPD (partes disponíveis seqüencialmente) que envia a informação *on-line* para o fornecedor sobre a produção de cada veículo dentro da empresa. Por exemplo, quando o veículo sai da pintura, o fornecedor de chassi recebe uma informação *on line*, de que necessita enviar aquele chassi para a linha de montagem.

Os operadores da Chrysler possuem contato direto com os fornecedores locais, principalmente quando da ocorrência de algum problema durante o recebimento das peças, possuindo autonomia para devolverem as peças que eles constatarem que não estão dentro dos padrões estabelecidos.

### **4.7.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA**

O processo de capacitação dos colaboradores foi atípico aos utilizados até então nas indústrias brasileiras. Primeiramente foram contratados 30 operadores e sete engenheiros, nove meses antes da fábrica começar a operar. Estrategicamente esses 30 operadores seriam os futuros líderes de grupo e os sete engenheiros os futuros chefes de produção. Esses operadores e engenheiros assim que chegaram na fábrica em Campo Largo, que ainda estava em construção, foram enviados diretamente para as fábricas da Chrysler na Argentina, Venezuela, México, Áustria e Estados Unidos (Detroit). Essa estratégia foi realizada para inserir no futuro corpo de trabalho, a cultura Chrysler, além de um conhecimento global de como a companhia atua em seus processos.

Na linha de montagem da Argentina, por exemplo, todos os operadores e engenheiros participaram diretamente na produção durante quinze dias como se fossem funcionários da fábrica. A idéia era capacitá-los com uma certa carga prática e depois teórica. Com isso, os engenheiros ainda passaram mais tempo nessas unidades aprendendo as funções operacionais e gerenciais dos processos e os operadores retornaram a Curitiba, para receberem aulas teóricas dos processos de fabricação dos carros. Neste período, segundo colocado pelo entrevistado, "*o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) realizou uma importante contribuição*". É de se destacar que o SENAI de Curitiba organizou uma estrutura com cursos e treinamentos exclusivamente na área automotiva, capacitando os operários a trabalhar nas diversas unidades montadoras que estão se instalando naquela região (Renault, Audi, Volvo), além das diversas empresas de autopeças.

Quase todos os engenheiros contratados pela Chrysler de Campo Largo eram provenientes das indústrias de autopeças e facilmente aprenderam o processo, daí a justificativa do enfoque maior do treinamento a ser realizado sobre os operadores propriamente dito.

Depois do treinamento teórico, esses 30 operadores foram promovidos a líderes de grupo, aumentando ainda mais o incentivo pelo aprendizado do trabalho, e eles retornaram mais uma vez a unidade montadora de Chrysler na Argentina para aprender mais sobre o processo produtivo, além de algumas funções de liderança que eles precisariam para treinar os futuros operadores que chegariam a empresa.

Porém, o carro fabricado na maioria dessas unidades visitadas por esses funcionários, não era o mesmo que seria produzido na unidade brasileira, o automóvel utilitário Dodge Dakota.

Entretanto o conceito de como iriam funcionar as atividades rotineiras da fábrica já estava sacramentado nos líderes de grupo e nos chefes de produção na unidade de Campo Largo. Para serem treinados a manufaturar esse novo automóvel foram enviados técnicos americanos, diretamente de Detroit para o Brasil. Esses técnicos passaram então a treinar os chefes de produção e os líderes de grupo exaustivamente. Para se ter idéia da carga de treinamento, foram fabricados 50 carros de testes até ser produzido o primeiro carro vendável.

Depois do processo de treinamento sobre os chefes de produção e os líderes de grupo, foram contratados os operadores. Através de um processo de seleção, como pré-requisito fundamental segundo grau completo e entrevistas com os chefes de produção da empresa, quando já foram apresentadas ao operador as características da produção polivalente que eles teriam que possuir. De acordo com o entrevistado *"imediatamente após suas contratações foram encaminhados ao treinamento teórico no SENAI. A idéia era que eles conseguissem assimilar o máximo de conhecimento sobre o processo de produção de um carro. Durante esse período em que os operadores estavam no SENAI, os líderes de grupo estavam se capacitando a treinar uns aos outros, fazendo job-rotation (rotação de trabalho), quando todos os líderes adquiriram habilidades em todas as áreas da linha de montagem"*.

Assim, quando os operadores chegaram do SENAI, iniciou-se imediatamente o processo de treinamento prático por parte dos líderes de grupo, diretamente na linha de produção. Conforme o entrevistado *"primeiramente começou-se pelas operações mais simples. Cada operador adquiriu uma habilidade total naquela determinada operação e a medida que os líderes de grupo sentiam um certo domínio de determinado operador naquela operação, eles realocavam esses em outras funções, e assim sucessivamente. De modo que os operadores adquiriram em 3 meses uma visão geral da fábrica, porém possuindo melhores desempenhos na sua área de trabalho específica."*

Após ser inaugurada a fábrica, em julho de 1998, já se iniciou o processo de rotação de trabalho entre as células de determinado setor. Esse processo de rotação é contínuo, sendo primeiramente coordenado pelos chefes de produção, porém, hoje já controlado automaticamente pelos líderes de grupo, cabendo apenas o supervisionamento pelos chefes de produção. Essa rotação de trabalho é determinada de acordo com as necessidades da produção, em algumas operações da linha é a cada duas horas, principalmente naquelas operações não ergonomicamente

satisfatórias. Praticamente em todas as áreas da linha de montagem de Campo Largo: carroceria, pintura e montagem foram possíveis incluir operadores polivalentes. Mesmo na pintura, função de alta especificidade, existe rotação de trabalho porém, numa proporção menor em relação as outras áreas da fábrica.

O Sistema Operacional Chrysler apresentado na Figura 4.7, é o responsável pela padronização de todas as operações da empresa, utilizando para isso três pontos chaves para se chegar a um sistema de padronização: TPM (manutenção produtiva total), CEP (controle estatístico do processo), e o 5S's. No momento da entrevista a empresa estava desenvolvendo uma auditoria para checar esse sistema de padronização sempre observando esses 3 pontos.

O operador primeiramente é o responsável pela elaboração das folhas de operações padrões, depois são checadas pelos líderes de grupo e posteriormente são enviadas para a avaliação final por parte dos chefes de produção. É importante salientar que essas cartas de trabalho são feitas diretamente para o operador, contendo o número de operações cabíveis a ele naquele determinado setor. Por exemplo, se numa estação de trabalho operam 4 operadores então existem 4 folhas de operações padrões. Caso o operador troque de função ele repassa essas folhas de operações padrões ao operador que irá executar essa determinada função e vice-versa. Existindo também uma folha de operação padrão geral de todas as operações daquele setor, fixada em locais de fácil visualização na estação de trabalho, para checagem dos líderes de grupo e chefes de produção.

**(COS) SISTEMA OPERACIONAL CHRYSLER**

<b>Sub-Sistemas</b>	<b>Processos De Apoio</b>	<b>Sistematização</b>	<b>Ferramentas</b>	<b>Medição</b>
<b>Infraestrutura Humana</b>	Recrutamento e Seleção	Perfis dos candidatos comparados aos perfis de competência das funções	Processo de Seleção de Operadores Multifuncionais	Descrição de Cargos para todos os Funcionários
	Funções e Responsabilidades Claras Gestão de Desempenho	Estabelecimento e conscientização da autonomia e responsabilidades Processo de definição de metas, mensuração e feedback	Perfis de Cargos Estrutura de Reconhecimento Sistema de Avaliação	Premiação Individual e das Equipes Reivindicação dos Funcionários
	Enfoque e desdobramento da Política Envolvimento Dos Funcionários	Política da Qualidade/ Análise Crítica pela Admi./Regulamentações de Segurança e Meio Ambiente Trabalho em Equipes Multifuncionais, comunicações em todos os sentidos, atitude proativa	PDCA Programa de Sugestões	Aderência das Metas Sugestões dos Funcionários
<b>Programas Balanceados e Uniformes</b>	Desenvolvimento dos funcionários Planejamento da Capacidade e Processo	Gestão da aquisição de competências Planejamento da Qualidade Aquisição	Treinamento Multifuncional Estudo de Mercado Previsão Estudo Capacidade	Mobilidade Multifuncional Inventário/ Custo
	Planejamento da Produção e Programação Planejamento da Produção e Programação	Análise Crítica de Contrato Entrega (Prog. Produção - fluxo de 1 componente) Inventário Melhoria Contínua/ Ação Corretiva e Preventiva Capabilidade de manufatura	ABC Just in Time Kanban Containerization Setup Rápidos Fluxo de 1 Comp. Tempo Padrão Plano de Peças Redução dos 7 Desperdícios 5 S's C.O.S. Sharing Forums Benchmarking Gerenciamento Visual	Lead Time / Inventário Flexibilidade do Processo Desvio de Programas para Atingimento de metas Custo/ Defeitos
<b>Atividades que Agregam Valor</b>	Identificação e Eliminação de Desperdício Compartilhamento das melhores Práticas Trabalho Padronizado	Análise e utilização de dados da empresa, Satisfação do Cliente Avaliações de Garantia Controle de doc. Dados/ Ident. Produto e Rastreabilidade/ Controle do Processo/ Inspeção e ensaios/ Controle Registros de Qualidade/ Manuseio, Armazenamento, Embalagem e Preservação/ Controle de Produtos Fornecidos pelo Cliente Processo de Aprovação de peças (PAPP) Controle de Projeto	CEP Reflexões PAP (FMEA / DOE) Solução de Problemas Análise da Causa Raiz Sistema de Alerta da Qualidade	Redução da Variação Medição da Variação
<b>Processos Sob Controle Capazes E Robustos</b>	Produto Robusto e Desenho do Processo	Controle de Produto não Conforme Ação Corretiva e Preventiva Técnicas Estatísticas Manutenção Preventiva/ Calibração	A prova de Erros Parada Automática De Equipamentos Manutenção Preventiva	Tempo entre Ocorrência e Descoberta Defeitos

Figura 4.7 *Sistema Operacional Chrysler.*

Na linha de montagem da Chrysler do Brasil, logo após a sua inauguração, possuía 89 estações de trabalho com 10 minutos de tempo de ciclo por operação. Segundo o entrevistado, "à medida que os operadores iam se capacitando a mais habilidades esse tempo de ciclo poderia



*diminuir, fato constatado em um dos workshops realizados pela empresa, no qual o tempo de ciclo atingiu 6 minutos sem nenhum problema na linha, nem aceleração individuais dos operadores". Entretanto a demanda não permitia essa superprodução de automóveis, pois acarretaria elevados níveis de produto acabado (Dodge Dakota), sendo necessário reduzir para 68 o número de estações de trabalho, através do balanceamento de atividades e o consequente aumento do tempo de ciclo de 10 para 12 minutos.*

Ao serem reduzidas algumas estações de trabalho para não dispensar os operadores já capacitados à polivalência e justificar o alto investimento realizado com os treinamentos, a empresa realocou esses em algumas funções de apoio anteriormente terceirizadas pela Chrysler. Segundo o entrevistado, *"será muito difícil a empresa demitir esses colaboradores, depois de todo esse treinamento que eles receberam, o custo para se treinar um novo operador é muito alto".*

A remuneração dos operadores é feita de acordo com o quadro de controle de habilidades, com uma avaliação de desempenho individual para cada operador, que leva em consideração os fatores de desempenho e habilidade, onde a habilidade tem um peso bem maior que o desempenho. A estrutura de classificação é composta por cinco níveis assim descritos:

- iniciante: período de 90 dias de teste na empresa, para ser avaliado sobre sua efetivação.
- m1: operador está começando na empresa;
- m2: operador adquire todas as habilidades dentro de uma célula, sabendo operar em todas as estações daquela determinada célula.
- m3: operador possui habilidades para operar em todas as funções da célula, o operador começa a executar funções em outras células a partir do momento que possui habilidades para operar mais uma célula inteira, ou seja, ele sabe trabalhar em duas células completas, o operador passa a ser classificado como m3.
- m4: são os líderes de grupo propriamente dito, são aqueles operadores com alto grau de habilidades em todas as funções, com capacidades de treinar outras pessoas, habilidades gerenciais e de lideranças. Como atualmente todos essas funções estão ocupadas dificilmente ocorrerá a efetivação do m3 para o m4.

A avaliação do operador é realizada de 6 em 6 meses porém, quanto maior o nível, maior será a distância de tempo entre a avaliação. Essa avaliação é realizada individualmente, sendo coordenada pelos líderes de grupo e pelos chefes de produção. No começo desse modelo de remuneração surgiram algumas críticas por parte dos operadores, que se queixaram da diferenciação dos salários. Com isso foi realizado um trabalho de conscientização dos operadores, onde foram explicados os critérios de remuneração, segundo o desempenho e habilidade, onde a habilidade tinha um peso maior e essas críticas diminuíram.

Para controlar as habilidades dos operadores existe um quadro de flexibilidade do operador, mostrando quanto tempo cada operador leva para adquirir novas habilidades, *"aquele que levou mais tempo para adquirir uma certa habilidade está ganhando menos do que aquele que aprendeu rapidamente"*. Com esse quadro os próprios operadores passaram a avaliar as suas habilidades reconhecendo o porque da sua remuneração, com isso as reclamações praticamente foram eliminadas.

É utilizada a jornada flexível de trabalho através do banco de horas, principalmente para não gerar estoques de produtos acabados. Por exemplo, quando a linha está operando normal e o departamento de vendas da empresa aciona o departamento de produção que não precisa mais fabricar automóvel naquele dia, automaticamente a fábrica pára e os operadores são liberados, e aquelas horas não trabalhadas serão compensadas depois.

A empresa estrategicamente já possui seus procedimentos para as oscilações da demanda. Caso ocorra um decréscimo acentuado da demanda, o primeiro procedimento que já foi utilizado foi aumentar o tempo de ciclo. O segundo foi parar a produção em alguns dias da semana. Caso ocorra um aumento da demanda, fato que ainda não aconteceu, a empresa deverá diminuir seu tempo de ciclo primeiramente e caso o acréscimo seja muito alto, implantar horas extras.

Durante o processo do balanceamento das operações, o maior gargalo encontrado foram nas áreas de carroceria devido as limitações dos equipamentos. Segundo o entrevistado, *"na maioria dos casos essas limitações se deram devido ao espaço físico necessário aos equipamentos ser maior do que a estação disponibilizava, com isso só era permitido colocar uma perfuradeira naquela estação. Por exemplo, em determinadas operações que seriam necessárias três parafusadeiras, e só tinha condições de colocar uma perfuradeira, algumas operações dessa*

*estação foram realocadas em outras estações que tinham condições de colocar mais perfuradeiras".*

Devido ao fato do produto produzido pela linha de montagem ser só o Dogde Dakota, a empresa não utiliza os conceitos da troca rápida de ferramentas.

O processo de puxar a produção tipo *kanban*, é utilizado de forma completamente visual através do fluxo unitário de produto, não existindo estoque em processo, o operador só irá executar sua operação se o operador antecedente realizar sua operação. O balanceamento do *kanban* é de responsabilidade do próprio operador, onde a polivalência do operador contribui para essa função. Com a conscientização dos operadores, eles não podem gerar estoque em momento algum.

#### **4.7.4 AS VANTAGENS DA POLIVALÊNCIA PARA A EMPRESA**

No que diz respeito a doenças de trabalho com L.E.R. (lesão por esforços repetitivos) e tenossinovite, segundo dados do entrevistado, *"as vantagens proporcionadas com a polivalência principalmente no que se relaciona com ergonomia do operador foram absurdas. Para você ter idéia, em alguns trabalhos que exigem uma maior força física, os índices de doenças do trabalho antes eram insustentáveis, pois os operadores ainda não possuíam habilidades para fazer job-rotation (rotação do trabalho) tendo que permanecer naquela estação de trabalho o tempo todo. Numa determinada semana por exemplo em uma célula com cinco operadores, dois estavam com doenças do trabalho, principalmente com problemas de coluna e nos tendões do tornozelo. Após a capacitação dos operadores à polivalência, quando se começou realmente a rotação do trabalho, até os dias atuais, ainda não se sabe de nenhum caso de afastamento por doenças do trabalho"*.

Entretanto, no começo os operadores da Chrysler resistiram um pouco a fazer rotação de trabalho, segundo relato do chefe da produção, eles diziam *"puxa eu estou tranqüilo aqui no meu lugar já sabendo fazer essa operação bem direitinho, porque eu tenho que mudar para uma outra estação?"* Entretanto, após um longo período de conscientização por parte dos líderes de grupo e chefes de produção, quando foram levantadas todas as vantagens que seriam proporcionadas com a polivalência como: flexibilidade produtiva, multihabilidades, criatividade, novos conhecimentos, quebra da monotonia do trabalho, redução das doenças do trabalho por

esforços repetitivos e um dos principais fatores que era a remuneração que seria de acordo com as habilidades desenvolvidas, essa resistência acabou.

Por estes motivos os operadores começaram a perceber as vantagens da polivalência, um operário colocou *"com a rotação de trabalho o dia passa mais rápido, o trabalho é menos monótono, não se tem doenças por esforços repetitivos, estamos sempre querendo aprender novas habilidades para obter mais conhecimento e uma consequente melhor remuneração"*.

De uma forma final, o entrevistado elucidou *"que a polivalência do operador é uma ferramenta de fundamental importância no Sistema Operacional da Chrysler de Campo Largo, permitindo uma flexibilidade total na produção, remanejando os operadores para qualquer setor de acordo com a necessidade da produção. Além disto, ter contribuído totalmente para a redução do absenteísmo por doenças do trabalho, aumentando a moral dos operadores com a capacidade de a cada dia eles poderem realizar novas tarefas e serem reconhecidos por isso através dos salários. Assim como, aumentando a segurança dos operadores no trabalho, reduzindo os custos de operadores da linha de montagem caso se operasse com operadores monofuncionais"*.

A única desvantagem colocada pelo entrevistado com a polivalência, que foi classificada com desvantagem potencial e não desvantagem real, *"está sendo a redução da qualidade das operações quando se começa a fazer job-rotation, porém essa desvantagem aos poucos vem sendo eliminada com o treinamento exaustivo sobre os operadores e uma melhor escolha dos líderes de grupo de quando começar a rotação de trabalho com determinados operadores"*.

## **4.8 ESTUDO DE CASO 3 - EMBRACO S.A.**

Far-se-á uma descrição dos principais pontos constatados na entrevista com um dos facilitadores da fábrica 3 - bloco 28, responsável pela produção do corpo e tampa de mini-compressores do turno da manhã, da Empresa Brasileira de Compressores S.A. na sua matriz, localizada em Joinville.

### **4.8.1 HISTÓRICO DA EMBRACO**

O rápido crescimento do mercado de refrigeração no início dos anos 70 levou as indústrias brasileiras de refrigeração a importar compressores em grandes quantidades. Em decorrência disto, no dia 11 de março de 1971, três empresas fabricantes de eletrodomésticos de grande porte - Cônsul, Springer e Refrigeração Paraná - fundaram a Empresa Brasileira de Compressores – Embraco S.A. , na cidade de Joinville, no Estado de Santa Catarina.

A Embraco iniciou sua operação em 1974, com seu primeiro compressor hermético saindo da linha de montagem no dia 6 de setembro, tendo como objetivo principal abastecer o mercado nacional com compressores de qualidade equivalente a dos compressores importados.

Atualmente a Embraco é responsável por aproximadamente 70% do mercado brasileiro de compressores para refrigeração e 18% do mercado mundial, possuindo também unidades na Itália, Eslováquia e China.

A estrutura física da unidade visitada pelo pesquisador é dividida em 3 blocos (fábricas) conforme Figura 4.8.

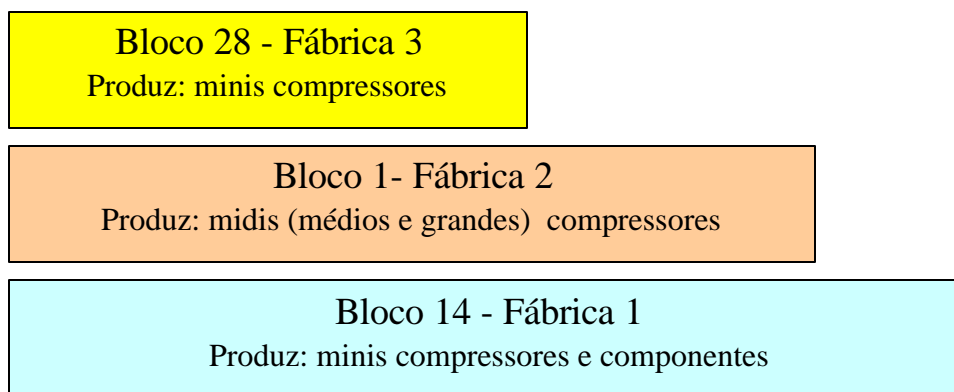


Figura 4.8 *Estrutura física das unidades de produção de Joinville.*

#### **4.8.2 ASPECTOS OPERACIONAIS DA EMBRACO**

A estrutura funcional da empresa é constituída pelo gestor da unidade gerencial intermediária (UGI), gestor da unidade gerencial básica (UGB), facilitadores, alimentadores, e os operadores, conforme Figura 4.9.

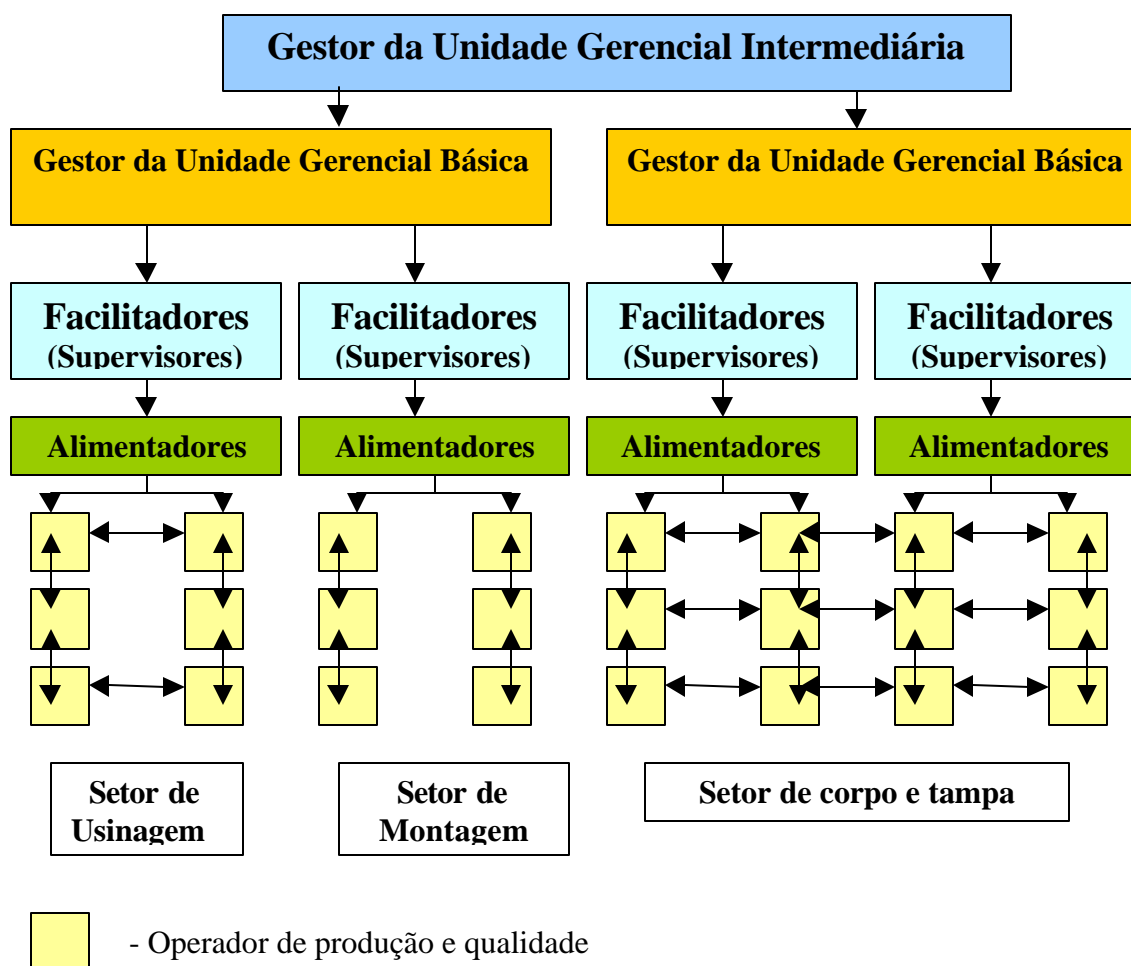


Figura 4.9 *Estrutura funcional da produção da unidade de Joinville.*

O gestor da unidade gerencial intermediária (UGI) tem por função atingir metas de melhorias na produção cada vez mais desafiantes para garantir a competitividade da empresa, monitorando os resultados para a diretoria da empresa, através do estabelecimento de um plano anual de melhorias para as suas respectivas unidades gerenciais básicas (UGBs).

O gestor da unidade gerencial básica (UGB) tem por função acompanhar os resultados e a implementação dos processos de melhorias da empresa, estabelecendo um relacionamento de confiança mútua com sua equipe (facilitadores, técnicos, alimentadores e operadores), transmitindo segurança à equipe, praticando o reconhecimento justo e oportuno, treinando, educando e delegando as pessoas certas, disponibilizando os recursos necessários a todos os processos e lançando desafios sistematicamente para sua equipe.

A empresa possui mais de 2700 colaboradores divididos em operadores, alimentadores, mecânicos e eletricitas. E cerca de 100 facilitadores. Os facilitadores coordenam em média de 25 a 30 colaboradores, com funções de: coordenar as ações pessoal (férias, folha de pagamento, etc.); treinar os colaboradores dentro das cinco dimensões da qualidade (qualidade, custo, entrega, segurança e moral); garantir a qualidade dos padrões; coordenar o processo de certificação da mão de obra; analisar as anomalias do processo produtivo; coordenar as ações com a manutenção (pendências e paradas planejadas); promover os CCQ's (estimular criação de grupos e manter grupos atuais ativos); promover a manutenção e melhoria do 5S; coordenar o processo de auto-avaliação do desempenho individual dos colaboradores.

O alimentador é o melhor operador por setor, isto é, aquele que tem as melhores habilidades, com autonomia de fiscalizar a linha, estando atento a solução de possíveis problemas. Além de ser o primeiro substituto de qualquer operador que esteja ausente da linha, seja por férias, doenças, afastamento temporário ou qualquer outro problema.

Além de saber de todas as operações em um determinado campo de atuação, o alimentador ainda sabe conduzir programas de melhoria. É um operador que possui habilidades a mais que os outros, manuseando computador, elaborando cartas de trabalho, possuindo autonomia para fazer a rotação dos operadores quando necessário, respondendo pelo setor na ausência do facilitador responsável.

Em relação ao operador, ele é chamado na Embraco de operador de produção e qualidade, pois é o responsável imediato por essas duas funções. Suas principais atividades operacionais são: cumprir as metas-padrão; auxiliar na elaboração dos padrões; relatar e auxiliar as análises das anomalias; participar do processo de auto-avaliação de desempenho individual; desenvolver atitudes positivas que consolidem o espírito de equipe; participar dos grupos de CCQ's.

O operador tem a flexibilidade de parar a linha caso ocorra algum problema no processo produtivo. Isto é feito toda vez que a operação não ocorra conforme o determinado no procedimento operacional padrão (POP), as cartas de trabalho da Embraco. Ao parar a linha o operador tenta solucionar o problema, detectando suas causas segundo o POP. Caso a anormalidade seja muito grave, podendo comprometer o processo futuramente, ele irá comunicar depois aos técnicos de suporte, técnicos de qualidade, alimentadores e facilitadores.

Entretanto, na maioria das células de trabalho da Embraco não existe o *andon*, a exceção das células com máquinas automatizadas, visto que diferentemente das indústrias automobilísticas onde só existe uma célula de montagem em linha, na Embraco existe uma grande quantidade de pequenas células. Assim, muitas vezes o espaço físico de toda a célula é visível, e, como a produção é puxada, na medida que um operador pára a linha todos os operadores das operações vizinhas param também.

O controle da qualidade na Embraco é feito por amostragem, a cada 200 peças acende-se uma lâmpada nas operações para que os operadores possam fazer uma checagem geral nas suas respectivas operações, controlando os produtos que eles próprios estão fabricando. Isto é feito através de dispositivos de controle específicos para cada operação, onde o operador irá verificar se está ocorrendo alguma anomalia no processo. Esses dispositivos auxiliam a identificar não só as anomalias na sua respectiva operação, mas também em operações anteriores.

Além desses dispositivos de controle específico, existem também os dispositivos internos na linha, que param automaticamente a linha caso ocorra algum problema, os chamados *poka-yoke*, que muitas vezes na Embraco são sensores que detectam a não conformidade dos produtos. Por exemplo, no caso da dobra e do passador, se o passador estiver fora de posição a própria máquina não irá executar a operação. A inspeção 100% dos produtos não é realizada, segundo justificativa do entrevistado, devido a utilização dessas séries de dispositivos na linha, além do controle visual realizado pela experiência do próprio operador durante a operação.

Devido a elevada produção a Embraco adota a verticalização do seu processo produtivo, como forma de garantir qualidade constante. Assim, a empresa produz a maioria dos 550 componentes que entram na montagem de um compressor, sendo possível controlar cada etapa dos processos fabris e assegurar a confiabilidade do produto final.

No que diz respeito à manutenção, na Embraco ela é parte centralizada e parte descentralizada, isto é justificado devido a cada UGB possuir o seu *staff* de manutenção (técnicos de suporte): mecânicos, eletricitas e os ferramenteiros. Estes são coordenados pelo facilitador da respectiva UGB. Além dessas equipes descentralizadas, a empresa possui uma manutenção centralizada para problemas mais complexos, além dessa ser responsável pela eletrônica fina das linhas automatizadas



Na manutenção os operadores são responsáveis pelo *check-list* do TPM, onde são feitas inspeções nas máquinas a cada início de turno. Além disso *"os operadores possuem completa autonomia para solucionar pequenos problemas nas máquinas, como um vazamento de óleo, vazamento de água,... ele pode fazer as intervenções. Se o problema for mais complexo ele chamará a equipe de manutenção responsável"*.

Caso ocorra algum tipo de problema na linha de montagem ou uma falta de energia, a empresa não possui um sistema programado de paradas para os operadores não ficarem ociosos. Quando isso ocorre são feitos programas de atividades para os colaboradores na linha como: TPM, 5S, treinamento dos operadores sobre alguns problemas que porventura estejam ocorrendo na área.

Em relação à melhoria contínua o programa de maior destaque na Embraco são os CCQ's, altamente reconhecidos pela alta administração da empresa que se faz presente em cada festa de premiação. A Embraco já é reconhecida por possuir um dos cinco melhores programas de CCQ's dentre as empresas brasileiras, segundo informações do seu departamento de recursos humanos. Inclusive para treinar e estimular novos ingressantes nesses programas, a empresa possui um grupo modelo que realiza peças teatrais de CCQ's.

Os CCQ's são responsáveis tanto pelas melhorias nos processos como pela segurança e ergonomia dos colaboradores, sendo o principal responsável pelo envolvimento dos operadores nos programa de qualidade total da empresa.

A empresa utiliza o conceito de puxar a produção com o kanban atuando inteiramente dentro do processo. Este kanban é redimensionado por turno de operação pelo alimentador daquela célula, de acordo com a necessidade requerida pela montagem final. Com isso a cada início de turno um quadro luminoso mostra a quantidade de componentes que necessitam ser produzidos. Cabendo aos operadores cumprir aquele ritmo requerido pela demanda. Além desse tipo de kanban interno, a Embraco também utiliza o kanban externo com seus fornecedores, onde estes só fornecem os produtos quando requeridos pela empresa.

A Embraco ainda não utiliza o conceito de tempo de ciclo nas operações. Apesar da produção ser puxada com fluxo unitário de produtos, suas células de produção não possuem um tempo uniforme. Isto é, não existe um balanceamento total entre as células, mesmo com a

existência dos AGV's (veículos autoguiáveis). Com isso foi possível visualizar em determinados setores estoques em processos durante a visita do pesquisador. A principal justificativa utilizada pelo entrevistado para o não balanceamento das operações na Embraco e a consequente formação de estoques no final de determinados setores, foi a diferença dos tempos de operações das máquinas, assim como os problemas de quebras e manutenção das máquinas.

O estoque médio da empresa fica em torno de três a quatro dias para componentes distantes de Joinville e horário para fornecedores localizados em Joinville. A Embraco possui uma parceria com seus fornecedores, existindo em média um por item que são devidamente certificados em relação a qualidade e a entrega dos produtos fornecidos. Entretanto, se à qualidade dos produtos fornecidos não for de acordo com os padrões estabelecidos, os operadores possuem ampla autonomia para devolver os produtos aos fornecedores no ato da entrega.

A troca rápida de ferramentas é plenamente utilizada pela Embraco, possuindo um procedimento operacional padrão (POP) específico para trocar as ferramentas dos equipamentos. Esta idéia partiu dos próprios operadores durante seus processos de certificações, onde foi possível reduzir a troca de ferramentas na maioria dos equipamentos, existindo casos, em alguns modelos de máquinas, que antes duravam cerca de 1 turno (8 horas) para uma troca de tipo do equipamento, após o treinamento em cima de melhorias no processo, durante a certificação dos operadores, conseguiu-se reduzir essa troca de tipo, em alguns casos, para até 20 minutos.

### **4.8.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA**

O programa de capacitação para a polivalência dos operadores começou a partir da necessidade que a empresa estava enfrentando na execução de determinadas operações. Identificava-se muitas vezes que algumas operações causavam grandes índices de acidentes de trabalho como L.E. R. e tenossinovite, sendo necessário a empresa manter em média de 15 a 20% de operadores reserva por turno, aumentando os custos da empresa com o absenteísmo. Esta necessidade coincidiu também com o surgimento da implantação do *layout* celular em várias áreas da empresa, que tinha como pré-requisito a rotação nos postos de trabalhos.

Com isso a empresa iniciou um trabalho de polivalência dos operadores, caracterizado principalmente pela rotatividade em seus postos de trabalho. Para isto foi necessário desenvolver um questionário de cada operação daquele determinado setor de acordo com o POP, na qual seria

possível checar em um determinado tempo se aqueles operadores estavam aptos e seguros a desenvolver aquela determinada operação.

De acordo com o entrevistado, "*a idéia desse questionário foi certificar o operador naquela determinada operação, onde só depois que o operador se capacitasse a executar todas as operações naquela determinada célula, podia-se começar o processo de rotação de trabalho*". Esse processo de certificação, Figura 4.10, resumidamente consiste em buscar o constante desenvolvimento de conhecimentos e habilidades individuais de todos os operadores em uma função específica, que será executada no dia a dia da empresa.

A fase inicial da certificação do operador foi aplicada a todos os operadores que estavam iniciando uma tarefa nova e foi caracterizada pelas seguintes condições:

1. operador está começando a trabalhar em uma nova unidade, não tendo maturidade para executar a tarefa;
2. operador está mudando de função e não conhece as suas novas tarefas;
3. processo mudou na sua totalidade ou parcialmente exigindo novas habilidades dos operadores.

A preparação do operador para executar uma determinada atividade para conseguir uma certificação consiste nas seguintes fases:

1. observação: o treinado observa o instrutor (colaboradores ou outro operador) operando o equipamento e busca entender como a atividade é executada;
2. prática: nesta fase o treinando já opera com acompanhamento;
3. maturidade: nesta fase o treinando executa a tarefa, e o instrutor observa suas falhas e corrige.

Durante a fase de observação, o operador aprendiz permaneceu ao lado do instrutor, observando todas as ações do mesmo, procurando esclarecer dúvidas através de questionamentos aos POP's. Este processo de capacitação do operador a operar novas máquinas ocorreu em pequenas etapas, sendo que a cada dia era ensinado uma pequena parte da tarefa, até um domínio completo das operações da célula, avaliada através de auditoria dos facilitadores sobre os

operadores. Este processo de certificação total do operador naquelas determinadas operações da célula, possibilitando a implantação da polivalência, através da rotação do trabalho levou em média um ano. Nesse processo utilizou-se uma folha de acompanhamento individual do operador, conforme Figura 4.10.

CERTIFICAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA							
Folha de Acompanhamento Individual							
Operador					Matrícula		
UGB					Página		
POP N°	Motivos	Nível	Data	Supervisor	Instrutor	Ass. Oper	Observações

Fonte: [Embraco 97]

Figura 4.10 *Exemplo de uma folha de acompanhamento individual para a certificação da mão-de-obra utilizada na Embraco.*

Os problemas enfrentados durante esse período variaram de acordo com o desempenho do operador. *"Por exemplo, para alguns operadores que já possuíam alguns procedimentos técnicos, e treinamentos em outras funções foi mais rápido a sua certificação, para outros que sempre estiveram específicos naquele determinado equipamento o processo de certificação foi mais lento"*.

Após a certificação de todos os operadores daquela determinada célula, iniciou-se o processo de *job-rotation*, coordenado primeiramente pelo facilitador e depois facilmente controlado pelos operadores. No caso da área de corpo e tampa a rotação nos postos de trabalho está sendo realizada de hora em hora. Esse tempo foi determinado segundo os estudos de tempos e movimentos realizados conjuntamente pelos departamentos de medicina do trabalho e engenharia, com a participação ativa dos operadores, estabelecendo que nesse ritmo de trabalho não se ocasionaria doenças ocupacionais. Em outros setores, por exemplo na área de trabalho dos estatores no bloco 1, com operações mais pesadas, a rotação de trabalho é realizada de meia em meia hora.

A idéia geral da polivalência na Embraco é o rodízio nas estações de trabalho. Por exemplo, se o operador está realizando uma determinada operação em que ele precise pegar uma peça do lado esquerdo, operar a máquina e depois colocar na correia automatizada ou nos *pallets* com o lado direito, após uma hora esse operador irá fazer o contrário, pegar a peça do lado

direito, operar a máquina e depois colocar na correia automatizada ou nos *pallets* com o lado esquerdo, conforme demonstrado na Figura 4.11.

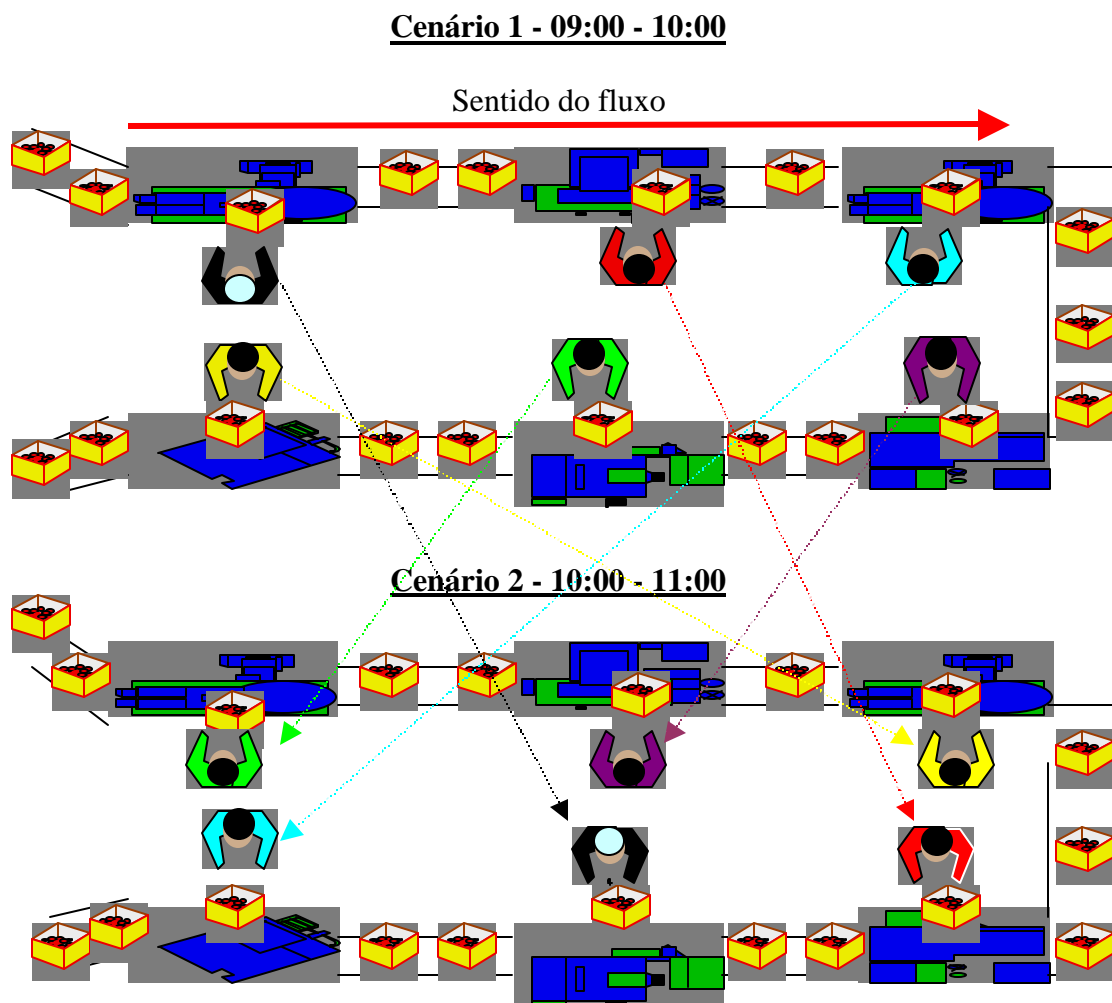


Figura 4.11 *Demonstração da rotação de trabalho em uma célula de corpo e tampa do bloco 28 da Embraco em Joinville.*

De uma forma geral a polivalência dos operadores na Embraco é facilmente constatada nas áreas de corpo e tampa dos blocos um, 14 e 28. Nas áreas de usinagem, pré-montagem e montagem a polivalência é muito restrita. A exceção na área de montagem do bloco 28, exclusivamente na linha de fabricação do compressor de modelo PW, com 234 operadores, que fazem um sistema completo de rodízio dentro das estações de trabalho. Nesta área, segundo relato do entrevistado, "*no mínimo em quatro estações estes operadores sabem operar*".

Normalmente quando ocorre alguma falta de um operador por férias ou doenças, quem o substitui são os alimentadores. Caso ocorra um número de faltas muito grande, além dos alimentadores, os preparadores de banhos, os mecânicos e os eletricitas também são certificados a operarem todas as estações do setor, podendo substituir também os operadores.

Em relação a remuneração a Embraco possui uma classificação dos níveis de operadores de acordo com o grau de complexidade da operação e o respectivo desempenho do operador. Os níveis dos operadores variam em uma ordem crescente de um a cinco. No caso da área de trabalho do entrevistado, bloco 28, o operador de linha do corpo e tampa, é classificado em operador 1, na mesma área de corpo e tampa alguns operadores de prensa são classificados como operador 3, devido a complexidade da função. Conforme colocado pelo entrevistado esse tipo de remuneração diferenciada não ocasiona insatisfação nos operadores, *"está bem claro e é bem divulgada a classificação daquela determinada função e porque os operadores desta ganham mais ou não. Então se alguém que está classificado como operador 1 achar que tem condições de ser operador 2 ou 3, irá caber a esse operador mostrar seu desempenho para que eventualmente, quando surgir oportunidade, ele seja promovido"*.

Quando é detectada a oportunidade de mudança de nível de algum operador devido ao surgimento de alguma vaga, o facilitador responsável pela área de trabalho, convoca todos os operadores, comunicando o surgimento da vaga e qual o perfil do candidato requerido. Assim, aqueles operadores que se sentirem no direito de preencher essa vaga irão comunicar ao facilitador o interesse. Daí o facilitador irá fazer uma entrevista com cada um dos candidatos e depois abertamente, na frente de todos os candidatos, é escolhido o operador promovido. Este operador escolhido segundo dado do entrevistado sempre é de consenso entre todos os presentes.

A Embraco vem desenvolvendo há três anos um programa de participação dos lucros (PPR), baseados nas metas e nos resultados alcançados. Este programa vem colhendo ótimos resultados, como no ano passado foram pagos dois salários integrais a cada funcionário da fábrica, devido ao sucesso da produtividade no decorrente ano.

Em sua grande maioria os operadores da Embraco possuem o segundo grau completo, os que ainda não possuem estão estudando para concluir, pois o pré-requisito educacional atual exige essa qualificação. A política de contratação da Embraco, que antes era feita através de anúncios nos jornais ou anúncios internos, onde os facilitadores recebiam os candidatos e

realizavam uma avaliação para escolher aquele que melhor respondia as necessidades exigidas, hoje é terceirizada a uma empresa específica, que recebe todos os candidatos interessados e dentro de um perfil elaborado pelo facilitador da respectiva área avalia qual o melhor candidato para atender as necessidades daquele trabalho requerido.

Na padronização das operações ocorreu uma mudança drástica na empresa depois que se implantou o processo de certificação dos operadores. Antes quem elaborava os procedimentos operacionais padrões (POP), que se chamava roteiro de operações, era o departamento de engenharia, através das técnicas de tempos e métodos. Prática densamente criticada pelo entrevistado *"o departamento de engenharia muitas vezes nem conhecia o chão de fábrica e determinava esses procedimentos que na maioria das vezes eram impraticáveis, onde os operadores não conseguiram seguir com o que estava escrito no roteiro de operações, criando-se um grande conflito."*

Com o processo de treinamento para a certificação dos operadores à polivalência de funções, essa política mudou completamente, os próprios operadores passaram a analisar e elaborar esse roteiro de operações, que por idéia deles passou a chamar-se procedimento de operações padrão (POP).

Com isso, todas as operações dos três blocos da fábrica têm um POP no local mais visível do posto de trabalho. Naquelas operações onde ainda não se conseguiu implantar a polivalência, a elaboração dos POP foi realizada pelos operadores dos três turnos da empresa juntamente com os facilitadores responsáveis por aquelas determinadas operações. Periodicamente esses POP são avaliados pelos próprios operadores e os responsáveis pelo setor. A cada melhoria constatada, é o operador quem comunica ao técnico de processo que se encarrega de redigir um novo POP e colocar no mesmo local do anterior.

A empresa utiliza a jornada flexível de trabalho através do banco de horas. Por exemplo, caso esteja ocorrendo um aumento da demanda de minis compressores, precisa-se aumentar a produção nestas áreas utilizando-se mais operadores para trabalhar em turnos extras, que geralmente são em fins de semana. Por outro lado, caso esteja ocorrendo uma diminuição na demanda de midis compressores, os operadores desses setores trabalham menos horas durante a semana e compensam essas horas na produção de minis compressores nos fins de semana. Geralmente os operadores selecionados para realizarem este tipo de trabalho são aqueles mais

certificados, favorecendo a rotação dos postos de trabalho e a garantia da qualidade dos produtos fabricados, pois em fins de semana existe uma redução acentuada de colaboradores nas funções de suporte.

#### **4.8.4 VANTAGENS DA POLIVALÊNCIA PARA A EMPRESA**

A principal vantagem relatada pelo entrevistado em relação a polivalência, com a rotação nos postos de trabalhos da Embraco, foi uma grande redução nas doenças do trabalho com L.E.R. e tenossinovite. Outra vantagem evidenciada foi o envolvimento total dos operadores com uma autonomia na produção que antes eles não possuíam. *"A motivação em aprender, em criar novas formas de fazer o trabalho, foi plenamente observada após o início do programa de certificação à polivalência"*.

A maioria dos operadores, principalmente os mais antigos, em princípio não aceitavam muito a polivalência, porém depois de várias explicações sobre as vantagens que a rotação de trabalho traria, eles começaram a concordar, principalmente quando eles ficaram convencidos que a rotação de postos de trabalho reduziriam as doenças como L.E.R e tenossinovite.

Outras vantagens que os operadores relataram ao pesquisador foi a motivação para o trabalho, pois antes eles passavam o dia fazendo a mesma operação, e hoje com a rotatividade de funções o trabalho ficou mais dinâmico, além disso a polivalência melhorou o espírito de equipe entre os operadores. O relato de um operador esclarece, *"antes eu só pensava em mim, não tinha quase amigos na fábrica, fazia meu trabalho e ia para casa. Hoje não, nós precisamos estar sempre conversando para saber qual é a melhor forma de realizar aquela determinada operação, o nosso coleguismo é bem maior e, isto é, um outro fator que me estimula cada vez mais a trabalhar aqui na Embraco"*.

Para a Embraco a polivalência possibilitou uma redução drástica no absenteísmo com a redução nas doenças do trabalho. Eliminando a maioria dos seus operadores de reserva, que muitas vezes eram terceirizados, não devidamente treinados ao processo, comprometendo a qualidade da produção. Segundo relato do entrevistado, *"por exemplo, ocorreram casos que numa estação de trabalho com seis operadores, dois estavam afastados por 60 dias devido a L.E.R., sendo necessário contratar operadores temporários, de outras empresas. Esses operadores temporários muitas vezes não sabiam operar as máquinas, os facilitadores e os*



*outros operadores titulares iam treiná-los. Com isso, a produtividade e qualidade daquele determinado setor ficava comprometida e esse problema era constante aqui na Embraco, hoje isso reduziu bastante, a Embraco não possui mais nenhum operador temporário".*

Além disso foi constatada uma melhor produtividade com a flexibilidade dos operadores. O volume médio mensal por operador aumentou com a polivalência, pois ocorreu uma eliminação de 100% dos operadores terceirizados, que correspondiam em média a 18% do quadro total de operadores.

## **4.9 ESTUDO DE CASO 4 - IRMÃOS ZEN S.A**

Far-se-á uma descrição dos principais pontos constatados nas entrevistas com o supervisor de usinagem da produção e com o engenheiro de produção da Irmãos Zen S.A, localizada na cidade de Brusque no Estado de Santa Catarina.

### **4.9.1 HISTÓRICO DA IRMÃOS ZEN**

A Irmãos Zen S.A. foi criada há 39 anos atrás, no dia 20 de maio de 1960, em São Paulo, fruto da união de dois irmãos, Nelson e Hilário. Inicialmente fabricando peças de rádio, em 1963 começou a produção de impulsores de partida, sua principal linha de produtos.

Segundo relato de seu Presidente Nelson Zen, *"a idéia de começar a produzir impulsores aconteceu por acaso. Parte do processo de estampar as peças de rádio tinha que ser realizada numa outra empresa, porque não tínhamos máquina. Era uma fábrica de impulsores de partida. Foi seu vendedor que nos deu a idéia, sugerindo que era um bom negócio".* Inicialmente produzido fora do expediente, o impulsor começou aos poucos a tomar espaço na produção, até que os irmãos desistiram das peças de rádio.

A empresa foi crescendo na produção de impulsores, fornecendo principalmente para a Ford, até que uma lei de zoneamento da cidade de São Paulo impediu a Irmãos Zen de ampliar suas dependências. Como não tinham condições de adquirir outro terreno em São Paulo, os irmãos resolveram voltar a sua cidade natal, Brusque.

No dia 4 de agosto de 1975, inauguraram suas novas instalações na cidade, aonde permanecem até hoje. Atualmente a Irmãos Zen conta com mais de 600 funcionários. Fabricando mais de 800 modelos apenas na linha de impulsores de partida, caracterizando-se como o maior fabricante genuinamente brasileiro de impulsores de partida. Esses são utilizados no mundo inteiro em diversas aplicações como automóveis, caminhões, tratores, motocicletas, e embarcações. A Irmãos Zen também fábrica uma linha completa de mancais, polias e porta escovas.

#### 4.9.2 ASPECTOS OPERACIONAIS DA IRMÃOS ZEN

A estrutura funcional da empresa é constituída pelo gerente de produção, supervisores, preparador de máquina e os operadores, conforme Figura 4.12.

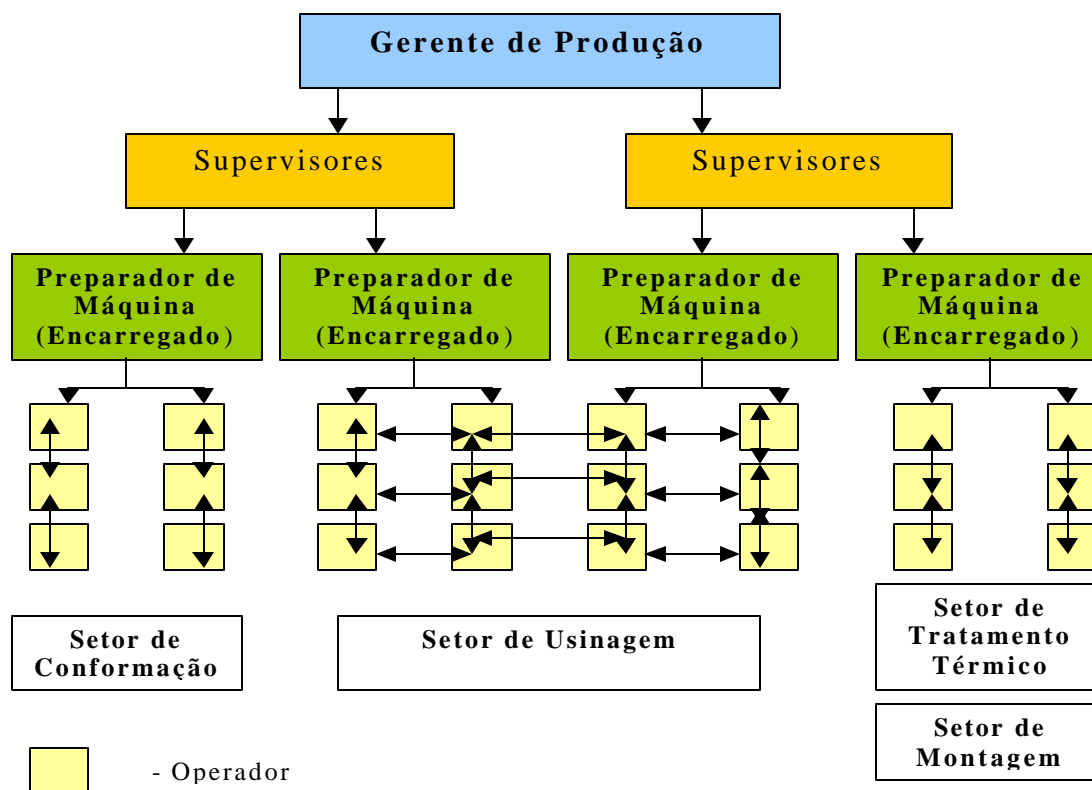


Figura 4.12 Estrutura funcional da produção da Irmãos Zen.

O gerente de produção é o responsável pela produtividade e qualidade das respectivas áreas da empresa, monitorando os dados para o gerente industrial da empresa

Nos setores produtivos os componentes dos produtos finais são manufaturados até tomar sua forma final. Os processos têm início na seção de conformação, onde barras são cortadas e

extrusadas (conformação maciça a frio) tomando uma forma semi-acabada. Neste setor são utilizados cerca de 60 colaboradores. A etapa seguinte é realizada na seção de usinagem, com os componentes obtendo suas dimensões finais, garantindo um alto índice de capacidade do processo, executadas por cerca de 160 colaboradores. É no tratamento térmico que estes componentes adquirem a resistência necessária para suportar os esforços a que serão submetidos, para isso utiliza 10 colaboradores. Na seção de montagem as peças são agrupadas formando o impulsor de partida que, após oleado, é acondicionado em embalagem própria e enviado à expedição. Funções desempenhadas por cerca de 90 colaboradores.

Nessa entrevista foram visitados todos esses setores, porém os dados aqui relatados são em quase sua totalidade pertencentes ao setor de usinagem, visto que somente neste setor foi constatado a utilização de operários polivalentes.

Na usinagem para cada supervisor existem cerca de 70 colaboradores por turno. Os supervisores são responsáveis em administrar todos os colaboradores, determinando todas as necessidades para a eficiência da produção nos seus determinados setores. Essas necessidades são direcionadas para atender ao programa de produção mensal (plano mestre de produção), determinados pelos gerentes de produção, sendo enviados aos supervisores no início de cada mês. Os supervisores são responsáveis também por todo o treinamento dos colaboradores, para atender as normas da ISO 9001 e QS 9000.

Os preparadores de máquinas são os melhores operadores por setor, isto é, aqueles que têm as melhores habilidades, com autonomia de fiscalizar as células, estando atentos, caso ocorra qualquer problema, eles são os primeiros a tentar solucioná-los. Além de serem os primeiros substitutos de qualquer operador que esteja ausente da linha, seja por férias, doenças, afastamento temporário ou qualquer outro problema. Atualmente na empresa está ocorrendo uma mudança na denominação desses preparadores, passando a serem chamados de encarregados.

Os encarregados além de executar sua atividade principal, que é preparar as máquinas para atender ao programa de produção mensal, conhecem todas as operações em um determinado campo de atuação, sabendo também conduzir programas de melhorias, manuseando computadores, elaborando as folhas de operação (carta de trabalho) e tendo autonomia para fazer a rotação dos operadores quando necessário, respondendo pelo setor, quando da ausência do supervisor responsável.

Os operadores no setor de usinagem possuem flexibilidade de parar a linha caso ocorra alguma anormalidade no processo produtivo. Isto é feito toda vez que a operação não ocorra conforme o determinado nas folhas de operação padrão. Ao parar a linha, o operador tenta solucionar o problema, detectando suas causas segundo as frequências de medição determinadas nas folhas de operação. Caso a anormalidade seja muito grave, podendo comprometer o processo futuramente, ele irá comunicar aos encarregados que tentarão solucionar o problema.

Entretanto, na maioria das operações da Irmãos Zen não existe dispositivos a prova de falhas, a exceção das células com máquinas automatizadas, tipo CNC (comando numérico por computador), onde existe um dispositivo que automaticamente pára a máquina, acendendo uma luz vermelha caso ela detecte alguma anormalidade. Assim como também não existe o *andon*.

No momento está iniciando-se o processo de autoinspeção, com o objetivo de que ao final de cada operação o operador controle tudo o que ele execute. Para isto estão sendo feitos vários estudos, através da implantação de dispositivos a prova de falhas (*poka-yoke*), treinamento da qualidade aos operadores, dentre outros. No entanto, enquanto isso não ocorre, a empresa continua a utilizar vários inspetores da qualidade, distribuídos em todos os setores da fábrica, controlando a qualidade de seus produtos.

A manutenção na Irmãos Zen é centralizada, existindo um setor específico que atende a toda a empresa. Os operadores nesta empresa ainda não foram treinados a desempenhar algumas funções na manutenção, segundo o entrevistado *"este é um dos objetivos da empresa na atualidade com os operadores sendo treinados a realizar pequenos reparos nas máquinas, pois muitas vezes o problema é simples de resolver e não vai mais precisar parar a produção para chamar a equipe de manutenção"*. Com exceção da área que opera com máquinas de CNC, que dispõem de operadores mais qualificados, já existe alguns reparos que os próprios operadores realizam.

Caso ocorra algum tipo de problema na linha de montagem ou uma falta de energia, a empresa não possui um sistema programado de paradas para os operadores não ficarem ociosos. Quando isso ocorre são feitos aleatoriamente programas de atividades para os colaboradores na linha como: limpeza do setor e treinamento dos operadores sobre alguns problemas que porventura estejam ocorrendo na área.

No que diz respeito a programas de melhorias, a empresa não possui um grupo constantemente fazendo kaizen. O mesmo se dá em relação aos CCQ's. Entretanto, na ocorrência de alguma anormalidade detectada no processo, ou o surgimento de idéias que possam melhorar o processo, são formados grupos para tentar analisar e solucionar o problema ocorrido, onde é utilizado o ciclo PDCA para avaliar o melhoramento para posteriormente ser implementado ou não pela empresa.

#### **4.9.3 O TREINAMENTO PARA A POLIVALÊNCIA**

O programa de capacitação para a polivalência dos operadores começou a partir da necessidade que a empresa estava enfrentando na execução de determinadas operações. O entrevistado relatou que *"sempre quando ocorria a falta de um operador, era um Deus nos acuda. Há cinco anos atrás conhecia-se o operador pela máquina que ele trabalhava. Por exemplo, você queria encontrar com o João era só ir na extrusora número seis, sempre ele estava lá. Hoje não, para encontrar um operador, você deve perguntar ao preparador, em qual célula ele está no momento"*.

Entretanto, para isto, foi necessário primeiramente a implantação das células de manufatura, com os operadores sendo treinados a operar as diversas operações. Começando primeiramente sobre os supervisores, visto que já entendiam de todos os processos. Este treinamento foi realizado através do engenheiro de produção responsável, o qual explicou todos os procedimentos que seriam necessários para os supervisores começarem a treinar os operadores à polivalência.

Depois, o engenheiro de produção juntamente com os supervisores começaram a realizar treinamentos sobre os operadores. Primeiro com uma carga teórica, explicando o porque da polivalência, as vantagens da rotação de trabalho, isto é, conscientizando-os. Depois na prática, quando prioritariamente foram identificadas as máquinas mais complexas, aquelas que pouquíssimos operadores conseguiam operar. Com isso, começou-se um trabalho para capacitar outros operadores a trabalhar nestas máquinas, ocorrendo certas resistências dos operadores conforme relato do supervisor: *"doutor eu nunca trabalhei aqui, essa máquina é muito difícil, não conseguirei realizar a produção"*.

Nos setores onde estavam ocorrendo treinamento foi acumulado uma certa quantidade de estoques para suprir a necessidade da produção e permitir a tranquilidade do treinamento do operador. Com isso todos os operadores do setor de usinagem começaram a realizar rotatividade nas suas funções. Na medida em que eles já estavam capacitados naquela operação, os supervisores os realocavam em outras operações, e assim sucessivamente. Em função disto, com a exceção das máquinas de CNC, a maioria das operações convencionais deste setor, podem ser executadas por qualquer operador.

O principal problema encontrado no decorrer do treinamento foi a resistência de alguns operadores, ocorrendo alguns casos de demissão pois os operadores não aceitaram de forma alguma a mudança de função, principalmente os mais antigos. De acordo com o entrevistado eles diziam "*quanto é que vou ganhar mais por isso*". Entretanto, com o decorrer do tempo os operadores foram aceitando e começando a evidenciar as vantagens da polivalência, principalmente em relação a sua flexibilidade através da rotatividade de funções, diminuindo a monotonia dos seus trabalhos e a redução drástica das doenças do trabalho como L.E.R., constantemente criticada por eles antes da implantação da polivalência.

Com o treinamento foi possível que os supervisores descobrissem os melhores operadores. Aqueles que facilmente realizam novas operações, que possuíam capacidade de treinar a outros, espírito de liderança, dentre outras. Aqueles que futuramente seriam os responsáveis diretos pela rotatividade dos operadores. Os que seriam promovidos a encarregados.

De acordo com o entrevistado, o tempo que se leva hoje para capacitar um novo operador a se tornar polivalente em todas operações do setor de usinagem, varia de acordo com o operador, mas em média fica em torno de 6 a 8 meses. No entanto, conforme o entrevistado "*o processo de aceleração de polivalência vai depender muito do operador, nós (supervisores e encarregados) estaremos à disposição na hora em que ele precisar*".

Os operadores são remunerados segundo dois critérios. Primeiro é o grau de polivalência que eles possuem. Segundo é de acordo com seu desempenho individual. Para o grau de polivalência eles são classificados assim:

- operador 1 - aquele que está iniciando em todas as etapas do setor, com treinamento, conhecimento das máquinas, dentre outras;

- operador 2 - aquele que já tem uma completa base de treinamento teórico e já possui algumas habilidades práticas nas máquinas;
- operador 3 - aquele capacitado em operar todas as máquinas.

Após essa classificação os operadores são avaliados pelos supervisores de acordo com uma análise potencial de cada operador feita geralmente anualmente. Esta análise se dá através de uma entrevista do supervisor com os operadores, quando é explicado o desempenho do operador durante o ano, onde precisa melhorar, onde precisa se manter como está, dentre outros. *"Já existiram casos de operadores se acomodarem e ficarem cinco anos sem aumento de salário. Assim como operadores reduzirem seus salários, por falta de interesse no trabalho. Como também existiram casos de operadores que se destacaram tanto que receberam três aumentos durante o ano. Tudo depende deles".*

O entrevistado ainda relatou que *"este tipo de remuneração para quem está chegando na empresa não é muito bem vista, visto que os operadores não entendem como é que eles serão avaliados, mas com o decorrer do tempo as nossas explicações, e principalmente as conversas com os próprios operadores, estes novatos começam a ficar convictos de que esse tipo de remuneração é justa".*

Antes na Irmãos Zen o seu pré-requisito educacional era o 1º grau, porém, hoje todos os operadores estão estudando (curso oferecido pela empresa) para concluir o 2º grau, pois agora é esse o pré-requisito educacional na empresa. Além desse pré-requisito existe também a entrevista durante o processo de seleção de funcionários. A entrevista é realizada diretamente com os supervisores, quando é colocado que eles serão polivalentes. Conforme o entrevistado *"ao falar essa palavra eles nem sabem o que é, depois é que vou explicar que é um processo de rodízio nas operações, onde eles receberão treinamento para operar em todas as máquinas, aí eles ficam mais tranqüilos".*

Ocorrendo a falta de algum operador é feito um remanejamento de operadores de células que no determinado momento estão mais folgadas. *"Por exemplo, hoje de manhã, estamos tendo um gargalo nas células de retífica, devido a dois fatores: primeiro um operador faltou, depois ocorreu um período de pico nesse setor. Então o preparador retirou dois operadores das células de ferro fundido, pois estas no momento estavam com um ritmo de produção lento e*

*imediatamente colocou nesse setor. É sempre assim, de acordo com as necessidades do dia ocorrem essas mudanças, é essa flexibilidade a principal vantagem que a polivalência trouxe para a empresa".*

Concomitantemente, com o treinamento para a polivalência, os operadores juntamente com os preparadores e o setor de engenharia, criaram as folhas de operação padrão, com o objetivo de padronizar todas as operações da empresa, principalmente no setor de usinagem, onde a polivalência seria rapidamente efetivada. Essas estão posicionadas em cada máquina da empresa. O número de folhas está de acordo com o número de operações que a máquina realiza. Por exemplo, nas máquinas de CNC existem até oito folhas de operações padrão, pois essas conseguem realizar oito operações diferentes.

Para avaliar essas folhas de operação padrão a empresa desenvolveu com seus operadores o princípio da melhoria contínua. A cada melhoria detectada por um operador, são realizadas reuniões com os encarregados, supervisores e a engenharia para avaliar uma futura implementação dessa melhoria. O operador que sugeriu a melhoria é recompensado com premiações e reconhecimento, além de ser plenamente beneficiado na próxima avaliação sobre a remuneração. Depois da implantação deste princípio já ocorreram mais de 100 sugestões que foram implementadas.

Através desse princípio foi possível identificar também a redução do setup em várias máquinas, contribuindo para uma troca rápida de ferramentas. Com os operadores sugerindo novas idéias de realizar aquela troca de ferramentas, diminuindo o tempo de espera até uma nova operação. *"Entretanto esse processo ainda carece de melhor treinamento. Existindo ainda algumas máquinas que possuem ainda um longo tempo de espera"* relatou o entrevistado. Em função disto nesses últimos meses constantemente tem sido realizados CCQ's para tentar solucionar esses problemas.

Em determinadas células a empresa utiliza o processo de puxar a produção, através dos CARDZ (controle automático de reposição definida Zen), o sistema kanban da Irmãos Zen, em outras células é utilizado o MRP (planejamento das necessidades de materiais). Na verdade existe uma completa interação entre o kanban e o MRP na maioria das operações da empresa, que trabalha com operações sobre encomenda. O kanban é dimensionado pelo setor de engenharia de



acordo com a demanda necessária, cabendo aos operadores executar as operações conforme o determinado pelo CARDZ.

As operações da empresa não são balanceadas de acordo com tempo de ciclo. Cada célula tem seu tempo de ciclo diferente, com cada máquina possuindo seu próprio tempo de operação, o objetivo das células de produção juntamente com a polivalência dos operadores é que de um lado da célula entre a matéria-prima e do outro saia o produto acabado. O tempo de operação é determinado pela engenharia que por sua vez é determinado pela plano mestre de produção, *"se for preciso aumenta a produção para responder às necessidades da demanda nós aumentamos o número de operadores, se for preciso que aquela célula não trabalhe hoje ela não trabalha e realocamos esses operadores em outras células que estejam precisando"*

Assim vários cenários de polivalência foram constatados durante a visita do pesquisador à empresa, células com nove máquinas e um operador desempenhando todas operações (Figura 4.13), células com cinco máquinas e dois operadores desempenhando todas as funções (Figura 4.14), células com seis máquinas e três operadores realizando cada um duas operações (Figura 4.15). Após duas horas de visita aquela célula que estava com um operador (Figura 4.13) passou a ter três operadores em um determinado momento e uma hora depois seis operadores. Aquela célula que estava com dois operadores (Figura 4.14) parou de trabalhar após duas horas e voltou a trabalhar uma hora depois com três operadores. Após quatro horas aquela célula que estava com três operadores (Figura 4.15) passou a trabalhar só com dois operadores.

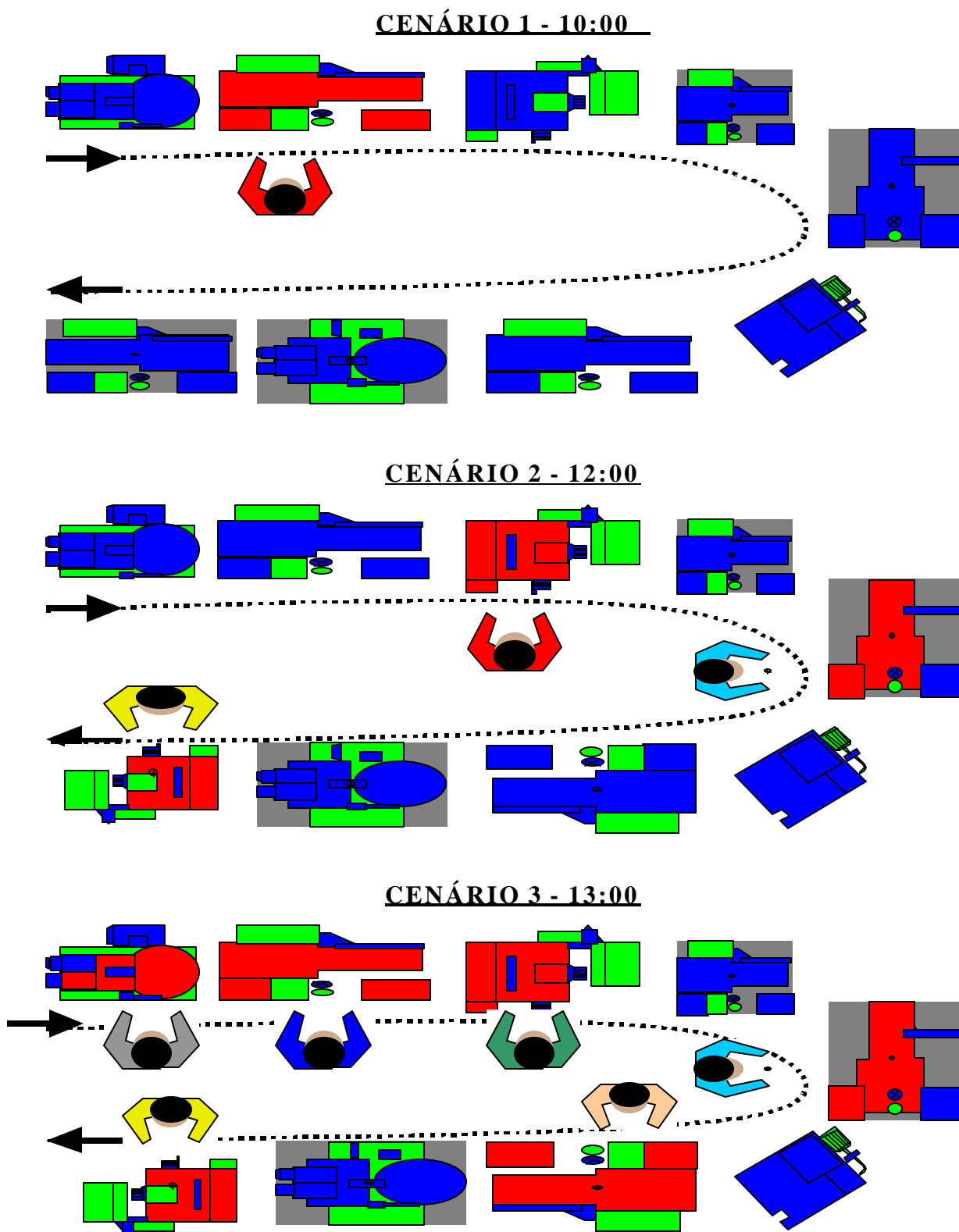


Figura 4.13 Exemplo de uma célula do setor de usinagem com nove máquinas trabalhando no primeiro cenário com um operador, no segundo cenário com três operadores e no terceiro cenário com seis operadores.

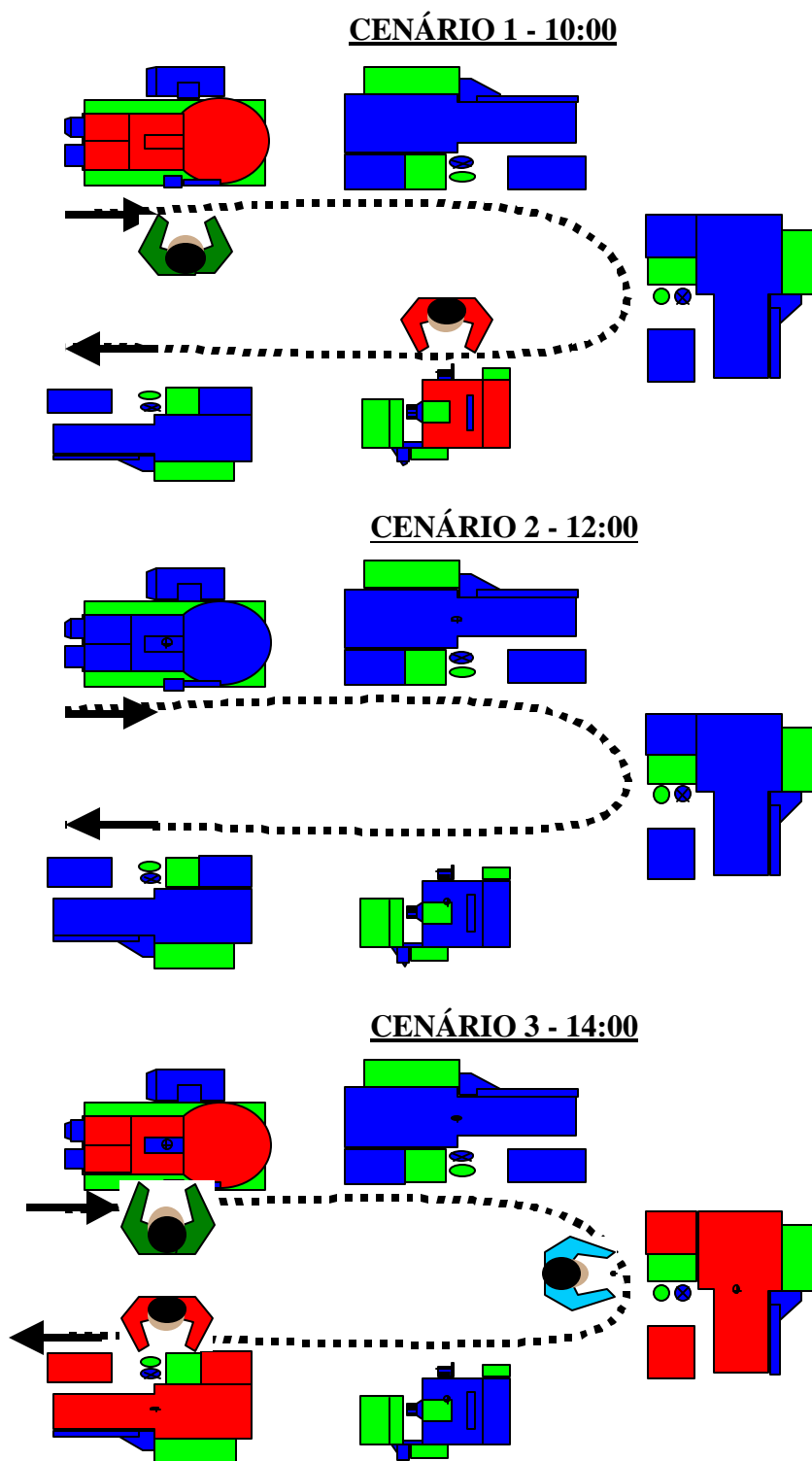


Figura 4.14 Exemplo de uma célula do setor de usinagem com cinco máquinas trabalhando com dois operadores no primeiro cenário, não trabalhando no segundo cenário e com três operadores no terceiro cenário.

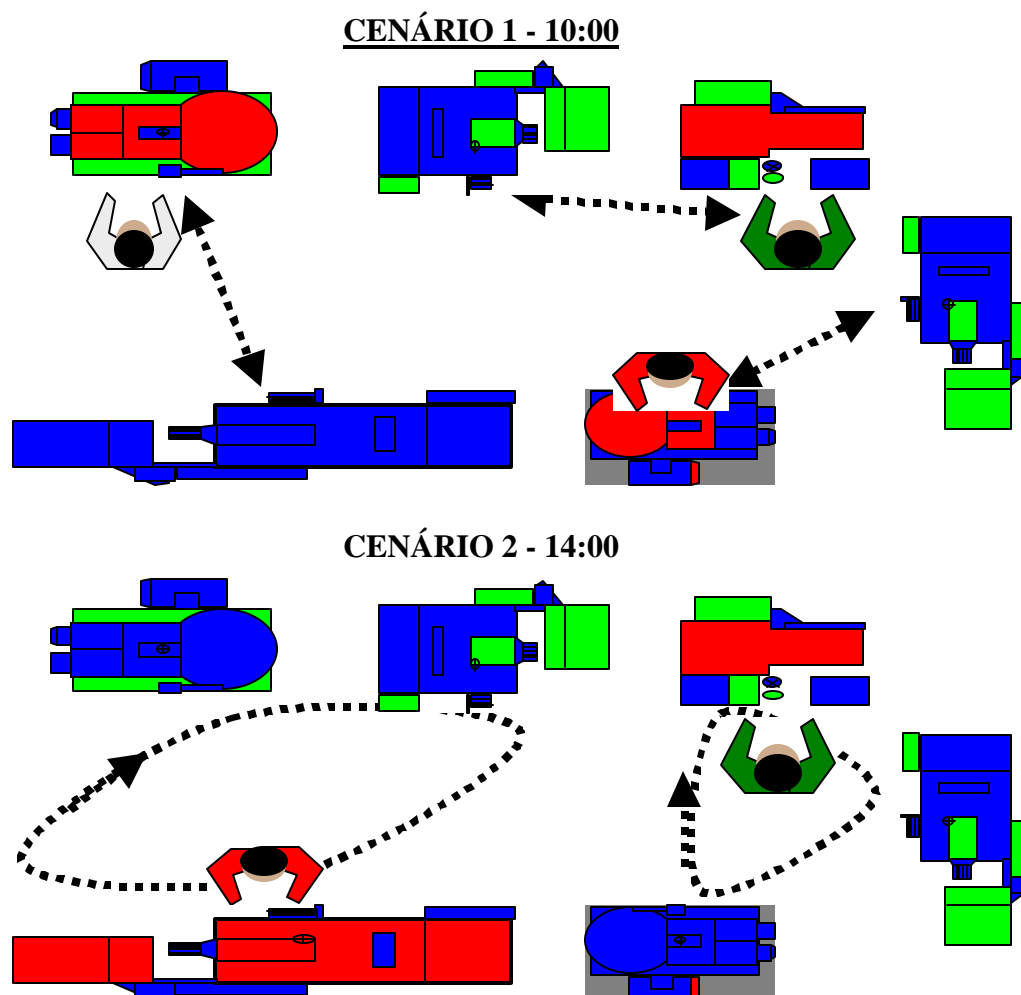


Figura 4.15 Exemplo de uma célula do setor de usinagem com seis máquinas com três operadores trabalhando em duas máquinas no primeiro cenário e com dois operadores trabalhando em três máquinas no segundo cenário.

Conforme as Figuras apresentadas, os cenários de polivalência utilizados pela Irmãos Zen coincidiu com o modelo de polivalência demonstrado no capítulo 3 desse trabalho. Entretanto, é de se elucidar que nas Figuras 4.13 e 4.14, a polivalência acontece na forma de "carreata" (um atrás do outro), isto é, cada operador realiza todas as operações. Por exemplo no cenário 3 da Figura 4.13, cada um dos seis operadores realiza todas operações. Isto é justificado devido ao não balanceamento nos processamentos das máquinas nestas células e a necessidade do aumento de produção para atender a demanda.

Já na Figura 4.15, devido ao balanceamento nos processamentos das máquinas nesta célula, pode ser observado um balanceamento de operações. No primeiro cenário foi possível

observar três operadores trabalhando cada um em duas operações. No segundo cenário, ocorreu uma pequena diminuição da demanda, quando cada um dos dois operadores foram responsáveis por três operações.

Assim, pode-se constatar nesta empresa, células flexíveis com operadores polivalentes, no sentido fazer o nivelamento da produção com a demanda, pois hora observou-se células que pararam de trabalhar e hora esta mesma célula trabalhando com sua capacidade total.

Todavia, as principais dificuldades relatadas pelo entrevistado para se obter um balanceamento total das operações no sentido de nivelar todas as células foram: elevado mix de produtos; processos complexos como a forçotização (lubrificação) e recozimento intermediário (tratamento térmico); diferenciação dos tempos de operações das máquinas (principalmente as prensas); dificuldade do arranjo físico da empresa.

Em consequência desse desbalanceamento, a empresa não utiliza o fluxo unitário de produtos gerando obrigatoriamente um grande volume de estoques de produtos acabados entre as operações. Destarte, no momento a empresa está tentando minimizar esses estoques, eliminando o número de operações de conformação, forçotização e recozimento.

A jornada flexível de trabalho através do banco de horas é uma prática usada constantemente na Irmãos Zen para responder as oscilações da demanda. Ocorrendo um aumento na demanda, precisando aumentar a capacidade produtiva, primeiramente a empresa tenta fazer o remanejamento dos operadores para aquelas operações de maior necessidades aumentando a velocidade da produção, caso esse procedimento não possibilite responder a produção, é utilizado o banco de horas, caso este seja também insuficiente são feitas horas extras.

Ocorrendo a diminuição da produção, primeiramente se utiliza o remanejamento dos operadores diminuindo a velocidade da produção, caso esse procedimento seja insuficiente é utilizado o banco de horas, e posteriormente férias remuneradas. De acordo com o entrevistado, *"desde que entrei na Irmãos Zen nunca houve casos de demissão de funcionários devido ao decréscimo de produção, já existiram situações de um decréscimo de demanda acentuado e a empresa fez uma avaliação que seria um período de entressafra e deu férias coletivas de dois meses a 30% dos operadores"*.

#### 4.9.4 AS VANTAGENS DA POLIVALÊNCIA PARA A EMPRESA

No que diz respeito a doenças do trabalho a polivalência possibilitou uma elevada redução nos casos de L.E.R. e Tenossinovite. Segundo o entrevistado *"antes com os operadores monofuncionais praticamente toda semana ocorria faltas por doenças do trabalho, o operador chegava na empresa mas não tinha condições de trabalhar, muitas vezes passando até quinze dias afastado. Neste período era terrível, tínhamos que treinar novos operadores a fazer aquelas funções, comprometendo a produção e principalmente a qualidade dos produtos. Hoje com a polivalência, dificilmente ocorre afastamento por doenças do trabalho, além disso, a polivalência possibilitou a flexibilidade do operador trabalhar em qualquer máquina do setor"*.

Atentando-se agora aos operadores, observou-se uma completa satisfação com a implantação da polivalência, na ocasião da visita o pesquisador entrevistou um grupo de operadores e constatou que no começo esses tiveram um certo receio em relação à polivalência, entretanto, com o decorrer do tempo eles foram se convencendo que aquele novo método estava motivando-os mais ao trabalho. A colocação de um dos operadores entrevistados esclarece, *"no começo eu pensei que não teria condições de fazer tudo isso que faço hoje, mas com o treinamento as operações foram ficando mais fácil e aos poucos não só eu como todos deste setor foram aprendendo. E hoje vejo que isso foi muito bom para mim, pois passei 4 anos da minha vida trabalhando numa mesma máquina (torno N.º 17), achava que ia passar minha vida toda sempre fazendo aquilo. Hoje tudo mudou, tenho mais vontade de trabalhar, acabou a monotonia que sentia, e além disso a relação entre nós (operadores) é maior"*. Seu colega relatou outro aspecto, *"tenho muita satisfação quando sou convocado a substituir outro operador, vejo que estou mais valorizado e isso está sendo muito bom"*.

Outra vantagem constatada pelos operadores com a polivalência durante a visita a Irmãos Zen, foi a utilização de operadores em máquinas que dificilmente os operadores queriam trabalhar, devido ao cheiro do óleo que era muito forte. Com o rodízio nas operações, uma vez por semana um operador passa 30 minutos operando essas máquinas (extrusoras).

Entretanto, a mudança mais significativa para a empresa foi referente à produtividade dos operadores através da flexibilidade. *"Hoje é possível fazer um mix de produtos muito maior, nossos operadores estão capacitados a operarem quase todas as máquinas, se a fábrica quiser"*

*produzir vários tipos de impulsores ao mesmo tempo, como na atualidade, nós temos condições de produzir, antes não tínhamos essa flexibilidade, pois os operadores monofuncionais, só sabiam fazer aquela operação. Houve casos extremos de produzir impulsores que não eram necessários no momento, só para não deixar aquele determinado operador ocioso".*

Assim a empresa aumentou a produção em 50% em cinco anos com praticamente o mesmo número de operadores. Enfatizando que esse aumento foi proporcionado também pela automação em alguns processos.

O único ponto que os funcionários reclamam está relacionado a remuneração, contudo o entrevistado esclarece, *"a única desvantagem que os operadores reclamam são os salários, mas antes esses mesmo só faziam uma função, ganhavam menos e ainda reclamavam, quer dizer sobre seu salário em qualquer lugar do mundo funcionário reclama".*

#### 4.10 ANÁLISE DAS EMPRESAS PESQUISADAS

Apesar do estudo multicaso não ter por finalidade propor que seus resultados sejam generalizados para outras realidades, mas sim, possibilitar, pelo seu valor, a oportunidade de um conhecimento mais aprofundado das realidades atingidas pelo estudo e permitir que sejam formuladas hipóteses para o direcionamento de outras pesquisas, como foi colocado no início do capítulo, apresenta-se para efeito de análise na Tabela 4.1 um resumo dos principais tópicos para cada uma das quatro empresas pesquisadas nas entrevistas.

Tabela 4.1 *Resumo dos principais tópicos por empresa.*

<b>Característica Observada</b>	<b>Toyota</b>	<b>Chrysler</b>	<b>Embraco</b>	<b>Irmãos Zen</b>
% de Polivalência	100%	100%	65%	60%
Operador possui autonomia de parar a linha de produção	Sim	Sim	Sim	Sim
Níveis hierárquicos	Quatro	Quatro	Quatro	Quatro
Escolaridade exigida	2º Grau	2º Grau	2º Grau	2º Grau
Distribuição de lucros	Sim	Sim	Sim	Não
Remuneração por Habilidades	Sim	Sim	Sim	Sim
% da Redução das doenças funcionais de trabalho com a polivalência	100%	100%	100%	100%
Satisfação do Operador	Sim	Sim	Sim	Sim
Redução do Absenteísmo	Sim	Sim	Sim	Sim
Contribuições do operador na qualidade e manutenção	Sim	Sim	Sim	Não

Pôde-se perceber ao longo das visitas as empresas pesquisadas que a Toyota e a Chrysler, por possuírem unicamente processos de montagem, diferentemente dos processos de fabricação repetitiva em lotes da Embraco e da Irmãos Zen, são empresas com características de produção semelhantes, isto é, uma linha de montagem com fluxo unitário de produtos, através de operações padronizadas com o mesmo tempo de ciclo. Características que favorecem o uso intensivo da mão de obra e permite que a polivalência e as técnicas de trabalho em equipe possam ser implantadas com naturalidade.

Em função disso, a Toyota e a Chrysler já nasceram projetadas para trabalhar com o conceito de operadores polivalentes, sendo sua linha de montagem planejada para este tipo de operador. Dessa forma as montadoras disponibilizaram todos os recursos necessários para capacitá-los à polivalência, fazendo com que todos os processos produtivos dessas empresas possuam polivalência de funções. A Figura 4.16 ilustra um exemplo de uma operação da Chrysler, quando o mesmo operador estava colocando os pneus, a maçaneta da porta, os faróis, e as madeiras protetoras da carroçaria em uma mesma operação.

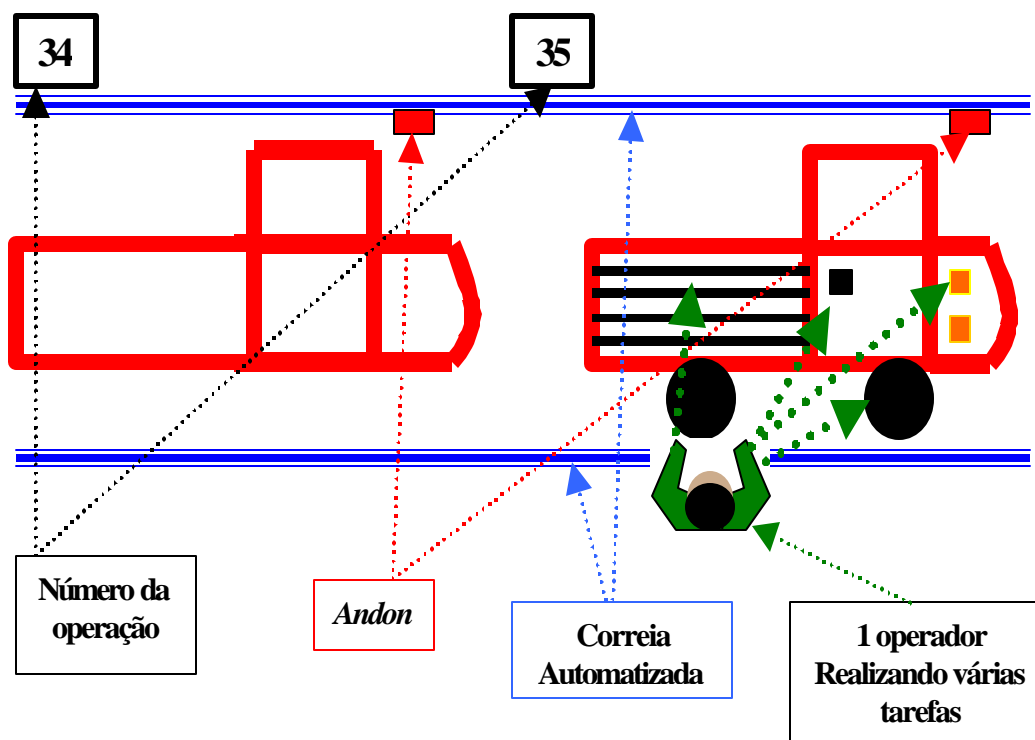


Figura 4.16 Exemplo da linha de montagem da Chrysler, quando o mesmo operador executa várias tarefas.



A principal vantagem observada por essas duas montadoras foi a flexibilidade que a polivalência possibilitou aos operadores, visto que eles agora podem absorver a médio prazo as variações de demanda, expressas em termos de tempo de ciclo, respondendo a mudança de sua rotina de operações padrões sem maiores problemas. Assim como a polivalência permitiu que os operadores pudessem realizar com efetividade pequenas tarefas na manutenção das máquinas e também controlar a qualidade de suas operações.

Além dessas, outra vantagem constatada nestas empresas foi a redução das doenças de trabalho por esforços repetitivos, pois antes de começar a produção com o trabalho polivalente trabalhou-se no período de treinamento com operadores monofuncionais, sendo treinados primeiramente a operar exclusivamente uma máquina, ocorrendo vários casos de doenças por afastamento.

No entanto, verificou-se que o grau de polivalência da Toyota ainda é maior que na Chrysler, evidenciando seu benchmarking no setor automobilístico mundial. Justificado através dessas diferenciações:

- estoques em processos (WIP): em momento algum o pesquisador observou estoques em processos durante a visita à Toyota, o mesmo não ocorrendo na Chrysler com algumas operações possuindo estoques em processos devido à ocorrência de peças defeituosas.
- armazenagem de produtos: na Toyota não se tem um local de armazenagem de componentes (depósito), facilitando a movimentação de materiais pelos operadores, onde sem exceção, todos os componentes entram diretamente na linha de montagem, mesmo os itens importados ficam armazenadas dentro da linha de montagem. Na Chrysler nem todos os produtos ficam na linha de montagem, alguns ficam armazenados em um depósito específico a 80 metros da fábrica, aumentando o tempo de movimentação de operários e materiais, isto é desperdício de movimentação.
- *kaizen*: na Toyota existem várias pessoas constantemente realizando *kaizen*, principalmente os *reliefs*, com isso o surgimento de novas idéias é bem maior que na Chrysler que possui um grupo com somente três pessoas realizando *kaizen*. Ocorrendo uma mudança reativa no processo, isto é, só depois que é detectado aquele problema é que serão realizados *workshops*, dentre outros. Na Toyota a mudança é pró-ativa prevenindo a anormalidade.

- auditoria de qualidade: na Toyota em todos os carros é realizada auditoria da qualidade, função exercida pelos próprios reliefs, não existindo as figuras dos inspetores e auditores constantemente na fábrica. Na Chrysler existem 13 inspetores da qualidade no final da linha, além de um grupo de sete auditores que aleatoriamente controlam a qualidade dos carros produzidos.

Na Embraco e na Irmãos Zen a polivalência não ocorre em todos os setores, visto que são empresas mais antigas que durante muitos anos trabalharam com operadores monofuncionais. Como foi citado, na Irmãos Zen se conhecia o operador pela máquina. Permanecendo ainda a cultura monofuncional em alguns operadores, como também ainda em alguns supervisores e diretores.

Os entrevistados dessas empresas evidenciaram reiteradas vezes que um dos principais fatores que impede a implantação total da polivalência, é a dificuldade da conversão do *layout* convencional para o *layout* celular, justificando essa afirmativa devido ao fato de trabalharem com processos repetitivos em lotes, ocorrendo um grande desbalanceamento entre a capacidade produtiva das máquinas e a demanda dos itens nelas processados, principalmente nos recursos gargalos.

Entretanto, com base na bibliografia pesquisada [Harmom 91] e [Tubino 99] essa afirmativa é uma falácia, visto que, mesmo com esses desbalanceamentos é possível converter o *layout* convencional em *layout* celular. Os entrevistados esqueceram que nas suas respectivas empresas, Embraco e Irmãos Zen, algumas operações, mesmo com o desbalanceamento da capacidade produtiva que acarreta a formação de estoques entre as células, conseguiu-se celularizar sua produção e implantar a polivalência.

Destarte, a polivalência nessas duas empresas metal-mecânicas apresentam certas diferenças em relação à polivalência utilizada nas linhas de montagem das indústrias automobilísticas Toyota e Chrysler.

Na Embraco a polivalência basicamente é realizada através da rotatividade de operadores, que contribui para a eliminação dos operadores de reserva nos setores onde foi aplicada. A polivalência possibilitou uma redução significativa nas doenças devido a esforços repetitivos.

Essa rotatividade acontece normalmente de hora em hora. A Figura 4.17 ilustra a polivalência na Embraco.

Com o treinamento à polivalência na Embraco foi possível também capacitar os operadores em atividades de manutenção, através do *check-list* de TPM e pequenos reparos nas máquinas. Assim como também contribuiu para o controle da qualidade, com paradas programada a cada 200 peças, onde os operadores inspecionam a qualidade dos produtos.

Outra mudança significativa que o treinamento à polivalência possibilitou na Embraco, foi o surgimento da redução dos *setup* das máquinas devido à troca rápida de ferramentas em máquinas que reduziram sua troca de tipo de oito horas para 20 minutos.

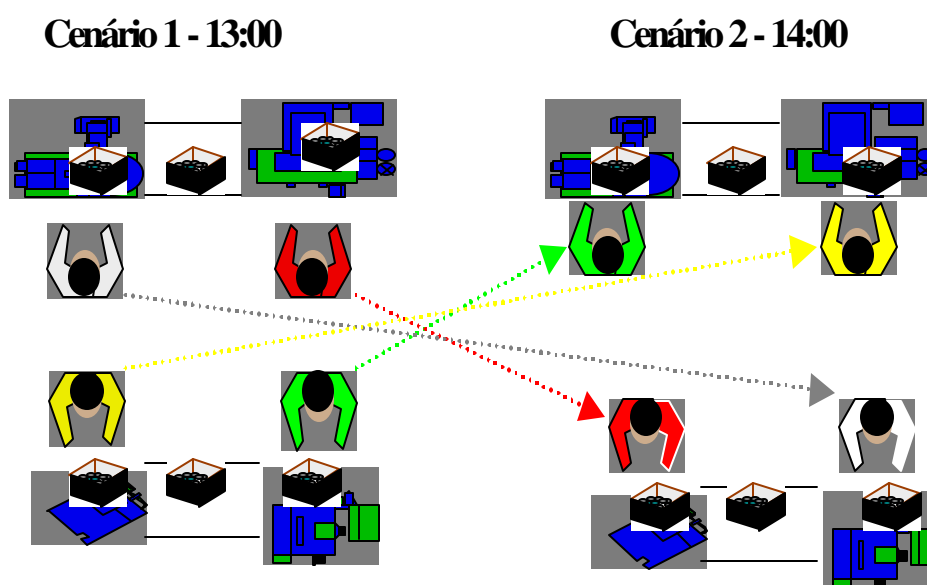


Figura 4.17 Exemplo de uma célula do setor de corpo e tampa do bloco 28 da Embraco com a rotatividade de máquinas.

Na Irmãos Zen constatou-se o uso total da polivalência no setor de usinagem. Caracterizado principalmente pela flexibilidade do operador em trabalhar na maioria das máquinas, que em algumas células só eram utilizadas quando necessária, elucidando a assertiva utilizada no capítulo 2, seção 2.3.1 desse trabalho, relatando que quando a capacidade de produção dos recursos está acima da capacidade de absorção da demanda, do ponto de vista da

redução de custo, é preferível deixar uma máquina ociosa que um operador ocioso. Assim como, o modelo utilizado pela Irmãos Zen, principalmente o da Figura 4.14 com o balanceamento das operações, é semelhante a demonstração de um modelo teórico de polivalência desenvolvido no capítulo 3 deste trabalho, no sentido de flexibilizar a produção de acordo com a demanda .

Desta maneira, com esses modelos de polivalência utilizados na Irmãos Zen, pode-se comprovar a teoria apresentada no capítulo 2 e validar o modelo teórico de polivalência apresentado no capítulo 3 desse trabalho.

Além da flexibilidade produtiva, a polivalência na Irmãos Zen também possibilitou uma grande redução nas doenças de trabalho por esforços repetitivos. Todavia, não se observou durante a pesquisa na Irmãos Zen, contribuições da polivalência no que diz respeito a manutenção e ao controle da qualidade, com a empresa ainda possuindo muitos especialistas nessas funções.

Contudo, dentro de um contexto final, conclui-se que a polivalência do operador além de possibilitar uma flexibilidade produtiva e uma redução nas doenças do trabalho por esforços repetitivos, também possibilita nas 4 empresas pesquisadas as seguintes vantagens:

- compromisso com os objetivos globais: com o operador executando várias operações na produção da empresa, em determinado momento sendo cliente, em outro sendo fornecedor nas etapas do processo produtivo, facilitou o entendimento das reais necessidades de seus clientes internos e estimulou o senso de propriedade dos operários. Desse modo, estes ficaram completamente comprometidos com os objetivos globais de suas respectivas empresas;
- redução da monotonia do trabalho: com a rotatividade de funções os operadores, ficaram mais estimulados a seus trabalhos, pois antes eles faziam sempre a mesma tarefa tornando o trabalho monótono. Estimulando também a disseminação do conhecimento entre os operadores, além de uma maior interatividade (coleguismo) entre todos os colaboradores dos setores produtivos, pois cada membro do chão de fábrica depende um do outro;
- efetividade na aplicação das técnicas do controle da qualidade total e seus programas de melhorias contínua: com disseminação do conhecimento dos operadores, possuindo um enfoque sistêmico de todo o processo, e com o estímulo ao trabalho em grupo, a polivalência

possibilitou a aplicação eficiente de diversas técnicas do TQC, tais como: PDCA, CCQ's, kaizen, 5S's, manutenção produtiva total, CEP, dentre outras;

- permitiu uma remuneração mais justa: os operadores passaram a ser remunerados de acordo com desempenhos de suas habilidades. Isto é, com o nível de polivalência que ele adquiriu.

No capítulo seguinte serão apresentadas as conclusões e as recomendações sobre futuros trabalhos que envolvam a polivalência do operador.

## CAPÍTULO 5

# CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA OS PRÓXIMOS TRABALHOS

## 5.1 CONCLUSÕES

Neste trabalho objetivou-se constatar que a polivalência do operador é uma das mais importantes ferramentas para a produtividade nas empresas de manufatura. Para isto, seguiu-se uma sistemática de exploração em três campos complementares: uma revisão bibliográfica, um estudo teórico e um estudo prático.

Primeiramente, através de uma revisão bibliográfica no capítulo 2, foram apresentados o conceito da filosofia de produção *just-in-time* e das ferramentas que o compõe. Destacando-se entre estas, a padronização das operações como fundamental à implantação da polivalência. Procurou-se também relacionar com a polivalência as demais ferramentas propostas no JIT, a fim de se obter sucesso na sua implantação. Posteriormente, foi conceituada a simulação computacional, evidenciando-se os passos que devem ser seguidos para a realização de estudos envolvendo simulação e alguns exemplos de sua aplicação na manufatura foram abordados. Na parte final do capítulo foram apresentados diversos trabalhos desenvolvidos por outros grupos de pesquisa, caracterizando os pontos estudados nesta dissertação, principalmente mostrando as vantagens proporcionadas pela polivalência, como também pelo o uso da simulação computacional.

No capítulo 3 foi demonstrado um modelo teórico de polivalência desenvolvido em um sistema produtivo hipotético, empregando como ferramenta a simulação computacional e operando segundo a lógica da filosofia JIT com o objetivo de verificar, em termos de flexibilidade da produção, as vantagens proporcionadas pelos operadores polivalentes quando comparados aos operadores monofuncionais. Esse modelo permitiu que se pudesse variar o número de operadores na célula de forma a se nivelar a produção à demanda. O modelo de simulação proposto foi elaborado em um ambiente ARENA, modelando uma célula de produção, composta por seis máquinas, sendo simulados dois cenários: o primeiro trabalhando no sistema convencional de produção utilizando seis operadores monofuncionais e o segundo no sistema JIT de produção utilizando operadores polivalentes. No sentido de realizar uma comparação entre esses dois cenários propostos, a variável "tempo de vendas" que determinava as necessidades da demanda foi modificada durante as simulações. Esta variável definia as necessidades da demanda em: alta, média e baixa.

Para analisar os resultados comparativos dos cenários propostos foram apresentadas sete medidas de avaliação de desempenho. Ao se analisar estas medidas de desempenho pode-se evidenciar as vantagens dos operadores polivalentes em relação aos operadores monofuncionais, principalmente no que diz respeito a flexibilidade de produção. Como no cenário convencional o número de operadores na célula era sempre de seis, um operador monofuncional por máquina, este cenário apresentou uma capacidade produtiva constante, gerando muitos desperdícios quando a demanda simulada caiu para média ou baixa. Já com operadores polivalentes, devido a flexibilidade de produção, pode-se alocar o número necessários de operadores para atender a demanda requerida sem a geração de desperdícios, nivelando a produção à demanda. Assim, a célula foi simulada com um operador para demandas baixas, com três operadores para demandas médias, e com seis operadores para demandas altas, apresentando sempre resultados superiores ao cenário convencional.

No capítulo 4 foi constatado na prática os modelos de polivalência utilizados nas empresas brasileiras através da descrição de quatro estudos de casos. Primeiramente, foi apresentada a metodologia utilizada na pesquisa, caracterizando-se por ser uma pesquisa qualitativa. Depois foram relatadas as quatro empresas pesquisadas, sempre seguindo a ordem: histórico da empresa, aspectos operacionais, o treinamento para a polivalência e as vantagens para a polivalência na empresa. Constatando-se ao final da pesquisa de campo que além de

possibilitar uma flexibilidade produtiva e uma redução nas doenças do trabalho por esforços repetitivos, a polivalência também possibilitou nas quatro empresas pesquisadas as seguintes vantagens:

- compromisso com os objetivos globais: com o operador executando várias operações na produção da empresa, em determinado momento sendo cliente, em outro sendo fornecedor nas etapas do processo produtivo, facilitou-se o entendimento das reais necessidades de seus clientes internos e estimulou-se o senso de propriedade dos operários. Assim estes ficaram completamente comprometidos com os objetivos globais de suas respectivas empresas.
- redução da monotonia do trabalho: com a rotatividade de funções, os operadores ficaram mais estimulados a seus trabalhos, pois antes eles faziam sempre a mesma tarefa tornando o trabalho monótono. Estimulando também a disseminação do conhecimento entre os operadores, além de uma maior interatividade (coleguismo) entre todos que compõem os setores produtivos, pois cada membro do chão de fábrica depende um do outro.
- efetividade na aplicação das técnicas do controle da qualidade total e seus programas de melhorias contínua: com a disseminação do conhecimento dos operadores, possuindo um enfoque sistêmico de todo o processo, e com o estímulo ao trabalho em grupo, a polivalência possibilitou a aplicação eficiente de diversas técnicas do TQC, tais como: PDCA, CCQ's, kaizen, 5S's, manutenção produtiva total, CEP, dentre outras.
- permitiu uma remuneração mais justa: os operadores passaram a ser remunerados de acordo com seus desempenhos e suas habilidades. Isto é, com o nível de polivalência que ele adquiriu.

Por último no capítulo 4 foram analisadas essas empresas elaborando-se uma Tabela com os principais tópicos e resultados encontrados, permitindo ao leitor um direcionamento na descrição das empresas pesquisadas.

A seguir, serão apresentados diversos pontos que devem ser pesquisados para que sejam complementados os tópicos abordados neste trabalho.

## **5.2 RECOMENDAÇÕES PARA OS PRÓXIMOS TRABALHOS**

A polivalência do operador ainda não é um tema focado com abrangência. Necessita de uma série de outros fatores a serem pesquisados de forma a enriquecer os aspectos abordados neste trabalho, com o objetivo de dar subsídios a propagação desta importante ferramenta. Recomenda-se os seguintes pontos para futuras pesquisas:

- **desenvolver um sistema para balancear os tempos de ciclo em mais de uma célula de produção:** o balanceamento das células de produção entre si, proporcionaria que os operadores tivessem condições de operar não somente todas as operações de uma célula, mas também de outras células. Destarte, esse balanceamento de células é uma missão muito difícil, visto que o maior gargalo geralmente está nos diferentes tempos de processamentos das máquinas. Um trabalho que conseguisse otimizar os tempos de ciclos de várias células de produção permitiria uma grande contribuição para a difusão da polivalência, como também das demais ferramentas do JIT;
- **verificar as vantagens da polivalência em relação a ergonomia do operador:** questão fundamental dentro da polivalência, devido ao rodízio das operações teoricamente muitas vantagens ergonômicas ao operador são proporcionadas. Um estudo comprovando estas vantagens seria necessário e oportuno;
- **elaborar uma metodologia de implantação da polivalência:** a carência de uma metodologia de implantação da polivalência nas empresas seria um trabalho de relevada importância para a propagação da polivalência nas empresas brasileiras;
- **analisar os dispositivos “*poka yoke*” e autonomia:** a utilização de dispositivos “*poka yoke*”, dentro do conceito de autonomia, é muito importante no sentido de facilitar o deslocamento dos operadores nas células de manufatura e otimizar o controle da qualidade nas unidades de produção. O estudo das melhorias obtidas com a utilização destes dispositivos poderá contribuir para o uso da polivalência;
- **analisar as mudanças organizacionais das empresas proporcionada com a implantação da polivalência:** para a implantação da polivalência nas empresas faz-se necessário uma mudança cultural na organização, com a redução dos níveis hierárquicos e a descentralização das informações por parte dos gerentes. Assim como a extinção quase que total das funções de suporte. Um trabalho que envolvesse a mudança organizacional gerada pela



implementação da polivalência seria importante para preparar uma mudança organizacional em futuras empresas que pretendessem implantar essa ferramenta;

- **desenvolver uma metodologia para quantificar e descrever os tempos e métodos de cada operação na empresa:** idealizadas por Taylor há mais de cem anos, a sistemática de coleta de tempos e métodos de cada operação carece de uma revisão metodológica que possa facilitar a quantificação e descrição das operações dentro dos modernos conceitos de polivalência. Mesmo com a publicação de vários trabalhos sobre padronização das operações, geralmente dentro da área de qualidade total e do ciclo PDCA, o enfoque dado a questão de tempos e métodos ainda é muito superficial. Uma pesquisa com esse objetivo seria de grande importância para o sincronismo (balanceamento) dos sistemas produtivos, permitindo as empresas disponibilizar uma importante ferramenta para o nivelamento de sua produção a demanda.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

### **6.1 BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA**

[Alves 93] ALVES, R. **Filosofia da Ciência**. São Paulo, Brasiliense, 1993.

[Antunes Júnior 98] ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Manutenção produtiva total: uma análise crítica a partir de sua inserção no sistema Toyota de produção**. Anais do 18º ENEGEP, 21-25 de setembro, Niterói, 1998.

[Arantes 98] ARANTES, S. A. **Padronização Participativa nas Empresas de Qualidade**. São Paulo, Nobel, 1998.

[Bailey 97] BAILEY, D. E., ADIGA, S. **Measuring Manufacturing Work Group Autonomy**. IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 44, n.º 2, pp.158-172, may, 1997.

[Banks 96] BANKS, J., NORMAN, V. **Simulation of Manufacturing and Material Handling Systems**. Seminário apresentado no 16º ENEGEP, Piracicaba, 1996.

[Baudin 95] BAUDIN, M. **Supporting JIT Production with the Best Wage System**. IIE Solutions, pp. 30-35, February, 1996.

[Benevides Filho 99a] BENEVIDES FILHO, S. A., TUBINO, D. F. **A importância do operador polivalente: um estudo de caso da Toyota do Brasil**. Anais do 9º Congresso Brasileiro de Ergonomia, 3-6 de novembro, Salvador, 1999.

[Benevides Filho 99b] BENEVIDES FILHO, S. A., CABARELLO, A. J. A., TUBINO, D. F. **Identificando a criatividade nas organizações a partir dos quatro deuses Gregos**. Anais do 19º ENEGEP, 1-4 de novembro, Rio de Janeiro, 1999.

[Bento 97] BENTO, P. E. G. **O Trabalho na manufatura metal-mecânica automatizada e flexível**. Anais 17º do ENEGEP, 6-9 de outubro, Gramado, 1997.

[Bischack 95] BISCHACK, D. P. **Performance of a Manufacturing module with moving workers**. IIE Transactions on Engineering Management, vol. 28, pp. 723-733, 1995.

[Black 98] BLACK, J.T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre, Artes Médicas (Bookman), 1998.

[Bondi 94] BONDI, P. J, IM, J. H **How do Jit System Affect Human Resource Management**. Production and Inventory Management Journal, pp. 01-04, First Quarter, 1994.

[Bowden 95] BOWEN, D. M **Work Group Research: Past Strategies and Future Opportunities**. IEEE Transactions on Engineering Management. vol. 41, n.º 1, pp. 30-38, February, 1995.

[Campos 92] CAMPOS, V. F. **Qualidade Total - Padronização de Empresas**. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1992.

[Cassel 96] CASSEL, R., MULLER, C. **A Simulação e os processos discretos**. Anais do 16º ENEGEP, 7-10 de outubro, Piracicaba, 1996.

[Chen 97] CHEN, F. **Issues in the Continuous Improvement Process for Preventive Maintenance: Observations from Honda, Nippondenso and Toyota**. Production and Inventory Management Journal, Fourth Quarter, pp.13-16, 1997.

[Chrysler 98] CHRYSLER CORPORATION. **Chrysler Corporation Corporate History**. Informação por Correio Eletrônico, <http://www.chrysler.com.por.htm>, 1998.

[Conti 96] CONTI, R. F. **Variable Manning Jit: An Innovative Answer To Team Absenteeism**. Production and Inventory Management Journal, pp. 24-27, First Quarter, 1996.

[Coriat 94] CORIAT, B. **Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização**. Rio de Janeiro, UFRJ/Revan, 1994.

[Danni 97a] DANNI, T. S., TUBINO, D. F. **Uma proposta de sistema de avaliação operacional no ambiente JIT**. Máquinas e Metais, n.º 378, Julho, 1997.

[Danni 97b] DANNI, T. S. **Ajuste e estudo do sistema kanban auxiliado pela simulação computacional**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

[Deshpande 95] DESHPANDE, S. P., GOLHAR D. Y. **HRM Practices in Unionized and Nonunionized Canadian JIT Manufacturing Firms**. Production and Inventory Management Journal, First Quarter. pp. 15-18, 1995.

[Embraco 97] EMBRACO (Empresa Brasileira de Compressores). **Manual de Certificação de Mão-de-Obra**. Rev. 08 - Joinville, Embraco, 1997.

[Exame 98] EXAME, Revista. **Paciência Oriental**. Revista Exame, pp. 98-100, 07 de outubro de 1998.

[Ferreira 99] FERREIRA, L. L. **Escravos de Jó, Kanban e L.E.R.**. Produção (Publicação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção -ABEPRO). vol.8, n.º 2, pp. 151-167, 1999.

[Freitas 98] FREITAS, A de. **Especialização vs. Polivalência**. Jornal do Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM), n.º. 12, 1998.

[Gaona 95] GAONA, H. B. M. **O Uso da Simulação para Avaliar Mudanças Organizacionais na Produção**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

- [Garg 98] GARG, D., KAUL, O.N., DESHMUCK, S. G. **JIT Implementation: A Case Study.** Production and Inventory Management Journal, pp. 26-31, Third Quarter, 1998.
- [Garvin 98] GARVIN, D. A. **The Processes of Organization and Management.** Sloan Management Review, pp. 33-50, Summer, 1998.
- [Gazeta Mercantil 98] GAZETA MERCANTIL, Jornal. **General Motors atrai fornecedores a Rosário.** Jornal Gazeta Mercantil, Caderno de empresas e negócios, G1, pp.4, de 31 de agosto a 6 de setembro, 1998.
- [Gil 94] GIL A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 4 ed. São Paulo, Atlas, 1994
- [Godoy 95] GODOY, A. S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais.** Revista de Administração de Empresas. v.35, n.3, p. 20-29, mai-jun. São Paulo, 1995.
- [Guinato 95] GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just in time.** Produção (Publicação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção -ABEPRO). vol.5, n.º 2, pp. 169-189, 1995.
- [Haguette 92] HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias Qualitativas na Sociologia.** 3 ed., Petrópolis, Vozes, 1992.
- [Harmon 91] HARMON, R. L; PETERSON, L. D. **Reiventando a Fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática.** Rio de Janeiro, Campus, 1991.
- [Heeley 91] HEELEY C. B. A., **The Humam Side of Just-in-Time How to Make the Techniques Really Work.** Amacom, 1991.
- [Herzberg 59] HERZBERG, F.; MAUSNER, B.; SNYDERMAN, B. **The Motivation to Work.** New York, John Wiley, 1959.
- [Hobbs Jr. 94] HOBBS JR., O. K. **Application of Jit Techniques in a Discrete Batch Job Shop.** Production and Inventory Management Journal, pp. 43-45, First Quarter, 1994.
- [Huq 96] HUQ, F; PINNEY W. E. **Impact of Short-Term Variations In Demand on Opportunity Costs in a Just-in-Time Kanban System.** Production and Inventory Management Journal, pp. 8-12, Fourth Quarter, 1996.

- [Hum 98] HUM, S, LEE, C. **JIT Scheduling Rules: a Simulation Evaluation**. Omega International Journal Management Science, vol. 23, n.º 3, pp. 381-395, 1998.
- [Jarrel 93] JARREL, S.L; EASTON. G.S. **An Exploratory Empirical Investigation of the Effects of Total Quality Management Performance**. Quality Conference. University of Rochester, Rochester, New York, March, 1993.
- [Kim 96] KIM, G. C.; TAKEDA, E. **The JIT Philosophy is the Culture in Japan**. Production and Inventory Management Journal, pp.47-50, First Quarter, 1996.
- [Ladeira 97] LADEIRA, Marcelo B. **O just-in-time, a automação e o trabalho vivo**. Revista Brasileira de Administração, p. 26-31, São Paulo, maio, 1997.
- [Lamb 96] LAMB, R. G. **The Missing Player in Manufacturing Competitiveness**. IIE Solutions, pp. 35-40, January, 1996.
- [Lopes 98] LOPES, M. C. **Modelo para Focalização da Produção com Células de Manufatura**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- [Markham 95] MARKHAM, I. S., McCART C. D. **The Road to Successful Implementation of Just in Time Systems**. Production and Inventory Management Journal, pp. 67- 69, Third Quarter, 1995.
- [Maslow 54] MASLOW, A. H. **Motivation and personality**. Harper and Row Publishers, New York, 1954.
- [McGregor 57] MCGREGOR, D. **The humam side of enterprise**. The Management Review, November, 1957.
- [Melnyk 98] MELNYK, S. A., CALANTONE, R. J., MONTABON, F. L. **Short-Term Action in Pursuit of Long-Term Improvement: Introduction Kaizen Events**. Production and Inventory Management Journal, pp.69-76, Fourth Quarter, 1998.
- [Merriam 98] MERRIAM, S. **Qualitative Research and Case Study Applications in education**. São Francisco, Jossey Bass, 1998.

[Miyake 98] MIYAKE, D. I. **The JIT, TQC and TPM paradigms: contributions for planning integrated applications in manufacturing firms.** Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy (P.H.D.), Department of Industrial Engineering and Management Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, March 26, 1998.

[Moura 95] MOURA, R. A., BOCKERSTETTE, J. A. **Guia para Redução do Tempo de Ciclo.** IMAM, São Paulo, 1995.

[Nakajima 88] NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM - Total Productive Maintenance.** Cambridge, MA, Productivity Press, 1988.

[Nakamura & Sakakibara 98] NAKAMURA, M., SAKAKIBARA S., SCHROEDER R. **Adoption of Just in Time Manufacturing Methods at U.S. - and Japanese-Owned Plants: Some Empirical Evidence.** IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 45, n.º 3, pp. 230-240, August, 1998.

[Nandkeolyar 98] NANDKEOLYAR, U., AHMED, M. U., PAI, A. R. **A Simulation Study of a Manufacturing Cell Application.** Production and Inventory Management Journal, Second Quarter, pp.29-36, 1998.

[Ohno 97] OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre, Artes Médicas (Bookman), 1997.

[Paladini 95] PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade no Processo.** São Paulo, Atlas, 1995.

[Pegden 95] PEGDEN, D. C., SHANON, R.E. **Introduction to Simulation Using SIMAN.** 2ed., New Jersey, McGraw-Hill, 1995.

[Pilkington 98] PILKINGTON, A. **Manufacturing Strategy Regained: Evidence for the Demise of Best- Practice.** California Management Review, vol. 41, n.º 1, pp. 31-40, Fall 1998.

[Régnier 97] RÉGNIER, Karla Von Döllinger. **Alguns elementos sobre a racionalidade dos modelos Taylorista, Fordista e Toyotista.** Boletim Técnico do SENAC, v.23, n.2, Rio de Janeiro, maio-ago, 1997.

[Rohrer 98] ROHRER, M., BANKS, J. **Required Skills of a Simulation Analyst**. IEE Solutions, pp.18-30, may, 1998.

[Santini 99] SANTINI, B. **Fatores inibidores da multifuncionalidade na indústria**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.

[Silveira 94] SILVEIRA, G. J. C. **Uma metodologia de implantação da manufatura celular**. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

[Sobek II & Liker 98] SOBEK II, D. K., LIKER, J. K., **Another Look at Toyota Integrates Product Development**. Harvard Business Review, pp. 36-49, July-August, 1998.

[Spear 99] SPEAR, S., BOWEN, H.B. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review, pp. 97-106, September-October, 1999.

[Spedding 98] SPEEDING, T. A., SOUZA, R., LEE, S. S. G. **Optimizing the Configuration of a Keyboard assembly cell**. International Journal Product Research, vol. 36, n.º 8, pp. 2131-2144, 1998.

[Shingo 96] SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção - do Ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre, Artes Médicas (Bookman), 1996.

[Taylor 90] TAYLOR, F. **Princípios de Administração Científica**. 8.ed, São Paulo, Atlas, 1990.

[Temponi 95] TEMPONI, C.; PANDYA S. **Implementation of Two JIT Elements in Small-Sized Manufacturing Firms**. Production and Inventory Management Journal, pp. 23-28, Third Quarter, 1995.

[Triviños 87] TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo, Atlas, 1987.

[Tubino 97] TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle de Produção**. São Paulo, Atlas, 1997.

[Tubino 99] TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**, Porto Alegre, Artes Médicas (Bookman), 1999.

[Vokurka 96] VOKURKA, R. J.; DAVIS, R. A. **Just-in-Time: The Evolution of a Philosophy**. Production and Inventory Management Journal, pp. 56-58, Second Quarter, 1996.

[Voss 87] VOSS, C. A. **Just in Time Manufacture**. IFS, Springer/Verlag, 1987.

[Ward 99] WARD, A. C., SOBEK II, D. K., LIKER, J. K. **Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering**. pp.67-83, Sloan Management Review, winter, 1999.

[Watanabe 96] WATANABE, Susumu. **O modelo japonês: sua evolução e transferibilidade**. Revista de Administração, v. 31, n.º 3, pp. 5-18, São Paulo, julho/setembro 1996.

[Wilson 96] WILSON, J. M. **Henry Ford: A Just-in-Time Pioneer**. Production and Inventory Management Journal, pp. 26-30, Second Quarter, 1996.

[Wisdom 97] WISDOM. **Gestão Organizacional Ltda**. Informação por Correio Eletrônico: <http://www.wisdom.com.br/wd002por.htm> 1997.

## 6.2 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo, Pioneira, 1997.

JAPAN, Japan Human Relations Association **O Livro das Idéias - O Moderno Sistema Japonês de Melhorias e o Envolvimento Total dos Funcionários**. Porto Alegre, Artes Médicas (Bookman), 1997.

MONDEN, Y. **Sistemas de Redução de Custos - Custo Alvo e Custo Kaizen**. Porto Alegre, Artes Médicas (Bookman), 1999.

PORTER, M. **Estratégia Competitiva - Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência**. 7º ed., Rio de Janeiro, 1997.



# **ANEXOS**

## **ANEXO 1 - O QUESTIONÁRIO APRESENTADO AS EMPRESAS**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

### **Questionário com o Objetivo de Constatar a Polivalência do Operador nas Indústrias Brasileiras**

#### **APRESENTAÇÃO**

Prezado Sr.(a),

Sou aluno de mestrado do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, estando no momento desenvolvendo minha dissertação que versará sobre a polivalência do operador como uma ferramenta para a produtividade.

A referida dissertação tem por base estudo de casos, onde abordará empresas de médio/grande portes sediadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, tendo sua empresa sido selecionada para colaborar com a citada pesquisa.

Será usado o questionário para guiar a entrevista que farei a seguir no levantamento de informações, que serão utilizadas, única e exclusivamente para fins acadêmicos.

Os resultados oriundos desta pesquisa têm o propósito de constatar, que a polivalência do operador é uma importante ferramenta para a produtividade nas indústrias brasileiras.

Antecipadamente, agradeço vossa atenção.

---

Engº Sérgio Armando Benevides Filho

### A) Dados gerais sobre a empresa

1) Razão Social:

---

A unidade da Empresa pesquisada é:

(  ) Matriz                      (  ) Filial                      (  ) Estabelecimento único

2) Nome de Fantasia: \_\_\_\_\_

3) Produtos Produzidos: \_\_\_\_\_

4) Histórico da Empresa: \_\_\_\_\_

---

5) Qual a Estrutura Funcional da Empresa na área operacional (Gerente, Supervisor, Encarregado, Relief, Operador Multifuncional,...) ?

---

6) Quantos colaboradores possui a Empresa (Operadores, Encarregados, Supervisores, Mecânicos, Inspetores... )?

---

7) Em média, para cada Supervisor existe quantos colaboradores? Qual a função dos Supervisores?

---

8) Particularmente sobre o Operador, quais as suas responsabilidades dentro do chão de fábrica? Qual o grau de sua autonomia? Ele pode parar a linha, caso ocorra algum problema no processo produtivo? Existe um controle visual (*andon*)?

---

9) O operador controla a qualidade dos produtos (operações, processos) que ele próprio fabrica (autoinspeção), ou controla a qualidade dos produtos (operações, processos) anteriores (inspeção sucessiva). Existe dispositivos a prova de falhas (poka-yoke)? Existe Inspetor da Qualidade?

---

10) Em relação a manutenção é centralizada ou descentralizada ? Quais as funções do operador na manutenção ?

---

11) Se houver algum problema na linha, quais os procedimentos ? Por exemplo o operador tenta resolver sozinho, caso não consiga chama o encarregado, supervisor.....?

---

12) Quando ocorre esse tipo de problema ou uma falta de energia, qual o procedimento da empresa para os operadores não ficarem ociosos? Por exemplo existe uma carta de trabalho, contendo todas as informações que os operadores necessitam para checar todas as máquinas do processo produtivo? Eles ficam fazendo Kaizen?

---

13) Em relação ao Kaizen (melhoria contínua), existe algum programa na empresa. Como o TQC através do PDCA está presente na empresa? Existe CCQ's (Círculos de Controle da Qualidade) ou outras formas de trabalho em grupo? Quais os incentivos para esses programas?

---

14) Em relação a remuneração dos operadores, como eles são remunerados? Eles ganham pela habilidade do grupo? Existe participação nos lucros? Existe um quadro de Controle de Habilidades? Caso ocorra remuneração diferenciada no grupo, quais as reações dos operadores?

---

15) Como foi desenvolvido o processo de capacitação dos operadores a Polivalência? O Treinamento começou pelos Supervisores, depois Encarregados....até os operadores? Quanto tempo levou para capacitá-los? Quanto tempo levaria hoje para se capacitar um novo operador? Quais os principais problemas enfrentados durante este período? Quando, como e quem controla o processo de rotação do trabalho (*job-rotation*)? Quais os processos que não foram incluídos no programa de polivalência ou que não é possível colocar polivalência? É possível estimar os custos do Treinamento ( parâmetro: Percentuais em relação ao faturamento mensal) ?

---

16) Quando ocorre uma falta (doença ou férias) de um operador quem o substitui?

---

17) Qual o pré-requisito Educacional dos Operadores (1º ou 2º Grau)? Como foi a política de contratação da empresa?

---

18) Em relação a Padronização das Operações, qual foi o procedimento da empresa para se chegar a um Sistema de Padronização? Qual foi o procedimento na elaboração das folhas de operação padrão (cartas de trabalho)? Quem fez? Quem avalia? Em que local estão posicionadas no processo produtivo? É empregada a melhoria contínua (Kaizen) para melhorar essas operações padrões?

---

19) É utilizado o conceito de tempo de ciclo (*takt time*) na linha de montagem? E nas células de fabricação? Qual foi o procedimento da empresa para se chegar a este tempo? Como se deu o processo de balanceamento das operações? Quais as maiores dificuldades encontradas para balancear linha? Quais foram ou qual é o maior gargalo do processo?

---

20) A empresa utiliza os conceitos de troca rápida de ferramentas? Faz parte dos Kaizens? Como os operadores atuaram nesse processo? A polivalência dos operadores tem contribuído para o uso troca rápida de ferramentas?

---

21) A empresa utiliza o processo de puxar a produção tipo Kanban? Quem faz o balanceamento do Kanban? Com que frequência ele é redimensionado? A polivalência dos operadores tem contribuído para o uso do Kanban?

---

22) Em relação a estoque, qual o giro de estoque da empresa? Existe estoque em processo (WIP) dentro da linha de montagem? E dentro das células de fabricação? Qual a maior dificuldade da empresa em implantar o conceito de produção em fluxo unitário?

---

23) Em relação a Logística externa (fornecedores), existe o princípio de parceria com os fornecedores? Quantos fornecedores em média existem por item? Os operadores polivalentes têm alguma forma de contato direto com os fornecedores?

---

24) A empresa utiliza a jornada flexível de trabalho e o banco de horas? Qual o procedimento da empresa para flexibilizar a capacidade de produção caso ocorra um aumento acentuado ou uma diminuição da demanda: alterar o tempo de ciclo? Criar ou excluir um novo turno de trabalho?

---

25) Em relação a doenças do trabalho como L.E.R (Lesão por esforços repetitivos ou Tenossinovite) o que a polivalência trouxe de vantagens aos operadores em termos de Ergonomia?

---

26) Qual a opinião dos operadores em relação a Polivalência?

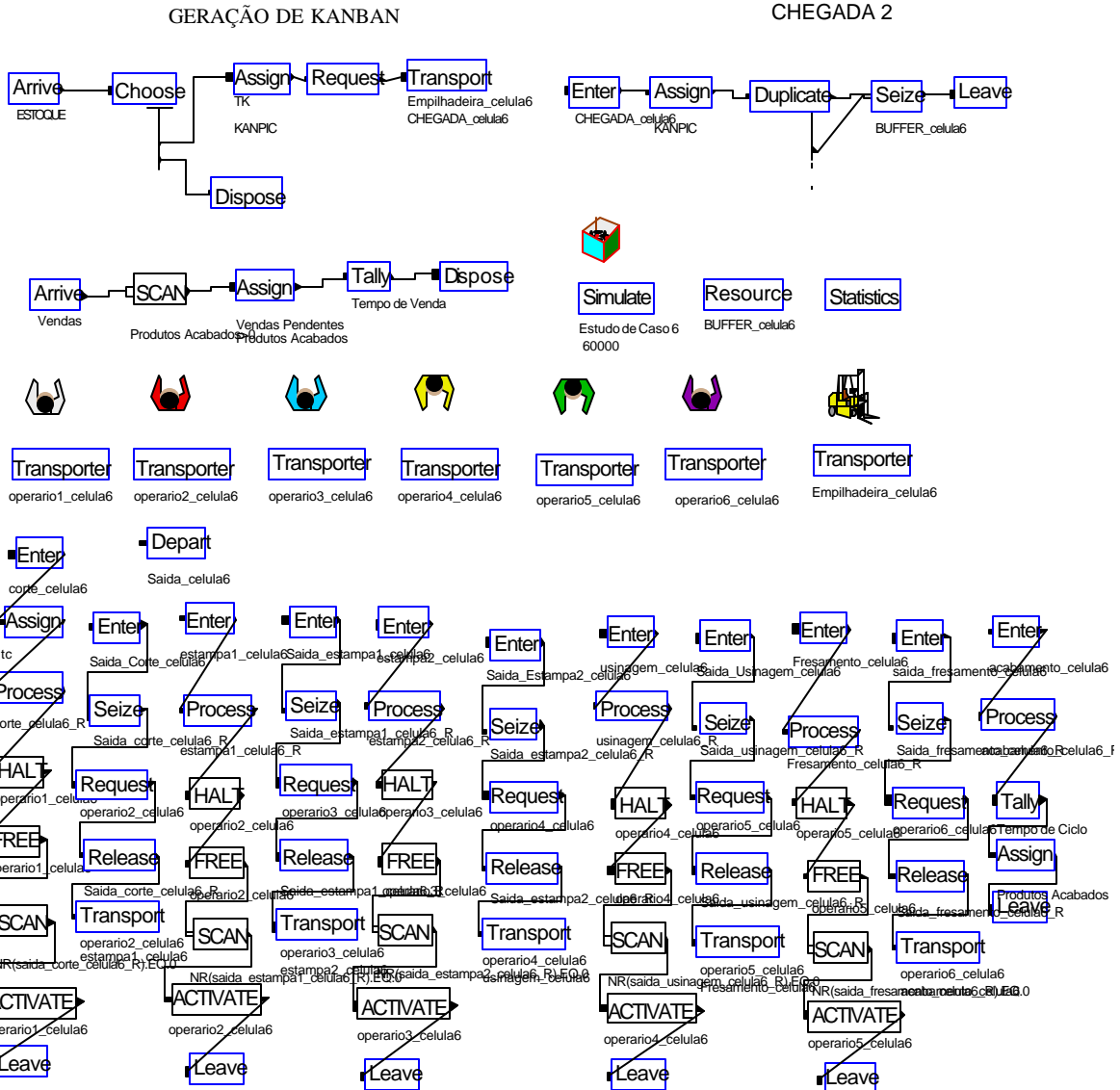
---

27) Quais as principais vantagens da polivalência do operador para a empresa? E desvantagens, existe alguma?

---

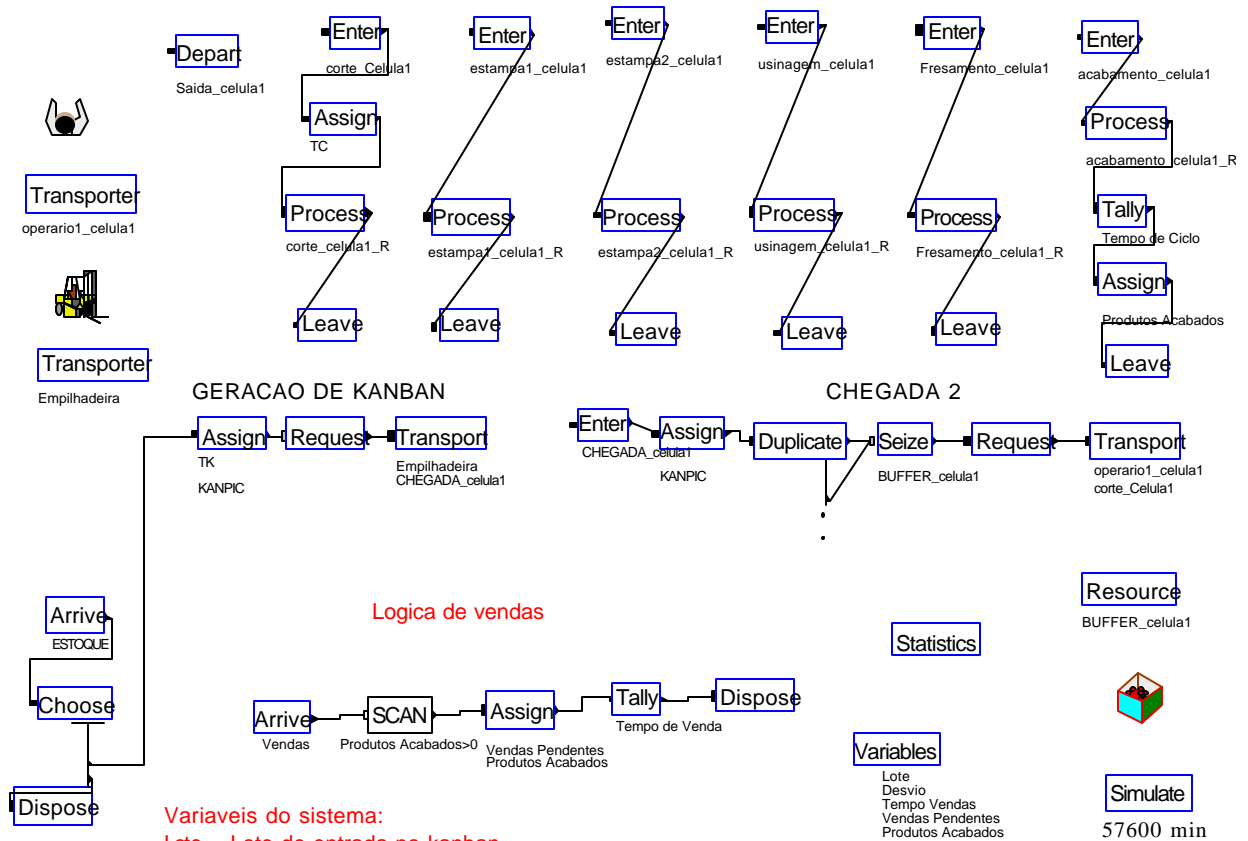
## **ANEXO 2 - LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO DOS CENÁRIOS SIMULADOS**

### **2.1 Lógica de Programação para o Cenário do Sistema Convencional utilizando seis operadores monofuncionais.**



**2.2 Lógica de Programação para o Cenário do Sistema JIT utilizando Operadores Polivalentes**

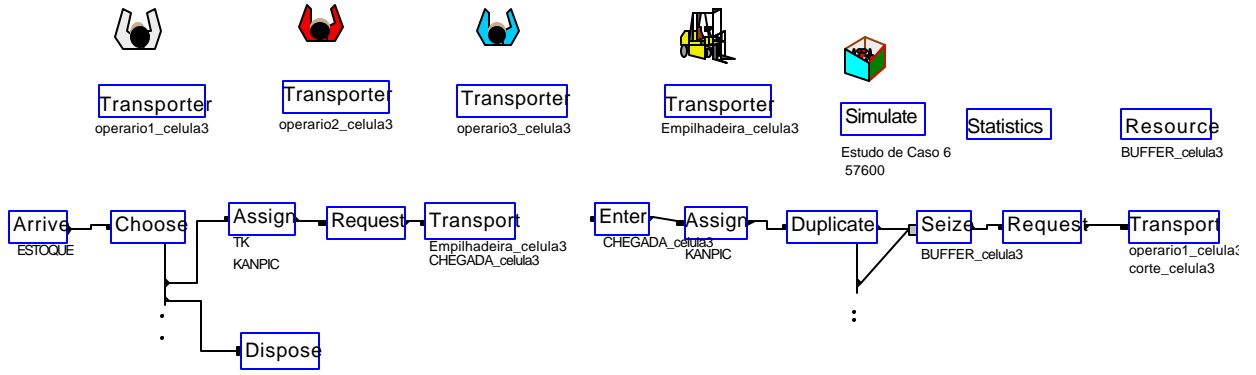
**Lógica para um Operador Polivalente**



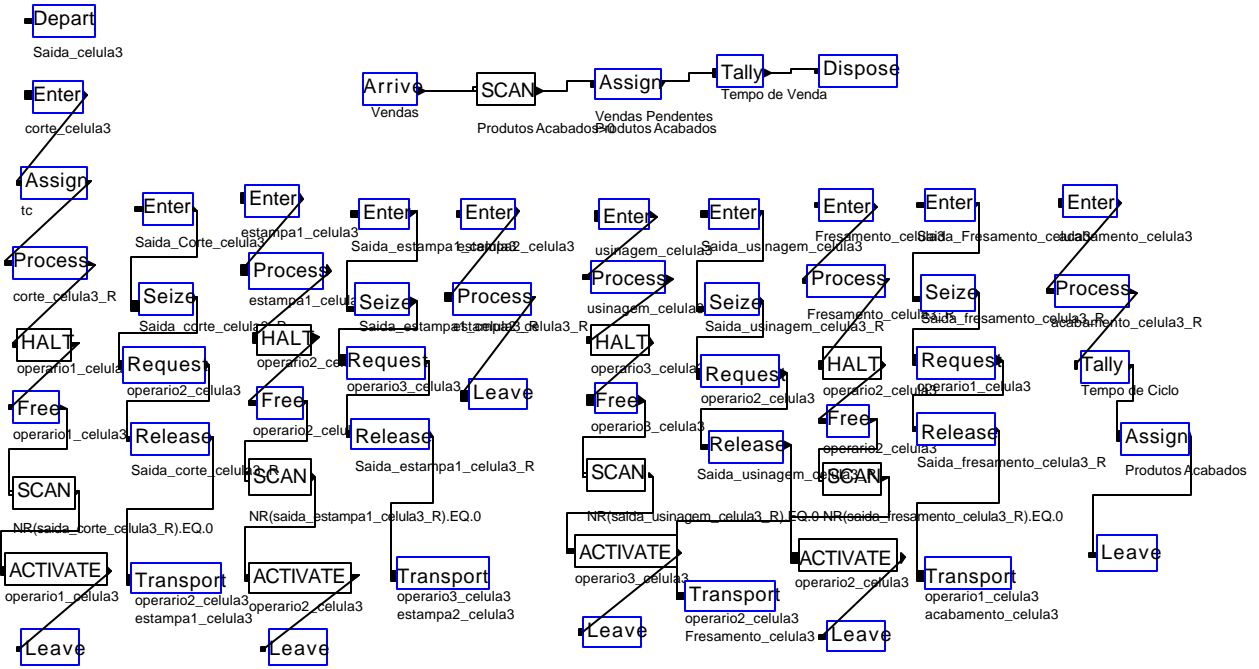
**Variaveis do sistema:**

- Lote = Lote de entrada no kanban
- Desvio = desvio padrao no tempo de produção
- Tempo Vendas = tempo de entrada entre pedidos de venda
- Vendas Pendentes = armazena valor dos pedidos que entram e ainda não foram entregues
- Produtos Acabados = armazena o número de produtos prontos no estoque de PA

## Lógica para três Operadores Polivalentes



Logica de vendas



Variaveis do sistema:

Lote = Lote de entrada no kanban

Desvio = desvio padrao no tempo de produção

Tempo Vendas = tempo de entrada entre pedidos de venda

Vendas Pendentes = armazena valor dos pedidos que entraram e ainda não foram entregues

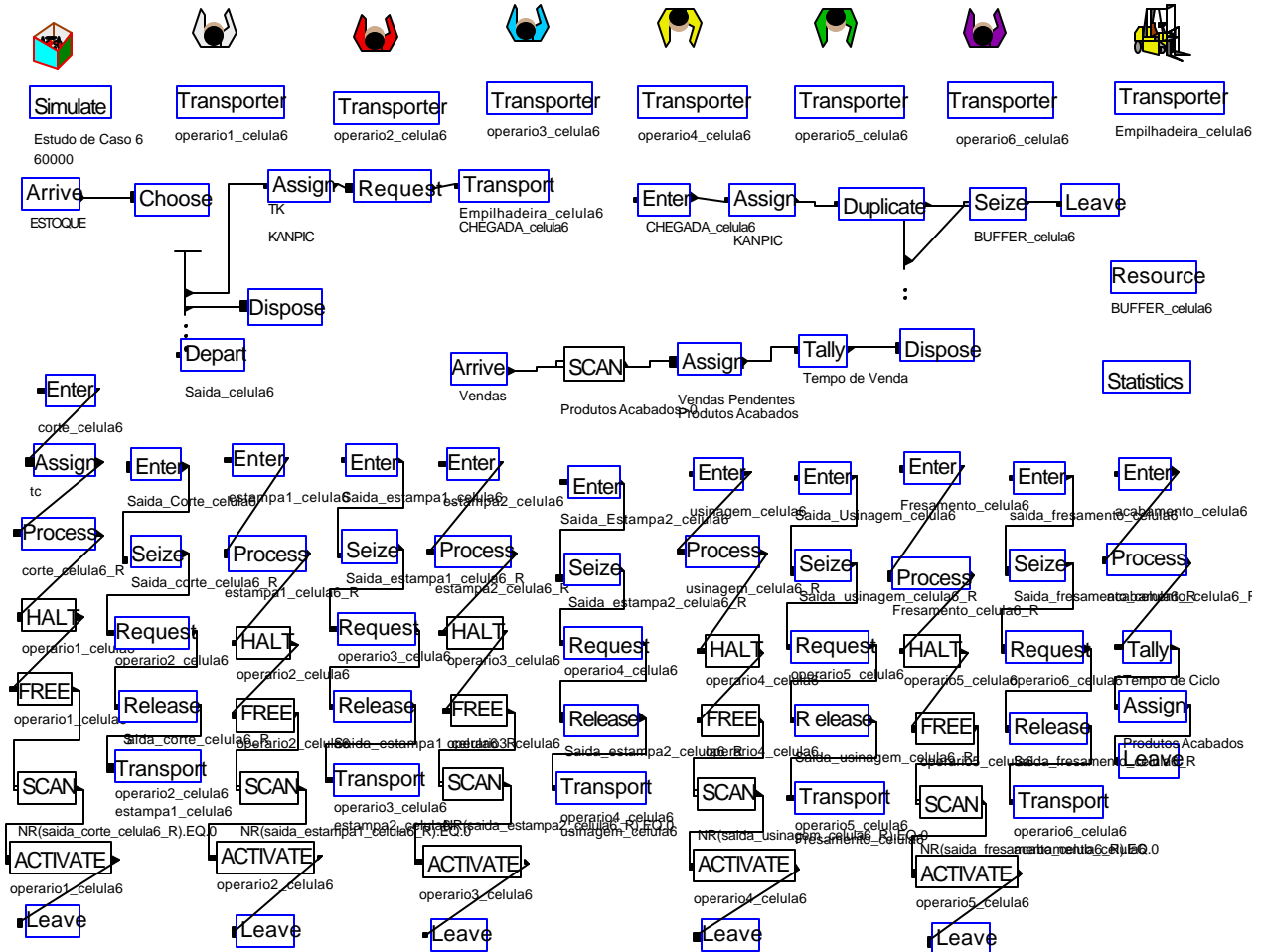
Produtos Acabados = armazena o número de produtos prontos no estoque de PA

Variables

- Lote
- Desvio
- Tempo Vendas
- Vendas Pendentes
- Produtos Acabados

**Lógica para seis operadores polivalentes**





Variaveis do sistema:

Lote = Lote de entrada no kanban

Desvio = desvio padrao no tempo de produção

Tempo Vendas = tempo de entrada entre pedidos de venda

Vendas Pendentes = armazena valor dos pedidos que entraram e ainda não foram entregues

Produtos Acabados = armazena o número de produtos prontos no estoque de PA

Variables

- Lote
- Desvio
- Tempo Vendas
- Vendas Pendentes
- Produtos Acabados