

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**AYRTON APARECIDO BARDEJA**

**MODELO PARA NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA COM O  
USO DE OPERADORES POLIVALENTES EM PROCESSOS REPETITIVOS**

FLORIANÓPOLIS

2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AYRTON APARECIDO BARDEJA

**MODELO PARA NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA COM O  
USO DE OPERADORES POLIVALENTES EM PROCESSOS REPETITIVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área: Qualidade e Produtividade

Orientador: Prof. Dr. Dálvio Ferrari Tubino

FLORIANÓPOLIS  
2002

AYRTON APARECIDO BARDEJA

**MODELO PARA NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA COM O  
USO DE OPERADORES POLIVALENTES EM PROCESSOS REPETITIVOS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD  
Coordenador

Banca Examinadora:

---

Prof. Dálvio Ferrari Tubino, Dr.  
Orientador

---

Prof. Osmar Possamai

---

Profa. Ana Regina de Aguiar Dutra

## **AGRADECIMENTOS**

À Santíssima Trindade, ao Deus Pai, ao Deus Filho e ao Espírito Santo, por todas as coisas que percebemos e por aquelas que também não percebemos, pelos meus Pais, pela família, e pelo trabalho, obrigado;

À Nossa Senhora da Conceição Aparecida, minha Mãe que tranquiliza o meu coração nos momentos de angústia, minha protetora e confidente;

Aos meus Pais terrestres, Humberto e Palmira que me ensinou a ter fé em Deus e na intersecção de Nossa Senhora da Conceição Aparecida.

À Miriam Isabel, simplesmente, te amo.

Aos meus filhos Emanuelle (12) e Vitor Hugo (8) que entenderam os motivos pelos quais deixávamos de fazer algumas coisas nos finais de semana para desenvolver a dissertação, minhas pérolas.

Aos proprietários da Empresa onde trabalho, Srs. Vicente e Álvaro, pela confiança e apoio nas decisões, valeu.

Aos líderes de Produção Sebastião, Pedro Capucho, Maria Bredariol, Florisvaldo, Alexandre, Moacir e Noé que contribuíram enormemente para que a implantação do modelo se tornasse uma realidade.

Aos Coordenadores, Tardivo e Carleto, João Batista e Sandro Raimundini pelo constante apoio, obrigado.

Ao Professor Dr. Dalvio Ferrari Tubino, que independentemente de horário e período atendeu-nos. Externo meus agradecimentos pela oportunidade em desenvolver este trabalho junto, obrigado.

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE QUADROS.....	xiii
SIGLAS UTILIZADAS.....	xiv
CAPÍTULO I INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	1
1.2 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO .....	4
1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO .....	6
1.3.1 Objetivo geral .....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	7
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	8
CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	10
2.1 INTRODUÇÃO .....	10
2.2 O SISTEMA DE PRODUÇÃO JIT .....	10
2.2.1 Definições e princípios .....	11
2.2.2 Principais ferramentas.....	13
2.3 A POLIVALÊNCIA DA MÃO-DE-OBRA .....	19
2.3.1 Definição de polivalência.....	21
2.3.2 A polivalência e a padronização das operações .....	23
2.4 O PCP E O NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA .....	30
2.4.1 O PCP e horizontes de planejamento .....	32
2.4.2 O PMP e a polivalência .....	34
2.5 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA IMPLANTAÇÃO DA POLIVALÊNCIA.....	36
2.5.1 Trabalhos sobre aplicações práticas .....	36
2.5.2 Gestão humana no ambiente JIT .....	39
2.6 CONSIDERAÇÕES.....	41
3.1 INTRODUÇÃO .....	46
3.2 DADOS BÁSICOS DE APOIO .....	49

3.2.1 Cadastro de produtos e roteiros de fabricação .....	49
3.2.2 Cadastro de operadores polivalentes .....	50
3.2.3 Plano-mestre de produção .....	52
3.3 PLANEJAMENTO PARA O NIVELAMENTO .....	54
3.3.1 Escolha da equipe de operadores .....	54
3.3.2 Conscientização da Equipe .....	56
3.3.3 Preparação do ambiente produtivo.....	57
3.3.4 Treinamento da equipe de operadores.....	59
3.4 EXECUÇÃO DO NIVELAMENTO.....	62
3.4.1 Equalização inicial .....	63
3.4.2 Acompanhamento da produção.....	70
3.4.3 Identificação de Problemas .....	72
3.4.4 Equalização de ajuste.....	73
3.4.5 Controle dos operadores .....	74
3.5 CONSIDERAÇÕES .....	76
CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO .....	79
4.1 INTRODUÇÃO.....	79
4.2 DADOS BÁSICOS DE APOIO .....	80
4.2.1 Cadastro de produtos e roteiros de fabricação.....	82
4.2.2 Cadastro dos operadores polivalentes .....	84
4.2.3 O Plano-mestre de produção – PMP .....	85
4.3 PLANEJAMENTO PARA O NIVELAMENTO .....	90
4.3.1 Escolha da equipe de operadores .....	91
4.3.2 Conscientização da equipe.....	92
4.3.3 Preparação do ambiente produtivo.....	95
4.3.4 Treinamento da equipe de operadores.....	103
4.4 EXECUÇÃO DO NIVELAMENTO.....	105
4.4.1 Equalização inicial .....	105
4.4.2 Acompanhamento da produção.....	111
4.4.3 Identificação de problemas.....	115
4.4.4 Equalização de ajustes.....	116
4.4.5 Controle dos operadores .....	116
4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE APLICAÇÃO DO MODELO.....	119
CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	126
5.1 INTRODUÇÃO.....	126
5.2 CONCLUSÕES .....	129
5.3 RECOMENDAÇÕES PARA NOVOS ESTUDOS .....	133
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	137

## RESUMO

A competitividade está fazendo com que as empresas busquem alternativas dentro do *design* dos produtos, na substituição das matérias primas, na troca dos equipamentos de produção, na mudança dos processos e na otimização da mão-de-obra, entre outros aspectos.

O trabalho desenvolvido, baseando-se na filosofia JIT/TQC, buscou, dentro da polivalência, a otimização da mão-de-obra direta, ou seja, alternativas que viessem a resolver o desbalanceamento entre as células de manufatura, provocado pelos diferentes modelos e padrões dos produtos que estavam sendo produzidos. A falta do balanceamento provocava baixo rendimento nas células de manufatura, o qual era minimizado com o uso indiscriminado do banco de horas.

A falta do balanceamento, mesmo sendo minimizada com o uso do banco de horas, provocava a redução na velocidade do processo, aumentando o *lead-time*, comprometendo conseqüentemente, a produtividade e elevando os custos. É neste cenário que foi desenvolvido e aplicado o modelo para nivelamento da produção à demanda, com o uso de operadores polivalentes em processos repetitivos.

Para que fosse aplicado o modelo, inicialmente, foi necessário implantar várias ferramentas da filosofia JIT/TQC, a fim de preparar o ambiente para a implantação da polivalência da mão-de-obra direta nas células de manufatura.

O uso diário da polivalência da mão-de-obra direta possibilitou que ocorresse balanceamento entre as células de manufatura, utilizando-se o remanejamento de operadores polivalentes. Com o remanejamento da mão-de-obra direta, foi possível absorver as sazonalidades de ocupação nas células, as quais eram provocadas pelos diferentes tipos de produtos programados diariamente. O modelo baseia-se no total de operadores para calcular as horas disponíveis. Comparadas essas horas à programação, faz-se a redistribuição dos operadores entre as células de manufatura

de acordo com a ocupação, sincronizando-as a partir do remanejamento entre as células.

Sintetizando, o uso da polivalência da mão-de-obra é uma importante ferramenta para manter o ritmo de produção uniforme entre as células de manufatura, mediante a sincronização diária das células a partir de dados tabulados e processados com o uso de planilhas eletrônicas ou *softwares* específicos. Isto resulta em informações numéricas, que, ao serem analisadas, permitem identificar a quantidade de operadores a serem remanejados entre uma célula e outra no período calculado.

Na aplicação percebeu-se que o uso de operadores polivalentes é uma das mais importantes ferramentas para se obter a produtividade nas empresas de manufatura. O modelo contribui também para o aprendizado dos operadores para executar outras atividades, enriquecendo o conhecimento e melhorando o relacionamento interno a partir da necessidade de ensinar e ser ensinado por outros operadores polivalentes.



## ABSTRACT

The competitiveness is motivating the companies to search alternatives for its products design, in the substitution of the raw material, in the swap of the production equipment, in the change of the processes and the optimization of the labor force and others.

The developed work, based on JIT/TQC philosophy tried to reach throughout the polyvalence the optimization of the direct labor force, that is, alternatives that could solve the unbalancing among the manufacturing cells, caused by the different models and standards of the products that were being produced. The lack of the balancing provoked low income in the manufacture cells, which were minimized with the indiscriminate use of the bank of hours.

The lack of the balancing, even being minimized with the use of the bank of hours stired up the reduction in the speed of the process, increasing the lead-time, consequently endangering the productivity and raising the costs. It is in this scene that the model for levelling the production according to the demand with the use of multipurpose operators in repetitive processes was developed and applied.

So that the model was applied, initially, it was necessary to implant some tools of JIT/TQC philosophy, in order to prepare the environment for the implantation of the polyvalence of the direct labor force in the manufacture cells.

The daily use of the polyvalence of the direct labor force turned it possible the balancing among the manufacturing cells, using the multipurpose operators managing which turned possible to absorb the seasoned occupation in the cells, which were caused by the different types of daily programmed products. The model is based on the total of operators to calculate the available hours, that compared with the programming, redistributes the operators among the manufacture cells according to the occupation, synchronizing them from the managing among the cells.

Syntheticizing, the use of the polyvalence of the labor force is an important tool to keep the production rhythm uniform among the manufacture cells, daily synchronizing the cells from data tabulated and processed with the use of specific electronic spread sheets or softwares, resulting in numerical information, that when being analyzed allow to identify the amount of operators to be managed among the cells and another one in the calculated period.

In the application it was observed that the use of multipurpose operators is one of the most important tools to get the productivity in the manufacturing companies, the model also contributed in the learning of the operators in executing other activities, enriching the knowledge and improving the internal relationship from the necessity to teach and to be taught by other multipurpose operators.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	<b>Empurrar e puxar a produção .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 2.2</b>	<b>Flexibilidade na capacidade de produção .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2.3</b>	<b>Tempo de ciclo menor do que o roteiro de fabricação .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3.1</b>	<b>Visão geral do modelo proposto .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 3.2</b>	<b>Exemplo de matriz de polivalência entre células .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 3.3</b>	<b>Exemplo de matriz de polivalência em relação às atividades .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 3.4</b>	<b>Dinâmica da etapa de equalização inicial .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 4.1</b>	<b>Fluxo do Processo Produtivo .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 4.2</b>	<b>Demonstrativo dos resultados obtidos .....</b>	<b>127</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b>	<b>Plano-mestre de produção para 07/2001 .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabela 3.2</b>	<b>Planilha de cálculo de equalização do dia 02/07/2001 .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabela 3.3</b>	<b>Planilha de cálculo de equalização do dia 03/07/2001 .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabela 3.4</b>	<b>Planilha de acompanhamento da produção .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabela 3.5</b>	<b>Plano-mestre de produção em andamento .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabela 3.6</b>	<b>Planilha de controle dos operadores polivalentes .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabela 4.1</b>	<b>Exemplo de ficha técnica .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabela 4.2</b>	<b>Intervalo da programação das ordens de fabricação e horários da entrada de dados das informações relativas ao PMP .....</b>	<b>88</b>
<b>Tabela 4.3</b>	<b>Plano-mestre de produção para 07/2001 .....</b>	<b>90</b>
<b>Tabela 4.4</b>	<b>Disponibilidade da mão-de-obra direta .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabela 4.5</b>	<b>Cadastro dos produtos programados .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabela 4.6</b>	<b>Cálculo de horas das ordens de fabricação .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabela 4.7</b>	<b>Equalização da mão-de-obra direta .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabela 4.8</b>	<b>Acompanhamento da produção – horas previstas .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabela 4.9</b>	<b>Acompanhamento da produção – horas realizadas .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabela 4.10</b>	<b>Controle dos operadores polivalentes .....</b>	<b>118</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 3.1</b>	<b>Planilha de cadastro de produtos .....</b>	<b>50</b>
<b>Quadro 3.2</b>	<b>Exemplo de cadastro de operadores polivalentes .....</b>	<b>52</b>
<b>Quadro 4.1</b>	<b>Exemplo do Cadastro da Equipe de Operadores Polivalentes .....</b>	<b>85</b>
<b>Quadro 4.2</b>	<b>Controle dos treinamentos dos operadores polivalentes ...</b>	<b>105</b>

## SIGLAS UTILIZADAS

D	Demanda esperada por dia
ERP	Sistema Integrados de Gestão
FT	Ficha Técnica
JIT	Just inTime
LER	Lesão por Esforço Repetitivo
MPT	Manutenção Preventiva Total
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PMP	Plano-Mestre de Produção
PEPS	Primeira que entra primeira que sai
TQC	Total Quality Control ou Controle da Qualidade Total
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
TC	Tempo de Ciclo
TP	Tempo Disponível
WCM	World Class Manufacturing

## Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Bardeja, Ayrton Aparecido

Modelo para nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes em processos repetitivos / Ayrton Aparecido Bardeja. – Florianópolis : UFSC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2002.

143 p.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

Orientador: Prof. Dr. Dalvio Ferrari Tubino

1. Polivalência. 2. Nivelamento. 3. Sincronização.

CDD21.  
CIP-NBR 12899-AACR/2

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

As empresas prestadoras de serviços do setor elétrico estão passando por um acelerado período de transição e ruptura. A transição da condição de empresas públicas para a de privadas vem provocando alteração no modelo de gestão, principalmente na forma como são adquiridos os itens básicos de consumo. Em algumas empresas privatizadas as normas técnicas dos produtos estão se alterando constantemente, objetivando a redução de defeitos em operação e facilidade na manutenção e no manuseio dos produtos.

As empresas concessionárias de energia elétrica adquiriam seus produtos por meio de licitação pública, regida pela lei 8.666. As referidas empresas licitavam os produtos e informavam os lotes e prazos. Os prazos variavam em intervalos mensais e suas compras previam fornecimento mensal, bimestral, semestral e até anual. Além da facilidade de planejar a produção devido a serem os prazos relativamente longos, a lei facultava aos concorrentes o direito de analisarem as propostas dos outros participantes, facilitando-lhes a comparação de preços e das estratégias utilizadas no processo licitatório a cada concorrência.

Com a privatização, as concessionárias passaram a adquirir seus produtos de diferentes maneiras. Uma delas é o leilão virtual, em que os concorrentes, a partir de terminais de computador interligados à rede da *internet*, participam simultaneamente, sem saber quem são seus concorrentes, apenas obtendo a informação da classificação do seu preço em relação aos da concorrência. Outra prática é a apresentação de propostas com preços firmes, com validade de um ano, havendo a possibilidade de os contratos serem aditivados por igual período. A referida prática demonstra que deixar de ganhar um item é perder o contrato, o



contato e a possibilidade de não poder fornecer por um período mínimo de dois anos àquele cliente; ou seja, o fornecedor que aceitar um contrato tenderá a ser um parceiro da referida empresa, conseqüentemente, os demais fornecedores dificilmente conseguirão romper o relacionamento comercial existente entre a empresa fornecedora e a concessionária de energia elétrica.

Outra prática existente é que algumas empresas prestadoras de serviços de energia elétrica, ao adquirirem os produtos, consideram as três empresas mais bem classificadas no quesito preço. As demais participantes do processo licitatório são excluídas do cadastro de fornecedores.

O cenário atual demonstrou aos fornecedores das empresas prestadoras de serviços de energia elétrica a necessidade de focar o seu negócio, conseqüentemente, o processo produtivo nos tipos de produtos que mais se adequavam às suas instalações e equipamentos, e também de perceberem quais são realmente os seus concorrentes por tipo de produto, a fim de analisar as estratégias de seus concorrentes.

Isto fez com que cada fabricante, a seu modo, se adequasse internamente ao produto e externamente ao mercado, adaptando sua empresa aos diferentes tipos de produtos e alterando sua gestão para que respondesse rapidamente às necessidades da demanda. Até então, a empresa tinha como pré-requisito apenas atender às normas internas relativas à especificação técnica do produto, trâmites administrativos, entre outras particularidades de cada concessionária de energia elétrica, bem como à lei 8.666.

Para adequar-se à nova realidade, as empresas fornecedoras passaram a utilizar-se do preço como estratégia competitiva, e posteriormente, do preço e prazo de entrega. Percebeu-se também que os fornecedores, para manter os padrões de preços praticados, começaram a focar seu negócio em alguns produtos de acordo com o perfil de sua empresa ou de acordo com a capacidade financeira para os investimentos em máquinas e equipamentos que se fizessem necessários. Alguns optaram por produtos que já tinham o perfil de sua empresa, procurando otimizar os

recursos existentes para fazer frente à nova realidade.

Como ocorreu no mercado de concessionárias, também o mercado privado específico para atender a loteamentos, áreas rurais, pequenas e médias empresas, entre outros, alterou sua prática de compras, ou seja, estas empresas também passaram a adquirir os produtos em prazos menores, deixando de manter estoques em seus depósitos, contando com os estoques das empresas fornecedoras ou com a velocidade de resposta da capacidade produtiva instalada para atender aos prazos solicitados.

Além disso, houve também redução na demanda, provocada pelas empresas privatizadas, que deixaram de investir na mesma proporção em que investiam quando o controle era estatal. As empresas privatizadas passaram a otimizar os recursos existentes, provocando ociosidade nas empresas fornecedoras e fazendo com que a demanda por produtos se reduzisse drasticamente. Passaram a exigir redução nos preços dos produtos, pois perceberam que a maioria das fornecedoras estava operando com capacidade ociosa.

A situação exigia que os fornecedores revisassem suas estratégias produtivas. Era necessário analisar o volume, o padrão, as características construtivas de cada produto cotado, analisar as tendências e as características da planta industrial, e definir uma estratégia de gestão que pudesse atender ao prazo e ao preço que teoricamente estava sendo praticado no mercado. Teoricamente, porque preços, prazos e até o nome do concorrente não eram mais divulgadas pelas empresas compradoras.

Percebeu-se que as empresas fornecedoras começaram a focar e definir os produtos que tinham condições de competir com menores preços, ficando evidente depois de algum tempo quem eram os concorrentes diretos de cada família dos produtos fabricados.

Superada, por parte das empresas fornecedoras de produtos para as concessionárias de energia elétrica, a fase das definições de quais produtos eram os

mais competitivos em cada planta industrial, o passo seguinte consistia em otimizar os projetos, o uso dos equipamentos existentes e a mão-de-obra direta e indireta. Grande parte dos fornecedores optou por fabricar produtos que agregassem maior volume de matéria-prima, gerando maior faturamento, e demandasse menor número de funcionários.

Outro fato relevante constatado é que os concorrentes considerados “grandes” definiram que o investimento em equipamentos seria expressivo dentro da planta industrial e que pouca preocupação haveria na otimização da mão-de-obra, visto que o foco estaria em reduzir o número de operadores, baseando-se exclusivamente nos investimentos em máquinas e equipamentos, e não na gestão do processo.

É neste ponto que surge a questão de pesquisa proposta no presente trabalho, qual seja: como utilizar operadores polivalentes para manter o ritmo de produção nivelado com a demanda entre os diversos setores de sistema de produção em lotes?

Como resposta provisória a esta questão, pode-se colocar que, com base nos conceitos mais modernos de polivalência e nivelamento da produção à demanda, os quais serão discutidos no Capítulo 2, de revisão bibliográfica, é possível desenvolver um modelo para utilizar o potencial de flexibilidade dos operadores para aumentar a produtividade das empresas fornecedoras de produtos para energia elétrica, com sistemas de produção repetitivos em lotes, via nivelamento da produção à demanda.

## **1.2 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO**

Nas empresas em geral, e em particular nas fornecedoras de produtos para energia elétrica, a mão-de-obra representa um percentual relevante nos custos dos produtos industrializados, e o seu uso adequado tem sido uma preocupação constante dos gestores. As despesas relativas à mão-de-obra não se restringem ao salário, mas abrangem também os custos com benefícios e encargos e até o passivo trabalhista que incide sobre cada trabalhador. Outro aspecto relevante, principalmente quando se considera a questão sob a ótica da qualidade total, é

manter o efetivo em períodos de baixa demanda provocada por circunstâncias diversas que escapam ao controle das empresas.

O custo de manter a mão-de-obra é menor do que o de dispensar, na maioria dos casos, visto que, ao se dispensar um profissional, vários custos incidem na dispensa, além de se perder todo o investimento efetuado no treinamento.

Destarte é necessário cada vez mais se preocupar com o uso adequado dos recursos humanos, evitando a flutuação excessiva do número de operadores no processo e utilizando ao máximo possível as horas disponíveis existentes. Vale lembrar que, ao ser produzido um produto, é consumida a matéria-prima, porém, independentemente de estar sendo produzido o produto, outros custos oneram a empresa, dentre os quais se destaca o da mão-de-obra direta.

Empresas que trabalham com sistemas de produção em lotes, como as fornecedoras do setor elétrico, têm dificuldades em produzir eficientemente produtos com tempos-padrão diferentes, pois ocorre um desbalanceamento entre as células. O emprego de operadores polivalentes deslocados para as células mais sobrecarregadas permitiria às células manter o mesmo ritmo de produção em todo o sistema produtivo.

Para controlar a mão-de-obra direta, muitas empresas utilizam indicadores como a produtividade coletiva ou individual, o faturamento *per capita*, as peças produzidas por funcionário, etc. Em empresas com processo repetitivo em lotes é possível controlar a mão-de-obra a partir de um processo diário, com o uso das horas disponíveis *versus* horas necessárias para os produtos demandados, aliado ao tempo de ciclo da célula de manufatura, subordinando todo o processo à célula de menor ritmo.

Ao serem todas as células subordinadas à célula de menor velocidade, o ritmo de produção poderá facilmente ser percebido em toda a linha, facilitando a visualização de problemas ou gargalos e permitindo identificar as ações que resultarão na melhoria da produtividade global, e não apenas da local.

A utilização de um modelo que permita a identificação dos gargalos possibilitará canalizar as ações e os recursos para que sejam produzidos diariamente os lotes de produtos vinculados às necessidades imediatas do Plano-Mestre de Produção (PMP).

O modelo deverá considerar as horas disponíveis nas células, e ao identificar os “gargalos” gerados a cada dia pelo PMP, permitir aos gestores, a partir da entrada de dados, atuarem na mudança da dinâmica do processo produtivo, utilizando-se de operadores polivalentes.

Uma aplicação adequada do modelo possibilitará reduzir os prazos de entrega aos clientes, reduzir os *lead times* internos de produção, os estoques em processo e, conseqüentemente, os custos do produto, além de outras vantagens tão importante quanto, tais como satisfação dos operadores no aprendizado de outras atividades, redução da LER, redução dos acidentes de trabalho, melhoria da qualidade do produto, etc.

## **1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Desenvolver e testar, para empresas com processos repetitivos, um modelo que permita aumentar a produtividade nas empresas a partir do nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Para atender ao objetivo geral formulado, espera-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar o uso de operadores polivalentes para o nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção repetitivos em lotes;
- identificar e descrever as etapas necessárias para a implantação de um modelo para nivelamento da produção à demanda, com o uso de operadores polivalentes em processos repetitivos em lotes;
- elaborar uma sistemática de cálculo que considere o número de operadores necessário para atender à produção diária, comparando-a com o quadro existente, no sentido de obter o número de pessoas que deve ser remanejado entre as células de manufatura;
- aplicar o modelo proposto em uma empresa com processos repetitivos em lotes e avaliar os resultados pré e pós-implantação do modelo, para validar seu desenvolvimento.

## **1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

O modelo proposto, bem como, a aplicação na empresa com processos repetitivos não irão abranger algumas questões, as quais, não será detalhado por não se tratar do escopo do trabalho ou devido às particularidades da empresa onde será desenvolvido o modelo.

Apesar de o modelo estar focado na questão do uso da polivalência da mão-de-obra como fator determinante para o nivelamento da produção à demanda é de conhecimento geral que o uso da polivalência da mão-de-obra como ferramenta efetiva de estímulo à produtividade está atrelado à implantação da filosofia JIT/TQC (Tubino, 1999) como um todo. O presente modelo não dará ênfase aos demais fatores que cercam a referida filosofia, sendo estes citados apenas rapidamente dentro do contexto do modelo, em uma etapa de preparação do ambiente produtivo para a polivalência. É uma grande limitação, contudo não haveria tempo hábil para propor e descrever uma aplicação completa de toda a filosofia JIT/TQC.

Uma outra limitação de nível teórico diz respeito à opção pelo uso de um sistema cativo de banco de dados e planilhas de cálculo nas diferentes etapas do modelo. Não se buscou nem se descreveu a interação destes instrumentos com os ditos sistemas integrados de gestão (ERP) informatizados. Contudo, como foram propostos sistemas basicamente calcados em planilhas e banco de dados de uso geral, como, por exemplo, o *Excel* da *Microsoft*, não haverá problemas maiores em uma situação que exija fazer sua inclusão em sistemas do tipo ERP.

A aplicação integral do modelo deverá ser restringida a uma empresa apenas, visto que, o período para preparar o ambiente, conscientizar e implantar o modelo será relativamente longo, exigindo muito empenho do dissertante e da equipe envolvida em todo o processo.

## **1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado em cinco Capítulos. Neste Capítulo inicial estão as contextualizações do problema a ser tratado, a importância do trabalho, o objetivo geral e os específicos, as limitações encontradas e a sua estrutura.

A fundamentação teórica está inserida no Capítulo 2, onde é definida a filosofia JIT e suas principais ferramentas. Como foco principal deste trabalho, a polivalência e nivelamento da mão-de-obra são detalhados em outros itens, tais como: definição de polivalência, a polivalência e a padronização das operações, o PCP e o nivelamento da produção à demanda, o PCP e os horizontes de planejamento, o PMP e a polivalência. Destacam-se ainda neste Capítulo os trabalhos práticos e aplicações da polivalência em empresas brasileiras, a gestão humana no ambiente JIT e as considerações finais, onde são apresentadas as vantagens e desvantagens relativas à filosofia JIT de produção.

No Capítulo 3 é apresentada a proposta do modelo, inicialmente com uma visão geral que a subdivide em três blocos distintos: o bloco denominado Dados Básicos de Apoio, o bloco do Planejamento para o Nivelamento e o bloco da Execução do

Nivelamento. No bloco relativo aos Dados Básicos de Apoio são descritos os dados necessários para a aplicação do modelo, os quais são agrupados segundo o produto, o roteiro de fabricação, o PMP e o cadastro dos operadores polivalentes. Neste bloco estão registradas as informações básicas que serão utilizadas nos cálculos para que seja possível sincronizar as células de manufatura ao mesmo ritmo de produção. No bloco Planejamento para o nivelamento são destacadas as etapas relativas à Escolha da equipe de operadores, à Conscientização da equipe, ao Treinamento da equipe de operadores e à Preparação do ambiente produtivo. A Execução do nivelamento, o terceiro e último bloco, subdivide-se em Equalização inicial, Acompanhamento da produção, Equalização de ajuste e Controle dos operadores. Neste bloco são demonstrados os cálculos e a mecânica da utilização das variáveis que interferem na sincronização das células, independentemente dos produtos em fabricação.

No Capítulo 4 é descrita a implantação bem sucedida do modelo em uma empresa fornecedora de produtos de energia elétrica na cidade de Mandaguari - PR.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões e as sugestões para trabalhos futuros.



## CAPÍTULO 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 INTRODUÇÃO

O presente Capítulo tem por objetivo apresentar conceitos, teorias, pesquisas e aplicações que fundamentam esta dissertação e ajudam no seu desenvolvimento. Inicialmente, apresentam-se definições, princípios e ferramentas do sistema de produção *Just in Time* (JIT), dando-se destaque à polivalência da mão-de-obra e ao nivelamento da produção à demanda, assuntos-chave deste trabalho. Na seqüência, relatam-se alguns trabalhos existentes sobre dimensionamento e as aplicações práticas da polivalência e tecem-se algumas considerações finais.

#### 2.2 O SISTEMA DE PRODUÇÃO JIT

A seguir apresentam-se algumas definições, princípios e ferramentas do sistema de produção JIT, buscando situar as diferentes filosofias de produção adotadas pelas empresas e a fundamentação da filosofia JIT.

Segundo Sacramento (2000), em 1911, Taylor publica “Princípios da Administração Científica”, tendo como “cerne” da publicação os princípios básicos sobre os quais se desenvolveu posteriormente a ciência administrativa e dos quais se originaram os diferentes sistemas de produção, descritas a seguir:

- princípio do planejamento: separar quem pensa de quem faz;
- princípio do preparo: selecionar os melhores e treiná-los de acordo com o melhor método de execução;
- princípio do controle: aderência ao planejamento de tarefas através de rigorosa supervisão;

- princípio da execução: não cabe somente aos operários a boa execução das tarefas – os diretores são co-responsáveis;
- princípio da exceção: os administradores devem concentrar-se apenas nos desvios dos processos.

O desenvolvimento das ciências administrativas e dos processos produtivos acabou por distinguir dois sistemas de produção: o Sistema Ford e o Sistema Toyota ou *Just in Time* (JIT).

Shingo (1996) compara o sistema Ford (administração científica) com o sistema Toyota (sistema JIT) e destaca as seguintes diferenças básicas:

- O sistema Ford consiste em produzir poucos modelos e grandes lotes. O sistema Toyota consiste em produzir muitos modelos e pequenos lotes.
- O sistema Ford fabrica peças e a montagem é separada. O sistema Toyota interliga diretamente as áreas.

O sistema Toyota é uma evolução progressiva do sistema Ford, portanto, não se contrapõe a este, apenas diferencia-se pela objetividade em produzir muitos modelos em pequenos lotes e com estoques mínimos.

### 2.2.1 Definições e princípios

A filosofia JIT/TQC surgiu na década de 60 no Japão, sendo aplicada inicialmente na indústria automobilística, mais especificamente na Toyota Motor Company. A partir dos anos 80, estudiosos de sistemas de produção passaram a dar atenção a esta filosofia, a qual, posteriormente, foi universalizada e implantada com sucesso.

O JIT, segundo Tubino (1999), é uma filosofia voltada para a otimização da produção, e o TQC, uma filosofia voltada para a identificação, análise e solução de problemas. Desta forma, tratá-los separadamente não parece ser uma prática conveniente, já que ambos se completam entre si no processo produtivo.

Para Slack (1997), o JIT visa a atender as demandas incertas, com qualidade perfeita e sem desperdícios. Portanto, somente poderá existir dentro do processo produtivo o recurso necessário para atender à demanda, ou seja, a matéria-prima, máquinas e equipamentos apropriados para atender às operações necessárias para transformar matéria-prima em produtos, e a quantidade de pessoas adequada à demanda.

Segundo Correa (1996), o objetivo fundamental do sistema JIT é a melhoria contínua, e a tônica constante para sua obtenção é a utilização de mecanismos de redução dos estoques, os quais camuflam problemas com qualidade, quebra de máquinas e *setup* altos, provocando descontinuidades no processo produtivo.

O JIT procura extrair o máximo do processo produtivo sem comprometer a continuidade e sem provocar fadiga nas pessoas, mantendo apenas o estritamente necessário; conforme Shingo (1996), consiste no ato de retirar gotas de água de uma toalha seca.

Voss *apud* Benevides (1999) define JIT como uma abordagem disciplinada que visa a aprimorar a produtividade global, possibilitando reduzir os custos e manter a competitividade a partir da sua utilização.

A filosofia JIT/TQC tem como princípios (TUBINO, 1999):

- **Satisfazer as necessidades dos clientes:** preciso saber entender as necessidades dos clientes e satisfazê-las através da oferta de produtos e serviços adequados;

- **eliminar desperdícios:** partir do entendimento das necessidades, analisar tudo o que envolve o produto e eliminar atividades que não lhe agreguem valor;

- **melhorar continuamente:** sociedade evolui, as necessidades alteram-se e a melhoria deve ocorrer diariamente para que a empresa mantenha sua competitividade;

- **envolver totalmente as pessoas:** os recursos existentes dentro da empresa, o principal e o viabilizador das transformações são as pessoas,

- **organização e visibilidade:** utilizar-se da organização e da visualização para efetuar a gestão e promover a luta contra os desperdícios.

## 2.2.2 Principais ferramentas

O sistema de produção JIT é operacionalizado por meio de uma série de ferramentas e instrumentais, tais como, focalização, *kanban*, automação, manutenção preventiva, dentre outros. A seguir procede-se a uma breve descrição das principais ferramentas utilizadas na implantação e operacionalização do sistema JIT.

### **FOCALIZAÇÃO**

De acordo com Tubino (1999), a idéia da produção focalizada é fazer com que um produto ou uma família de produtos possa ser tratado como um negócio específico, com suas características produtivas e mercadológicas próprias, segundo uma estratégia competitiva adequada a cada produto. Faz-se necessário uma nova configuração no *layout* fabril, em que, ao invés de agrupar os recursos por função, dever-se-á agrupá-los focalizando-os em um produto ou família de produtos. A ênfase está em 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.

### **KANBAN**

Objetivando simplificar, flexibilizar e obter maior agilidade na programação, controle e acompanhamento do sistema de produção, engenheiros da Toyota Motors Company, na década de 60, desenvolveram o sistema *kanban*. A idéia surgiu a partir da observação da forma como eram repostos os produtos nas gôndolas dos

supermercados americanos, segundo Ohno (1997).

De acordo com Moura (1994) e Tubino (1999), o *kanban* diferencia-se dos sistemas convencionais de planejamento e controle da produção por atender à demanda em curto espaço de tempo e “puxar” os lotes dentro do processo produtivo, enquanto os métodos tradicionais “empurram” a programação da produção. Na figura 2.1 ilustra-se a lógica dos dois sistemas de programação da produção, demonstrando-se as particularidades que diferenciam um do outro.

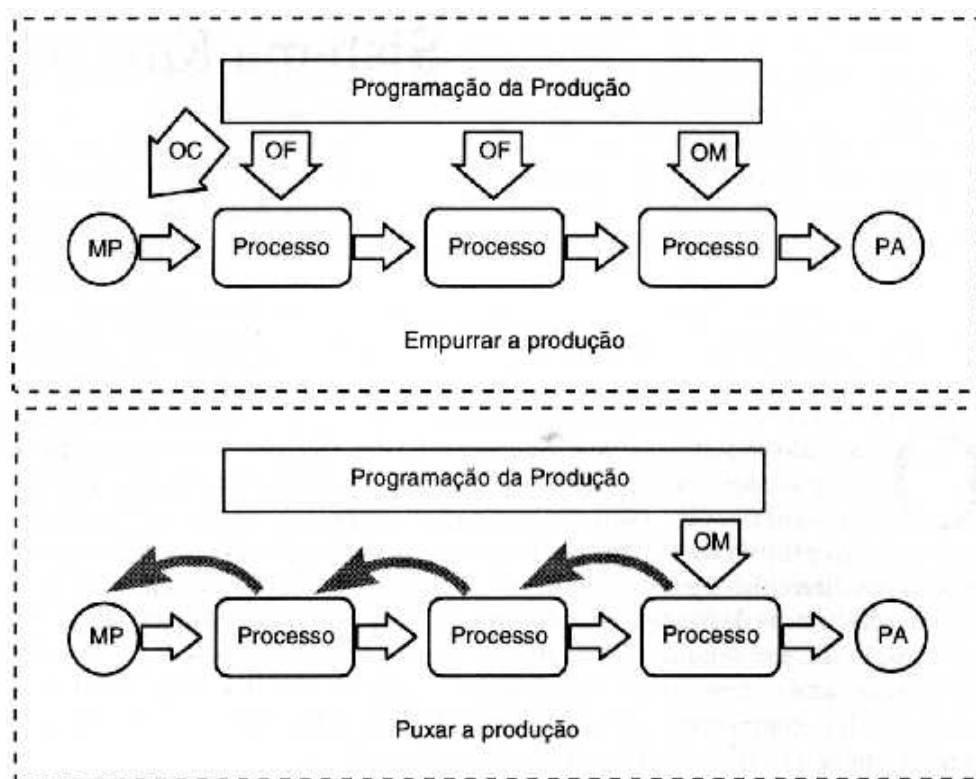


FIGURA 2.1 Empurrar e puxar a produção (Tubino, 1999, p.86).

O *kanban* pode ser comparado ao “coração”, uma vez que controla o fluxo de materiais entre os estágios produtivos, da mesma forma que o coração controla o fluxo de sangue para os diferentes órgãos do corpo humano. Através do uso de sinalizações, normalmente um cartão, um estágio informa o outro sobre a necessidade e o volume de determinado material (HUQ e PINNEY apud BENEVIDES, 1999).

## **AUTONOMAÇÃO**

Um dos princípios da filosofia JIT/TQC é a produção sem defeitos, o que implica numa inspeção total de peças, serviços, e tarefas da atuação corretiva, agindo preventivamente nas possíveis falhas do processo.

A automação é uma técnica com objetivo de detectar as falhas do processo de forma automática e autônoma, ou seja, pelo próprio operador que executa a atividade. E para que isso ocorra, Shingo *apud* Tubino (1999) destaca três maneiras diferentes para sua realização: a auto-inspeção, inspeções sucessivas e inspeção na fonte.

A auto-inspeção é executada pelo próprio operador após a conclusão do item, inspecionando os pontos-chave e corrigindo falhas no próprio local de trabalho, evitando que o produto passe para a fase seguinte. Para a verificação são utilizados dispositivos à prova de erro ou gabaritos previamente produzidos e aferidos para facilitar na inspeção.

Inspeções sucessivas são utilizadas onde vários operadores manuseiam o item, de forma que o operador subsequente inspeciona a fase anterior, e assim sucessivamente. Neste caso, também poderá ser utilizado dispositivo à prova de erros e gabaritos. Esta prática normalmente é empregada em linhas de montagem.

A inspeção na fonte é o ato de prevenir antes que os produtos fiquem prontos, atuando nas causas dos defeitos, efetuando rastreamento nas condições externas à operação, evitando que se produzam itens defeituosos a partir de dispositivos à prova de erros.

## **MANUTENÇÃO PREVENTIVA TOTAL - MPT**

Conforme Nakajima (1988) e a Miyake (1998), o sistema JIT não funciona sem a manutenção preventiva total, visto que as máquinas devem ter grau de confiabilidade para não paralisar o processo produtivo. A sincronização somente é

possível se os equipamentos estiverem adequados às atividades e não apresentarem problemas à medida que forem exigidos.

De acordo com Benevides (1999), a interrupção do processo produtivo provocará a geração de estoques no processo intermediário, comprometendo a lógica do sistema JIT.

A MPT tem como objetivo a manutenção preventiva, visando programar as paralisações dos equipamentos para que sejam evitadas interrupções inesperadas do processo produtivo.

## **RELACIONAMENTO ESTREITO COM FORNECEDORES**

Dentro da eliminação dos desperdícios com a racionalização dos estoques nas empresas com a filosofia JIT, enquadram-se também os estoques de matérias-primas. Para se obter o produto na quantidade e qualidade necessárias, no momento da demanda do cliente, na filosofia JIT, as empresas compradoras e fornecedoras tiveram que proceder com mudanças em sua forma de produção para atender a um novo aspecto relacional-comercial: de grandes volumes para pequenos volumes transportados, de plantas industriais amplas para compactas, de compras com diversos fornecedores para fornecedor exclusivo, enfim, mudanças no antigo padrão produtivo-comercial que perdurou por anos a fio.

De acordo com Schonberger (1993), as características das compras JIT são relativas:

- às quantidades: ritmo regular de produção, entregas freqüentes de pequenas quantidades, contratos de longo prazo, mínima papelada para liberação, variando as quantidades de entrega para entrega, mas sem que sejam elas fixadas para a vigência total do contrato;
- à qualidade: especificação mínima: os fornecedores são auxiliados a cumprir as exigências relativas à qualidade, há relação estreita entre as equipes de

controle de qualidade / CQ do comprador e do fornecedor, e fornecedores são estimulados a utilizar controle de processo ao invés de inspeção;

- aos fornecedores: poucos fornecedores, fornecedores próximos, emprego ativo de análise de valor para capacitar fornecedores a ter preço competitivo, contratos repetidos com os mesmos fornecedores, cotações de preços limitadas aos novos itens comprados, e fornecedores estimulados a praticar compras JIT junto a seus próprios fornecedores;
- ao embarque: programação do transporte das mercadorias a receber, utilização de veículos da empresa e de empresas contratadas, contratos com armazéns ao invés de usar empresas transportadoras.

Schonberger (1993) relata que a implantação de compra JIT traz inúmeras vantagens relacionadas às despesas com peças (redução despesas com estoques e refugos e custos declinantes pela curva de aprendizagem); à qualidade (rápida descoberta e correção de defeitos e decréscimo de necessidade de inspeção pelo aumento da qualidade das compras); ao projeto (rapidez na resposta às mudanças de engenharia e constantes inovações); à eficiência administrativa (poucas licitações, poucos fornecedores, contratos negociados com pouca frequência, mínima quantidade de papéis); à produtividade (redução de retrabalho e de inspeções, poucos atrasos originados de peças fora da especificação de entregas atrasadas ou adiantadas).

Outra vantagem, de acordo com Schonberger (1993), é a interface entre a área técnica do fornecedor e o processo produtivo do comprador, possibilitando visualizar o componente e adequá-lo ao processo produtivo e ao produto, sem contar a possibilidade de os fornecedores adequarem a fábrica a seu processo ao produto, reduzindo conseqüentemente os custos e mantendo o ritmo de produção constante, mesmo com pequenas variações na demanda.

## **TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA - TRF**

Dentro da filosofia JIT, uma das técnicas para tornar viável a produção de



pequenos lotes é a troca rápida de ferramenta (TRF), comumente chamada de “*setup* rápido”. O *setup* é definido como o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote (SLACK, 1999).

Como suporte à produção de pequenos lotes são utilizados vários métodos para reduzir o tempo ou eliminar a atividade de *setup*. Dentre os existentes, a utilização de ferramentas específicas de pré-montagem, sistema de engate rápido, alteração de projetos, padronização de algumas operações e de produtos, focalização em células ou produção de peças em grupo são os métodos/estratégias mais utilizados.

Segundo Slack (1999) e Correa (1996), a TRF pode-se valer de ferramentas pré-montadas antes de serem fixadas nas máquinas operatrizes, de forma que os ajustes ocorram externamente. Também podem ser utilizadas diferentes ferramentas ou matrizes em dispositivo-padrão, permitindo a produção de diferentes produtos a partir destas matrizes, sem a necessidade substituir a ferramenta-padrão. Outro ponto ressaltado pelos autores é a adequação das máquinas ao processo produtivo e a aplicação de equipamentos de movimentação, bem como de guias nas máquinas operatrizes, permitindo a troca rápida.

A padronização do produto, em muitos casos, permite que algumas operações sejam desenvolvidas a partir da mesma ferramenta, evitando perder tempo com colocação, regulagem e ajuste de ferramentas. Quando a linha é focalizada, em alguns casos permite-se alocar equipamentos seqüencialmente, sem a necessidade da troca de ferramentas, proporcionando melhor desempenho do processo produtivo.

## **POLIVALÊNCIA DA MÃO DE OBRA E NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO**

A polivalência da mão-de-obra consiste em uma ferramenta que leva em conta princípios da multiplicidade das habilidades humanas e as particularidades de múltiplas operações e ajustes no processo produtivos. Já o nivelamento da produção à demanda consiste na busca do processo produtivo em atender à demanda de

mercado, dentro dos prazos, qualidade e preço desejados, carregando o mínimo de recursos produtivos. Para que seja possível é necessário que o processo seja versátil, mediante a utilização de pessoas, máquinas, sistemas e instalações compatíveis com o ritmo de vendas estabelecido.

Por constituírem-se em objetos centrais deste trabalho, a polivalência e o nivelamento da produção serão abordados detalhadamente nos tópicos a seguir.

## **2.3 A POLIVALÊNCIA DA MÃO-DE-OBRA**

Com a crise do petróleo de 1973, seguida de recessão, a economia mundial foi afetada, sendo que em alguns países o nível de crescimento caiu a zero, como foi o caso do Japão. Apesar disso, a Toyota, embora tenha tido redução nos seus lucros, continuava a obter resultados nos anos de 1975, 1976 e 1977, fato que aos olhos do mundo causou surpresa e curiosidade. A resposta relativa às perguntas mundiais sobre o desempenho da Toyota estava relacionada diretamente a sua história, aos eventos mundiais que a afetaram ao longo de vários anos e à forma adotada para superá-los.

Segundo Ohno (1997), em agosto de 1945, quando o Japão perdeu a guerra, a Toyota percebeu que sua forma de gestão era inadequada e incompetente para se manter competitiva no cenário mundial, visto que, desde o ano de 1937, a razão de trabalhadores alemães para americanos era de três para 1, e de nove japoneses para 1 americano. Era necessário conhecer o sistema produtivo dos Estados Unidos e aprender os seus métodos de gestão. A Toyota passou a aperfeiçoar as técnicas americanas, importando e colocando em prática técnicas gerenciais, como controle de qualidade, controle de qualidade total e métodos de engenharia industrial, além de verificar a similaridade entre os processos produtivos (subdivisão de processos e individualização das tarefas: serviço de torno/torneiro mecânico, serviço de perfuração/operador de furadeira). Este modelo permitiu reduzir custos a partir da produção em massa de poucos modelos.

De acordo com Ohno (1997), com a deflagração da Guerra da Coréia em junho de 1950, a indústria japonesa recobrou seu vigor, mas ainda estava produzindo pequenas quantidades e muitos modelos. Devido a isto, Taiichi Ohno, no complexo de Koromo, passou a organizar as máquinas na seqüência dos processos, sendo esta mudança radical em relação ao sistema convencional. Passou a organizar as máquinas em forma de L, de tal forma que um trabalhador operasse três ou quatro máquinas ao longo da rota de processamento, exigindo que os operadores executassem múltiplas habilidades, ou seja, operassem muitas máquinas em processos diferentes. Iniciava-se a partir deste momento a polivalência da mão-de-obra.

A polivalência, aliada a outras ferramentas da filosofia JIT, permite que a indústria se adapte rapidamente à variabilidade dos modelos exigidos pela demanda, sem comprometer custos e prazos de entrega.

De acordo com Haynes *apud* Loriato (2000), Martinelli (2000), e Araújo *apud* Benevides (1999), a filosofia JIT é um sistema enxuto, pelo fato de manter apenas no fluxo produtivo a quantidade extremamente necessária de material e permitir que as pessoas sejam realocados de acordo com a necessidade, além do aproveitamento integral do tempo de cada colaborador, o que possibilita flexibilidade no processo produtivo.

A polivalência está associada à satisfação, enriquecendo habilidades, conferindo poder de decisão e de responsabilidade, promovendo conseqüentemente, crescimento profissional do indivíduo.

Para Gaidzinski (2000), os operários estão insatisfeitos com apenas receber os salários e querem optar, dar idéias, criar, organizar, enfim, participar do processo. A polivalência e o trabalho em equipe tornam-se alternativas para satisfazer a necessidade atual, além de promover a redução no custo do produto e melhorar a produtividade, redução da LER, incidentes e acidentes.

De acordo com Sacomano Silva & Meneghetti (1999), atualmente os sistemas

produtivos fazem maior uso das habilidades dos funcionários, valorizando suas opiniões e sugestões, estimulando a criatividade e contribuindo efetivamente para a maior qualificação e para os trabalhos em equipe. Mas por outro lado, fica evidente que processos enxutos refletem diretamente na queda do número de trabalhadores, por conta do aumento da produtividade da cadeia produtiva.

### 2.3.1 Definição de polivalência

Para Ohno (1997),

“...se um operador usa um torno mecânico, uma máquina de usinagem e uma parafusadeira (isto é, vários processos), este processo é denominado sistema de operação multiprocessos, ..., portanto, tentamos alcançar um sistema de operação multiprocessos que reduz diretamente o número de operários. Para o operário na linha de produção, isto significa passar de monofuncional para multifuncional”.

Segundo Shingo (1996), as operações multimáquinas são sustentadas por dois princípios importantes. O primeiro é que máquinas, após sua total depreciação, passam a ser utilizadas “de graça”, enquanto o trabalhador tem um custo indefinido. O segundo princípio é que reduzir os custos é mais importante do que manter máquinas com altas taxas de utilização. Desta forma os operadores da Toyota, desde os anos 40, não estão vinculados a uma única máquina, mas são responsáveis por cinco ou mais máquinas.

Tubino (1999) define que “O operador polivalente é aquele que tem condições técnicas de cumprir diferentes rotinas de operações padrão em seu ambiente de trabalho”.

Funcionário polivalente, de acordo com Benevides (1999), é aquele que, além de executar suas atividades dentro da área em que está lotado, as desenvolve também em outras que agregam valor ao produto, permitindo fazer da indústria uma grande célula de produção.

De acordo com Correa (1996), além das atividades tradicionais, tais como fabricar, montar, transportar, os operários passam a ser responsáveis por atividades anteriormente executadas pelos departamentos de apoio, tais como, verificação da qualidade dos produtos produzidos, execução de alguns itens da manutenção preventiva (lubrificação, limpeza, pequenos reparos), limpeza e organização do local de trabalho.

A polivalência da mão-de-obra é uma das ferramentas da filosofia JIT que permite flexibilizar a produção, reduzir o *lead-time* e o estoque intermediário, adequando o processo produtivo à demanda.

A flexibilidade de trabalho é entendida por Régnier *apud* Benevides (1999) como a capacidade das pessoas de exercer várias funções diferentes, ou seja, consiste na aplicação do modelo celular, onde as pessoas desenvolvem diversas atividades em equipamentos diferentes, sendo denominadas polivalentes.

De acordo com Correia (1996), a polivalência ou multifuncionalidade dos trabalhadores permite que o sistema produtivo seja mais flexível em relação às variações do mix de produtos, além de permitir que outros fatores, como o baixo nível de estoques e a redução dos tempos, possibilitem que o fluxo seja mais curto e mais veloz.

Segundo Tubino (1999), os operadores polivalentes, dimensionados no horizonte de planejamento de médio prazo, conseguem absorver as variações na demanda, desenvolvendo operações-padrão. Além da flexibilização do processo produtivo com o nivelamento demanda-produção, a polivalência possibilita:

- comprometimento com objetivos globais;
- redução da fadiga e o estresse;
- disseminação dos conhecimentos;
- facilitação da aplicação das técnicas de TQC;

- um sistema de remuneração mais justo.

A polivalência é uma ferramenta utilizada para equalizar e manter sincronizadas as diversas atividades do processo produtivo, cabendo ressaltar que medidas anteriores de planejamento são necessárias para dar suporte à sua utilização. É necessário romper com o sistema tradicional, principalmente no que tange aos estoques intermediários, padronizar o máximo possível o produto e processo, verificar o tempo de produção e o respectivo tempo de ciclo com o intuito de manter um ritmo de trabalho dentro de uma seqüência lógica de atividades. Neste aspecto, entra-se no âmbito da chamada “padronização das operações”, que será discutida a seguir.

### 2.3.2 A polivalência e a padronização das operações

Segundo Ohno (1997),

“Os elementos a considerar no trabalho-padrão são o operário, a máquina e os materiais. Se não combinarmos efetivamente, os operários sentir-se-ão alienados e incapacitados de produzir com eficácia. Os padrões não devem ser estabelecidos de cima para baixo, e sim pelos próprios operários da produção”.

O padrão é a prática descrita em dados, os quais são tabulados e estudados detalhadamente, visando a quantificar cada atividade ao longo do processo produtivo. As informações são elaboradas a partir dos dados fornecidos pelas pessoas da produção, os quais objetivam sincronizar todas as atividades do processo produtivo dentro de um tempo justo de produção. Tais informações permitem que o processo possa ser equalizado entre as diversas áreas com o remanejamento de funcionários polivalentes.

Para Ohno (1997), a eficiência do processo tem sido mantida também com a prevenção da recorrência de produtos com defeito, erros operacionais e acidentes, além da aceitação das idéias dos trabalhadores. Tudo isso é possível devido ao quase imperceptível cartão de produção padrão.

O cartão de produção padrão, de acordo com Ohno (1997), estabelece a seqüência de atividades, data da elaboração, código do item, seqüência de trabalho, descrição de atividades, máquinas onde são executadas as atividades, tempo de processamento da mão-de-obra e da máquina, entre outras informações que são utilizadas como padrão. Com tais dados e com o tempo de produção é fácil estabelecer o ciclo e detectar quais as atividades que exigem maior ou menor quantidade de pessoas na execução. O cartão de produção, além de roteirizar a seqüência das atividades, vincula a quantidade de tempo para executar cada atividade relativa à fabricação do produto.

Segundo Shingo (1996), o cartão de produção ou roteiros de operações-padrão tem três aspectos temporais, o passado, o presente e o futuro. O passado baseia-se nos levantamentos efetuados "in loco", tornando-se fonte de dados para as ações futuras, enquanto no presente uma carta de operações-padrão é eficaz para ensinar aos novos trabalhadores. Em relação ao futuro, as operações-padrão devem ser melhoradas constantemente, já que a base de dados do passado contribui para o treinamento presente e facilita a análise das operações para melhoria futura, concluindo um ciclo e iniciando outro.

O cartão de produção representa um dos principais instrumentos para a redução do custo, principalmente na economia da mão-de-obra no processo produtivo. A razão é fácil de ser compreendida. Segundo Shingo (1996), "A perda será cinco vezes maior com trabalhadores ociosos do que com máquinas ociosas"; desta forma é evidente que a polivalência é a alternativa para que a mão de obra direta seja utilizada constantemente, evitando-se desperdício do tempo do trabalhador.

De acordo com Benevides (1999), o conjunto de atividades-padrão de cada processo produtivo é determinado pelo cartão de produção, que combina eficazmente matéria-prima, operários e máquinas para produzir dentro dos padrões desejados. No cartão são especificados os passos para a execução da operação, com pontos importantes a serem verificados, sendo ele obrigatório em todas as operações da empresa.

O JIT busca produzir produtos na quantidade, na qualidade e no prazo adequados para atender à demanda, e a polivalência permite flexibilizar a produção, visto que é possível ajustar os diferentes tempos de ciclo dos itens nas áreas produtivas, mantendo o mesmo ritmo de produção sem concentrar a carga de trabalho em alguns profissionais.

Para Tubino (1999),

“A separação entre o tempo manual e de máquina tem sua origem na aplicação do conceito de polivalência, em que se espera que os operadores após colocarem a peça na máquina possam se dirigir até a próxima máquina para operá-la, sem se preocuparem com a operação mecânica da máquina anterior”.

A rotina do cartão de produção ou operações-padrão tem como objetivo principal balancear todas as operações e processos da fábrica dentro do tempo de ciclo necessário para a montagem final do produto. O primeiro processo é o cálculo do tempo do ciclo; posteriormente, faz-se a identificação de todas as atividades existentes no processo produtivo, enumerando-se e identificando-se também o tempo de deslocamento do operador, de tal forma que o conjunto de operações-padrão e os deslocamentos sejam realizados dentro dos tempos pré-estabelecidos (BENEVIDES, 1999).

Segundo Ohno (1997), “O tempo de ciclo é o tempo alocado para fazer uma peça ou unidade. O tempo de ciclo é calculado dividindo-se as horas de operação pela quantidade necessária por dia. Mesmo quando o tempo de ciclo é determinado dessa forma, os tempos individuais podem ser diferentes”.

Exemplificando, se o tempo para produzir o produto é de 2 horas por peça, com uma demanda diária de 250 peças, e a produção desenvolve suas atividades no período de 480 minutos diários, o tempo de ciclo deve ser de 1,92 minuto para cada peça fabricada, ou seja, cada posto de trabalho (operador polivalente) executa suas operações-padrão no máximo em 1,92 minuto, a fim de manter o mesmo ritmo de produção dos demais postos e de produzir exclusivamente em função da demanda.



Para Tubino (1999), o tempo de ciclo (TC) é o ritmo de produção para atender a determinada demanda em um dia de trabalho, ou seja, “O TC é obtido pela divisão do tempo disponível para a produção por dia pela demanda esperada por dia”.

Logo:

$$TC = TP \div D$$

Onde:

TC = tempo de ciclo em minutos por unidade;

TP = tempo disponível para a produção por dia;

D = demanda esperada por dia.

O tempo de ciclo enfatiza a velocidade em minutos/peça com que o processo produtivo desenvolve o ritmo de trabalho, demonstrando a quantidade esperada de produção para cada dia de trabalho.

O tempo de ciclo é definido, no médio prazo, utilizando-se operadores polivalentes, que são distribuídos nos processos de acordo com o tempo de ciclo esperado para realizar cada atividade.

Benevides (1999) enfatiza também que, para atingir alta produtividade, é necessário sincronizar o conjunto de atividades-padrão de cada operador e o tempo de ciclo.

Para Tubino (1999), no cálculo do tempo de ciclo não devem ser consideradas as paradas por falta de matéria-prima e manutenção, tendo-se em vista que as perdas de tempo não devem ser encobertas por uma redução do tempo disponível de produção. Tais perdas podem ser assim equacionadas: a eliminação da quebra de máquina, com a prática de manutenções preventivas; a fadiga, através do dimensionamento correto das operações-padrão e pela rotatividade dos operadores;

e a falta de matéria-prima, pelo correto dimensionamento do estoque.

O aumento do volume produzido a partir da utilização da polivalência dentro de um TC decorre do sincronismo existente entre as atividades, fazendo com que os operadores mantenham o mesmo ritmo de trabalho, sem que isso represente aumento do esforço físico e das horas trabalhadas.

A Figura 2.2 ilustra a mudança na capacidade de produção a partir da “... distribuição de diferentes rotinas de operações padrão entre os operadores polivalentes de uma célula segundo o tempo de ciclo exigido para atender justo a tempo a demanda” (TUBINO, 1999).

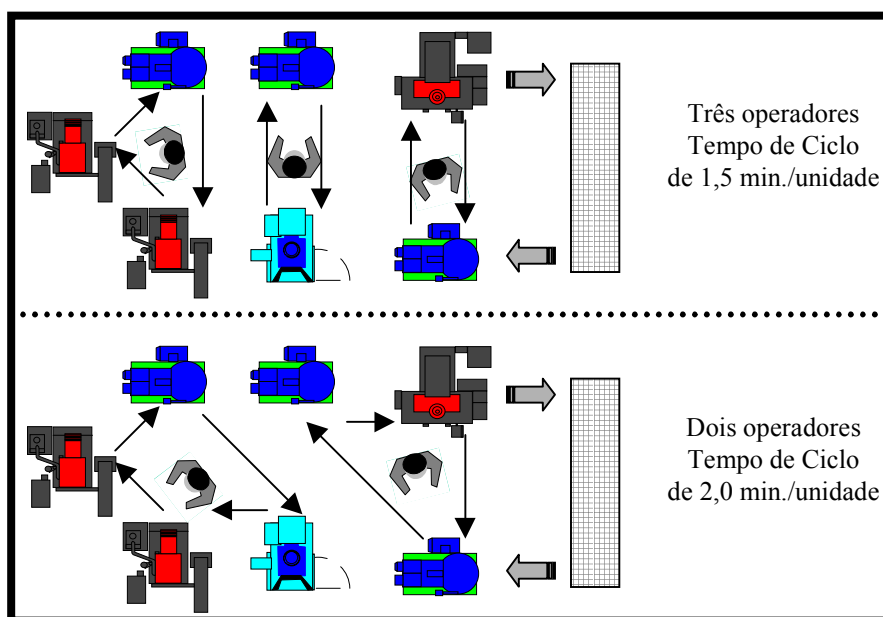


FIGURA 2.2 Flexibilidade na capacidade de produção (Tubino, 1999, p.141).

No exemplo, a célula pode ser operada por dois operadores a partir de um tempo de ciclo de 2,0 min/unidade ou com três operadores e um tempo de ciclo de 1,5 min/unidade.

Nos sistemas convencionais de produção, o incremento de capacidade representa normalmente investimentos em máquinas e aumento dos estoques intermediários, enquanto através do sistema JIT é possível alterar a capacidade e

manter praticamente os mesmos níveis de estoque intermediário, diminuindo apenas o tempo de ciclo do processo produtivo, conforme exemplo anterior.

Segundo Tubino (1999) “O equilíbrio entre ritmos de trabalho e estoques é essencial para a flexibilidade do sistema JIT”. Os estoques reguladores, similares aos do supermercado, possibilitam equilibrar o processo produtivo entre si, enquanto as operações-padrão equilibram o processo em si. A rotina das operações-padrão é obtida pela distribuição de certo número delas dentro do ciclo, ou seja, equalizando-se o número de operadores de acordo com os tempos de cada processo e com a capacidade de produção desejada.

Ao detectar que o tempo de ciclo ficará inferior ao tempo da operação-padrão, é necessário distribuir as atividades entre outros operadores, para que o tempo de ciclo não seja afetado.

Para exemplificação, demonstra-se na Figura 2.3 uma célula de manufatura com 10 operações-padrão. A demanda exige um tempo de ciclo menor que a soma das operações, sendo necessário que as atividades sejam distribuídas entre três operadores para completar uma unidade do produto dentro do tempo de ciclo. O exemplo demonstra que todos os operadores executam suas atividades em 1,5 minuto, totalizando 4,5 minutos, e em um tempo de ciclo de 1,5 minuto.

Outra forma de distribuir as atividades quando o tempo de ciclo for curto em relação ao roteiro de fabricação, consiste na execução de todas as operações por todos os operadores alocados na célula, seguindo um atrás do outro, intercalando-se as atividades de acordo com o tempo de ciclo.

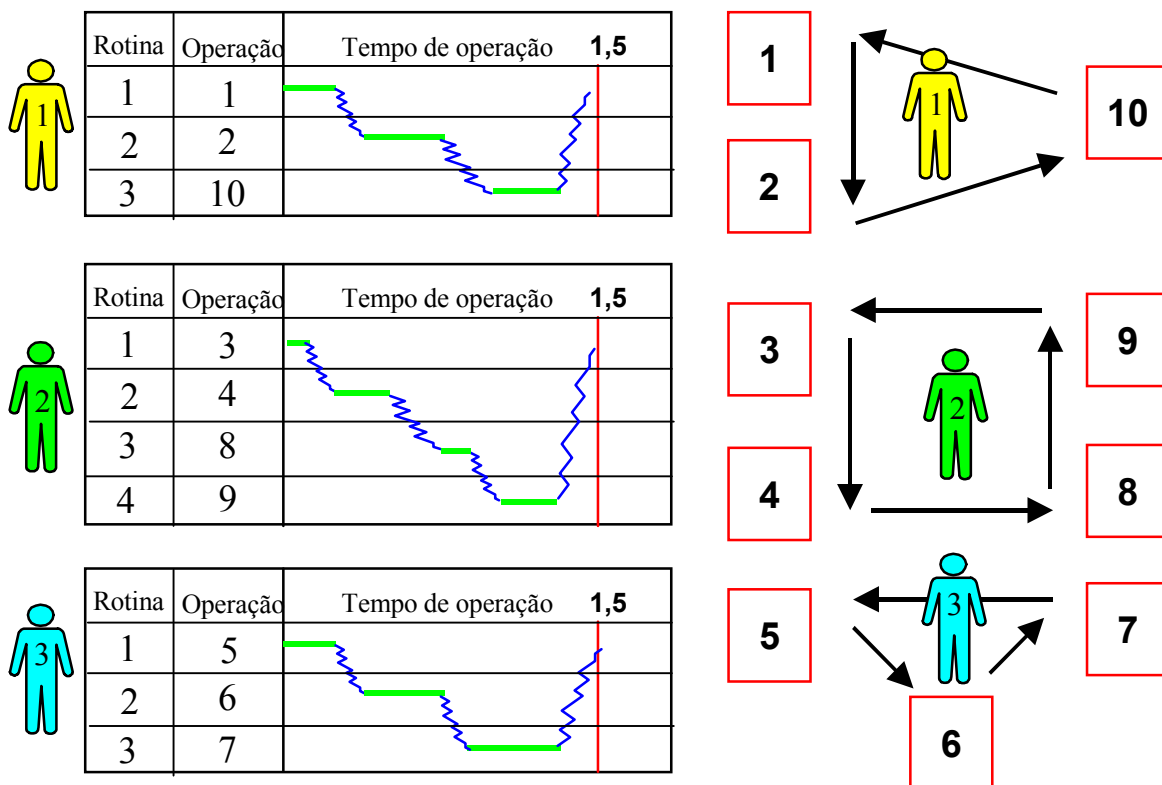


FIGURA 2.3 Tempo de ciclo menor do que o roteiro de fabricação (Tubino, 1999, p. 149)

Quando as células são específicas para fabricar um tipo de item, somente é necessário mudar as ferramentas quando ocorre seu desgaste. Porém, quando a célula é mista, é necessário o ajuste do equipamento após concluir um lote para atender à nova demanda. Nestes casos, é necessário que o *setup* esteja dentro do fluxo e o tempo para a sua realização deve ser o menor possível, compatibilizando-o e adequando-o ao tempo de ciclo (TUBINO, 1999).

Baseando-se no cartão de produção, especificamente no tempo total de produção e respectivo tempo de ciclo de cada produto, o *Planejamento e controle da produção* (PCP) é capaz de programar o processo produtivo, estabelecendo prazos para a entrega do material e ao mesmo tempo promover o nivelamento da produção à demanda. Neste sentido, no próximo tópico será abordada a relação entre TC, polivalência e o nivelamento da produção à demanda, via ação do PCP.

## 2.4 O PCP E O NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA

Os sistemas produtivos devem constantemente buscar adequar-se à demanda, ajustando seus processos, máquinas e equipamentos para fornecer, dentro dos prazos desejados e nas quantidades solicitadas, os produtos de sua linha de fabricação. No entanto, nem sempre isto é possível, principalmente quando o sistema de produção é do tipo convencional com baixa flexibilidade, produzindo com base em grandes lotes em decorrência de *setups* altos, o que exige um planejamento com horizonte mensal, normalmente.

A prática do máximo aproveitamento do *setup* e da produção em grandes lotes provoca um excedente de estoque em alguns itens e falta em outros, transportando para um horizonte de 30 dias a reposição do item. Este procedimento acaba provocando demora em completar um pedido com vários itens. Além de provocar insatisfação no cliente com a demora no atendimento do seu pedido, eleva o montante de recursos aplicados na manutenção de estoque de produto acabado.

O nivelamento diário da produção à demanda é importante para que os pedidos sejam atendidos na menor fração de tempo possível, reduzindo o tempo entre a compra da matéria prima e o faturamento do pedido ao cliente, além de reduzir também os estoques de qualquer natureza, o que exige menor espaço físico com instalações industriais.

Para Tubino (1999):

“Os sistemas de produção JIT buscam nivelar a produção com a demanda média diária, elaborando um plano-mestre de produção com lotes diários mistos. Como pré-requisito é indispensável que a troca dos modelos na linha de montagem e de ferramentas nas máquinas seja feita de forma rápida e econômica.”

O nivelamento da produção ocorre a partir da produção de pequenos lotes, alterando-se as ferramentas nas prensas, injetoras ou qualquer outro tipo de máquina de acordo com as variações da demanda. Conseqüentemente é necessário

que os *setups* de ferramentas e ajustes no processo produtivo ocorram no menor espaço de tempo possível. O fato é que, procedendo à fabricação de pequenos lotes, de acordo com a demanda, os pedidos com diversos itens serão atendidos, o produto circulará mais rápido e haverá menor recurso financeiro no giro em relação ao sistema de produção em massa.

Para Ohno (1997), o nivelamento da produção é muito mais vantajoso do que o sistema de produção em massa planejado para responder às diversas exigências do mercado; entretanto, a diversificação do mercado e o nivelamento da produção não estarão necessariamente harmonizados desde o início. É inegável que o nivelamento é mais difícil à medida que se desenvolve a diversificação de itens. Para manter a diversificação e o nivelamento da produção em harmonia é importante evitar o uso de instalações e equipamentos específicos em relação aos de utilidade geral. É preciso um esforço para encontrar instalações e equipamentos mínimos necessários para uso geral, com fins específicos, utilizando-se o conhecimento disponível para aproximação com os benefícios da economia de escala.

O sistema JIT é totalmente favorável ao balanceamento, uma vez que busca atender a dois objetivos: dotar os processos a montante de cargas balanceadas e reduzir os estoques de produtos acabados. Esta idéia de balancear não é recente; a grande ruptura em relação ao sistema convencional constitui-se na combinação da idéia de produção de lotes pequenos, e de ajustes de carga compatível com a noção de estoque zero na forma de produção mista, segundo Shingo (1996).

O balanceamento permite flexibilizar a produção em relação às variações do tempo de processamento do produto nas diferentes áreas produtivas, corrigindo o tempo de ciclo de acordo com o cartão de produção e permitindo que a velocidade do processo se mantenha constante, necessitando apenas de ajustes internos, o que faz com que as mudanças internas absorvam as variações de demanda.

De acordo com Miles H. Overholt (2000), a organização flexível é capaz de se autocorriger, ajustando seus componentes internos às mudanças do ambiente externo.

A flexibilidade ocorre a partir do balanceamento adequado das linhas de produção e da capacidade de adequar o processo produtivo aos diferentes produtos e modelos exigidos pela demanda, e a partir da tecnologia de gestão da mão-de-obra, da padronização, da organização das estações de trabalho e seqüência das atividades, aliada à interação de todos para um objetivo comum: o atendimento do cliente no menor espaço de tempo.

Para Sefertzi (2000),

“A flexibilidade dessas empresas reside basicamente na capacidade em atender rapidamente às mais variadas exigências de demanda individualizada. Elas conseguem fazer isso por meio de:

- produção especializada, que é amplamente baseada na capacidade técnica de seus trabalhadores e na produção em lotes pequenos;
- introdução de tecnologia e mão-de-obra flexíveis;
- organização de estações de trabalho em grupos, em vez de linear;
- distribuição de processos de trabalho em estágios e empresas de produção interconectados e especializados”.

O desenho das empresas flexíveis é elaborado a partir do todo; logo, toda a mão-de-obra e recursos disponíveis no parque fabril devem ser considerados. Destarte, é conveniente analisar os produtos que serão programados, principalmente nas empresas onde são produzidos vários modelos, tipos ou padrões, com vista à sistematização do PCP, para que, ao se efetuar a programação, seja detectado o nível de polivalência necessário para atender às quantidades solicitadas dentro dos prazos pactuados.

A produção em massa usando instalações especiais, que já foi a arma mais potente utilizada, não é necessariamente a melhor escolha, já que a demanda se altera diante das alternativas existentes no mercado, forçando as empresas a ajustarem seus produtos e processos e exigindo que elas se flexibilizem e diferentes produtos sejam produzidos em curto espaço de tempo, o que exige do PCP menor horizonte de tempo no planejamento da produção.

#### 2.4.1 O PCP e horizontes de planejamento

O PCP objetiva fazer com que haja interação entre a produção e a demanda,

utilizando-se de dados coletados dentro do processo produtivo, tais como, tempo de produção e de ciclo, mão-de-obra direta envolvida, capacidade dos equipamentos produtivos, etc.

O PCP é uma área que centraliza todas as informações relativas ao processo produtivo, controlando a capacidade instalada de acordo com a demanda e procurando manter a produção dentro dos níveis previamente pactuados no planejamento estratégico da produção.

Para Tubino (1999), o

“... PCP é uma área que está ligada diretamente a gerência industrial e tem a responsabilidade de coordenar e aplicar os recursos produtivos de forma a melhor atender aos planos estabelecidos a níveis estratégico, tático e operacional”.

Segundo Shingo (1996), o planejamento da produção ocorre em 3 estágios:

- *Plano agregado de produção* – longo prazo (anual, semestral, trimestral);
- *Plano-mestre de produção (PMP)* – médio prazo (mensal);
- *Plano detalhado* – curto prazo, com a seqüência prática de produção por uma semana, três dias ou um dia.

O *plano agregado* ou nível estratégico (longo prazo) está apoiado nas estimativas de vendas, fornecendo o número aproximado para a produção para um determinado período, normalmente um ano. O *plano-mestre de produção*, ou nível tático (médio prazo) são os números mensais previstos no nível estratégico ou pedidos em carteira já confirmados, enquanto o *plano detalhado* ou nível operacional (curto prazo) detalha a programação diária, desenvolvendo a programação de produção nas quantidades e dentro dos prazos desejados pelos clientes (SHINGO, 1996; TUBINO, 1999).

Produtos de uma mesma linha, porém com características de fabricação diferentes, exigem do PCP cuidados especiais no momento da elaboração do PMP, por diferenciarem-se no “modus” construtivo. O PMP exige uma análise inicial mais



detalhada no que se refere à quantidade de pessoas que deve ser movimentada entre as áreas produtivas para que os processos se mantenham em ritmo normal, ou, pelo menos, o mais próximo da normalidade possível, atendendo à demanda dentro dos prazos de entrega pactuados inicialmente.

## 2.4.2 O PMP e a polivalência

É característico do sistema tradicional o longo ciclo produtivo e estoques intermediários em excesso, resultando em um PMP firme de longa duração (semanas, pelo menos), enquanto o sistema JIT é caracterizado por curto ciclo produtivo e baixo nível de estoques intermediários, resultando em um PMP firme de curta duração (dias), conseqüentemente, aumentando a flexibilidade da produção para atender às constantes variações de demanda.

Destarte, de acordo com Shingo (1996),

“Na Toyota o JIT significa, também, produzir peças ou produtos exatamente na quantidade requerida, apenas quando são necessárias, significando que os estoques de carros acabados devem ser zero, ou seja, a produção deve ser igual ao número de pedidos, não excedendo este número.”

O PMP pode ser dividido em dois horizontes de tempo: uma parte firme e outra flexível, que aceita mudanças. O PMP firme, ou de curto prazo, direciona as prioridades baseando-se na demanda, enquanto o PMP flexível, com horizonte mais longo, está sujeito a alterações, permitindo ajustar a demanda à oferta. Na medida em que os pedidos vão se efetivando, o PMP vai deixando de ser flexível para tornar-se PMP firme.

Ter flexibilidade e reduzir o *lead time* produtivo é a forma de garantir que o período usado para compor o PMP firme seja o menor possível, bem como trabalhar próximo aos clientes externos é de fundamental importância para reduzir incertezas da demanda. Com demandas mais estáveis e processos mais flexíveis é possível fazer com que o PMP gere e o sistema produtivo produza apenas ordens que

realmente foram vendidas.

No JIT, através do PMP firme, a produção é acionada a partir da montagem final, que em cadeia aciona seus fornecedores internos, dentro da lógica de produção puxada, atendendo rapidamente à demanda. A parte variável do PMP no JIT organiza os recursos produtivos em termos de ritmo de trabalho (tempo de ciclo) e estoques entre processos que serão exigidos quando da implantação da parte fixa do PMP, de acordo com Tubino (1999).

A polivalência é uma ferramenta essencial na elaboração do PMP, visto que com ela é possível planejar e implantar alterações de capacidade produtiva, incluindo ou excluindo operadores nos locais de produção, segundo as necessidades de ciclos menores ou maiores.

Baseando-se no conjunto de operações-padrão e no tempo de ciclo oriundo da demanda prevista, o PCP pode elaborar um PMP adequado e acompanhar de hora em hora, ou diariamente, o volume realizado, comparando-o com o previsto e ajustando o processo, com a utilização dos funcionários polivalentes nas atividades onde, por erro de previsão da demanda, o tempo de ciclo previsto não está sendo cumprido, o que evita a produção em excesso, por um lado, e a falta de produtos, por outro.

Para Tubino (1999), além do tempo de ciclo, outra informação básica para dar suporte ao PMP "... é o conjunto de operações-padrão dentro de cada etapa do processo produtivo que devem ser executadas durante a transformação da matéria-prima em produtos acabados".

Sintetizando as informações de Ohno (1997), Shingo (1996) e Tubino (1999), o PCP, utilizando-se do PMP firme e flexível, além das informações coletadas no "chão de fábrica" relativo ao tempo de ciclo, operações-padrão e polivalência, procura manter o processo produtivo sincronizado, buscando manter o ritmo de produção, reduzindo os custos com o máximo de aproveitamento dos recursos internos disponíveis, e dentro das condições desejadas pelos clientes externos,

como se pode verificar em trabalhos realizados na área citados a seguir.

## **2.5 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA IMPLANTAÇÃO DA POLIVALÊNCIA**

Uma das características básicas em sistemas produtivos que aplicam o JIT é a similaridade entre os produtos que compõem o mix de fabricação. Desta forma, o *layout* e a disposição de máquinas e equipamentos obedecem a uma seqüência de fabricação, com um fluxo unitário de produtos, estoques regulados ao mínimo e operações padronizadas, favorecendo o uso intensivo da polivalência e técnicas de trabalho em equipe. A seguir apresentam-se trabalhos onde foram encontrados relatos de implantação destas técnicas JIT, com ênfase na polivalência.

### **2.5.1 Trabalhos sobre aplicações práticas**

De acordo com Benevides (1999), a Toyota e a Chrysler, duas indústrias automobilísticas instaladas no Brasil recentemente, utilizam-se do sistema JIT de produção desde a sua implantação, idealizando a planta industrial com *layout* celular, linhas dotadas com dispositivos de sinalizações (*andons*), régua que delimitam o espaço (e o tempo de ciclo) para executar as atividades relativas ao posto de trabalho e correias automatizadas, entre outros dispositivos, possibilitando a aplicação da polivalência em sua plenitude. Ambas utilizaram-se de instrutores treinados em plantas industriais, instaladas em sua origem ou em outras partes do mundo, para realizar treinamento intensivo, com vista a capacitar seus operadores a realizarem atividades multifuncionais. Segundo relato do autor, o treinamento para capacitação da mão-de-obra representou significativa parcela do tempo e de recursos financeiros, visto que uma das montadoras fabricou 50 veículos somente para treinar os seus funcionários.

Uma das vantagens detectadas na pesquisa realizada por Benevides (1999) nas duas empresas centra-se na redução da *LER* - lesão por esforço repetitivo. No

entanto, a TOYOTA, idealizadora do sistema, enfatiza que a principal vantagem é a flexibilidade do processo produtivo, visto que a capacidade de flexibilidade que um operador possui em trabalhar com diferentes rotinas de operações-padrão possibilita atender às oscilações de mercado, enquanto o operador monofuncional só sabe trabalhar em uma única atividade, não tem noção do todo, e a saída convencional para superar as oscilações do mercado é gerar estoques ou demitir.

Portanto, o objetivo principal é flexibilizar a mão-de-obra, adaptando-a ao processo, de acordo com a necessidade da demanda, para conseguir efetuar entregas em menor espaço de tempo em relação ao convencional, o que permite atender à qualidade e, por outro lado, reduzir os custos em relação ao sistema tradicional. A redução ocorre a partir do aproveitamento completo do tempo do operador no horário de trabalho e pelo reduzido nível de estoque.

No caso da Embraco S.A, localizada em Joinville-SC, fabricante de compressores herméticos, adaptou-se a polivalência da mão-de-obra por força da necessidade de reduzir o índice de acidente de trabalho provocado pela LER e tenossinovite. Por conta da enfermidade, a empresa precisava manter entre 15% e 20% de operadores reserva por turno, o que aumentava os custos da empresa com absenteísmo. Devido a isso a empresa iniciou um trabalho com polivalência, principalmente na rotatividade dos postos, feitos a partir do treinamento no local de trabalho com monitoramento e, ao final, aplicando um questionário ao operador e certificando-o em cada atividade. O resultado do trabalho foi uma grande redução do LER e tenossinovite, além do envolvimento total e autonomia na produção, que antes não possuíam (BENEVIDES, 1999).

Santini, Godoy, e Gomes (1998), ao descrever a implantação do sistema JIT em uma empresa rio-grandense de brinquedos, relata que esta melhorou seu desempenho ao implantar a polivalência, no entanto enfrentou dificuldades, principalmente pela inadequação da organização atual por funções; pela cultura do trabalho individualista; pela dificuldade no controle do uso do equipamento de proteção individual; pela diversidade de processos e materiais utilizados; pela fragilidade do treinamento técnico-operacional; pela variação do tempo disponível

para treinamento devido à produção sazonal.

A cultura do trabalho individualista firmada pelo sistema tradicional ao longo de gerações dificulta a implantação de um novo modelo de trabalho, o que é agravado com o conceito tecnicista ainda inserido em vários cargos hierárquicos de mando nas empresas, os quais somente percebem, na maioria das vezes, a necessidade de mudar quando o equilíbrio financeiro estiver comprometido ou as vendas não apresentarem resultado satisfatório.

Santos *apud* Loriato (1999) procurou identificar as fontes de satisfação e insatisfação e pressão que afetam a qualidade de vida no trabalho e provocam o estresse ocupacional de gerentes e operários de uma indústria mineira do setor de autopeças que desde o início buscou produzir com base na produção enxuta, com estoques regulados ao mínimo e operários polivalentes. A partir da utilização de questionários distribuídos a gerentes, supervisores e operários, buscou-se analisar as variáveis associadas à qualidade de vida no trabalho; ao estresse e à gestão JIT, para averiguar até que ponto o JIT estaria afetando as dimensões humanas dos trabalhadores.

A pesquisa concluiu que, mesmo visando à produtividade, o sistema JIT não deixa de atuar positivamente em aspectos como incentivo à qualificação dos trabalhadores, maior autonomia e desenvolvimento do autocontrole e senso de responsabilidade, apresentando níveis satisfatórios de qualidade de vida. O nível de estresse obteve pontuação de 3, 8, numa escala de 1 a 6, sendo considerado levemente superior à média. A pesquisa concluiu também que o sistema JIT não aumentou o ritmo de trabalho, mas mudou a estratégia para eliminar desperdício, com envolvimento de todos os operários e integrantes do quadro funcional da empresa.

Para a empresa catarinense Irmãos Zen S.A, fabricante de 800 modelos diferentes de impulsores de partida para automóveis, caminhões, tratores, motocicletas e embarcações, e de linha completa de mancais, polias e porta-escovas, o programa de capacitação para a polivalência começou a partir da

necessidade de substituir operadores quando ocorriam faltas por quaisquer motivos, as quais comprometiam toda a seqüência produtiva. O primeiro passo foi a mudança do *layout*, e, posteriormente, o treinamento teórico sobre polivalência e as vantagens da rotação, seguidas da prática. O resultado obtido a partir da implantação na usinagem, área com 70 funcionários, foi a flexibilidade na programação com a ampliação do mix e o aumento da produtividade em 50% em cinco anos, além de perceberem redução na incidência de LER e tenossinovite e maior facilidade em efetuar a rotação de funcionários em equipamentos que dificilmente alguém gostaria de operar, devido ao cheiro forte do óleo ou dificuldades de manuseio (BENEVIDES, 1999).

Nas empresas onde a filosofia JIT foi implantada constataram-se, nos vários trabalhos apresentados, vantagens representativas, tais como produtividade, redução nos custos, flexibilidade no mix sem comprometer as entregas, estoques regulados ao mínimo e polivalência da mão-de-obra, as quais proporcionaram agilidade no processo, com a utilização da rotação de operadores entre as atividades do processo produtivo e reduziram a incidência de LER e tenossinovite.

Muitos autores e experiências demonstram as vantagens da filosofia JIT. No entanto, existem algumas correntes que enfatizam pontos negativos que ficam inseridos nas entrelinhas e pouco destacados na literatura existente. Esta outra visão da polivalência, apesar de não ser a visão seguida por este trabalho, não poderia deixar de ser apresentada.

## 2.5.2 Gestão humana no ambiente JIT

As empresas são organizações que buscam incessantemente um ou vários objetivos, dentre os quais o lucro é, sem sombra de dúvida, o resultado mais desejado pelo esforço empreendido. No entanto, a busca pelo resultado envolve outros elementos, e as pessoas são determinantes para que todo e qualquer objetivo seja alcançado, visto que são elas os atores. Ao desempenharem seus papéis, desencadeiam ações que podem promover o sucesso ou o fracasso destas

mesmas organizações. É sobre tais organizações que alguns autores descrevem e destacam os impactos da filosofia JIT no seu dia-a-dia, com uma análise elaborada a partir de um ângulo de visão diferenciado daquele que normalmente é descrito. Cabe ressaltar que, na maioria dos casos, o que existe é uma visão deturpada do que realmente seria a manufatura JIT, dado que a filosofia JIT tem como um dos seus princípios o respeito à condição humana dos operadores.

Para Haynes *apud* Loriato (1999), o sistema JIT é um exemplo comum de WCM – *World Class Manufacturing*, referindo-se ao processo de produção e estratégias que têm a flexibilidade como objetivo principal, além do trabalho em equipe e a filosofia JIT. Os efeitos do WCM são debatidos e contestados entre duas correntes:

- a da tese da especialização flexível, que sugere que a flexibilização da mão-de-obra promove a autonomia, participação, maior satisfação no trabalho e boas condições de trabalho para os operários;
- a da teoria do processo de trabalho (*labour process*), que vê o WCM como uma forma de explorar a mão-de-obra através do aumento da velocidade de trabalho, na qual autonomia, poder, ou melhor, remuneração são apenas mitos, e como tais, não existem de fato. Como base para suas análises, o autor cita uma pesquisa realizada em uma Multinacional Irlandesa após a implantação dos elementos do WCM, denominada *Mult Corp*, através de entrevistas entre gerentes e funcionários para avaliar os resultados obtidos. Na pesquisa, o gerente coloca que não houve nenhuma consequência adversa para o operário, enquanto os funcionários alegam que o aumento da produtividade somente foi atingido através do aumento da quantidade de trabalho no chão de fábrica. Para o autor, as entrevistas forneceram evidências de que a tese da especialização flexível supõe um sistema de produção ideal, em vez de uma análise real do sistema de produção flexível. Por outro lado, o autor considera que a teoria do *labour process* é compatível com a maioria dos fatos observados na prática, proporcionando um entendimento mais realístico de como WCM afeta a vida profissional dos operários no chão de fábrica.

O autor advoga que por ser o JIT um sistema enxuto, dependente da mão-de-obra, principalmente polivalente, mesmo sem treinamento adequado os funcionários são obrigados a adaptar-se às novas linhas de produção, como forma de substituir funcionários ausentes e manter o ritmo da linha de produção quando da substituição. De maneira geral os funcionários têm maior volume de trabalho e de responsabilidades, além de um controle superior. Ao contrário do que prega a tese de especialização flexível, não existe a satisfação no trabalho, melhores salários e maior segurança no emprego. Cabe deixar o registro de que este autor trabalhou com a análise de apenas uma implantação do sistema JIT e ainda, como relatado, uma implantação parcial do sistema.

Resumindo esta questão, de acordo com P.J. Mullarkey e S.K. Parker *apud* Loriato (1999), para alguns o JIT produz um clima de desafio constante de tensão, o qual pode desenvolver a habilidade da mente e aumentar o respeito pela humanidade. Já outros argumentam que o JIT é uma forma altamente desenvolvida de intensificar o trabalho e que o rodízio, o trabalho em equipe e a flexibilidade são ferramentas que intensificam a carga de trabalho e a pressão, objetivando maximizar a produção do trabalho direto.

## **2.6 CONSIDERAÇÕES**

O presente Capítulo demonstrou que o JIT se caracteriza como uma filosofia com base em ferramentas operacionais que otimizam a produção e aplicam conceitos que abominam desperdícios de qualquer natureza. O sistema JIT no geral, e o nivelamento da produção à demanda em particular, questionam a baixa flexibilidade do processo produtivo, o desperdício de tempo de qualquer natureza, os estoques que contaminam a visualização do processo e o baixo aproveitamento da mão-de-obra por conta da utilização de sistemas de gestão tradicional em que cada operador apenas executa uma atividade dentro de todo o contexto produtivo, gerando ociosidade e baixa produtividade.

A baixa flexibilidade do processo normalmente ocorre por conta de sistemas



produtivos embasados em programações de grandes lotes de produção, as quais objetivam otimizar os *setup's* que absorvem representativo volume de horas na sua execução. Por outro lado, a baixa flexibilidade compromete os prazos de entrega e prejudicam o atendimento à demanda nas datas desejadas pelos clientes, além de exigir recursos representativos para manutenção dos estoques de produtos acabados, principalmente.

Em relação ao desperdício de tempo, o sistema JIT procura detectar ao longo do processo os tempos que não agregam valor ao produto, os quais não são poucos. Faz-se necessário um detalhamento minucioso dos tempos inseridos no processo, fragmentando-se as atividades em toda a extensão da linha, para facilitar a análise, o que resultará em ações direcionadas a eliminá-los, visto que tais tempos refletem-se diretamente no custo, resultando em baixa competitividade.

Por sua vez, os estoques em excesso contaminam a visualização do processo produtivo, por dificultarem a interpretação visual, visto que, por estarem os produtos semi-elaborados depositados ao longo da linha de produção e em volumes representativos, eles dificultam a visualização e exige-se tempo para procurar o produto desejado. Aliado a isto, tem-se o elevado número de movimentações dos produtos ao longo da linha, o que representa, por sua vez, excessivo número de operações, que, somado aos tempos produtivos, compromete a velocidade do processo e o custo do produto.

Complementando esta lista de problemas atacados pela filosofia JIT, tem-se a questão da complexidade da administração da mão-de-obra, que representa parcela significativa dos custos industriais, principalmente em indústrias onde existe variedade no mix aliada ao tempo de produção diversificado entre os itens. A sua gestão efetiva possibilita obter produtividade e redução nos custos dos produtos; no entanto, a literatura demonstra que o processo e as variáveis específicas de cada produto, principalmente o tempo de atividade, devem ser entendidos para que se possa sistematizar o uso racional da mão-de-obra através da polivalência, de tal forma que o período em que o operador esteja no trabalho seja aproveitado da melhor forma possível.

Dentro da sistemática da polivalência foi destacada a necessidade de elaborar folhas-padrão e de se efetuar um treinamento efetivo dos operadores nas atividades, de maneira que se tornasse possível o remanejamento das pessoas a qualquer tempo, de acordo com as necessidades impostas pelo mercado e pelo processo produtivo.

Neste Capítulo foram destacadas a aplicação prática da polivalência e as vantagens desta em relação ao operador monofuncional, em empresas como a Toyota do Brasil, Chrysler do Brasil, Embraco S.A. e Irmãos Zen S.A. A contribuição que a Filosofia JIT e a polivalência proporcionam para as empresas é indiscutível, porém toda mudança representa vantagens e desvantagens. As vantagens apontadas com a utilização do conceito de polivalência foram:

- aumento da produtividade – utilização do tempo integral dos operadores;
- redução dos custos – maximização dos recursos existentes;
- velocidade do processo produtivo – manutenção do ritmo de trabalho;
- possibilidade de flexibilizar a produção – variabilidade no mix;
- redução da L.E.R e tenossinovite – redução do absenteísmo; ações trabalhistas;
- motivação dos operadores para aprender outras atividades;
- criação de novos métodos para executar o trabalho;
- melhora no espírito de equipe;
- critério para avaliação do operador baseado em atividades;
- redução do tempo do operador em equipamento insalubre.

Por outro lado, as principais restrições relatadas em relação ao processo de implantação da polivalência são:

- aumento do tempo com treinamento teórico e prático das diversas atividades

que o operador polivalente tem a responsabilidade de executar;

- Aumento do custo no treinamento teórico, com a participação em eventos em sala de aula e/ou ambientes específicos, e no treinamento prático, feito através da execução de diferentes atividades em diferentes produtos, exigindo investimentos não somente em tempo, mas também em processos simulados, com os gastos com matéria-prima e processo;
- alto grau de dificuldade na mudança de comportamento dos profissionais, devido à habitualidade prática de várias gerações do sistema tradicional de produção;
- a exigência de grau de instrução superior ao normalmente contratado, a qual provoca exclusão dos operadores sem a instrução mínima desejada, os quais, salvo exceção, eram obrigados a executar atividades em horários extraordinários e/ou deixar de estudar, devido a alterações nos horários de trabalho;
- enxugamento das linhas de produção, por conta da produtividade, provocando aumento do desemprego de profissionais monofuncionais, que demandaram anos de treinamento do sistema tradicional de produção, e tornando as pessoas obsoletas diante da nova realidade;
- aumento da produção sem necessidade de contratação de novos profissionais, ou seja, sem geração de novos postos de trabalho;
- redução da qualidade das operações, especificamente quando começa o *Job-rotation*, consequência que só é eliminada aos poucos, com o treinamento exaustivo dos operadores.

Contudo, é inegável que a aplicação da polivalência dentro dos princípios JIT, além de possibilitar uma flexibilidade produtiva e expressiva redução das doenças por esforço repetitivo, contribui também para que os operadores tenham visão sistêmica e venham a contribuir para o resultado global. Ela reduz a monotonia no trabalho com a rotatividade das atividades e permite uma remuneração mais justa, baseando-se nas habilidades individuais.

A partir das considerações feitas neste Capítulo de revisão da literatura, pretende-se no próximo Capítulo propor um modelo de polivalência que considere a fabricação de produtos programados em diversas células com tempos de ciclo diferentes em cada uma delas, evidenciando a necessidade de utilizar-se da dinâmica de mobilidade fornecida pela polivalência para equalizar o volume de trabalho entre os operadores dos diversos setores.

Pretende-se, com a proposição deste modelo, demonstrar, a partir da aplicação prática no Capítulo 4, que o objetivo do nivelamento da produção à demanda e da polivalência é obter o máximo de produção com os recursos disponíveis, no menor espaço de tempo possível e com menores estoques, através da sincronização e harmonização de todo o processo produtivo.

## **CAPÍTULO 3**

# **MODELO PARA NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA COM USO DE OPERADORES POLIVALENTES EM PROCESSOS REPETITIVOS**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

Neste Capítulo pretende-se apresentar um modelo para auxiliar na dinâmica de nivelamento da produção à demanda, com uso de operadores polivalentes em processos repetitivos em lotes.

O objetivo do modelo é fornecer uma resposta à questão da pesquisa apresentada no Capítulo 1, a saber: como utilizar operadores polivalentes para manter o ritmo de produção nivelado com a demanda entre os diversos setores de sistema de produção em lotes?

Ou seja, existindo produtos com variações de projeto e tempos de processamento que podem ser trabalhados nos mesmos setores – uma característica dos sistemas de produção em lotes - o modelo pretende utilizar a dinâmica de redistribuição de operadores polivalentes para manter constantemente nivelados os diversos setores produtivos quando surgirem divergências entre o tempo de ciclo previamente dimensionado e o tempo de ciclo atualmente necessário.

Como visto no Capítulo 2, o tempo de ciclo é obtido pela divisão do tempo disponível para a produção por dia pela demanda esperada por dia. Desta forma a diferença pode se dar tanto em função de mudanças na demanda esperada, ou seja, no PMP que realmente está sendo solicitado, como em função de eventos imprevistos - por exemplo, quebra de máquinas, ou falta de operadores - que afetem o tempo de trabalho disponível para aquele dia.

O modelo deverá considerar as áreas da fábrica como células de manufatura para a fabricação de componentes e/ou submontagem e montagem destes, com seus recursos socializados entre os líderes dos grupos. A preocupação do líder não deverá restringir-se à sua área, mas estender-se ao sistema produtivo como um todo. Por exemplo: ao se detectar anormalidades em relação ao planejamento previsto no PMP quanto aos prazos de entrega e estoques disponíveis para entrega, o responsável pelo PCP e os líderes de produção devem redirecionar os respectivos recursos à adequação do ritmo (tempo de ciclo) aos padrões de manufatura agora necessários.

Como discutido no capítulo anterior, este modelo está baseado nos princípios da filosofia JIT/TQC, e difere da proposta por Taylor (1990), em que os setores da empresa são divididos e conduzidos por especialistas, sem a busca da interação entre pessoas com diferentes funções de trabalho.

A Figura 3.1 apresenta uma visão geral do modelo proposto, onde se podem ver três grandes blocos: *Dados básicos de apoio*, *Planejamento para o nivelamento* e *Execução do nivelamento*. No bloco *Dados básicos de apoio* estão as informações necessárias para a dinâmica de planejamento e de execução do nivelamento das células de manufatura, quais sejam: cadastro dos produtos e seus roteiros de fabricação, cadastro dos operadores polivalentes e o PMP para o período. No bloco *Planejamento para o nivelamento* estão as etapas de escolha das equipes de operadores, conscientização da equipe, preparação do ambiente produtivo e, finalmente, treinamento da equipe de operadores. É preciso estas etapas serem vencidas para se prover o sistema produtivo de recursos humanos e físicos que permitam a flexibilização de mix e volume via mudanças do tempo de ciclo planejado e realocação dos recursos necessários para a manufatura.

Já no bloco de *Execução do nivelamento* estão as etapas que irão permitir a dinâmica de nivelamento da produção à demanda no dia-a-dia da empresa, quais sejam: equalização inicial, acompanhamento da produção, identificação de problemas, equalização de ajustes e controle dos operadores. Dentro da Figura 3.1 pode-se ver também neste bloco a representação das células de manufatura para

fabricação e/ou montagem e sua relação com determinadas etapas.

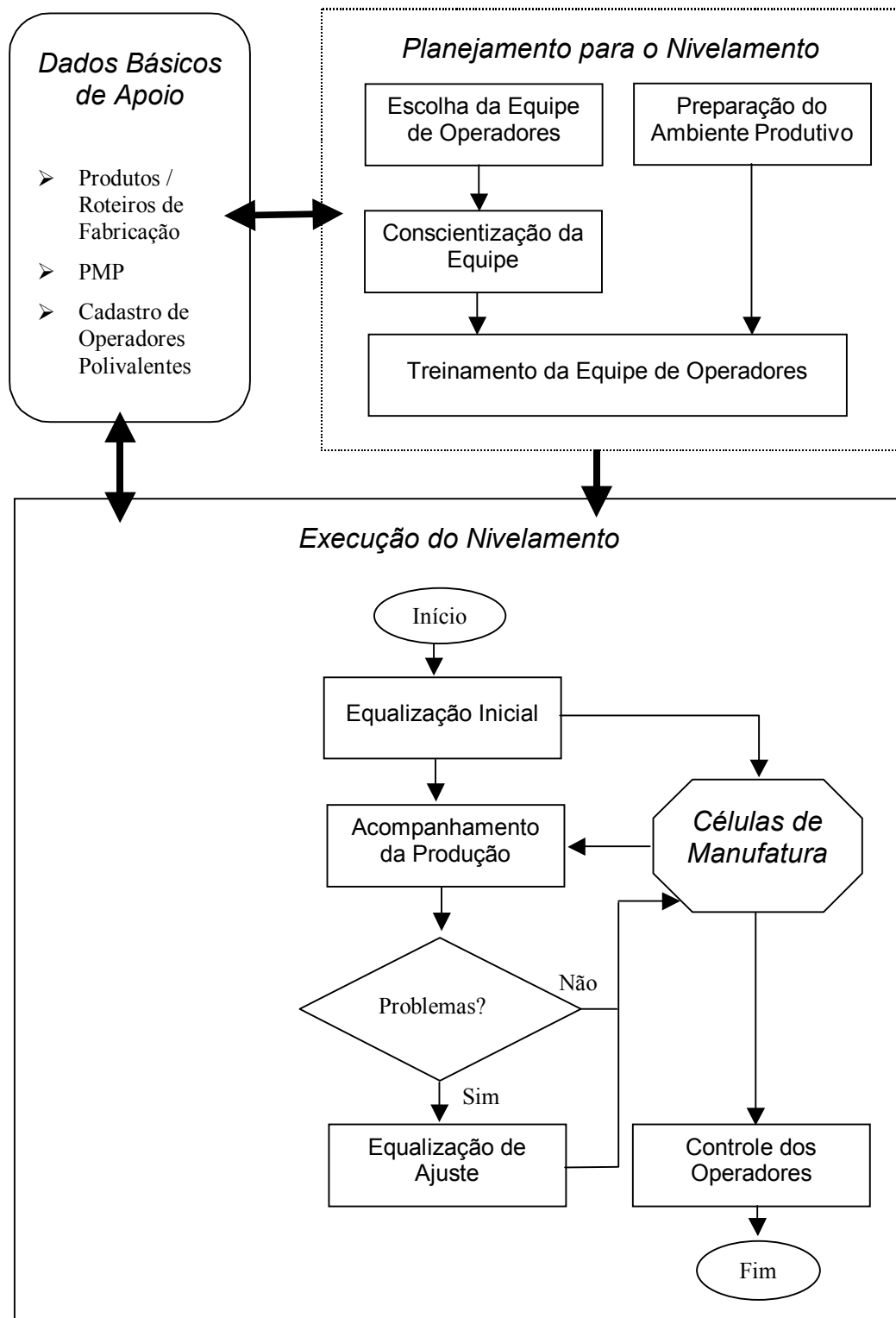


FIGURA 3.1 Visão geral do modelo proposto

A seguir, dentro da seqüência do capítulo, será descrito em detalhe cada um dos

pontos que compõem o modelo proposto, e na seqüência do trabalho, no Capítulo 4, estes modelos serão aplicados em uma situação reais.

## **3.2 DADOS BÁSICOS DE APOIO**

Para que a dinâmica de nivelamento da produção à demanda seja iniciada é necessário que os dados que identificam os produtos e seus roteiros de fabricação, a relação de operadores polivalentes disponíveis para a distribuição entre as células e o PMP com a demanda para o período de planejamento estejam organizados e disponíveis em algum ponto do sistema de informações da empresa.

Estes dados são os mínimos necessários para o cálculo do nivelamento, e geralmente eles estão disponíveis em bancos de dados já utilizados pela empresas. Deve-se, neste caso, buscar neste sistema de informações o local onde eles estão armazenados e coletá-los para incluí-los nas planilhas que serão apresentadas dentro da dinâmica do modelo proposto.

Cabe ressaltar que o modelo que se está propondo é extremamente objetiva e tem na simplicidade a sua grande força operacional. Neste sentido os dados básicos de apoio, que serão normalmente pegos de um sistema de informações já existente em empresas de médio e grande porte, podem muito bem, em pequenas empresas, ser desenvolvidos nas próprias planilhas que serão utilizadas na apresentação do modelo.

### **3.2.1 Cadastro de produtos e roteiros de fabricação**

O cadastro de produtos e roteiros de fabricação deve fornecer as informações sobre que produtos produzir e que recursos são solicitados na manufatura destes produtos. Este cadastro geralmente é de responsabilidade da Engenharia Industrial da fábrica. As informações básicas necessárias para desenvolver o modelo de nivelamento da produção à demanda são:



- código e descrição dos produtos;
- células por onde passa o produto;
- número de horas/homem necessárias em cada célula.

O cadastramento dos produtos poderá ser individualizado ou os produtos poderão ser classificados por famílias de produtos, dependendo das características industriais ou da sistemática de gestão de cada sistema produtivo.

O cadastramento individual permitirá um cálculo mais preciso do número de horas/homem em cada célula; contudo, quando o sistema produtivo trabalhar com produtos muito semelhantes, pode-se perder um pouco de precisão nas informações em troca de uma maior rapidez e facilidade de cálculo.

Um exemplo deste cadastro pode-se ver na Quadro 3.1, a qual servirá de base para a apresentação do modelo proposto. No referido quadro aparece a relação de produtos com nomes fictícios - “X, Y e Z” - que são produzidos nas células “A1, A2 e A3”. Como exemplificado nesta tabela, cada unidade do produto X utiliza 1,8 hora de operador na célula A1, 2,4 horas de operador na célula A2, e 1,8 hora de operador na célula A3.

QUADRO 3.1 PLANILHA DE CADASTRO DE PRODUTOS

PRODUTOS	CÉLULAS (horas/unidade)		
	A1	A2	A3
X	1,8	2,4	1,8
Y	1,0	1,8	0,5
Z	2,4	1,0	1,8

### 3.2.2 Cadastro de operadores polivalentes

Como os recursos com mão-de-obra serão socializados dentro da fábrica e os remanejamentos deverão ser executados entre todas as células, é necessário para o modelo que se mantenha um cadastro dos operadores polivalentes constantemente atualizado, com informações sobre a qualificação para a polivalência e a experiência

passada de cada um. As informações básicas necessárias para desenvolver o modelo de nivelamento da produção à demanda são:

- nome do operador;
- célula de origem;
- cargo;
- células nas quais está habilitado a trabalhar.

Apesar de este cadastro geralmente ser de propriedade da área de Recursos Humanos, estas informações mínimas devem estar disponíveis em um local onde todos tenham facilidade de visualizá-las, devendo haver um responsável para mantê-las atualizadas com o controle de todos os operadores que estão sendo remanejados pela dinâmica do nivelamento da produção. A atualização deste cadastro constitui a última etapa do modelo proposto, como visto na Figura 3.1, que será descrita na seqüência do Capítulo.

Como exemplo, a Quadro 3.2 apresenta um cadastro fictício de operadores a ser utilizado na demonstração do modelo. Neste cadastro estão o nome do operador, a célula de origem, o cargo ocupado e as células adicionais nas quais o operador está qualificado para exercer sua polivalência. Exemplificando: o João, José e Manoel estão lotados na célula A1 e estão qualificados para atender à célula A2, ao passo que o Roberto e Rivelino, além da célula A2, estão também qualificados para trabalhar na célula A3. Já a Maria e o Miguel estão lotados na célula A3 e não possuem qualificação para atuar em outra célula.

Desta forma, para resolver a equalização da fábrica que será detalhada na seqüência da apresentação do modelo, haverá necessidade de deslocar mais 3,2 operadores, ou seja, três operadores para a célula A2. A solução será remanejar para a célula A2 operadores das células A1 ou A3 que tenham qualificação para tal.

QUADRO 3.2 EXEMPLO DE CADASTRO DE OPERADORES  
POLIVALENTES

NOME	CÉLULA DE ORIGEM	CARGO	CÉLULAS ADICIONAIS
João	A1	Torneiro	A2
José	A1	Torneiro	A2
Manoel	A1	Torneiro	A2
Roberto	A1	Soldador	A2, A3.
Rivelino	A1	Soldador	A2,A3
Pedro	A2	Pintor	A1
Carlos	A2	Pintor	A3
Maria	A3	Bobinador	#
Joana	A3	Bobinador	A1
Miguel	A3	Montador	#
Paulo	A3	Montador	A2
Joaquim	A3	Embalador	A1,A2
Vitório	A3	Embalador	A1,A2

### 3.2.3 Plano-mestre de produção

O terceiro e último grupo de informações mínimas necessárias para a dinâmica do modelo proposto é justamente a demanda. Conforme visto no Capítulo 2, a demanda do mercado pelos produtos da empresa é trabalhada pelo PCP na atividade de Planejamento-mestre da produção, gerando um documento chamado de Plano-mestre de Produção (PMP), que direciona as ordens de produção do período.

Como o modelo está sendo proposta para um sistema de produção focalizado em células de fabricação e/ou montagem, baseado na filosofia JIT/TQC, como apresentado no Capítulo 2, o fluxo produtivo é linear dentro das células e claramente definido entre as células. Desta forma, para se programar a fábrica não há necessidade de se abrir o PMP por ordem de fabricação “posto a posto” de trabalho, como feito nos sistemas convencionais de produção departamental. Basta, basicamente, a informação agregada por produto do próprio PMP. Logo, as informações que o modelo necessita do PCP quanto ao PMP são:

- código e descrição do produto;
- quantidades a produzir;
- horas de produção;
- data de entrega prevista e realizada;
- Prioridades.

Um exemplo das informações constantes do PMP que será seguido na apresentação deste modelo pode ser visto na Tabela 3.1 para o mês de julho de 2001. Nela pode-se ver que a primeira ordem de fabricação planejada (OF 0701) é de 5 unidades do produto X e pretende-se programá-la para entrega no primeiro dia útil do mês, que é dia 02/07/2001. Segundo o roteiro de fabricação do produto X, a OF 0701 irá consumir 30 horas ( $5 \times (1,8 + 2,4 + 1,8)$ ) do sistema produtivo.

TABELA 3.1 PLANO-MESTRE DE PRODUÇÃO PARA 07/2001

PLANO-MESTRE DE PRODUÇÃO 07/2001					
OF	Produto	Quantidade	Horas	Previsão	Conclusão
OF 0701	X	5	30,0	02/07/2001	
OF 0702	Y	2	6,6	02/07/2001	
OF 0703	Z	5	26,0	02/07/2001	
OF 0704	Y	10	33,0	02/07/2001	
OF 0705	Y	5	16,5	03/07/2001	
OF 0706	X	6	36,0	03/07/2001	
OF 0707	Z	8	41,6	03/07/2001	
OF 0708	X	10	60,0	04/07/2001	
↙	↙	↙	↙	↙	
OF 0769	Y	9	29,7	31/07/2001	
TOTAL DO MÊS		195	2115,2		

A última ordem do mês (OF 0739) a ser programada será de 9 unidades do produto Y com data prevista para entrega no dia 31/07/2001 e consumo esperado de 29,7 horas do sistema. O total geral de produção esperado para o mês de junho é de 195 unidades de produtos, com consumo esperado de 2016 horas das células. Neste exemplo do Capítulo 3 está se considerando que a regra de seqüenciamento, ou seja, a prioridade, é a PEPS (primeira que entra é a primeira que sai).

A última coluna da planilha do PMP é para ser preenchida com a data efetiva da conclusão da ordem de fabricação, a qual, quando comparada com a data prevista, permitirá o acompanhamento e a análise de desempenho do sistema. Cabe colocar que geralmente o PMP é elaborado mensalmente pelo PCP e que, em sistemas convencionais de produção, devido à falta de flexibilidade do sistema físico, ele é congelado para o período e os estoques amortecem os erros entre o previsto e o realizado. Como o modelo proposto está justamente sendo feita para permitir esta dinâmica de replanejamento no curto prazo via realocação dos recursos produtivos, em especial de operadores polivalentes, será incluída no modelo a possibilidade de atualização diária do PMP, permitindo um melhor nivelamento do que está se produzindo à demanda real do mercado.

### **3.3 PLANEJAMENTO PARA O NIVELAMENTO**

Para que se possa executar a dinâmica de nivelamento da produção à demanda no curto prazo, é necessário que o sistema produtivo em lotes esteja adequado ao conceito de polivalência e células de manufatura, conforme a teoria discutida no Capítulo 2. Desta forma, recorrendo à Figura 3.1, o modelo possui um conjunto de etapas destinadas ao planejamento para o nivelamento, as quais são: *escolha da equipe de operadores, conscientização da equipe, preparação do ambiente produtivo e treinamento da equipe de operadores.*

#### **3.3.1 Escolha da equipe de operadores**

A primeira tarefa para uma empresa que se disponha a montar um sistema flexível de produção que permita o nivelamento à demanda consiste na seleção de um grupo de operadores que irão trabalhar em conjunto nas células. Estes deverão ter consciência do trabalho em equipe e das dificuldades que isto acarretará no dia-a-dia da produção, quanto ao inter-relacionamento pessoal.

Uma preocupação inicial da empresa deve ser montar uma equipe polivalente

que possa atender à equalização da fábrica sem trazer transtornos iniciais no que se refere à questão salarial dos operadores. Para que a implantação seja menos traumática é necessário que os operadores com monofunção e maiores salários passem a ter multifunção para justificar a diferença salarial em relação aos demais.

Para prevenir-se contra problemas relacionados a salários e ações trabalhista, no que tange à isonomia salarial, na escolha da equipe é coerente analisar o salário de cada operador. É comum nas empresas funcionários mais antigos ou com maior grau de conhecimento receberem melhores salários e serem os oficiais ou mestres nas atividades. São justamente estes que devem ser relacionados primeiramente para compor a equipe de operadores.

Como as atividades de polivalência exigirão conhecimentos adicionais, outro critério a ser considerado na montagem do grupo é o nível de escolaridade do operador bem como a facilidade do operador em se relacionar com outros operadores. Considerando as argumentações anteriores para a escolha dos nomes da equipe de operadores polivalentes, sugere-se que sejam consideradas as variáveis abaixo:

- tempo de casa;
- nível salarial do operador;
- nível de escolaridade;
- operadores que tenham facilidades em trabalhar em equipe.

A partir da escolha da equipe, é necessário promover um encontro com os selecionados, em que seja elaborado o cadastro dos operadores, com a identificação do nome, cargo, célula de origem e célula em que será habilitado a trabalhar, e se justifique a necessidade de nivelar o conhecimento da equipe e posteriormente o treinamento dos operadores.

### 3.3.2 Conscientização da Equipe

Com a equipe definida, pode-se passar à etapa de conscientização do grupo de operadores quanto aos conceitos e ferramentas gerenciais que serão implantadas dentro do projeto de nivelamento da produção à demanda. O objetivo principal é conscientizá-los da necessidade da mudança de filosofia produtiva, e para isto eles terão que receber informações básicas para compreender como atua o sistema convencional de monofuncionalidade e como irá atuar o sistema JIT, com a polivalência de funções.

Como já existem vários exemplos no Brasil, tais como, Toyota, Chrysler e Embraco de aplicação da filosofia JIT no geral, e da polivalência em particular, nesta etapa podem-se aproveitar estas experiências práticas que estão sendo desenvolvidas por outras empresas, principalmente pelas do mesmo ramo de atividade, para mostrar quais os benefícios que a empresa espera alcançar com a implantação deste modelo de nivelamento. A comparação a ser referenciada deve ser direcionada principalmente para os benefícios gerados para os operadores e as empresa.

Para os operadores polivalentes devem ser relacionados benefícios relativos ao aprendizado de novas atividades, maior estabilidade em relação aos demais operadores, caso haja redução na demanda, autonomia para paralisar a linha de produção quando as peças estiverem não conformes, participação na melhoria do processo, e, sem dúvida, possibilidade de salários diferenciados em função do nível de polivalência alcançado.

No que tange à empresa, os principais benefícios a serem citados se referem à redução dos estoques intermediários, dos desperdícios e no tempo de atendimento ao cliente, o que irá aumentar a produtividade, tornando a empresa mais competitiva e garantindo um espaço futuro maior no mercado, com margem para o crescimento e a segurança dos empregos.

Também devem ser divulgadas as ferramentas mínimas da filosofia JIT que serão implantadas, no sentido de dar suporte à dinâmica de flexibilização do processo produtivo, preparando os trabalhadores para as outras alterações que ocorrerão no processo produtivo antes da implantação da polivalência na mão-de-obra, tais como: focalização em células de manufatura, programação puxada via *Kanban*, controle autônomo dos defeitos, manutenção preventiva total e a troca rápida de ferramenta.

Após a conscientização da equipe a respeito dos princípios básicos e técnicas associados à filosofia JIT/TQC, é necessário preparar o ambiente produtivo, em especial as células de manufatura, para dar o suporte à dinâmica de nivelamento e permitir o treinamento *in loco* dos operadores.

### 3.3.3 Preparação do ambiente produtivo

Dentro do planejamento para o nivelamento, a preparação do ambiente produtivo para a implantação da polivalência da mão-de-obra é de extrema importância, visto que somente será possível implantar a polivalência quando o ambiente físico estiver adaptado ao novo sistema de produção. Dentre as técnicas da filosofia JIT/TQC disponíveis, algumas são indispensáveis para a flexibilização da produção e necessitam ser implantadas no sistema produtivo para permitir a dinâmica da polivalência dos operadores, quais sejam:

- focalização em células de manufatura;
- programação puxada via *Kanban*;
- controle autônomo dos defeitos;
- manutenção preventiva total;
- troca rápida de ferramenta.

Estas técnicas já foram definidas no Capítulo 2 dentro da revisão da bibliografia



disponível sobre a filosofia JIT/TQC, não sendo objeto de trabalho desta dissertação tratar da sua implantação. Cabem aqui apenas comentários sobre a relação entre elas e o modelo de nivelamento da produção à demanda que está sendo proposta.

A focalização do *layout* da fábrica em células de manufatura para a fabricação e montagem dos produtos busca agrupar os recursos produtivos segundo o roteiro de fabricação das famílias destes produtos. A ênfase está em acelerar o fluxo de conversão das matérias-primas em produtos acabados, dispondo máquinas na seqüência necessária à fabricação desses itens. Com a aproximação das máquinas será possível explorar a mobilidade dos operadores polivalentes no sentido de balancear mais adequadamente o tempo de ciclo entre eles.

Ajustando o *layout* em células de manufatura ficará mais fácil identificar as relações cliente-fornecedor e implantar o sistema de programação da produção puxado pelo *Kanban*. Com o sistema *Kanban* o processo de programação da produção passa a ser mais eficiente, reduzindo o risco de falta de componentes entre as células de manufatura, o que seria grave dentro da proposta de manter um baixo nível de estoques para permitir a produção nivelada com a demanda. A dinâmica de trabalho do sistema *Kanban* também é um estímulo à polivalência das funções, visto que são os próprios operadores que se autogerenciam em relação às suas necessidades de materiais.

A questão da qualidade também deve ser vista com atenção, tanto no que toca à qualidade do que está se produzindo como à do próprio processo produtivo. Em relação aos itens produzidos, o controle autônomo dos defeitos (autonomação) deve ser implantado, ou seja, as células devem ser ajustadas para processar apenas itens conformes, caso contrário todo o sistema produtivo será prejudicado com interrupções ocasionadas por itens defeituosos. O objetivo da autonomação é que o próprio operador que executa a atividade detecte as falhas de forma automática e autônoma, geralmente pela implantação de dispositivos à prova de erros ou gabaritos previamente produzidos e aferidos para facilitar na inspeção.

No que se refere à garantia de qualidade do próprio processo produtivo, as

células devem implantar a manutenção preventiva total, visto que a paralisação de uma delas compromete todo o sistema produtivo. Neste sentido, as máquinas devem ter alto grau de confiabilidade para não paralisar o sistema produtivo, que agora, pela dinâmica puxada de produção, passa a exigir um maior sincronismo entre as partes. A sincronização somente é possível se os equipamentos estiverem adequados às atividades e não apresentarem problemas quando forem exigidos.

Tanto a automação como a manutenção preventiva total exige a participação do próprio operador em tarefas que antes, no sistema convencional, eram de exclusividade do inspetor de qualidade, por um lado, e do mecânico de manutenção, por outro.

Como última medida, e não menos importante, o sistema produtivo deve ser ajustado para que se utilizem métodos de troca rápida de ferramentas, os quais permitam um ritmo de produção de pequenos lotes, exigido pelo modelo de nivelamento da produção. Dentre os métodos existentes, a utilização de ferramentas específicas de pré-montagem, sistemas de engate rápido, e padronização de algumas operações e de produtos serão os mais exigidos.

Ao se preparar o sistema produtivo para a implantação da polivalência, automaticamente aumentará o nivelamento do conhecimento da equipe de operadores que participarão do projeto e o estímulo para a inclusão dos demais operadores que não fazem parte da equipe. Com o ambiente produtivo adequado à dinâmica da polivalência, pode-se passar ao treinamento da equipe.

### 3.3.4 Treinamento da equipe de operadores

Uma vez cumprida a etapa de nivelamento de conhecimentos da equipe que está sendo formada, e montada fisicamente uma estrutura produtiva adequada à dinâmica de polivalência, pode-se passar para a etapa de treinamento operacional do grupo. O treinamento em todas as operações e demais atividades envolvidas no processo é, sem dúvida nenhuma, o aspecto fundamental para o sucesso do modelo

proposto.

O primeiro passo do treinamento consiste em capacitar os operadores no maior número possível de atividades envolvidas no processo produtivo. Para isso, elaborase a chamada matriz de polivalência, exemplificada na Figura 3.2, na qual os operadores são correlacionados às suas habilidades específicas em assumir obrigações nas células.

Com a matriz de polivalência demonstrado na figura 3.2, visualiza-se toda a equipe envolvida no treinamento, identificando-se em quais células os operadores possuem conhecimento e habilidade para execução das tarefas, em quais células os operadores simplesmente conhecem mas não dominam a execução das operações, e quais células não são do conhecimento dos operadores. Nesse caso uma legenda é utilizada identificando o nível de conhecimento que os operadores possuem nas células.

Seguindo o exemplo que está se utilizando neste Capítulo para descrever os passos do modelo proposto, pode-se ver na Figura 3.2 que os operadores Roberto, Rivelino, Joaquim e Vitório possuem domínio das operações nas três células do sistema produtivo. Já João, José, Manuel e Pedro dominam as operações nas células A1 e A2 e possuem conhecimento das operações da célula A3. Por sua vez Maria e Miguel estão capacitados para trabalhar apenas na célula A3, desconhecendo por completo as tarefas das células A1 e A2.

<b>OPERADORES</b>	<b>Célula A1</b>	<b>Célula A2</b>	<b>Célula A3</b>
João	Domina	Domina	Conhece
José	Domina	Domina	Conhece
Manoel	Domina	Domina	Conhece
Roberto	Domina	Domina	Domina
Rivelino	Domina	Domina	Domina
Pedro	Domina	Domina	Conhece
Carlos	Desconhece	Domina	Domina
Maria	Desconhece	Desconhece	Domina
Joana	Domina	Conhece	Domina
Miguel	Desconhece	Desconhece	Domina
Paulo	Conhece	Domina	Domina
Joaquim	Domina	Domina	Domina
Vitório	Domina	Domina	Domina
	Domina	Conhece	Desconhece

FIGURA 3.2 Exemplo de matriz de polivalência entre células.

A partir da identificação das habilidades iniciais dos operadores, a gerência deverá elaborar um plano de polivalência que irá definir o programa de treinamento de cada operador. Uma forma rápida de incrementar a polivalência consiste em atuar em cima dos operadores que conhecem a operação mas ainda não a dominam.

Esse treinamento deve ser desenvolvido preferencialmente no próprio local de trabalho (*on the job*). O treinamento deve basear-se inicialmente nas preferências dos operadores e posteriormente nas necessidades previstas pelo PMP para o carregamento das células, visando dispor de operadores em quantidade suficiente para nivelar os tempos de ciclos com a demanda, mas o objetivo final é dispor de uma equipe que domine todas as atividades das três células.

Havendo necessidade de um detalhamento interno das funções exercidas nas células, pode-se manter um controle individualizado das atividades dentro das células, conforme a matriz de polivalência ilustrada na Figura 3.3.

No exemplo da Figura 3.3 pode-se ver que João, José, Manoel, Roberto, Rivelino, Pedro, Joana, Joaquim e Vitório dominam todas as atividades da célula A1, enquanto Paulo domina a embalagem e conhece as atividades de bobinar e montar. Já Carlos, Maria e Miguel não podem ser alocados a essa célula por desconhecerem totalmente suas atividades.

OPERADORES	CÉLULA A1		
	Atividades do:		
	Bobinador	Montador	Embalador
João	Domina	Domina	Domina
José	Domina	Domina	Domina
Manoel	Domina	Domina	Domina
Roberto	Domina	Domina	Domina
Rivelino	Domina	Domina	Domina
Pedro	Domina	Domina	Domina
Carlos	Desconhece	Desconhece	Desconhece
Maria	Desconhece	Desconhece	Desconhece
Joana	Domina	Domina	Domina
Miguel	Desconhece	Desconhece	Desconhece
Paulo	Conhece	Conhece	Domina
Joaquim	Domina	Domina	Domina
Vitório	Domina	Domina	Domina

FIGURA 3.3 Exemplo de matriz de polivalência em relação às atividades.

Como no ambiente fabril a contratação, substituição ou demissão de operadores e o desenvolvimento e aquisição de tecnologias industriais constituem um processo normal, esta etapa de treinamento não tem um fim definido, e apesar de estar sendo colocada como planejamento para a implantação do modelo proposto, ela será trabalhada também no curto prazo, permanentemente.

### 3.4 EXECUÇÃO DO NIVELAMENTO

Para que se possa executar o nivelamento, conforme apresentado na Figura 3.1 – visão geral do modelo proposto, é necessário vencer as etapas de implementação dos blocos anteriores, ou seja, o bloco relacionado ao cadastramento dos dados básicos de apoio, relativo ao *cadastro de produtos e roteiros de fabricação, cadastro de operadores polivalente, plano-mestre de produção*, bem como o bloco denominado planejamento para o nivelamento, relativo à *escolha da equipe de operadores, conscientização da equipe, preparação do ambiente produtivo e treinamento da equipe de operadores*.

Vencidas estas etapas preparatórias das instalações, pessoas e dados, pode-se partir para a prática da execução do nivelamento da produção à demanda. A execução do nivelamento é uma seqüência de ações desenvolvidas pela gerência, conforme demonstrado na Figura 3.1, que tem seu princípio com a aplicação da Tabela 3.2 – Planilha de cálculo diário de equalização, para uma etapa de *equalização inicial* segundo a programação prevista no PMP, onde se fará a distribuição de operadores polivalentes pelas células de manufatura para o período de vigência do PMP previsto.

Na seqüência, durante a vigência do período de planejamento com as células niveladas à demanda prevista, fica-se procedendo ao *acompanhamento da produção*, buscando identificar problemas que possam afetar a conclusão do PMP programado. Não ocorrendo problemas, o PMP é cumprido a contento e novo período será nivelado. Por outro lado, quando o acompanhamento identificar algum problema na demanda ou no processo produtivo, haverá necessidade de se

proceder à etapa de *equalização de ajuste*, para colocar novamente as células de produção no ritmo da demanda.

TABELA 3.2 PLANILHA DE CÁLCULO DE EQUALIZAÇÃO DO DIA 02/07/2001

PLANILHA DE CÁLCULO DE EQUALIZAÇÃO DATA: 02/07/2001						
<b>1. Disponibilidade inicial de mão de obra</b>						
Células	Número de Operadores		Hora/Operador			Hora/Célula
A1	5		7,4			37,0
A2	2		7,4			14,8
A3	6		7,4			44,4
Total	13		-			96,2
<b>2. Cálculo das ordens de fabricação</b>						
Ordens de Fabricação	Produto	Quantidade	Células (Horas/OF)			TOTAL
			A1	A2	A3	
OF 0701	X	5	9,0	12,0	9,0	30,0
OF 0702	Y	2	2,0	3,6	1,0	6,6
OF 0703	Z	5	12,0	5,0	9,0	26,0
OF 0704	Y	10	10,0	18,0	5,0	33,0
TOTAL		22	33,0	38,6	24,0	95,6
<b>3. Equalização</b>						
		A1	A2	A3		Total
Horas Disponíveis		37,0	14,8	44,4		96,2
Horas Necessárias		33,0	38,6	24,0		95,6
Diferença		4,0	-23,8	20,4		0,6
Número de Operadores Disponíveis		5	2	6		13
Número de Operadores Necessários		4,5	5,2	3,2		12,9
Diferença		0,5	-3,2	2,8		0,1
Número de Operadores Equalizado		5	5	3		13

Dentro desta dinâmica proposta estará ocorrendo ainda a etapa de *controle dos operadores*, em que os dados de desempenho e de troca de postos de trabalho estarão sendo registrados. Cada uma destas etapas do bloco de execução do nivelamento será detalhada em seguida, a partir da equalização inicial, baseando-se no exemplo colocado nas planilhas de cálculo diário de equalização das Tabelas 3.4 e 3.5.

### 3.4.1 Equalização inicial

A dinâmica de nivelamento da produção à demanda proposta neste modelo tem sua origem no cálculo inicial de equalização realizado quando o PCP monta seu PMP para determinado período de planejamento, geralmente o mês. Pode-se aplicar este modelo para qualquer período de planejamento, pois ela tem um caráter cíclico

de cálculo a partir da etapa de acompanhamento da produção que será explicada na seqüência; contudo a amplitude deste período inicial e dos períodos de replanejamento irá determinar quão nivelada estará a produção à demanda.

Como comentado anteriormente no bloco de planejamento para o nivelamento, de uma forma geral o PMP é elaborado mensalmente pelo PCP das empresas e, em sistemas convencionais de produção, devido à falta de flexibilidade do sistema físico, ele é congelado para o período e os estoques amortecem os erros entre o previsto e o realizado.

Tendo-se em vista que o modelo proposto está justamente sendo utilizada para permitir esta dinâmica de replanejamento no curto prazo via realocação dos recursos produtivos, em especial de operadores polivalentes, será incluída no modelo a atualização do PMP sempre que ocorrerem mudanças na demanda, permitindo um melhor nivelamento do que está se produzindo à demanda real do mercado.

Como a realocação dos recursos dar-se-á a partir de uma situação inicial, no primeiro item da planilha de cálculo de equalização do dia 02/07/2001 da Tabela 3.2 está descrita a disponibilidade atual de mão-de-obra para as células A1, A2 e A3. Para demonstrar esta primeira etapa do modelo será admitido que a célula A1 dispõe de 5 operadores já alocados ao final do mês anterior, a célula A2 de 2 operadores e a célula A3 de 6 operadores. Em todas elas o tempo disponível de trabalho por dia é de 7,4 horas por operador. Desta forma, têm-se 37,0 horas (5 operadores x 7,4 horas/operador) por dia na célula A1, 14,8 horas (2 operadores x 7,4 horas/operador) por dia na célula A2, e 44,4 horas (6 operadores x 7,4 horas/operador) por dia na célula A3, totalizando 96,2 horas por dia de trabalho no sistema produtivo com 13 operadores.

Na planilha de cálculo de equalização da Tabela 3.2, no item 2, aparece o programa de produção para o dia 02/07/2001, oriundo do PMP apresentado na Tabela 3.1 para o mês de julho de 2001, o qual será utilizado como ponto de partida para o cálculo inicial que se está apresentado. Foram programadas para este dia as seguintes ordens de fabricação: OF 0701 de 5 unidades do produto X; OF 0702 de 2

unidades do produto Y; OF 0703 de 5 unidades do produto Z; e OF 0704 de 10 unidades do produto Y.

O cálculo da equalização tem como primeiro passo a determinação da necessidade de horas de trabalho para cada célula, obtida multiplicando-se a demanda dos produtos programados pelos tempos exigidos para a fabricação em cada célula, provenientes da planilha de cadastro de produtos apresentados na Quadro 3.1.

No item 2 da Tabela 3.2 estão as informações resultantes deste cálculo. Seguindo o exemplo que está ilustrando a apresentação da dinâmica do modelo proposto, se pode ver que a OF 0701 de 5 unidades necessita de 9 horas (5 unidades x 1,8 horas/unidades) na célula A1, 12 horas (5 unidades x 2,4 horas/unidades) na célula A2, e 9 horas (5 unidades x 1,8 horas/unidades) na célula A3. No total esta ordem irá consumir 30 horas (9 + 12 + 9) de trabalho.

Procedendo de forma análoga em relação às outras ordens, chega-se ao total de horas necessário em cada célula para atender ao programa de produção do dia 02/07/2001 com base no PMP previsto. Na célula A1 há necessidade de 33 horas (9 + 2 + 12 + 10), na célula A2 de 38,6 horas (12 + 3,6 + 5 + 18), e na célula A3 de 24 horas (9 + 1 + 9 + 5). Ao todo há necessidade de 95,6 horas para se atender ao programa de produção previsto para o dia.

De posse destas informações pode-se passar ao cálculo da equalização, ou ajuste das células à demanda prevista para o dia 02/07/2001. No modelo proposto este cálculo será feito em horas de trabalho e em número de operadores.

Como pode ser observado no item 3 da Tabela 3.2, a primeira comparação se dá em termos de horas disponíveis e horas necessárias nas células para atender ao programa do dia 02/07/2001. As horas disponíveis foram pegadas do item 1, sendo de 37,0 horas para a célula A1, 14,8 horas para a célula A2 e 44,4 horas para a célula A3. Já as horas necessárias foram resgatadas do item 2, sendo de 33,0 horas na célula A1, 38,6 horas para a célula A2 e 24,0 horas para a célula A3.



Há uma diferença entre a disponibilidade atual de horas nas células e as necessidades para atender à programação do dia. Esta diferença é de 4,0 horas a mais na célula A1, 23,8 horas a menos na célula A2, e de 20,4 horas a mais na célula A3. Em termos globais, existe uma diferença de apenas 0,6 horas (96,2 – 95,6) para mais entre as horas disponíveis e as horas necessárias no dia 02/07/2001.

A segunda comparação se dá em termos de número de operadores disponíveis e necessários nas células para atender ao programa do dia 02/07/2001. Como já apresentado no item 1, o número de operadores atualmente alocados na célula A1 é de 5, na célula A2 de 2 operadores e na célula A3 de 6 operadores. Já o número de operadores necessários é calculado dividindo-se o total de horas necessárias em cada célula pelas 7,4 horas/dia de trabalho de cada operador, ou seja, na célula A1 há necessidade de 4,5 operadores neste dia (33 horas / 7,4 horas/operador), na célula A2 de 5,2 operadores (38,6 horas / 7,4 horas/dia), e na célula A3 de 3,2 operadores (24 horas / 7,4 horas/dia). Ao todo são necessários para a fábrica 12,9 operadores neste dia (4,5 + 5,2 + 3,2) para cumprir a programação prevista. Os valores calculados foram arredondados.

Como já foi relatado no cálculo das horas disponíveis e necessárias, há uma diferença entre a alocação atual dos operadores e a alocação desejada para o dia 02/07/2001. Conforme mostra a Tabela 3.2, há uma sobra de 0,5 operador (5 – 4,5) na célula A1, há uma falta de 3,2 operadores (2 - 5,2) na célula A2, e uma sobra de 2,8 operadores (6 – 3,2) na célula A3. Em termos globais, na prática a diferença entre o número de operadores atuais (13) e o número de operadores necessários (12,9) é desprezível.

Para o segundo dia do mês, o dia 03/07/2001, a planilha de cálculo de equalização está apresentada na Tabela 3.3. Segundo o PMP previsto para julho, foram programadas as ordens OF 0705, OF 0706 e OF 0707. O procedimento de cálculo da equalização é análogo ao demonstrado na planilha do dia anterior, e como se pode ver, foi mantido o número global de 13 operadores, sendo 5 na célula A, 4 na célula B e 4 na célula C.

Com estes valores calculados para todos os dias de programação do PMP previsto para o mês em questão, a gerência tem uma visão de como irá se dar o nivelamento da produção à demanda do PMP. De uma forma *macro*, como ilustrado na Figura 3.4, este nivelamento pode ter dois caminhos, dependendo do tamanho da diferença entre o total das horas disponíveis e o das necessárias nas células, ou, olhando-se pelo lado dos operadores, do tamanho da diferença entre os números totais de operadores atuais e necessários.

TABELA 3.3 PLANILHA DE CÁLCULO DE EQUALIZAÇÃO DO DIA 03/07/2001

PLANILHA DE CÁLCULO DE EQUALIZAÇÃO DATA: 03/07/2001						
<b>4. Disponibilidade inicial de mão de obra</b>						
Células	Número de Operadores	Hora/Operador		Hora/Célula		
A1	5	7,4		37,0		
A2	5	7,4		37,0		
A3	3	7,4		22,2		
TOTAL	13	-		96,2		
<b>5. Cálculo das ordens de fabricação</b>						
Ordens de Fabricação	Produto	Quantidade	Células (Horas/OF)			TOTAL
			A1	A2	A3	
OF 0705	Y	5	5,0	9,0	2,5	16,5
OF 0706	X	6	10,8	14,4	10,8	36,0
OF 0707	Z	8	19,2	8,0	14,4	41,6
TOTAL		19	35,0	31,4	27,7	94,1
<b>6. Equalização</b>						
	A1	A2	A3	Total		
Horas Disponíveis	37,0	37,0	22,2	96,2		
Horas Necessárias	35,0	31,4	27,7	94,1		
Diferença	2,0	5,6	-5,5	2,1		
Número de Operadores Disponíveis	5	5	3	13		
Número de Operadores Necessários	4,7	4,2	3,7	12,6		
Diferença	0,3	0,8	-0,7	0,4		
Número de Operadores Equalizado	5	4	4	13		

Caso esta diferença seja muito grande, a gerência poderá buscar mais operadores polivalentes em outros pontos do sistema produtivo para serem deslocados para as células em questão. Não havendo esta possibilidade, a gerência deverá negociar com o PCP uma redução na demanda via diminuição do número de produtos nas ordens de fabricação programadas, ou até mesmo uma realocação de ordens e/ou prazos dentro da dinâmica do PMP. O importante é não prosseguir com uma programação da produção que, como já se sabe de antemão, não poderá ser atendida.

Caso as diferenças sejam pequenas, como na situação do exemplo que está se seguindo, onde a necessidade total de operadores está em torno de treze, já alocados às células no início do período de planejamento, a questão do nivelamento pode ser resolvida internamente, com o deslocamento dos operadores de uma célula para outra, inclusive, dependendo das características do sistema de produção que se está nivelando, uma pequena diferença entre a quantidade necessária e a atual dentro de uma célula poderá ser desprezada e absorvida pela própria dinâmica de produção, por exemplo, através de um aumento ou redução no horário disponível da célula, administrado pelo líder do grupo, em função de a produção diária já ter sido atingida ou não.

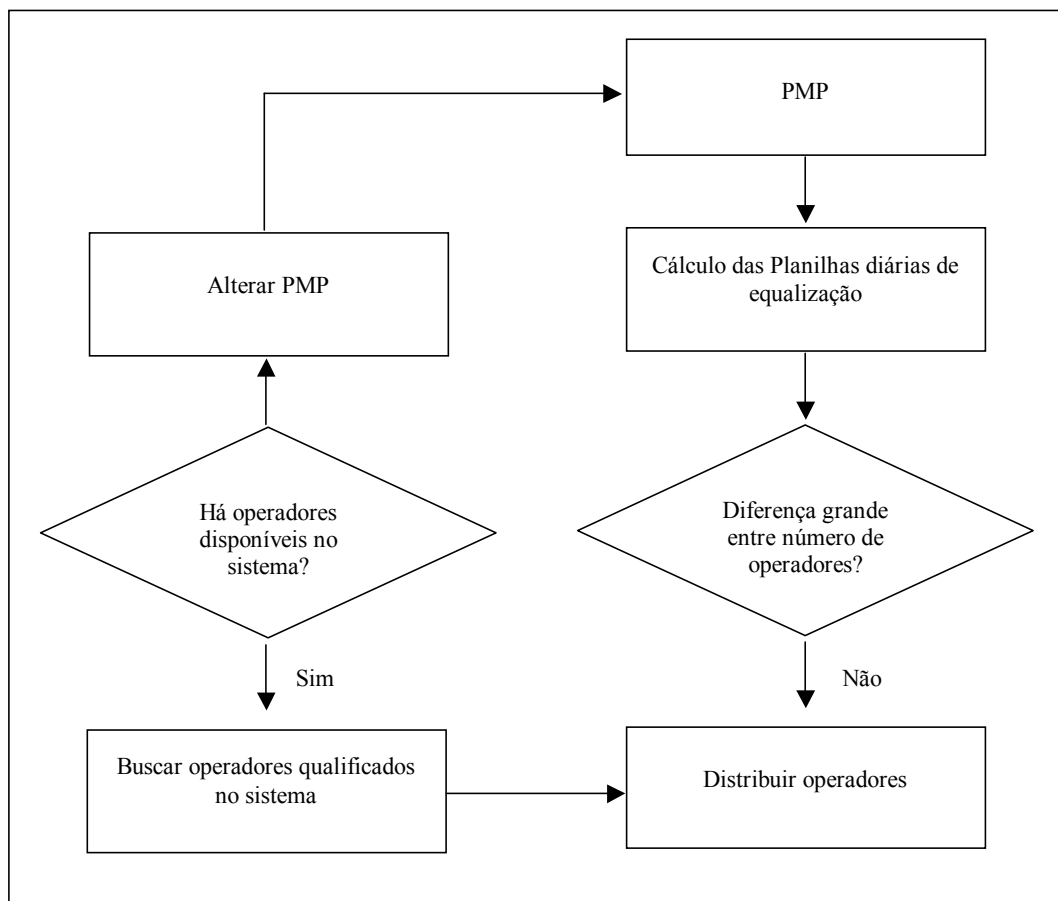


FIGURA 3.4 Dinâmica da etapa de equalização inicial.

Para estes deslocamentos entre células há necessidade de se consultar o cadastro de operadores polivalentes. Esse cadastro possibilitará identificar aqueles que estão preparados para executar as diferentes atividades nas células de

manufatura. No exemplo da Tabela 3.2 para o dia 02/07/2001, pode-se admitir que para a célula A1 a sobra de 0,5 operador não acarrete mudanças, ela será absorvida pela flexibilização (redução, no caso) do horário de trabalho. Já os 3 operadores (na realidade 2,8, número que será arredondado para 3), em excesso na célula A3 deverão ser deslocados para a célula A2, onde há falta de 3 operadores (na realidade 3,2, número que será arredondado para 3). Neste caso irá se manter o montante total de operadores em 13 pessoas.

No sentido de apenas ilustrar o modelo, seguindo o cadastro de operadores polivalentes apresentado na Quadro 3.2, os operadores João, José, Manoel, Roberto e Rivelino serão mantidos na célula de origem, A1. Os operadores Paulo, Joaquim e Vítório serão deslocados da célula A3 para atuarem em conjunto com Pedro e Carlos na célula A2, visto que os três também dominam as tarefas desta célula. Na célula A3 permanecerão os operadores Maria, Joana e Miguel, sendo que Maria e Miguel só dominam as atividades desta célula e não podem mesmo ser deslocados até um futuro treinamento.

Às vezes será necessário remanejar funcionários de uma célula que se manteve equalizada para outra célula, devido às limitações de qualificação dos operadores. Exemplificando-se, caso fosse necessário deslocar mais um operador da célula A3 para a célula A2, como não se dispõe mais de operadores na célula A3 que dominem as operações da célula A2, haveria necessidade de deslocar a Joana para a célula A1 e, então, deslocar um operador da célula A1 para a célula A2.

Situações como esta deverão ser gradativamente eliminadas para que o processo seja simplificado e não exija muitas movimentações com operadores polivalentes entre as células que já estejam niveladas em relação ao programa de produção solicitado pelo PMP.

Estendendo o exemplo para o dia seguinte, a planilha de equalização do dia 03/07/2001 da Tabela 3.3 mostra que nesse dia será necessário deslocar um operador da célula A2 para a célula A3, ficando ambas com quatro, enquanto na célula A1 se continuará com cinco operadores.

Efetivada a equalização inicial e deslocados os operadores para as células de destino, o que autoriza o início da produção, a próxima etapa do modelo proposto consiste em monitorar dia-a-dia o programa de produção e o ambiente produtivo para identificar potenciais problemas que perturbem este balanceamento.

### 3.4.2 Acompanhamento da produção

Uma vez planejado o nivelamento para o período de vigência do PMP, se propõe no modelo um processo de acompanhamento da produção com uma dinâmica diária, ou seja, diariamente é analisado o desempenho produtivo das células de manufatura para verificar a validade ou invalidade do balanceamento planejado entre elas. O desbalanceamento pode ocorrer devido a vários fatores, como mudanças não planejadas no PMP em relação às ordens já programadas, paradas não planejadas nos equipamentos, falta de matéria-prima ou ausência de operadores ao trabalho, ou, ainda, pelo remanejamento inadequado dos operadores polivalentes.

A dinâmica proposta de acompanhamento concentra-se na coleta diária dos tempos de processamento consumidos no atendimento das ordens de fabricação programadas no PMP e na sua comparação com os tempos planejados. Para tanto se utiliza a planilha de acompanhamento mensal apresentada na Tabela 3.4. Essa planilha é atualizada diariamente, em consonância com o acompanhamento do PMP pelo PCP, exemplificado na Tabela 3.5.

TABELA 3.4 PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO

ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO										
07/2001										
Dias	Células (horas)						Produção Total (horas)			
	Previsto			Realizado			Previsto		Realizado	
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	Dia	Acum.	Dia	Acum.
02	33,0	38,6	24,0	33,1	38,5	24,4	95,6	95,6	96,0	96,0
03	35,0	31,4	27,7	35,0	32,0	28,5	94,1	189,7	95,5	191,5
04	28,6	29,6	37,0				95,2	284,9		
↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙
31	33,0	38,6	24,0				95,6	2115,2		

Na planilha de acompanhamento mensal da Tabela 3.4 está assinalado para cada dia do mês de julho o consumo planejado de horas e o realizado em cada célula. O consumo planejado é repassado para esta tabela de acompanhamento a partir das planilhas de cálculo de equalização diárias em função da programação de ordens e do número de operadores por dia para cada célula previstos na equalização, enquanto o consumo realizado é obtido diretamente da operação das células.

TABELA 3.5 PLANO-MESTRE DE PRODUÇÃO EM ANDAMENTO

<i>PLANO-MESTRE DE PRODUÇÃO 07/2001</i>					
<i>OF</i>	<i>Produto</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Horas</i>	<i>Previsão</i>	<i>Conclusão</i>
OF 0701	X	5	30,0	02/07/2001	02/07/2001
OF 0702	Y	2	6,6	02/07/2001	02/07/2001
OF 0703	Z	5	26,0	02/07/2001	02/07/2001
OF 0704	Y	10	33,0	02/07/2001	02/07/2001
OF 0705	Y	5	16,5	03/07/2001	03/07/2001
OF 0706	X	6	36,0	03/07/2001	03/07/2001
OF 0707	Z	8	41,6	03/07/2001	03/07/2001
OF 0708	X	10	60,0	04/07/2001	
↙	↙	↙	↙	↙	
OF 0769	Y	9	29,7	31/07/2001	
TOTAL DO MÊS		195	2115,2		

Por exemplo, para o dia 03/07/2001 estava planejado um consumo de 35,0 horas de trabalho na célula A1, de 31,4 na célula A2 e de 27,7 na célula A3, conforme ilustrado na Planilha 3.4. Já o consumo efetivo de horas foi de 35,0 na célula A1, de 32,0 na célula A2 e de 28,5 na célula A3. Como se pode vê, as células A2 e A3 tiveram um desempenho inferior ao previsto, enquanto a célula A1 se manteve de acordo com o padrão esperado.

Além destas informações por células, a planilha de acompanhamento apresenta a produção total diária prevista, a acumulada em horas para o sistema e a efetivamente realizada no dia e acumulada até aquele ponto. No exemplo apresentado nas Tabelas 3.4 e 3.5, a produção já foi realizada até o dia 03/07/2001. Conforme se pode ver na planilha de acompanhamento, neste dia havia uma previsão de produção de 94,1 horas nas três células (35,0 + 31,4 + 27,7) e uma

acumulação de 189,7 horas (95,6 + 94,1). A produção efetivamente realizada neste dia foi de 95,5 horas (35,0 + 32,0 + 28,5), que, somadas à produção do dia anterior, acumulam um total de 191,5 horas (96,0 + 95,5).

De acordo com o PMP elaborado, o total de horas acumuladas previstas para o mês de julho de 2001 é de 2115,2 horas. Com estas informações é possível ficar atento ao desempenho do sistema produtivo e identificar possíveis desvios que exijam novo nivelamento das células.

Como já foi mencionado, o desbalanceamento, ou falta de sincronização entre as células pode ocorrer por diversas circunstâncias, e o remanejamento da mão-de-obra polivalente para equilibrar a produção à demanda não soluciona o problema, apenas recoloca a produção no seu curso. Muitas vezes é necessário agir sobre as causas que originaram estes desvios, tais como, falta de matéria-prima, falta de máquinas e equipamentos, manutenção não programada, etc, para que elas não se repitam. Neste sentido é necessário identificar as causas e agir sobre elas para então, utilizando-se a polivalência voltar a equilibrar e a manter as células no mesmo ritmo exigido pela programação prevista no PMP.

### 3.4.3 Identificação de Problemas

Diariamente podem ocorrer problemas de toda ordem, os quais devem ser rapidamente identificados, devendo ser empreendidas ações para sua solução. Não cabe no escopo do modelo que se está propondo o tratamento para a identificação e a solução de problemas. A identificação e a solução de problemas nos sistemas produtivos são tratadas dentro do TQC com as chamadas ferramentas da qualidade, tais como diagramas de causa e efeito, histogramas, diagrama de Pareto, fluxogramas, diagramas de dispersão, entre outras.

Os problemas mais comuns encontrados nas células de manufatura que podem causar uma quebra do nivelamento são:

- mudanças não planejadas no PMP em relação às ordens já programadas;
- falta de matéria-prima;
- manutenção não planejada;
- falta de pessoal;
- quedas de energia;
- retrabalhos;
- falta de máquinas e equipamentos para atender às necessidades impostas pela inclusão de um novo produto na célula - entre outros.

Identificado o problema, é necessário buscar a solução permanente através do uso das ferramentas da qualidade, efetuar uma correção de rumo imediata para pôr a produção em dia. Esta correção consiste na etapa chamada equalização de ajuste, explicada na seqüência.

#### 3.4.4 Equalização de ajuste

A equalização de ajuste ocorrerá sempre que um problema no sistema produtivo ou no PMP previsto vier desbalancear o nivelamento estabelecido para o mês ou período em curso.

Na prática, a equalização de ajuste consiste em aplicar a mesma sistemática da etapa de equalização inicial, com o dimensionamento de operadores para as células via planilha de cálculo de equalização, conforme apresentado na Figura 3.4.

Sendo uma situação simples, a realocação de operadores poderá afetar apenas o dia seguinte, no sentido de colocar a produção efetiva novamente de acordo com a planejada. Dependendo da gravidade da situação, haverá necessidade de se calcular novo nivelamento para todo o restante do período em curso, atualizando



todas as planilhas de cálculo de equalização dos dias restantes e a planilha de acompanhamento a partir do dia em que ocorreu o problema.

Verificada a necessidade de remanejamento de operadores, é necessário novamente verificar no cadastro de operadores polivalentes os mais habilitados para a atividade desejada na célula deficitária, em número de horas disponível, e então, proceder ao remanejamento dos operadores de acordo com a sugestão do cálculo.

De acordo com a Figura 3.1, a etapa de execução do nivelamento tem característica cíclica. Após o nivelamento das células ao programa de produção constante do PMP do período, passa-se novamente ao acompanhamento da produção em curso até que o início de novo período de vigência do PMP disparará novamente a etapa de equalização inicial. Em paralelo à dinâmica de equalização das células, o modelo propõe controlar a movimentação dos operadores entre as células de manufatura no sentido de atualizar seus dados cadastrais.

### 3.4.5 Controle dos operadores

O controle dos operadores deverá ter a mesma periodicidade do cálculo das equalizações nas células e do acompanhamento da produção. O objetivo é manter o cadastro dos operadores sempre atualizado e disponível para ser pesquisado, quando da necessidade de deslocamento da mão-de-obra na dinâmica de equalização. Este controle consiste no registro das movimentações que foram realizadas pelos operadores polivalentes e poderá ser feito segundo o exemplo da planilha apresentada na Tabela 3.6.

Nesta planilha de controle estão identificados, em relação a cada operador, o seu nome, a célula onde ele está lotado e/ou registrado, o seu cargo atual, e, dia a dia, a célula para onde ele foi remanejado, com uma totalização por célula ao final do mês. Para evidenciar o fluxo de operadores entre as células, a planilha da Tabela 3.6 apresenta ainda uma totalização dos remanejamentos de todos os operadores entre as células e uma totalização geral de remanejamentos no sistema.

TABELA 3.6 PLANILHA DE CONTROLE DOS OPERADORES  
POLIVALENTES

<i>PLANILHA DE CONTROLE DE OPERADORES</i>													
<i>07/ 2001</i>													
<i>Nome</i>	<i>Célula de origem</i>	<i>Cargo</i>	<i>Dias</i>							<i>Empréstimos</i>			
			02	03	04	05	06	.	30	31	A1	A2	A3
João	A1	Torneiro				A2	A2					2	
José	A1	Torneiro							A2			1	
Manoel	A1	Torneiro											
Roberto	A1	Soldador			A3	A2						1	1
Rivelino	A1	Soldador				A3							1
Pedro	A2	Pintor			A1						1		
Carlos	A2	Pintor											
Maria	A3	Bobinador											
Joana	A3	Bobinador											
Miguel	A3	Montador											
Paulo	A3	Montador	A2									1	
Joaquim	A3	Embalador	A2	A2	A1		A2				1	3	
Vitório	A3	Embalador	A2	A2	A1						1	2	
<i>Total de remanejamentos entre células no mês</i>											3	10	2
<i>Total de remanejamentos</i>											15		

Além de constituírem um registro para o acompanhamento da polivalência dentro do modelo de nivelamento da produção à demanda, estas informações são úteis para transferir os custos entre as células relativos ao salário, equipamentos de proteção individual, entre outras utilidades.

Aproveitando o exemplo que está se seguindo para ilustrar o modelo, pode-se ver na Tabela 3.6 que no dia 02 de julho de 2001 os operadores Paulo, Joaquim e Vitório foram deslocados da célula de origem, A3, para a célula A2, visto que a equalização do dia exigia cinco operadores na célula A2 e três na A3. No dia seguinte, 03 de julho de 2001, o operador Paulo retornou para sua célula de origem, tendo-se em vista de que o novo nivelamento para atender a programação do PMP para aquele dia exigia apenas quatro operadores na célula A2 e quatro na A3.

Ao final do mês, é possível identificar a quantidade de remanejamentos que houve, as células mais beneficiadas e os operadores mais solicitados. Conforme o exemplo, de um total de quinze remanejamentos, três foram para atender à célula A1, dez para atender à célula A2 e dois para atender à célula A3. Os operadores Joaquim, Vitório e João foram os mais remanejados nesse mês.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES

Neste Capítulo procurou-se demonstrar um modelo simples para o nivelamento da produção à demanda, com ações divididas em três blocos distintos que se relacionam entre si, o primeiro relativo aos *Dados básicos de apoio*, o segundo para o *Planejamento do sistema* e o terceiro para a *Execução do nivelamento*, conforme apresentado na Figura 3.1.

O primeiro bloco, *Dados básicos de apoio*, restringe-se ao cadastramento dos dados necessários à dinâmica do modelo proposto em relação aos produtos, operadores e PMP. O segundo bloco, relativo ao *planejamento*, está relacionado às atividades de escolha da equipe de operadores, conscientização da equipe, preparação do ambiente produtivo e treinamento da equipe de operadores. A escolha da equipe prioriza operadores com maior tempo de casa, nível salarial, nível de escolaridade e operadores com facilidade de relacionamento, e a conscientização promove uma abordagem relacionada aos benefícios para os operadores e a empresa, além de evidenciar experiências em empresas brasileiras. A preparação do ambiente produtivo nada mais é do que aplicar as ferramentas do sistema JIT; e, finalmente, propõe-se o treinamento da equipe através da capacitação dos operadores no maior número de atividade envolvidas no processo. através do treinamento no local de trabalho (“on the job”).

O terceiro e último bloco é o da *Execução do nivelamento*, composto pela equalização inicial, acompanhamento da produção, identificação dos problemas, equalização de ajuste e controle dos operadores. A equalização inicial é um planejamento para o mês feito a partir do cálculo de distribuição de operadores, com

o auxílio de uma planilha, como as apresentadas nas Tabela 3.2 e 3.3, o qual objetiva alcançar o número ideal de operadores em cada célula de manufatura para cada dia do mês em curso.

Efetivada a equalização inicial e deslocados os operadores para as células de destino, o que autoriza o início da produção, o modelo propõe monitorar o dia-a-dia do programa de produção e o ambiente produtivo para identificar potenciais problemas que perturbem este balanceamento. A dinâmica proposta de acompanhamento concentra-se na coleta diária dos tempos de processamento consumidos no atendimento das ordens de fabricação programadas no PMP e sua comparação com os tempos planejados. Para isto se utiliza a planilha de acompanhamento mensal apresentada na Tabela 3.4.

A partir deste acompanhamento pode-se identificar um possível desbalanceamento entre as células, cuja origem pode estar na falta de matéria-prima, falta de máquinas e equipamentos, manutenção não programada, mudanças na demanda, etc, exigindo um novo remanejamento da mão-de-obra polivalente para equilibrar a produção à demanda. Dentro do contexto da filosofia JIT/TQC é necessário identificar as causas e agir sobre elas para então, utilizando-se a polivalência, voltar a equilibrar o sistema produtivo através de uma equalização de ajuste.

A equalização de ajuste consiste em aplicar a mesma sistemática da etapa de equalização inicial, com o dimensionamento de operadores para as células via planilha de cálculo de equalização. Com o objetivo de manter o cadastro dos operadores sempre atualizado e disponível para ser pesquisado, quando da necessidade de deslocamento da mão de obra na dinâmica de equalização, o modelo propõe ainda uma etapa de controle dos operadores, a qual consiste no registro das movimentações que foram realizadas pelos operadores polivalentes durante o período.

No sentido de ver confirmada a hipótese central desta dissertação, qual seja, a de que o uso de operadores polivalentes permite um nivelamento da produção à

demanda mais efetivo em sistemas com produção em lotes, o modelo proposto será aplicada em uma empresa paranaense de equipamentos elétricos, sendo esta aplicação prática e seus resultados apresentados no Capítulo 4.

## **CAPÍTULO 4**

### **APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO**

#### **4.1 INTRODUÇÃO**

O modelo descrito no Capítulo 3 foi aplicado em uma empresa situada no Norte do Estado do Paraná, que atua no segmento elétrico, especificamente na fabricação de produtos para rede de distribuição de energia elétrica.

A empresa atua neste mercado desde a década de 60, quando iniciou suas atividades, fabricando artefatos de concreto. Posteriormente diversificou seu mix de produtos, o que exigiu a implantação de outras unidades industriais. A diversificação foi intensificada devido ao programa de eletrificação no interior do Estado, denominado “clic rural”. Percebendo a oportunidade, a Empresa diversificou seu mix, mantendo-se dentro do mesmo segmento; e ampliou o mix com produtos que viessem a complementar a necessidade do mesmo cliente, otimizando a força de vendas e apresentando mais uma opção de compra ao cliente.

Com a diversificação do mix, a Empresa construiu outras plantas industriais para fornecer produtos específicos para atender ao segmento de distribuição de energia elétrica.

A Empresa inicialmente produzia postes e cruzetas, os quais eram classificados como artefatos de concreto; posteriormente, com a expansão das redes de distribuição, passou a produzir produtos denominados como eletroferragens e transformadores de distribuição, na unidade onde foi implantado o modelo para nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes em processos repetitivos.

Antes da implantação utilizava-se o sistema tradicional de produção, ou seja, altos volumes de produtos eram fabricados simultaneamente, provocando desperdícios, tais como: material fabricado além do necessário; material fabricado e não localizado no processo; geração de sucata acima do previsto; alto volume de estoque intermediário; excesso de movimentação de material; falta de sincronização entre áreas e excesso de mão-de-obra direta e indireta.

A descrição da aplicação obedecerá ao molde da Figura 3.1, descrita no Capítulo 3, onde é apresentada a visão geral do modelo. Como visto, o modelo foi subdividido em três grandes blocos: o bloco relativo aos *Dados básicos de apoio*, o bloco do *Planejamento para o nivelamento*, e o bloco da *Execução do Nivelamento*. Desta forma, este Capítulo obedecerá na sua apresentação à mesma lógica do raciocínio desenvolvida no Capítulo 3.

## 4.2 DADOS BÁSICOS DE APOIO

O modelo, por ser genérica, inclui todas as etapas necessárias ao processo de aplicação; no entanto, na aplicação realizada dentro da referida empresa, alguns pontos já estavam prontos, principalmente no tocante às informações que fazem parte dos *Dados básicos de Apoio*, pois são informações normalmente já trabalhadas pelas empresas, como o cadastro dos produtos e roteiros de fabricação, o PMP e o cadastro dos operadores. Por exemplo, o cadastro dos produtos e alguns sistemas que já eram utilizados normalmente dentro da dinâmica de produção da empresa necessitavam apenas de alguns ajustes para se adaptarem à forma sugerida pelo modelo proposto.

Ao iniciar a aplicação do modelo na empresa foi necessário revisar os dados existentes, identificando dentro do atual cadastro dos produtos que estavam sendo programados as informações necessárias à aplicação do modelo de nivelamento. O principal item que deveria ser revisado era o tempo de fabricação em cada célula de manufatura, informação de extrema importância para o cálculo da quantidade de mão-de-obra direta necessária em cada uma das células. Para tanto, utilizou-se o

banco de dados existente, chamado de ficha técnica, empregado normalmente apenas para o custeio do produto e para a explosão da matéria-prima de acordo com as quantidades programadas em cada ordem de fabricação.

Com implantação das ferramentas do JIT, mais especificamente da polivalência no processo produtivo, fez-se necessária a análise diária dos dados sobre a quantidade de operadores que seriam remanejados, o que possibilitou detectar que o cadastro dos produtos na ficha técnica estava desatualizado, principalmente no item referente ao número de horas em que o produto era processado em cada célula de manufatura.

A ficha técnica dos produtos foi atualizada através de “reuniões –relâmpago” para conversar sobre os diferentes tipos de produtos que estavam sendo produzidos e suas particularidades. As reuniões tinham como objetivo atualizar estes dados, prevendo ou identificando o número de horas em cada uma das células. Quando o levantamento não era possível, utilizavam-se os dados de outros produtos com similaridade de roteiro. No caso de produtos diferenciados em relação aos produtos acompanhados, considerava-se a experiência do líder e definia-se uma previsão de tempo (horas) para cada célula, solicitando o compromisso dos líderes de produção no sentido de que na primeira oportunidade verificassem através do acompanhamento a sua veracidade.

Com o envolvimento de todos, desde o aval da Diretoria até o dos líderes da produção, através da co-participação na definição das informações com base nas suas experiências, a preocupação com a implantação passava a ser do grupo, visto que os relatórios de desempenho demonstrariam de uma forma ou de outra que o número de horas estaria ajustado, ou não, em cada uma das células de manufatura.

Será descrita a seguir a forma como foram implantados na empresa os dados dos cadastros dos produtos, roteiros de fabricação, cadastro dos operadores polivalentes e PMP, itens relativos ao bloco dos *Dados básicos de apoio*.



#### 4.2.1 Cadastro de produtos e roteiros de fabricação.

Os produtos vendidos pela empresa são fabricados em lotes, podendo ser produzidos várias vezes durante o mês, dentro do PMP, sendo que suas estruturas são extensas e complexas, por envolver aproximadamente 400 itens de matéria-prima, passando por oito diferentes células. Como já apresentado, o cadastro dos produtos e o roteiro de fabricação estão inseridos em um documento denominado ficha técnica, o qual é elaborado pela Engenharia Técnica da fábrica, cadastrado e ajustado de acordo com a evolução dos projetos dos produtos.

Na ficha técnica estão as seguintes informações: código e descrição do produto, células de manufatura por onde passam os produtos, matérias-primas necessárias para a fabricação de uma unidade, número de horas/homem necessário em cada célula, entre outras informações relativas ao produto.

Para que o entendimento da ficha técnica seja facilitado é apresentado na Figura 4.1 o fluxo de fabricação de um transformador genérico, visando facilitar a visualização da ficha técnica do produto, neste caso, identificando onde são alocadas as horas de célula de manufatura.

Conforme apresentado na Figura 4.1, o fluxo do processo produtivo de um transformador passa por oito células de manufatura. A célula A1 processa o material e o envia para a célula A2. Paralelamente ao processamento do material na célula A1, são processados os componentes nas células B1, B2 e B3. As células B1 e B2 processam os componentes e os enviam para a célula B5, ao passo que a célula B3 processa o componente e o envia para a célula B4, que posteriormente também o envia para a célula B5. Após o processamento dos componentes nas células A2 e B5, os dois componentes são processados na célula C1, encerrando o fluxo do transformador.

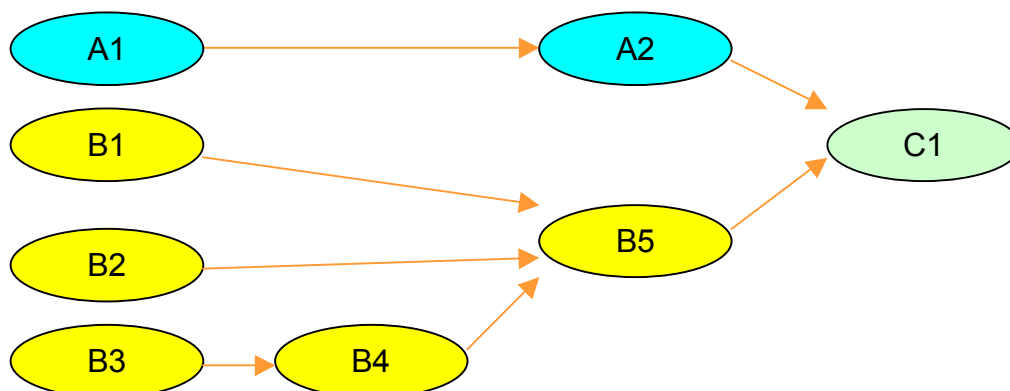


FIGURA 4.1 Fluxo do Processo Produtivo

Na Tabela 4.1 é apresentado um exemplo de ficha técnica do produto, utilizada como base de dados na execução do cálculo para nivelamento. Nesta tabela pode-se visualizar o código do produto sob nº 307.522 e a descrição do produto, que neste caso específico é o transformador “5/15/10 – padrão PR.” Para o produto são identificadas as células de manufatura por onde ele passa e os números de horas/homem necessários em cada célula, além do total geral.

Neste exemplo são necessárias 8,02 horas de produção para se concluir uma unidade do referido produto. Além das informações de consumo físico de mão-de-obra, a ficha técnica apresenta também o custo desta mão-de-obra, que neste exemplo tem um total de R\$ 58,57. Também o consumo físico e financeiro das matérias-primas utilizadas em cada uma das células de manufatura é apresentado na ficha técnica, não sendo este enfoque financeiro objeto da presente dissertação.

Com a revisão e atualização das fichas técnicas dos produtos que estavam sendo fabricados, foi possível elaborar o cadastro dos operadores polivalentes, visando facilitar a análise daqueles operadores que poderiam ser utilizados no remanejamento entre as células de manufatura.

TABELA 4.1 EXEMPLO DE FICHA TÉCNICA

FICHA TÉCNICA					
Código do produto			307.522		
Descrição			Transformador 5/15/10 – padrão Pr.		
Item			Mão-de-obra		
Células de manufatura		Físico (Horas)	Financeiro (R\$)		
		Unitário	Unitário	Total	
A1		1,39	8,00	11,12	
A2		0,87	7,91	6,88	
B1		0,78	7,22	5,63	
B2		1,85	6,25	11,56	
B3		0,26	7,33	1,91	
B4		0,50	7,45	3,72	
B5		1,76	7,72	13,58	
C1		0,61	7,00	4,27	
Total da mão-de-obra		8,02	#	58,57	
Item			Matéria Prima		
Células	Descrição da MP	um	Unitário (um)	Unitário (R\$)	Total (R\$)
A1	MP1	Pç	12,0	2,55	30,60
A2	MP26	Kg	2,3	12,33	28,35
B1	MP42	Lt	22,0	7,22	158,84
B2	MP 67	MI	13,0	4,52	58,76
C1	MP 301	M2	0,26	15,00	3,90
Total da matéria Prima					280,45
Total geral (mod + mp)					339,02

#### 4.2.2 Cadastro dos operadores polivalentes

Com a implantação do modelo na Empresa, a obtenção de um cadastro dos operadores polivalentes passou a ser a prioridade operacional do processo produtivo. Como já era uma prática remanejar operadores entre células, mas de forma pouca estruturada para os padrões exigidos pelo modelo proposto, diariamente eram registradas todas as movimentações, com o objetivo de transferir os custos de mão-de-obra de uma célula para outra.

Os registros feitos até então possibilitavam identificar os operadores que podiam ser remanejados, quantas vezes eram remanejados ao longo do mês, o cargo, e as células às quais prestavam serviços. Estes dados eram suficientes para a implantação do modelo proposto e, desta forma, foi elaborado um cadastro que

reorganizou as informações para registrar os operadores polivalentes. Neste cadastro, como apresentado na Quadro 4.1, foram relacionados os seguintes itens: nome do operador, célula de origem, cargo, células nas quais o operador estava habilitado a trabalhar.

QUADRO 4.1 EXEMPLO DO CADASTRO DA EQUIPE DE OPERADORES POLIVALENTES

SEQ	NOME	CÉLULA DE ORIGEM	CARGO	CÉLULAS								
				A	A	B	B	B	B	B	C	
1	EAF	A1	Soldador		X							
2	LRS	A2	Pintor									X
3	ARS	B1	Bobinador at				X					
4	RFS	B2	Bobinador bt									X
5	COS	B3	Operador									X
6	RSM	B4	Montador núcleo									X
7	WLR	B5	Montador pa				X					
8	JBS	C1	Montador final								X	
...		...	...									

Por exemplo, como visto nesta figura, o soldador “EAF” (iniciais do seu nome), além de trabalhar na célula, pode trabalhar na célula A2, assim como o montador “RSM” alocado à célula B4 pode ser redistribuído para a célula C1.

#### 4.2.3 O Plano-mestre de produção – PMP

O terceiro e último grupo de informações dentro dos dados básicos de apoio é o PMP. A dinâmica do planejamento-mestre de produção é estar em interação constante com a demanda, procurando atender às quantidades nos prazos solicitados pelos clientes. Por outro lado, para que os diferentes departamentos (vendas, produção e suprimento) estejam sempre “afinados” com as quantidades de produtos comercializados ou a serem comercializados, constantemente deve ser negociado o *planejamento de vendas* para os próximos períodos (meses), objetivando nivelar a capacidade de produção da unidade industrial com a quantidade de matéria-prima a ser adquirida.

A dinâmica do PMP, tanto no modelo como na prática, é similar, ou seja, o PMP apresenta a seqüência de produtos acabados que devem ser trabalhados no período. No modelo descrito no Capítulo 3 o PMP é enviado para a montagem final, contudo, na empresa em questão, o PMP é enviado para todas as células, acrescido da data prevista para ser processado o componente daquele produto na célula.

A informação da data prevista para que o componente seja processado na célula faz-se necessária devido à existência de três processos, que exigem um intervalo de tempo entre o início e o final de fabricação do componente superior a 12 horas. Um dos processos é o da secagem da pintura, que ocorre entre as células A2 e C1; o segundo é o recozimento do núcleo, que ocorre entre as células B4 e célula C1; e o terceiro é a secagem dos materiais isolantes, que ocorre entre as células B5 e C1.

Estes processos têm períodos de duração que variam entre 18 e 24 horas, logo, é necessário considerar este intervalo de tempo entre as células de manufatura, o qual, neste caso, é de um dia. Tais dados estão cadastrados no PMP, objetivando-se facilitar o cálculo da distribuição da mão-de-obra para o nivelamento da produção à demanda.

Além das particularidades já mencionadas, a fabricação de transformadores, pelo tipo de operação que executa, é classificada como um processo repetitivo em lotes; portanto, é necessário programar antecipadamente uma série de operações, à medida que as operações anteriores forem sendo realizadas. Considerando-se o processo repetitivo em lotes (produtos diferentes a cada ordem de fabricação) e os processos com duração superior a 12 horas, torna-se necessário distribuir o PMP de antemão para todas as células de manufatura.

Não obstante, embora o sistema à primeira vista possa ser interpretado como um sistema convencional empurrado, ele deixa de sê-lo pelo fato de as células de manufatura subordinarem-se às células clientes. Por exemplo, as células A2 e B5 subordinam-se ao ritmo da célula C1, a célula A1 subordina-se ao ritmo da célula A2, as células B1, B2 e B4 subordinam-se ao ritmo da célula B5 e a célula B3 subordina-se à célula B4.

Algumas ocorrências, como não-conformidade em projetos, no produto, no processo, em manutenção preventiva e corretiva, além de outras não-conformidades, principalmente aquelas que exigem curto espaço de tempo para serem solucionadas, são assimiladas sem comprometer o ritmo de produção entre as células de manufatura, pelo simples fato de as células manterem entre si uma diferença de 4 horas, ou  $\frac{1}{2}$  turno, em relação à célula subsequente, gerando um estoque intermediário. Os estoques dos componentes são produzidos obedecendo à seqüência determinada no PMP.

Quando ocorre alguma não-conformidade em que o estoque intermediário não é suficiente para manter o ritmo da célula subsequente, são utilizadas medidas como remanejamento da mão-de-obra para outras células ou a dispensa dos operadores com o uso do banco de horas.

O monitoramento do estoque intermediário é efetuado através do contato direto e permanente entre os líderes das células de manufatura, visto que existem particularidades em cada produto fabricado, exigindo maior ou menor estoque intermediário para não comprometer o ritmo da célula subsequente. Às vezes um componente é rapidamente processado pela célula subsequente, outras vezes o processamento é lento, o que permite ampliar ou reduzir os níveis de estoques. O assunto será discutido em reunião específica entre os líderes e o responsável pelo PCP.

Outra prática comum é o acompanhamento visual dos estoques pelos líderes das células e pelo responsável pelo PCP. É comum encontrar estas pessoas observando os estoques que antecedem às operações de sua célula ou os estoques gerados pela mesma célula em relação à célula subsequente.

Quando existem dúvidas sobre a quantidade de peças ou de horas, ou quanto ao volume financeiro, é possível, através do sistema informatizado que gerencia o PMP, emitir um relatório específico que demonstre a quantidade de peças e de horas e o volume financeiro dos estoques em cada uma das células de manufatura.

Este recurso possibilita analisar o estoque intermediário existente a qualquer hora. A prática atual é diariamente acompanhar a produção com o cálculo de equalização da mão-de-obra e os estoques intermediários existentes em cada uma das células de manufatura. A análise é realizada na reunião específica, no período da tarde, entre o PCP e os líderes de produção. Nesta reunião eles decidem, a partir dos dados do acompanhamento dos níveis de estoque e do cálculo da equalização, se há necessidade de remanejar operadores ou paralisar células, assunto que será discutido no item 4.4, onde será detalhada a etapa de execução para o nivelamento.

Na Tabela 4.2 apresenta-se sinteticamente o intervalo existente na programação e os horários em que são realizadas as entradas de dados sobre a produção realizada em cada uma das células de manufatura. A rotina objetiva manter o PMP atualizado em relação às ordens de fabricação programadas.

As células A1, B1, B2, B3 e B4 efetuam a entrada das quantidades produzidas até às 8:00 horas, enquanto as células A2, B5 e C1 efetuam as entradas de dados das ordens de fabricação realizadas até às 12:30 horas do mesmo dia. Não ocorrem diferenças entre as células B3 e B4, por ser o processo de montagem na célula B4 muito rápido: à medida que as peças são retiradas do tratamento térmico, elas são preparadas para a fase seguinte, existindo um intervalo de um dia em relação às demais células.

TABELA 4.2 INTERVALO DA PROGRAMAÇÃO DAS ORDENS DE FABRICAÇÃO E HORÁRIOS DA ENTRADA DE DADOS DAS INFORMAÇÕES RELATIVAS AO PMP

CÉLULA DE MANUFATURA	INTERVALO NA PROGRAMAÇÃO (em dias)	HORÁRIO DA ENTRADA DE DADOS
A1	-1	08:00
A2	-1	12:30
B1	-1	08:00
B2	-1	08:00
B3	-2	08:00
B4	-2	08:00
B5	-1	12:30
C1	0	12:30
Legenda	- 2 = dia de hoje menos 2 dias - 1 = dia de hoje menos 1 dia 0 = dia de hoje	

As células A2 e B5 efetuam a entrada de dados às 12h30min do mesmo dia, mas, para compensar, o PMP prevê um intervalo de 24 horas entre as células A2 e B5 em relação à célula C1, em função da secagem da pintura do tanque. O intervalo entre as células B5 e C1 refere-se à secagem do material isolante. Os intervalos são necessários para que o acompanhamento e o cálculo de equalização da mão-de-obra entre as células de manufatura permaneçam na mesma base, objetivando facilitar a análise dos dados.

As particularidades do processo produtivo foram mencionadas neste momento no sentido de explicar as particularidades do sistema produtivo analisado em relação ao uso genérico do PMP apenas como suporte às informações passadas à montagem final, como apresentado no Capítulo 3. Neste sentido, conforme se pode ver na Tabela 4.3, a empresa onde foi implantado o modelo de nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes utiliza as seguintes informações no seu PMP:

- código e descrição do produto;
- quantidades a produzir;
- horas de produção;
- datas diferentes de entrega prevista e realizada para cada célula de manufatura;
- prioridades.

Pode-se ver no exemplo do plano-mestre de produção do mês 07/2001 da Tabela 4.3 que o início da fabricação da OF 0701 ocorrerá no dia 03/07 nas células B3 e B4, as fases intermediárias em 04/0, pelas células A1, A2, B1, B2 e B5, e a conclusão da fabricação ocorrerá no dia 05/07, quando a célula C1 efetivará as últimas fases do processo produtivo.



TABELA 4.3 PLANO-MESTRE DE PRODUÇÃO PARA 07/2001

PLANO-MESTRE DE PRODUÇÃO 07/2001											
CÉLULAS			Ordem de Fabricação	Produto	Qtd	Horas	DATAS REALIZADAS				
B3	A1	C1					A1	A2	B1	B2	↔
B4	A2										
	B1										
	B2										
	B5										
<i>Previsão entrega</i>											
03/07	04/07	05/07	0701	X	5	30,0					
04/07	05/07	06/07	0702	Y	2	6,6					
05/07	06/07	09/07	0703	Z	5	26,0					
06/07	09/07	10/07	0705	Y	10	33,0					
↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔					
27/07	30/07	31/07	0769	Y	9	29,7					
Total do mês					195	526,0					
Total previsto						630,0	Representando			84%	

O total previsto para ser produzido dentro do mês de julho/2001 é de 526 horas, representando 84% de ocupação da capacidade instalada, que, neste caso, é de 630 horas no mês. Recorrendo-se ainda à Tabela 4.3, pode-se ver que há um espaço para registro dos dias em que serão concluídos os componentes em cada célula de manufatura.

Disponibilizados o cadastro dos produtos, roteiros de fabricação, o cadastro de operadores polivalentes e o PMP, o próximo passo consiste em elaborar o planejamento do sistema produtivo para a efetivação da rotina de nivelamento da produção a demanda com estes operadores polivalentes.

### 4.3 PLANEJAMENTO PARA O NIVELAMENTO

Como apresentado no Capítulo 3, no bloco de *Planejamento para o Nivelamento* estão as etapas de escolha das equipes de operadores, conscientização da equipe, preparação do ambiente produtivo e, finalmente, treinamento da equipe de operadores. É necessário estas etapas serem vencidas para disponibilizar o sistema produtivo de recursos humanos e físicos, de maneira a possibilitar-se a flexibilização de mix e do volume via mudanças do tempo de ciclo planejado e realocação dos

recursos necessários para a manufatura.

A descrição de como foram desenvolvidas estas quatro etapas da implantação do modelo na empresa será feita a seguir.

#### 4.3.1 Escolha da equipe de operadores

Para a escolha da equipe de operadores polivalentes que iria iniciar a aplicação do modelo na empresa foram aproveitados os dados relativos ao remanejamento - o que normalmente já ocorria sem que houvesse um modelo específico - e a experiência de cada um dos líderes na identificação das potencialidades existente entre os operadores sob sua responsabilidade para elaborar a primeira equipe de operadores polivalentes.

Nesta equipe foram considerados os operadores que normalmente já eram remanejados entre uma célula e outra, bem como aqueles que estavam trabalhando na empresa e que, no entender da equipe de líderes, tinham potencial e poderiam desenvolver atividades em outras células.

A equipe inicial tinha um número reduzido de operadores polivalentes, como era previsto, já que a prática de remanejar operadores na empresa ou ocorria devido à boa-vontade de alguns líderes ou através de muito esforço de convencimento dos demais líderes sobre a necessidade de remanejar os operadores de sua célula para outra, por conta do baixo ritmo de produção que podia ser percebido dentro de sua célula.

Em conformidade com a necessidade, todos os operadores passaram a ser considerados e relacionados no cadastro, excetuando-se os auxiliares de produção que ainda estavam sendo treinados nas funções de origem.

A lista incluída no cadastro de operadores polivalentes, já ilustrada na Quadro 4.1, iniciou-se com 18 nomes, naquela época representando 12% do total de 150

operadores; posteriormente, com as contratações que foram efetuadas para atender à demanda, o número passou para 75 operadores polivalentes, representando 32% do total.

#### 4.3.2 Conscientização da equipe

Definida a equipe inicial de operadores polivalente, foi necessário promover um trabalho de conscientização relativo às ferramentas existentes e sobre o modelo de nivelamento da produção à demanda que iria ser implantada. Como a empresa estava passando por um período de incertezas e enorme dificuldade em comercializar seus produtos, percebeu-se que a receptividade para desenvolver um trabalho que aumentasse a produtividade e reduzisse os custos era grande; no entanto, mesmo assim decorreram alguns meses para que os membros da equipe começassem a entender a mecânica do modelo, não antes de colocar em prática o remanejamento da mão-de-obra direta em algumas células de manufatura.

Paralelamente aos remanejamentos da mão-de-obra direta, quando os operadores podiam verificar *in loco* o sistema, foram utilizados literatura e filmes específicos, tais como trabalhos de dissertação sobre o assunto, livros de produção, vídeo sobre JIT, etc. para a conscientização das pessoas. A literatura a respeito do assunto foi fragmentada em capítulos, encadernada e distribuída para leitura a todos os líderes, e, posteriormente, aos integrantes da equipe. Semanalmente era recolhido o material, controlada a distribuição e novamente redistribuído, de forma que quando se concluísse a leitura, todos os líderes e demais envolvidos tivessem conhecimento do assunto.

Além da dinâmica empregando a literatura, antes de iniciar as atividades diárias todos os líderes de produção tinham a obrigação de informar ao grupo a situação de fábrica em relação a atrasos, pedidos em andamento, concorrências ganhas, remanejamentos necessários e quais os operadores que auxiliariam na célula de manufatura ou seriam temporariamente transferidos para outras células, de acordo com os cálculos obtidos a partir das deliberações na reunião diária entre os líderes e

o responsável pelo PCP da fábrica.

Uma reunião diária dos líderes com o responsável pelo PCP também auxiliava na conscientização, visto que todos os dias às 14h30min promovia-se o evento com os líderes para discutir as estratégias operacionais do dia subsequente, no sentido efetuar ajustes para manter a produção dentro do planejamento previsto. Nesta reunião são destacados os níveis de atraso em relação ao planejamento previsto e as alternativas para que, no menor prazo possível, sejam corrigidas as distorções existentes.

Normalmente eram movimentados operadores, mas de acordo com a “boa-vontade” dos líderes. Com a prática o responsável de o PCP calcular e definir o número estimado de operadores polivalentes a serem remanejados, proposta neste modelo, o responsável do PCP passou a ser encarado como um “intruso” dentro do processo de gestão de cada célula de manufatura. Isto pode ser visto como muito natural, considerando-se que a prática anterior era totalmente diferente, ou seja, o líder liberava ou aceitava de acordo com seus padrões.

Como pôde ser percebido, não eram apenas os operadores que precisavam ser conscientizados, alguns líderes também resistiam. Como era uma prática relativamente nova, eles tinham que ensiná-la aos outros operadores, além de terem que liberar ou receber um número expressivo de operadores para auxiliar nas suas células.

Detectou-se que o “medo de errar” era um inibidor e prejudicava a prática do remanejamento entre as células. O medo somente foi vencido com muita conversa e a insistência no argumento de que é natural ocorrerem falhas, principalmente tratando-se da implantação de um modelo pouco conhecida e pouco utilizada até aquele momento.

A partir de um certo ponto a polivalência passou a ser uma ferramenta imprescindível para o balanceamento das células e conseqüente otimização do uso da mão-de-obra pelos líderes. Facilmente a dinâmica proposta equalizava as

diferenças entre o número de horas nas células de manufatura, independentemente do produto produzido, proporcionando redução no nível de atrasos entre um dia e outro e, em casos mais complexos, dentro da própria semana. Num passado não tão distante, gastavam-se semanas para equalizar o atraso com o uso de banco de horas ou reprogramações nos prazos de entrega dos produtos.

Superada a fase de convencimento do uso da polivalência entre os líderes, o próximo passo foi obter apoio dos operadores mais antigos, principalmente aqueles que exerciam influência sobre os demais, os chamados líderes informais. Nestes casos, recorreu-se à abordagem teórica, a um encontro com os envolvidos para falar sobre o assunto, a conversas constantes dentro da própria célula de manufatura e à implantação ao longo de um período de 30 dias, a fim de que assimilassem o princípio básico do novo método de trabalho. O sucesso foi relativo, e em alguns casos operadores tiveram que ser dispensados por conta da intransigência.

Após todas estas medidas foi possível verificar que os líderes e operadores, ao entenderem o modelo, perceberam que o caminho era sem volta, pois seis meses já haviam se passado e não havia muito mais tempo para conversa, era uma questão de sobrevivência. Com a prática do modelo, os resultados começaram a aparecer e as barreiras foram vencidas. O número de operadores continuava o mesmo e o volume de produção aumentava gradativamente, chegando-se a obter um ganho de produtividade de 47%, por exemplo, em um produto que normalmente demandava 11,8 horas e passou a ser produzido em 6 horas apenas, o que representou uma redução de custo do produto entre 7 e 10%.

Algum tempo depois os líderes e os operadores perceberam que as atividades começavam a ser distribuídas com menos esforços e a velocidade do processo aumentava, sendo que as dispensas por falta de carteira de pedidos reduziram-se, gerando satisfação pelo simples fato de não terem que dispensar por falta de serviço. Com o fim das dispensas, posteriormente com a contratação de mais operadores e com o incremento da carteira de pedidos, motivado pela redução de custos, a assimilação e o empenho em manter o processo vivo passaram a ser do grupo e não apenas de algumas pessoas.

Pode-se afirmar que a conscientização exigiu determinação, e não poderia ser diferente em uma unidade industrial acostumada a trabalhar ao longo de 20 anos obedecendo a vários métodos, de acordo com o entendimento de cada líder ou dos operadores de cada célula de manufatura. Houve dispensas? Sim houve, mas a quantidade de pessoas contratadas após a adoção da filosofia JIT e dos remanejamentos superou, e com folga, o número de operadores dispensados.

Aproximadamente, contrataram-se 100 funcionários em um período de seis meses, enquanto os desligamentos não superaram a casa das 10 pessoas de um contingente de 150 funcionários diretos. A média após a implantação passou a girar em torno de 230 funcionários.

#### 4.3.3 Preparação do ambiente produtivo

Em paralelo à etapa de conscientização da mão-de-obra, conforme proposto no modelo ilustrada na Figura 3.1, era necessária a implantação da filosofia JIT/TQC, visto que o ambiente produtivo da empresa carregava muitas práticas do sistema de produção anterior, denominado de tradicional. Dentre os ajustes que foram efetuados com base na filosofia JIT/TQC destacam-se:

- focalização em células de manufatura;
- programação puxada;
- controle autônomo dos defeitos;
- manutenção preventiva total;
- troca rápida de ferramenta;
- equalização dos salários.

Como o foco deste trabalho consiste no desenvolvimento e implantação de um modelo para nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes, não é objeto do presente trabalho detalhar a implantação das demais

técnicas do sistema JIT realizadas na Empresa durante o período estudado, indispensáveis para o nivelamento da produção à demanda e para a utilização de operadores polivalentes. Cabe aqui apenas um pequeno comentário sobre a preparação do ambiente produtivo a partir da implantação destas técnicas e seu relacionamento com o modelo em questão.

### **Focalização em células de manufatura**

A fábrica opera com diversos produtos, que podem ser classificados em três famílias, todas com suas particularidades. As famílias dos produtos são classificadas em transformadores monofásicos, trifásicos e de média força (pedidos especiais). As famílias dos transformadores monofásicos e trifásicos se assemelham por se constituírem de produtos projetados de acordo com o padrão de cada concessionária, estado ou nação, podendo sofrer pequenas alterações ao longo do tempo. Já os transformadores de média força exigem projetos específicos para às atender diferentes necessidades dos clientes, e normalmente são produtos que serão instalados em *shopping center's*, indústrias, prédios residenciais e comerciais, estádios, etc.

As três famílias dos produtos eram produzidas juntas, no mesmo processo, utilizando-se os mesmos equipamentos. Por sua vez, o *layout* e as máquinas estavam dimensionados para atender à família que mais trabalho exigia, ou seja, a família dos transformadores de média força ou especiais.

A demanda média da família dos transformadores de média força era de 20 unidades/mês ou 8% do volume total faturado, enquanto as outras duas famílias de produtos, ou seja, os monofásicos e trifásicos, representavam 1.800 unidades ou 92% do volume total de faturamento/mês. Não existia uma focalização da produção, pois a produção das duas famílias dos produtos mais representativos estava subordinada ao layout da família do produto menos representativo.

A produção das 1.800 unidades exigia dos envolvidos um esforço extraordinário, custando para a empresa recursos de toda a natureza. Ao analisar a estrutura

necessária para atender à demanda de cada família de produtos, percebia-se que muitos recursos eram destinados à família dos produtos especiais, os de menor volume em peças e faturamento. Somente para exemplificar, o departamento de engenharia técnica custava aproximadamente R\$ 54.730,00 por mês, sendo que, deste total, R\$ 31.700,00 eram gastos para atender às 20 peças produzidas ou 8% do faturamento total.

O casamento entre o departamento de vendas e o do processo iniciou-se com a análise do perfil dos produtos que geravam mais resultados dentro da empresa. Diante disto, inicialmente optou-se por direcionar a linha para a família dos monofásicos, concentrando todos os esforços em único sentido de vendas, desenvolvimento, técnica e processo. Após alguns meses o resultado começou a aparecer, com o incremento de vendas e participação no mercado, levando a Empresa a conseguir efetuar uma venda de 30.000 peças, o que lhe deu sustentação para trabalhar mais algum tempo nesta família de produtos.

O processo de ajuste no *layout* tomava corpo e todas as lideranças começaram a pesquisar as máquinas e equipamentos específicos para aquele fim. O tempo de ciclo, que inicialmente era de 3,52 min/pc, passou a ser de 1,92 min/pc, uma redução de 45,5 %, praticamente dispensando contratação de mão-de-obra direta.

Ajustado o *layout* para atender à família de produtos monofásicos, era necessário efetuar outros ajustes para atender à demanda da família dos produtos trifásicos. Neste caso, foram efetuados pequenos ajustes nas células onde era possível executar as mesmas operações. Nas células onde as máquinas e equipamentos não se adaptavam ao processo para fabricação dos trifásicos, novas máquinas e equipamentos foram adquiridos e instalados, formando outras células paralelas à existente, com o objetivo de atender à família dos trifásicos com aproveitamento da mão-de-obra das células específicas para o monofásico. Com a alteração, a redução passou a ser equivalente ao apresentado na família dos monofásicos.

O *layout* tinha sido estruturado para atender às famílias de produtos de maior demanda, ou seja, às famílias dos monofásicos e trifásicos. Com a estruturação foi



possível atender às entregas em prazos mais reduzidos, aumentando a satisfação dos clientes.

Por outro lado, os ajustes propiciaram também a redução nos custos dos produtos, com a eliminação gradual das atividades que não agregavam valor dentro e fora das células de manufatura. Os dados relativos ao tempo (horas) de cada produto foram ajustados dentro do cadastro dos produtos.

Ajustado o *layout* e às informações relativas ao cadastro dos produtos, fazia-se necessário alterar a lógica da programação do sistema de produção, visto que entre células ainda permanecia um volume expressivo de estoques, comprometendo o prazo de entrega dos produtos e onerando os custos com a movimentação interna. Logo, era o momento de controlar a dinâmica interna entre as células.

### **Programação puxada**

Ajustado o *layout* conforme o mix que representava 92% de todo o volume produzido, ainda se enfrentavam no sistema produtivo problemas nos prazos e na movimentação interna dos itens, pois, como visto na Figura 4.1, os itens são produzidos paralelamente em células e devem chegar simultaneamente à montagem final da célula C1. Para permitir este sincronismo entre as células implantou-se o conceito de produção puxada.

Embora não seja objeto da presente dissertação descrever o sistema puxado implantado, cabe um breve esclarecimento. Foi elaborada dentro da dinâmica de cálculo da polivalência uma sistemática para promover o cálculo diário dos itens em processo, o que permitiu a visualização das necessidades das células clientes e puxar a produção das células fornecedoras. Essa ferramenta possibilitou também visualizar sem muito esforço os níveis físicos e financeiros de estoque, dados que posteriormente passaram a ser utilizados pela contabilidade na apuração financeira dos estoques intermediários.

As medidas possibilitaram a redução de 15 para 5 dias no *lead-time* total do

processo. Exemplificando, o que anteriormente se iniciava no dia 01 e era concluído no dia 15 do mesmo mês, passou a ser concluído no dia 05 do mesmo mês, ou seja, um produto que necessitava ser fabricado era iniciado no dia 01/XX nas células A1, B1, B2 e B3 e concluído dia 05/XX na célula C1. Esta medida representou uma redução de 67% nos estoques intermediários, o que refletiu positivamente no capital de giro da empresa.

As ações de ajuste no *layout* em relação aos produtos produzidos, a redução do intervalo de tempo entre as células de manufatura e o controle dos níveis de WIP entre as mesmas células – obtido com a paralisação e aceleração do processo a partir da velocidade empregada na célula de montagem final C1 - fizeram com que o processo produtivo passasse a ser puxado, sem o uso convencional do sistema *Kanban*. Paralelamente a isto passou a ocorrer uma reunião diária entre os líderes de células para sincronizar a produção.

Para manter o ritmo de produção nivelado com a demanda (tempo de ciclo) entre as células ainda faltava equalizar as necessidades de mão-de-obra direta de cada célula, ou seja, o remanejamento de operadores entre uma célula e outra. Antes, porém, foi necessário introduzir o conceito de controle autônomo dos defeitos pelos próprios operadores, devido às constantes paradas ocasionadas por produtos não-conformes.

### **Controle autônomo dos defeitos**

Ao implantar a lógica de produção puxada começou o envolvimento com variáveis anteriormente não conhecidas, relativas ao WIP e à sua sincronização entre as diversas células de manufatura. Como no sistema anterior se trabalhava com a produção sendo empurrada para a célula seguinte, independentemente de ela estar livre ou não - o que gerava estoques entre as células (WIP), não havia a visualização imediata de problemas de qualidade, pois estes WIPs os absorviam.

Agora, com a implantação do conceito de a célula cliente puxar a demanda da célula fornecedora, qualquer problema em uma das células parava todas as demais.

Este problema começou a ser percebido quando um dos componentes fabricados na célula A1, ao ser recebido pela célula C1 foi recusado, e o processo C1 foi paralisado até sua solução.

A alternativa inicial proposta para solucionar esta questão, dentro do conceito de controle autônomo dos defeitos, foi que todas as células seriam dispensadas a cada problema que ocorresse e levasse à paralisação da linha por período superior a duas horas, após serem informadas de que a célula tal havia provocado a paralisação em função de ter produzido componentes não conformes. Este período parado seria recuperado utilizando-se o banco de horas.

Tal prática, apesar de no primeiro momento parecer muito coercitiva, fez com que todos se preocupassem com o produto que produziam, de forma que a sua célula não fosse o centro das atenções e a causadora do transtorno para todos. Após vários episódios desta natureza, dispositivos de verificação foram criados pelos próprios líderes e operadores para que os componentes fossem liberados em perfeitas condições para a célula seguinte.

As dificuldades devido aos retrabalhos já faziam parte da rotina diária; a diferença era que anteriormente se visualizavam apenas as movimentações nas células geradoras do problema, e agora, dispensando um contingente de 200 funcionários, a linha tornava-se deserta, potencializando a baixa produção. Com isto se obteve grande êxito na mudança do comportamento de todos os colaboradores.

Após a iniciativa das paralisações, percebeu-se que os operadores comentavam o fato e preocupavam-se em desenvolver suas atividades conforme determinavam o projeto e os desenhos emitidos pelo departamento técnico.

Quando o problema aparecia em algum ponto da fábrica, os líderes imediatamente paralisavam suas atividades e procuravam descobrir os motivos. Convocavam os operadores envolvidos na fabricação do componente não conforme, promoviam reunião-relâmpago e na grande maioria das vezes já apresentavam soluções para que fatos similares não tornassem a acontecer.

Percebeu-se também a partir daí a preocupação constante com as máquinas e equipamentos, já que as células dispunham apenas de estoque para 4 horas de produção, e era necessário que os equipamentos estivessem em perfeito estado de funcionamento para não parar o sistema. Neste sentido, optou-se por criar controles simplificados, dentro do conceito de manutenção preventiva total (TPM), para monitorar o equipamento.

### **Manutenção preventiva total**

Em acréscimo à rotina da autonomia, os líderes em conjunto com os operadores idealizaram controles simplificados para monitorar as máquinas e equipamentos das células de manufatura. Os operadores até então apenas utilizavam as máquinas, e quando o equipamento apresentasse problema, simplesmente emitiam uma ordem de manutenção e aguardavam pelos mecânicos. Como o sistema JIT proposto exigia baixos estoques, os operadores começaram a perceber que qualquer paralisação comprometeria o desempenho da fábrica. Além disso, a baixa carteira de pedidos existente no momento, que gerava tempo disponível, fez com que os envolvidos criassem um *check-list* com o objetivo de formar entre os operadores o hábito do cuidado preventivo com o equipamento. Em linhas gerais, o *check-list* proposto contemplava a verificação da lubrificação, da vibração, da temperatura do equipamento, entre outras verificações inerentes ao equipamento.

Além do *check-list*, de responsabilidade do operador, o PCP elaborou um cronograma para a manutenção preventiva dos principais equipamentos instalados dentro de cada célula. O cronograma era utilizado conforme o planejamento inicial, mas havendo a necessidade, o cronograma era imediatamente ajustado.

Com a focalização, sendo utilizados a programação puxada, o controle autônomo e a manutenção preventiva, o passo seguinte foi adequar os equipamentos para reduzir o tempo para a troca rápida de ferramenta.

### **Troca rápida de ferramenta**

Duas foram as formas de resolver este problema. A primeira solução foi utilizar-se das prensas que estavam disponíveis para completar a linha de monofásico e trifásico. O objetivo era instalar as ferramentas e mantê-las instalada sem que houvesse a necessidade de movimentações. Isto foi possível devido ao desenvolvimento de alguns padrões que passaram a ser utilizado em algumas famílias de produtos.

A segunda solução foi a implantação de mecanismos de movimentação e fixação dos ferramentais nos equipamentos, aliada ao aproveitamento das regulagens durante o dia, ou seja, numa seqüência de programação os líderes sugeriam que os produtos fossem programados conforme a solicitação do cliente; no entanto, o sistema deveria reordenar as ordens, de tal forma que os produtos similares permanecessem próximos uns dos outros no micromapa, evitando assim que um ferramental fosse ajustado mais de uma vez durante o dia.

### **Equalização dos salários**

Para a implantação da polivalência na empresa promoveu-se antecipadamente um trabalho de tabulação dos salários por cargo. verificou-se o caso daqueles cargos que possuíam distâncias grandes de salário entre outros, fato que vinha ocorrendo ao longo dos anos. Como era previsto utilizar todo o contingente de operadores com cargos diferentes, mas com salário similares, excetuando-se aqueles que eram auxiliares de produção, procedeu-se ao realinhamento de todos os cargos de mão-de-obra direta, de tal forma que se evitassem reclamações dos operadores e ações trabalhistas, além de ficarem facilitados os remanejamentos que pudessem ocorrer.

Os postos estratégicos, como o de operação de equipamentos especiais, foram renomeados e ajustados ao cargo, enquanto os demais foram ajustados. Alguns operadores tiveram que ser dispensados para manter a uniformidade de salários, aproximadamente 5% deles; por outro lado 30% dos operadores tiveram correção salarial, variando esta de 5 a 25%, sem onerar a folha de pagamento, permitindo

que as movimentações salariais ocorressem sem grandes traumas para a empresa ou reclamações trabalhistas futuras.

#### 4.3.4 Treinamento da equipe de operadores

Uma vez adaptado o sistema JIT às características específicas do processo produtivo da empresa, descrito resumidamente no item anterior, pôde-se passar ao treinamento da equipe de operadores polivalentes dentro desta nova sistemática de planejamento.

Várias formas foram experimentadas para o treinamento da equipe de operadores, das quais a primeira foi o planejamento para o remanejamento programado das pessoas entre uma célula e outra. Esta solução se mostrou muito morosa, visto que após três meses apenas cinco pessoas haviam sido remanejadas para este fim. Na segunda tentativa, se buscou remanejar obrigatoriamente um de cada área; contudo novamente um mês se passou e o resultado continuava abaixo da expectativa.

Era necessária uma medida de impacto, somente assim se alteraria o comportamento das lideranças; por isso, em 15/08/2001, resolveu-se paralisar uma área completa, no caso a célula B1, e remanejar para a célula B5 50% do contingente que naquele dia estava processando um componente complexo naquela célula. O impacto foi tamanho que vários produtos tiveram que ser corrigidos posteriormente, mas valeu novamente a pena, visto que todos perceberam que mudanças são atitudes direcionadas, necessitando acreditar, decidir e agir.

Antes do meio-dia teve-se que rearranjar a célula B5, pois os produtos que estavam sendo produzidos foram concluídos, e um novo produto que exigia menos operadores na B5 seria processado na linha. Novamente a célula B5 reduziu seu quadro de operadores, retornando os operadores à célula de origem. No final da tarde novamente processou-se o remanejamento entre as duas células, o que foi um marco no sistema de polivalência.

A facilidade em controlar as movimentações permitia identificar visualmente as atividades que estavam comprometendo o ritmo de produção, e rapidamente era possível identificar e requisitar operadores em outras células para desenvolver as atividades. Quando o operador polivalente não tinha a experiência adequada, um operador da B5 auxiliava outros três operadores em treinamento. A experiência na B5 permitiu que fosse expandida a prática utilizada para outras células.

A meta diária era que mais pessoas fossem treinadas em outras células. Houve casos em que foi necessário um remanejamento duplo, ou seja, remanejar operadores da célula B1 para a célula B4 e operadores da célula B4 para treinamento na célula A1. Isto ocorreu em função de os operadores da célula B1 serem do sexo feminino, e nas demais células, a grande maioria ser do sexo masculino. Como na célula A1 há um esforço físico maior, além de ser ela uma célula insalubre, houve a necessidade de promover tais ajustes para obedecer às solicitações da área médica do trabalho, ou seja, não utilizar operadores do sexo feminino em células insalubres.

Alguns dos operadores que retornaram à Empresa após terem sido dispensados comentaram que “A nova forma de trabalhar facilitava identificar onde estão os gargalos de cada célula, além de auxiliar a entender as dificuldades das demais células em relação ao componente fabricado na célula anterior”. Este fato foi percebido pelos operadores da célula B1 quando estavam executando atividades na célula B5 e pelos operadores da célula A1 quando executavam atividades na célula C1, ou seja, poderiam ter que utilizar, na fase seguinte, o componente fabricado por eles mesmos, não podendo reclamar, a não ser para si mesmos, caso fosse encontrado algum problema no item trabalhado.

Sintetizando, o treinamento foi efetuado transferindo-se operadores de uma área para outra, mesmo sem necessidade, fazendo com que os líderes e operadores saíssem da inércia e percebessem que o processo seria mantido. Todo este processo diariamente era controlado e anotado na Quadro 4.2.

Conforme apresentado na Quadro 4.2, o operador E.A.F., originário da célula B1,

desenvolveu suas atividades dos dias 15 e 16/03 na célula B5, enquanto nos dias 19 e 20/03 foi remanejado para a célula B2. Já o operador L.R.S foi remanejado da célula B1 para a célula C1 nos dias 13 e 14/03.

QUADRO 4.2 Controle dos treinamentos dos operadores polivalentes.

NOME	CÉLULA DE ORIGEM	CARGO	DIAS DO MÊS DE MARÇO/01												
			...	13	14	15	16	19	20	21	22	23	...		
E.A.F	B1	Bobinador				B5	B5	B2	B2						
L.R.S	B1	Oficial	C1	C1											
L.F.S.S	B1	Bobinador	C1	C1											
P.J.S	B1	Bobinador	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2			
R.O.A	B1	Bobinador	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5			B5		

Este documento passou a ser o demonstrativo dos profissionais que foram remanejados e treinados em outras células. É facilmente percebido na Quadro 4.2 que os operadores permanecem um período de tempo longo em cada célula, o que permite facilitar o aprendizado. Nas situações anteriores os operadores permaneciam apenas um dia na outra célula, comprometendo o desempenho ao invés de ajudar, sem agregar praticamente nada no seu desenvolvimento.

## 4.4 EXECUÇÃO DO NIVELAMENTO

Apresentados os dados básicos de apoio e as atividades de planejamento para o nivelamento, cabe agora descrever o bloco *Execução do nivelamento*, como apresentado na Figura 3.1. Esta ilustra o modelo proposto, e nela estão as etapas que irão permitir a dinâmica de nivelamento da produção à demanda no dia-a-dia da empresa, quais sejam: equalização inicial, acompanhamento da produção, identificação de problemas, equalização de ajustes e controle dos operadores.

### 4.4.1 Equalização inicial

Como foi mencionado no item 3.4.1 do Capítulo 3, a dinâmica de nivelamento da



produção à demanda proposta tem sua origem no cálculo inicial de equalização realizado quando o PCP monta seu PMP para determinado período do planejamento, geralmente o mês, mas por ser genérica, pode ser aplicada a qualquer período, e tem caráter cíclico de cálculo a partir do acompanhamento da produção.

Na empresa estudada a polivalência permite que a equalização da mão-de-obra direta seja efetuada diariamente após a inserção dos dados das ordens de fabricação iniciadas e concluídas dentro do período.

Os dados já inseridos dentro do sistema possibilitam que os cálculos sejam efetuados e que o número de funcionários calculado seja comparado com o dos efetivamente existentes em cada célula de manufatura. Tais dados são diariamente analisados pelos líderes e pelo responsável pelo PCP, no sentido de verificar se há ou não necessidade de remanejamento da mão-de-obra para o nivelamento da produção à demanda.

Para que o cálculo da equalização seja possível é necessário relacionar o PMP com o cadastro dos produtos e com o cadastro dos operadores polivalentes, como foi apresentado no Capítulo 3. Isto é feito com o uso da *Planilha de cálculo de equalização*, que foi ilustrada na Tabela 3.2 do Capítulo anterior. Como na aplicação do modelo se gerou uma planilha muito extensa, para facilitar sua explicação neste Capítulo, ela será desdobrada em quatro tabelas (Tabela 4.4 - Disponibilidade da mão-de-obra direta, Tabela 4.5 - Cadastro dos produtos programados, Tabela 4.6 - Cálculo de horas das ordens de fabricação e Tabela 4.7 - Equalização da mão-de-obra direta).

A Tabela 4.4 apresenta dentro da *Planilha de cálculo de equalização* a disponibilidade de mão-de-obra efetiva de operadores em cada célula de manufatura, bem como, as horas previstas que podem ser realizadas a partir do número de operadores em cada uma das respectivas células no início do mês de dezembro de 2001.

TABELA 4.4 DISPONIBILIDADE DA MÃO-DE-OBRA DIRETA

1. DISPONIBILIDADE INICIAL DE MÃO DE OBRA 03/12			
Células	Nº de operadores	Hora/operador	Hora/célula
A1	30		222,0
A2	17		125,8
B1	27		199,8
B2	9		66,6
B3	7	7,4	51,8
B4	7		51,8
B5	25		185,0
C1	13		96,2
TOTAL	135		999,0

Como pode ser visto na Tabela 4.4, no início do dia 03/12 a célula A1 tem em seu efetivo um número de 30 operadores que, trabalhando 7,4 horas por dia, podem realizar 222 horas neste dia. Com um efetivo atual de 17 operadores, a célula A2 tem capacidade de realizar 125,8 horas por dia. Os cálculos de capacidade de cada uma das demais células seguem o mesmo critério. A Tabela 4.4 também demonstra que os 135 operadores representam diariamente uma capacidade de 999 horas de trabalho.

A Tabela 4.5 apresenta o cadastro dos produtos que estão programados no PMP e as respectivas horas-padrão necessárias para processar cada componente do produto em cada célula de manufatura. Estas informações são retiradas da ficha técnica do produto, já apresentada na Tabela 4.1, e disponibilizadas em forma de matriz para facilitar o cálculo da equalização.

TABELA 4.5 CADASTRO DOS PRODUTOS PROGRAMADOS

2. CADASTRO DOS PRODUTOS PROGRAMADOS									
Produto	Nº de horas dos componentes por célula de manufatura								
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C1	Total
Trafo 5/15/1	0,7	0,9	1,5	0,6	0,4	0,4	1,4	1,6	<b>7,5</b>
Trafo 5/34/1	0,7	0,9	2,3	0,6	0,4	0,4	1,4	1,6	<b>8,3</b>
Trafo 10/15/1	0,9	1,0	1,6	0,7	0,5	0,6	1,5	1,4	<b>8,2</b>
Trafo 45/15/3	4,9	2,7	4,4	1,8	1,1	1,1	3,9	2,2	<b>22,1</b>
Trafo 75/15/3	5,5	3,0	5,0	2,0	1,3	1,3	4,5	2,6	<b>25,2</b>
Trafo 75/25/3	5,5	3,0	6,6	2,0	1,3	1,3	4,5	2,6	<b>26,8</b>
Trafo 75/34/3	5,5	3,0	7,9	2,0	1,5	1,5	5,3	2,6	<b>29,3</b>
Trafo 150/15/3	8,3	5,5	7,5	3,0	1,9	2,9	5,5	2,9	<b>37,5</b>

Como pode ser visto na tabela 4.5, cada produto Trafo 5/15/1 consome um total de 7,5 horas de produção, sendo 0,7 hora na célula A1, 0,9 hora na célula A2, 1,5 hora na célula B1, 0,6 hora na célula B2, 0,4 hora nas células B3 e B4, 1,4 hora na célula B5 e 1,6 hora na célula C1.

De posse das horas-padrão exigidas por cada produto em cada célula e da quantidade programada destes produtos no PMP para o dia 03/12, pode-se efetivar o cálculo de horas necessárias para execução das ordens de fabricação. A Tabela 4.6 promove estes cálculos. Nesta tabela estão os códigos das ordens de fabricação programadas para 03/12, suas especificações, as quantidades programadas ou lote, as horas-padrão necessárias para a produção de uma unidade, as horas totais necessárias para a produção do lote da ordem programada, e ainda, as horas necessárias em cada célula. Ao final da tabela apresentam-se os totais de horas em cada célula e o total geral do programa.

TABELA 4.6 CÁLCULO DE HORAS DAS ORDENS DE FABRICAÇÃO

3. CÁLCULO DE HORAS DAS ORDENS DE FABRICAÇÃO 03/12													
Ordem de Fabricação	Descrição do Produto	Quant.	Horas	Horas/OF	Horas OF por célula								
					A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C1	
OF 0710	Trafo 5/15/1	30	7,5	225,0	21,0	27,0	45,0	18,0	12,0	12,0	42,0	48,0	
OF 0711	Trafo 5/34/1	5	8,3	41,5	3,5	4,5	11,5	3,0	2,0	2,0	7,0	8,0	
OF 0712	Trafo 10/15/1	21	8,2	172,2	18,9	21,0	33,6	14,7	10,5	12,6	31,5	29,4	
OF 0713	Trafo 45/15/3	13	22,1	287,3	63,7	35,1	57,2	23,4	14,3	14,3	50,7	28,6	
OF 0714	Trafo 75/15/3	5	25,2	126,0	27,5	15,0	25,0	10,0	6,5	6,5	22,5	13,0	
OF 0715	Trafo 75/25/3	3	26,8	80,4	16,5	9,0	19,8	6,0	3,9	3,9	13,5	7,8	
OF 0716	Trafo 75/34/3	1	29,3	29,3	5,5	3,0	7,9	2,0	1,5	1,5	5,3	2,6	
OF 0717	Trafo 150/15/3	1	37,5	37,5	8,3	5,5	7,5	3,0	1,9	2,9	5,5	2,9	
TOTAL					999,2	164,9	120,1	207,5	80,1	52,6	55,7	178,0	140,3

Exemplificando os dados descritos na Tabela 4.6, pode-se ver que a ordem de fabricação sob nº 0710 se refere à fabricação de 30 peças do produto trafo 5/15/1. O trafo 5/15/1 é processado no seu conjunto em 7,5 horas, conforme a Tabela 4.5, o que totaliza 225 horas para as 30 peças da ordem de fabricação programada. Destas 225 horas, serão necessárias 21,0 horas na célula A1 para fabricar os componentes utilizados na montagem dos produtos descritos na OF 0710. Na célula A2 serão necessárias 27 horas, na célula B1 45,0 horas, na célula B2 18,0 horas, na célula B3 12,0 horas, na célula B4 12,0 horas, na célula B5 42,0 horas e na célula C1 48 horas.

No seu conjunto, as ordens de fabricação 0710, 0711, 0712, 0713, 0714, 0715, 0716, 0717, programadas para o, totalizam 999,2 horas, das quais 164,9 horas na célula A1, 120,1 horas na célula A2, 207,5 horas na célula B1, 80,1 horas na célula B2, 52,6 horas na célula B3, 55,7 horas na célula B4, 178,0 horas na célula B5 e 140,3 horas na célula C1.

Realizado o cálculo das horas necessárias para o atendimento das ordens de fabricação programadas, apresentado na Tabela 4.6, e tendo-se a disponibilidade inicial de mão-de-obra em cada célula, conforme a Tabela 4.4, é possível se proceder à equalização inicial a partir da Tabela 4.7. Nesta tabela comparam-se as horas disponíveis com as horas necessárias em cada uma das células, bem como o número de operadores disponíveis com o número de operadores necessários em cada uma das células para atender ao volume de ordens de fabricação programados para o dia em questão.

TABELA 4.7 EQUALIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA DIRETA

4. EQUALIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA DIRETA 03/12									
	Total	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C1
Horas disponíveis	999,0	222,0	125,8	199,8	66,6	51,8	51,8	185,0	96,2
Horas necessárias	999,2	164,9	120,1	207,5	80,1	52,6	55,7	178,0	140,3
Diferença	-0,2	57,1	5,7	-7,7	-13,5	-0,8	-3,9	7,0	-44,1
Nº de operadores disponíveis	135,0	30	17	27	9	7	7	25	13
Nº de operadores EQUALIZADOS	135,0	22	16	28	11	7	8	24	19
Diferença	0,0	7,7	0,8	-1,0	-1,8	-0,1	-0,5	0,9	-6,0

Por exemplo, na tabela é possível identificar que as horas disponíveis na célula A1 são maiores que as horas necessárias, ou seja, estão disponíveis 222 horas e são necessárias 164,9 horas, constatando-se uma diferença de 57,1 horas ou sobra de 7,7 operadores na referida célula. Por outro lado, a célula C1 tem 96,2 horas disponíveis e serão necessárias 140,3 horas para atender ao PMP, portanto, o que equivale a uma diferença de menos 44,1 horas ou a necessidade de mais 6 operadores além dos 13 existentes na célula de manufatura.

Neste exemplo prático comentam-se os dois extremos, a célula A1 e a C1. Caso nada for feito, a célula A1, para atender ao PMP, estará com uma ociosidade de 7,7

operadores, enquanto a célula C1 estará necessitando de 6 operadores. Esta situação é comum a cada dia, visto que todos os dias são programados diferentes produtos, cada qual com sua particularidade, exigindo diferentes esforços e representando diferentes números de horas em cada uma das células.

De posse das informações e da interpretação dos dados, o próximo passo consiste em identificar quais os operadores polivalentes que podem ser remanejados entre uma célula e outra. Neste caso específico será necessário transferir 8 operadores da célula A1 para outras células. Dos 8 operadores, 1 será transferido para a célula B-4 e os outros 7 serão transferidos da célula A1 para a célula C1. Por outro lado, como a célula C1 receberá 7 operadores e a sua necessidade é 6, a célula C1 deverá transferir 1 operador polivalente do sexo feminino para atender à necessidade da célula B1, onde somente operadores do sexo feminino se adaptam melhor. As células A2 e B5 deverão liberar 2 operadores, devendo, de cada célula, ser liberado 1 operador polivalente e transferido para a célula B2, já que serão necessários 2 (1,8) operadores polivalentes nesta célula para atender ao PMP.

Quando as diferenças são pequenas, como é o caso da célula B3, o remanejamento pode ser desprezado ou não, visto que a sobra ou falta poderá ser absorvida pela própria dinâmica da produção, como, por exemplo, com o uso do banco de horas, ou através de aumento ou redução no horário disponível da célula, os quais podem ser administradas pelo líder da célula.

Para que os dados expressem a realidade dos fatos, é necessário que as rotinas diárias dos líderes de produção e do responsável pelo PCP sejam sincronizadas, principalmente em relação à entrada dos dados das ordens de fabricação. Os intervalos de horas para a baixa permitirão que a decisão seja a mais acertada possível, já que são consideradas as particularidades do processo produtivo. Neste momento entra-se dentro do bloco de *Execução do nivelamento* na etapa de acompanhamento da produção.

#### 4.4.2 Acompanhamento da produção

Por tratar-se de um sistema informatizado, é necessário organizar e manter a mesma base de dados entre as diversas células de manufatura. Para tanto, foi necessário organizar diariamente na empresa os horários em que ocorreria cada evento para uniformizar a rotina diária dos líderes de cada célula. A rotina obedece à seqüência abaixo:

- registro dos dados relativos à entrada e baixa das ordens de fabricação em cada célula de manufatura;
- cálculo relativo ao acompanhamento da produção (previsto x realizado) e ao número de remanejamentos entre as células de manufatura;
- tabulação dos dados, elaboração do documento “acompanhamento da produção” e emissão do relatório do cálculo do remanejamento;
- reunião entre o responsável pelo PCP e os líderes de produção para definir as estratégias operacionais do dia seguinte.

As entradas dos dados são subdivididas em 2 fases: 08 horas, as células de manufatura A1, B1, B2, B3 e B4 efetuam as baixas do dia anterior, enquanto que as células A2, B5 e C1 efetuam as baixas às 12:30 horas, objetivando manter as mesmas bases, considerando-se 4 horas de estoque em processo entre uma célula e outra, além do material em processo dentro da célula subsequente.

O cálculo e a tabulação dos dados são elaborados entre as 12h30min e 14,00 horas. Posteriormente, às 14h30min, é realizada a reunião entre o responsável do PCP e os líderes de produção para discutir as informações geradas.

As deliberações relativas ao nome do operador e à célula onde este desenvolverá suas atividades são informadas aos operadores no final de cada dia. No início das atividades do dia subsequente o líder reúne todo o efetivo e, após realizar orações de agradecimento, executar a ginástica laboral com todos os

membros de sua equipe de trabalho, informa a todos os membros da célula de manufatura o resultado do trabalho do dia anterior, tais como: número de horas ou peças realizadas, concorrências em andamento, concorrências ganhas ou perdidas, carteira existente e, por fim, quais os operadores que estarão sendo remanejados para outras células e/ou que estarão desenvolvendo suas atividades naquele dia na célula de manufatura.

Esta reunião entre os líderes e o responsável pelo PCP é a forma de proceder ao acompanhamento da produção, possibilitando a identificação das células que estejam muito aquém do plano previsto inicialmente. Com as duas informações, o cálculo do número de operadores necessários em cada célula e o nível de atraso em relação ao plano, é possível identificar quais células estão deficitárias e quais não, em relação ao número de operadores disponíveis.

O acompanhamento é de fundamental importância para ajustamento aos desbalanceamentos que existem ao longo do dia, por motivos diversos, tais como quebra de máquinas, componentes não conformes, falta de energia, entre outros. As reuniões diárias servem também para informar sobre o andamento das ações que cada um dos líderes executa em sua respectiva célula de manufatura, além de divulgar alguma idéia ao grupo, fazendo com que a equipe evolua no processo e no conhecimento.

Para o acompanhamento da produção são utilizadas as Tabelas 4.8 (produção prevista) e 4.11 (produção realizada). Na Tabela 4.8 são registradas, para cada célula, por dia útil do mês, as horas previstas de produção com base nas ordens de fabricação programadas no PMP e no número de horas de fabricação de cada produto cadastrado. São calculados os totais de horas, tanto por dia como por célula.

Por exemplo, no dia três de dezembro está programado para a célula A1 um volume de 165 horas, para a célula A2 120 horas, para a célula B1 208 horas, para a célula B2 80 horas, para a célula B3 53 horas, para a célula B4 56 horas, para a célula B5 178 horas e para a célula C1 140 horas. Nesse dia espera-se atingir um

total de 999 horas de produção. No mês de dezembro espera-se atingir 1019 horas de produção na célula A1, e 4993 horas no total das células no mês.

TABELA 4.8 ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO – HORAS PREVISTAS

<b>ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO – MÊS DE DEZEMBRO/2001</b>										
d/m	<b>Previsto (Horas)</b>									
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C1	Total	Acum.
03/Dez	165	120	208	80	53	56	178	140	999	999
04/Dez	250	126	182	67	52	52	176	93	998	1997
05/Dez	195	101	243	85	65	69	190	52	1000	2997
06/Dez	189	180	220	68	45	52	198	47	999	3996
07/Dez	220	131	198	98	67	65	120	98	997	4993
↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯
31/Dez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>4993</b>
<b>Total</b>	<b>1019</b>	<b>658</b>	<b>1051</b>	<b>398</b>	<b>282</b>	<b>294</b>	<b>862</b>	<b>430</b>		

O acompanhamento da produção consiste em verificar se a quantidade de horas totais programadas a cada dia é realizada. Quando há equivalência entre o número previsto e o realizado, a equalização com o uso do remanejamento dos operadores polivalente está sendo efetuado com eficiência. O registro das horas realizadas é feito com o auxílio da Tabela 4.9.

TABELA 4.9 ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO – HORAS REALIZADAS

<b>ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO – MÊS DE DEZEMBRO/2001</b>												
d/m	<b>Realizado (Horas)</b>										Comparativo	
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C1	Total	Acum.	#	%
03/Dez	165	120	208	80	53	56	178	140	999	999	0	100%
04/Dez	307	132	174	54	51	48	183	49	998	1.997	0	100%
05/Dez	194	100	241	84	63	66	160	80	988	2.985	-12	99%
06/Dez	167	166	213	75	40	47	193	90	991	3.976	-20	99%
07/Dez	190	125	207	102	74	73	130	64	965	4.941	-52	98%
↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯
31/Dez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	↯	↯	↯
<b>TOTAL</b>	<b>1017</b>	<b>649</b>	<b>1043</b>	<b>395</b>	<b>281</b>	<b>290</b>	<b>844</b>	<b>423</b>		<b>4941</b>	-52	99%
#	-2	-9	-9	-3	-1	-4	-18	-7		-53		
% atend.	99%	98%	99%	99%	99%	99%	98%	98%		99%		

Nesta tabela registra-se dia a dia, conforme vai se executando a produção, o total de horas realizado em cada célula. Por exemplo, no dia três de dezembro pode-se ver que a produção total programada foi plenamente realizada, enquanto até o dia sete a diferença estava na casa das 52 horas (4993 horas acumuladas previstas menos 4941 horas realizadas).



Cada dia registrado na Tabela 4.9 deve ser analisado em conjunto com a Tabela 4.7 de equalização. Tomando-se como base os dados do dia três de dezembro, quando foi realizada a equalização inicial, pode-se constatar que a célula C1 realizou às 140 horas previstas, ao passo que o número efetivo de operadores não permitiria, em situação normal, como visto na Tabela 4.4, que se executassem além das 96 horas. A produção de 140 horas pela célula C1 somente foi possível em função de que 6 dos operadores efetivados na célula A1 foram remanejados para a célula C1, permitindo que o ritmo de produção fosse mantido nivelado com a demanda.

Outro dado importante que é informado na Tabela 4.9 é o percentual de atendimento das horas previstas em cada uma das células de manufatura, possibilitando visualizar os percentuais das horas previstas e realizadas por célula. No exemplo foram previstas até o dia sete de dezembro, para a célula A1, 1019 horas, e foram realizadas 1017 horas, ou 99% de atendimento do plano.

No sistema tradicional era comum o uso de horas extras nas células onde se concentrava maior volume de horas programadas devido ao tipo de produto produzido. A variável balanceamento não era considerada, e nem se tinha como fazê-lo, já que no sistema tradicional não se permitia o uso de operadores polivalentes. Isto fazia com que os custos aumentassem, devido ao uso intermitente de horas extras ou do banco de horas em células de manufatura específicas, além de se verificarem ocorrências de atraso nas entregas dos produtos, e baixo rendimento do processo produtivo como um todo.

Além disto, muitas vezes ocorria o descontentamento dos operadores, que normalmente não fazia horas extras, ou banco de horas; ou ainda, no outro extremo, o descontentamento de outros operadores pelo fato de sempre permanecerem efetuando horas extras, ou banco de horas, sobrecarregados e pressionados para manterem o ritmo de produção.

O uso de operadores polivalentes permitiu que o ritmo de produção se mantivesse dentro do previsto, com pequenas variações entre o previsto e realizado,

como pode ser constatado no acompanhamento da produção entre os dias 03 e 07 de dezembro, variando entre 100% e 98%. Nesta amostra coletada não foi constatada nenhuma ocorrência de problemas que pudessem prejudicar o ritmo do processo, porém alguns fatos ocorreram, exigindo a etapa de identificação de problemas.

#### 4.4.3 Identificação de problemas

Na descrição da aplicação prática na Empresa das etapas anteriores, ou seja, a equalização inicial e o acompanhamento da produção, ficou claro que o modelo para nivelamento da produção à demanda com uso de operadores polivalentes era uma ferramenta eficiente; no entanto no início da aplicação desta dinâmica ocorreu a falta de máquinas, equipamentos, dispositivos e ferramentas nas células para onde eram remanejados os operadores polivalentes.

Acontece que as células estavam dimensionadas para um determinado contingente de operadores, e com o deslocamento de operadores polivalentes de acordo com a necessidade de produção, a população em cada célula variava diariamente, provocando a falta de máquinas, equipamentos e dispositivos de produção, os quais foram gradativamente sendo ajustados de acordo com a disponibilidade financeira da empresa. Neste sentido, foi realizada a instalação de oito máquinas de solda na célula A1, a aquisição e instalação de duas pistolas para pintura na célula A2, a instalação de três máquinas de bobinar na célula B2, a aquisição e instalação de parafusadeiras pneumáticas e de 10 ferros para solda na célula B5, a aquisição de ferramentas pneumáticas e de uso manual para a célula C1, entre outras máquinas, equipamentos e ferramentas de uso do processo produtivo.

Com o cálculo da equalização, o acompanhamento da produção e a identificação dos problemas pôde-se constatar que ajustes nos tempos de fabricação em cada célula de manufatura eram uma necessidade constante, além de se ter que instalar máquinas e pequenos dispositivos nas células de manufatura com o objetivo de

manter o ritmo e obter o máximo de aproveitamento do uso dos operadores.

Com a mudança constante do perfil de vendas do PMP da Empresa, quase sempre era necessário implementar alguma modificação de capacidade nas células. Isto é feito através da etapa chamada de equalização de ajuste.

#### 4.4.4 Equalização de ajustes

A equalização de ajuste obedece à mesma sistemática mencionada na equalização inicial. Na prática o sistema considera as ordens de fabricação pendentes até a data em que estará sendo processado o cálculo, além de considerar as ordens programadas para a mesma data. As informações para o recálculo são obtidas através planilhas de cálculo apresentadas no item 4.4.1 deste Capítulo.

A equalização de ajuste permite que as horas previstas e não realizadas sejam ajustadas no dia subsequente, com o recálculo das necessidades de mão-de-obra e o uso dos operadores polivalentes. O ajuste é efetuado diariamente a partir da análise do cálculo da equalização e do acompanhamento da produção, considerando-se sempre a dinâmica da rotina diária dos líderes das células e do responsável pelo PCP a partir dos horários da entrada de dados das informações de produção.

Com o processo de equalização devidamente roteirizado, se faz necessário registrar as movimentações dos operadores polivalentes entre as células de manufatura.

#### 4.4.5 Controle dos operadores

O controle dos operadores tem a mesma periodicidade do cálculo das equalizações e do acompanhamento da produção. Com a utilização do uso de

operadores polivalentes o controle deve se manter sempre atualizado. A elaboração é diária, permitindo uma análise freqüente dos remanejamentos anteriores e facilitando perceber quais os profissionais que podem ser remanejados para determinadas células de manufatura.

Para o uso de operadores polivalentes em algumas células é necessário algum cuidado, como no caso da célula A2, onde houve a necessidade de submeter alguns operadores a exames médicos antes de serem remanejados, por ser uma célula insalubre. Tais operadores foram cadastrados e registrados no controle de operadores polivalentes, de tal forma que somente eles poderiam ser remanejados para aquela célula de manufatura. Houve situações que exigiam remanejar operadores de outras células para executar as atividades destes operadores, de forma a possibilitar o remanejamento destes para a célula A2.

Nas células A1 e A2 foi vetado o uso de operadores polivalentes do sexo feminino pela área médica. A medida é preventiva, já que alguma operadora polivalente poderia, por exemplo, desconhecer a gravidez ou até omitir a informação de sua gravidez por quaisquer motivos, e a área médica decidiu não utilizar a força de trabalho das operadoras polivalentes em células insalubres ou células próximas, a fim prevenir contra algum risco à saúde da operadora polivalente gestante.

Todas estas informações passaram a ser registradas no controle de operadores polivalentes, exemplificado na Tabela 4.10, objetivando evitar remanejamentos de operadores inaptos por quaisquer motivos, para exercerem atividades em células com algum fator restritivo.

O controle dos operadores polivalentes, como a equalização e o acompanhamento da produção, é emitido diariamente quando é realizada a reunião entre os líderes de produção e o responsável pelo PCP, normalmente às 14h30min. Além de manter o registro dos remanejamentos, o controle é analisado e as suas informações são utilizadas para transferir os custos de mão-de-obra e demais despesas auxiliares para a célula que fez o uso da mão-de-obra polivalente.

TABELA 4.10 CONTROLE DOS OPERADORES POLIVALENTES.

CONTROLE DOS OPERADORES POLIVALENTES				DEZEMBRO/2001										
Célula	Legenda	Nome	Cargo	3	4	5	6	7	↔	26	27	28	31	Total
A1		ALS	Soldador	C1	B1				↔					02
A1		DB	Soldador	C1				C1	↔	B5				03
A1		FAA	Soldador	C1				C1	↔					02
A1		GFS	Soldador	C1					↔					01
A1	T	JLM	Operador máq.	C1	A2	A2	A2		↔	A2	A2			06
A1	T	LGS	Operador máq.	C1		A2			↔			A2		03
A1		MSS	Operador máq.	C1					↔					01
A1		SBR	Soldador	C1					↔					01
A2		AAD	Pintor	B2					↔					01
↔		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
B2	T	CMM	Bobinador		A2			B5	↔			C1		03
B5	T	DSS	Montador de PA	B2					↔	A2				02
C1	#	LG	Montador final	B1		B1			↔			B1		03
Total de remanejamentos no dia				11	03	03	01	03	↔	03	01	03		28

Legenda:

#	Exceto trabalhar nas células A1 e A2.
T	Aprovado em todas, inclusive na célula A2.

Além do controle dos operadores polivalentes, é elaborado um resumo do qual consta a quantidade de operadores movimentados a cada dia. Por exemplo: no mês de outubro/2001 houve 311 remanejamentos de operadores, numa média de 14 operadores por dia, representando 8% do total da mão-de-obra direta disponível.

Ao analisar a Tabela 4.9 percebe-se que o controle é simples e de fácil preenchimento, permitindo que os registros dos eventos diários sejam elaborados na reunião das 14h30min. Por exemplo, no dia três de dezembro foram remanejados para a célula C1 os operadores ALS, DB, FAA, GFS, JLM, LGS, MSS e SBR, pertencentes ao efetivo da célula A1. O operador polivalente AAD, efetivo da célula A2, foi remanejado para a célula B2, enquanto o operador DSS, efetivo da célula B5, foi remanejado para a célula B2, e a operadora polivalente LG, efetiva da célula C1, foi remanejada para a célula B1.

Este controle demonstra quantas vezes e para quais células um operador foi remanejado ao longo do mês, além de demonstrar também o total de remanejamentos que ocorreram diariamente. Por exemplo, no dia três de dezembro foram remanejados 11 operadores. O operador JLM, efetivo da célula A1, foi

remanejado no mês de dezembro seis vezes, sendo uma vez para a célula C1 e cinco vezes para a célula A2.

No controle dos operadores polivalentes também é demonstrado através de da sinalização “#” quais operadores não podem ser remanejados para as células A1 e A2, e com a informação “T” quais são os operadores aprovados para trabalharem em todas as células, inclusive na célula A2. Os operadores que não tiverem nenhuma observação na coluna legenda podem ser remanejados para qualquer célula, excetuando-se a célula A2.

Com o cálculo da equalização da mão-de-obra, o acompanhamento da produção, a identificação dos problemas e, finalmente, com o controle dos operadores polivalentes, fecha-se a descrição da aplicação do bloco de *Execução do nivelamento* proposto pelo modelo, e pode-se passar para as considerações finais desta implantação.

#### **4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE APLICAÇÃO DO MODELO.**

Neste Capítulo procurou-se demonstrar como foi a aplicação do modelo descrita no Capítulo 3. A implantação foi efetuada em uma empresa paranaense, que atua no segmento elétrico produzindo produtos em lotes, ou seja, produzindo vários tipos de produtos de diferentes modelos. Esta variação de produtos provocava desbalanceamento do processo produtivo e baixo rendimento, sem se considerar que era necessário constantemente utilizar o banco de horas para minimizar os efeitos da variabilidade de produtos.

Era necessário aplicar uma novo modelo de trabalho para otimizar o uso da mão-de-obra direta, e, se possível, reduzir os custos dos produtos fabricados. Após pesquisar as ferramentas disponíveis nos modernos sistemas de produção, como descrito no Capítulo 2, percebeu-se que a polivalência aplicada dentro do contexto da filosofia JIT era o que mais se adequava à necessidade da Empresa.

A partir desta constatação buscou-se desenvolver um modelo para permitir o nivelamento da produção à demanda com base na polivalência da mão-de-obra, o que foi apresentado no Capítulo 3. É justamente a aplicação prática deste modelo o objeto relatado nesse Capítulo 4.

A fim de obter o resultado desejado, a implantação seguiu a lógica do modelo, que é dividida em três blocos: O primeiro bloco se refere aos *Dados básicos de apoio*, O segundo se refere ao *Planejamento para o nivelamento* e o terceiro bloco se refere à *Execução do nivelamento*.

No primeiro bloco, relativo aos dados básicos de apoio à dinâmica do modelo, a apresentação dos dados foi subdividida em *Cadastro de produtos e roteiros de fabricação*, *Cadastro dos operadores polivalentes* e *Plano-mestre de produção*. Para se adequar o cadastro de produtos, também denominado na Empresa como ficha técnica, às exigências do modelo, ele foi revisado em relação ao número de horas, utilizando-se “reuniões-relâmpago” com os líderes das células.

A revisão do número de horas é de fundamental importância para o cálculo da equalização da mão-de-obra, e a informação, aliada ao apoio das lideranças, foi de fundamental para que, em caso de falha na informação, o líder imediatamente corrigisse os dados, visto que, caso isto não ocorresse, os dados de produtividade e desempenho físico e financeiro da célula de manufatura sob sua responsabilidade ficariam comprometidos.

Em relação ao cadastro dos operadores polivalentes foi resgatado o controle dos remanejamentos que eram praticados sem qualquer critério técnico, com base em documentos oficiais, neste caso a ficha técnica do produto, base de cálculo para muitas informações comerciais e contábeis.

No PMP nada foi alterado em relação ao existente, ou seja, a programação diária de todas as células com informações já informava as datas em que deveriam ser produzidos os componentes de cada ordem de fabricação. Além disso, como mencionado na Tabela 4.2, foram estabelecidos intervalos a serem considerados na

programação, objetivando-se obter sincronização entre as células de manufatura.

A descrição do bloco de *Planejamento para o nivelamento* foi subdividida em *escolha da equipe, conscientização da equipe, preparação do ambiente produtivo e treinamento da equipe de operadores*.

Para a escolha dos operadores polivalentes foi aproveitado o registro anterior, relativo às práticas de remanejamento, que eram efetuadas sem quaisquer critérios. Outro ponto adotado foi o aproveitamento da experiência dos líderes em relação ao conhecimento das potencialidades existentes em cada uma das células. Esses líderes, aproveitando-se desta experiência adquirida, puderam relacionar os nomes dos operadores, que imediatamente foram considerados como polivalentes, salvo algumas restrições impostas.

Para a conscientização da equipe foi utilizada literatura específica, distribuídas e controladas semanalmente. Todo o contingente envolvido no processo de mudança teve a oportunidade de conhecer o assunto. Outra forma encontrada para conscientizar os líderes foi discutir o assunto em reuniões, que ocorriam diariamente, quando eram discutidos os atrasos das células.

Outro tópico importante, a *Preparação do ambiente produtivo*, exigiu esforço constante, já que envolvia a implantação de várias ferramentas JIT, tais como: a focalização, a programação puxada, o controle autônomo dos defeitos, a manutenção preventiva total, a troca rápida de ferramenta e a equalização dos salários.

Para imprimir um melhor ritmo e otimizar os recursos produtivos, optou-se por concentrar a atenção em uma determinada família de produtos. Para obter uma programação puxada adotou-se como prática verificar as necessidades das células clientes, além de readequar os intervalos existentes entre as células produtivas.

Com a prática da programação puxada através das necessidades das células clientes, os operadores começaram a perceber que era necessário preocupar-se



com o controle autônomo dos defeitos dos componentes fabricados.

Em paralelo à implantação destas técnicas foi introduzida a etapa *Conscientização da equipe*, que acabou sendo iniciada de forma efetiva quando veio a ocorrer, em função da produção puxada, uma paralisação forçada de todas as células de manufatura da fábrica, com exceção de duas. Esta paralisação foi provocada por falha operacional de um operador da célula A1.

Com a redução dos intervalos entre as células e a prática da programação puxada, paradas inesperadas passavam a ser uma preocupação constante e a adoção da *Manutenção preventiva e troca rápida de ferramenta* surgiu como uma necessidade premente. A implantação de controles simples de checagem dos equipamentos antes de serem utilizados foi a prática encontrada para reduzir o excessivo número de paradas com máquinas e equipamentos. Já para a redução dos *setups* foram colocadas outras máquinas ao longo da linha, a fim de receber ferramentas específicas para reduzir a quantidade de trocas, permitindo um melhor ritmo no processo produtivo.

Dentro desta etapa de preparação do ambiente, não menos importante, mas muito trabalhosa e traumática foi a implantação da equalização dos salários, visando a manter os salários dentro do mesmo nível. O ajuste, por um lado, exigiu o corte de operadores, mas por outro houve reajustes salariais para enquadrar aqueles que estavam em faixas salariais inferiores à estabelecida para os operadores polivalentes.

Para o *Treinamento da equipe de operadores* foram tomadas medidas de impacto, como a que ocorreu em 15/08/2001, quando se paralisou uma célula inteira para ser treinada em outra célula, entre outras medidas que vieram a ser tomadas posteriormente, com a mesma característica.

No bloco *Execução do nivelamento* a descrição da implantação foi subdividida em *equalização inicial, acompanhamento da produção, identificação de problemas, equalização de ajustes e controle dos operadores polivalentes*.

Na *Equalização inicial* foi demonstrada a sistemática de cálculo a partir dos dados dos produtos e das ordens de fabricação, bem como a seqüência lógica dos cálculos efetuados para equalizar o processo produtivo em determinado dia do mês, e foram identificadas as ações necessárias para manter o ritmo de produção sincronizado. Também foi demonstrada a dinâmica da rotina diária entre os líderes de produção e o responsável pelo PCP, com o objetivo de processar os dados dentro da mesma base prevista anteriormente.

Após a equalização inicial, o *Acompanhamento da produção* é uma ferramenta adicional para demonstrar a real situação da célula de manufatura, e se a mesma está mantendo os prazos de entrega dentro dos prazos previstos inicialmente pelo PMP.

Por outro lado, com a implantação da polivalência, detectou-se a necessidade de ampliar o número de máquinas e equipamentos nas células de manufatura, com o objetivo de disponibilizar equipamentos para os operadores polivalentes eventualmente deslocados para aquela célula.

A etapa *Equalização de juste* faz parte do processo cíclico diário necessário para manter o ritmo de produção dentro do previsto, e na prática obedece à mesma sistemática da *Equalização inicial*, enquanto a etapa de *Controle dos operadores polivalentes* resume-se no registro dos fatos, além de demonstrar com dados os critérios que foram pré-estabelecidos pelas áreas de segurança, médica e jurídica da Empresa, facilitando a distribuição dos custos entre as células usuárias dos operadores polivalentes ao final de cada período.

Em resumo, a aplicação do modelo proposto com operadores polivalentes propiciou a manutenção do ritmo de produção, a melhoria na qualidade dos produtos produzidos, a satisfação dos operadores com a ampliação do conhecimento sobre o produto e, principalmente, a auto-estima com o descobrimento de potencialidades desconhecidas pelos próprios operadores, além da melhoria do relacionamento interno, promovido pela constante necessidade de relacionar-se para ensinar e aprender.

A quantidade e a qualidade de sugestões aumentaram, favorecendo o desenvolvimento de novas formas de executar as atividades e desenvolver produtos e idéias que vieram a beneficiar a todos, com o aumento da competitividade e a ampliação do quadro de operadores, já mencionado anteriormente.

Na Figura 4.2 apresentam-se alguns resultados alcançados com a implantação da polivalência na Empresa, entre os períodos de 2000 e 2001, com o volume de peças produzidas, o número de funcionários e o número de peças produzido por homem.

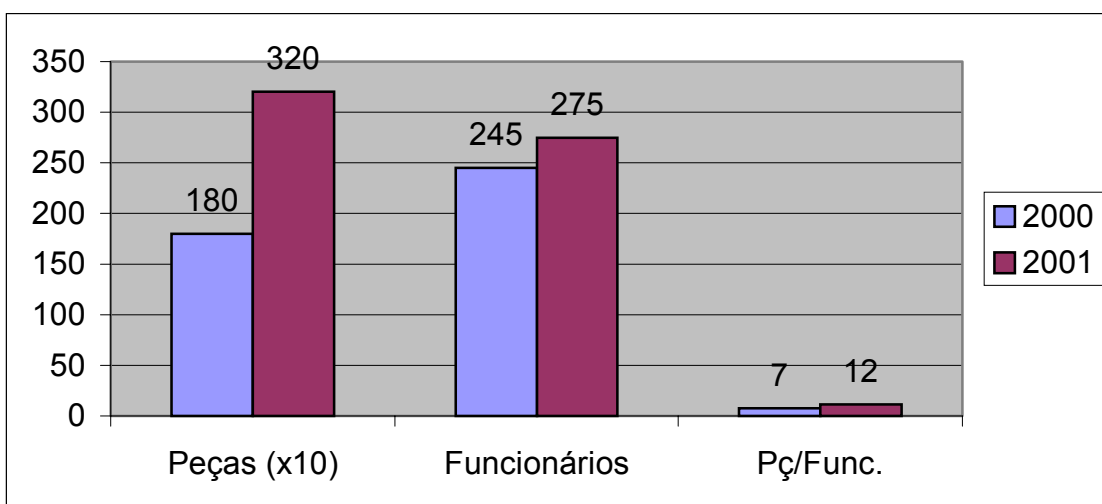


FIGURA 4.2 – Demonstrativo dos resultados obtidos

Percebe-se, ao comparar o resultado do ano 2000 com o do ano 2001, que o número médio de peças por funcionário aumentou neste último de 7 para 12, representando uma produtividade de 71% em relação ao período anterior.

O que impressiona também é o número médio de peças produzidas no ano 2000 em relação a 2001, ou seja, uma diferença média de 1.400 peças a mais por mês, bastante representativa quando comparada à variação da mão-de-obra direta do mesmo período, a qual representou incremento de apenas 12,24% (275 / 245).

Outro fato não menos importante, já descrito no item 4.3.2, é que um produto

que anteriormente era produzido em 11,8 horas passou a ser produzido em 6 horas, o que representa uma redução de 10% em relação ao custo do produto devido aos ganhos de produtividade.

Além dos custos, o **“lead-time”** foi reduzido de 15 para 5 dias, o que representou uma redução 67% no valor em reais no estoque intermediário, além de reduzir em 10 dias o prazo de entrega dos produtos, proporcionando um diferencial competitivo.

Vale ressaltar também que o índice de **absenteísmo** representava entre 1,5 a 2% e passava a representar entre 0,7 a 1,3%, substancial redução.

Ao implantar o remanejamento de operadores nas atividades existentes dentro de uma célula imaginava-se que a produtividade ficaria comprometida, no entanto, após uma semana constatou-se que os operadores estavam mais satisfeitos e passavam a confiar mais na sua capacidade, sendo que um deles fez o seguinte comentário **“sempre quis executar a atividade xx, não imaginava que conseguiria, além do mais, executando a atividade não se percebe as horas passarem, de repente esta na hora de ir embora”**. Além da satisfação do operador, percebeu-se que a produtividade tinha melhorado conforme comentário do líder da célula de manufatura **“imaginei que não cumpriríamos a programação, mas à medida que os operadores aprendiam as atividades, a produtividade aumentava, chegando a aproximadamente 10%, e Eu jamais acreditaria se não tivesse presenciado”**.

Outro comentário relevante proferido por uma pessoa do ambulatório médico, **“as pessoas não estão reclamando mais de cansaço e a procura tem diminuído bastante”**.

Finalizada a descrição da aplicação prática do modelo proposto, o último Capítulo, apresentado a seguir, tratará das conclusões finais do trabalho e das recomendações para se dar continuidade ao tema com trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

#### 5.1 INTRODUÇÃO

Mudanças recentes na estruturação do setor elétrico vieram estimular a competitividade das fornecedoras de produtos deste setor. A nova situação, com a passagem do controle das empresas do Estado para a iniciativa privada, exigiu que os fornecedores revisassem suas estratégias produtivas. Onde antes as concorrências garantiam uma certa estabilidade ao mercado fornecedor, com o conhecimento antecipado de quantidades, preços e prazos dos produtos a serem fornecidos, agora a negociação se dá pedido a pedido, em cima de preços e prazos balizados pelo mercado.

As empresas fornecedoras começaram a focar e definir os produtos que tinham condições de competir com menores preços no mercado e passaram a buscar a otimização dos projetos, do uso dos equipamentos existentes e da mão-de-obra direta e indireta. Muitos dos fornecedores optaram por fabricar produtos que agregam maior volume de matéria-prima, visando aumentar de forma imediata seu faturamento.

Na busca pelo aumento da produtividade, grande parte das empresas fornecedoras, normalmente as grandes, focaram suas ações na automação industrial, no sentido de reduzir o número de operadores, sem necessariamente analisar alternativas de racionalização da produção via mudança na gestão do processo.

Em cima disto surgiu a questão de pesquisa que norteou o presente trabalho, qual seja: *não haveria uma forma alternativa mais simples e econômica de aumentar*

*a produtividade em empresas fornecedoras de produtos para energia elétrica, com processos produtivos em lotes, baseada no uso da polivalência dos operadores?*

Para responder a esta pergunta, inicialmente foi desenvolvida uma fundamentação teórica, baseada nos princípios e nas ferramentas da filosofia JIT de produção. A filosofia JIT é voltada para a otimização da produção através da eliminação dos desperdícios, da melhoria contínua, do envolvimento total das pessoas, da organização e da visibilidade do processo, objetivando sempre satisfazer às necessidades dos clientes em relação a preços, prazos de entrega e qualidade, principalmente.

As principais ferramentas da filosofia JIT mencionadas no trabalho para se obter a otimização da produção foram a focalização da produção, o *Kanban*, a autonomia, a manutenção preventiva total, o relacionamento estreito com os fornecedores, a troca rápida de ferramenta, a polivalência da mão-de-obra e o nivelamento da produção.

Focalizar a fábrica fazendo o redimensionamento do *layout* e utilizando a programação puxada através da subordinação das células anteriores à célula final é um pré-requisito para a implantação do nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes. As demais ferramentas são necessárias para a manutenção do ritmo e não menos importante que as mencionadas anteriormente, mas podem ser implantadas paralelamente à polivalência.

Empresas que trabalham com sistemas de produção em lotes, como as fornecedoras do setor elétrico, têm dificuldades em produzir eficientemente produtos com tempos-padrão diferentes, pois ocorre um desbalanceamento entre as células. O uso de operadores polivalentes, os quais são deslocados para as células mais sobrecarregadas, permitiria às células manter o mesmo ritmo.

Mas como seria exeqüível considerar as variáveis existentes no processo produtivo, sincronizando o ritmo entre as células de manufatura com a produção de diferentes produtos?

A forma encontrada pelo pesquisador para sistematizar a técnica do uso de operadores polivalentes, com vista a nivelar a produção à demanda, mantendo ritmo uniforme entre as células de manufatura, independente do tipo de produto fabricado, foi idealizar um modelo que considerasse as variáveis inerentes ao processo e todos os operadores existentes na planta industrial.

Para desenvolver o modelo foi necessário pesquisar sobre o assunto, especificamente sobre o uso de operadores polivalentes dentro das células de manufatura; porém, não foi encontrada na literatura pesquisada um modelo que contemplasse o uso de operadores polivalentes entre as células de manufatura frente a variações de demanda.

Um outro aspecto relevante percebido na pesquisa realizada foi a diminuta quantidade de empresas brasileiras que fazem o uso de operadores polivalentes dentro das suas células de manufatura. Percebeu-se também que o segmento que normalmente faz uso de operadores polivalentes é o automobilístico, por ser altamente competitivo e ter a necessidade de otimizar todos os recursos existentes para manter-se competitivo frente à concorrência. Vale destacar que outras empresas fazem uso desta prática, especificamente as empresas com alto nível de concorrência no mercado nacional e internacional.

No Capítulo 3 foi desenvolvido todo o raciocínio da “*Modelo para nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes em processos repetitivos*”, a qual introduz o uso de operadores polivalentes entre as células da planta industrial, unificando-as e tornando-as uma única célula de manufatura. O princípio é simples: fazer com que as células desenvolvam um ritmo uniforme, usando a mão-de-obra direta existente sem se preocupar em saber a qual célula elas pertencem.

O modelo, baseando-se no cadastro dos produtos, no número de operadores efetivos em cada célula de manufatura e nas quantidades de peças programadas em cada ordem de fabricação, define o número dos operadores polivalentes que devem ser remanejados diariamente entre as células para que as mesmas fiquem

sincronizadas no mesmo ritmo.

Tanto o modelo desenvolvido no Capítulo 3 como a implantação descrita no Capítulo 4 foram subdivididas em blocos distintos, para facilitar a compreensão, sendo eles: o bloco dos *Dados básicos de apoio*, o bloco do *Planejamento para o nivelamento* e o bloco da *Execução do nivelamento*.

A rotina de passos para se chegar ao nivelamento da produção à demanda, descrito pelo modelo nestes três blocos, pode ser resumida como:

1. elaborar a planilha de cálculo de equalização;
2. idealizar uma dinâmica para a rotina diária;
3. provocar uma sistematização prática para o treinamento da equipe de operadores;
4. elaborar o acompanhamento da produção, que permite facilitar a análise das causas e a eficiência das contramedidas;
5. ajustar as células a partir da identificação dos problemas;
6. controlar os operadores polivalentes.

Desenvolvida o modelo e testada sua validade em uma empresa fornecedora de equipamentos elétricos com sistema de produção repetitivo em lotes, pode-se passar às conclusões do trabalho.

## **5.2 CONCLUSÕES**

A idéia de elaborar um modelo que utilizasse o uso da polivalência da mão-de-obra para nivelar a produção era uma necessidade percebida, fazia algum tempo, na unidade industrial, devido à diversificação de produtos que eram fabricados. Alguns produtos exigiam maior número de horas em uma determinada célula, enquanto outros demandavam horas em outras. Esse desbalanceamento provocava o uso



constante do banco de horas, e resultava no baixo rendimento de toda a linha.

Analisando o panorama encontrado, uma das medidas viáveis seria reduzir o número de itens no processo produtivo, mas isto implicaria em deixar aberturas no mercado com o não-atendimento de alguns itens junto ao cliente. Descartada esta possibilidade, restavam outras alternativas, mas optou-se por estudar o uso da polivalência da mão-de-obra entre as células de manufatura. Seria necessário encontrar fatos similares para dar o suporte teórico necessário ao desenvolvimento do raciocínio metodológico; no entanto, os exemplos e conceitos encontrados não abordavam a referida matéria e, sendo assim, seria necessário idealizar uma nova sistemática que atendesse ao problema e se tornasse um modelo de aplicação para possibilitar o nivelamento da produção.

A necessidade real de fazer uso de operadores polivalentes, aliada às informações obtidas através da pesquisa sobre a Filosofia JIT, possibilitou refletir sobre um modelo que permitisse aproveitar todo o potencial instalado da mão-de-obra de operadores. Na pesquisa bibliográfica são encontrados exemplos de uso de operadores polivalentes em uma célula de manufatura, enquanto o que se desejava era entender e conhecer um método em cuja utilização se fizesse uso da polivalência para nivelar várias células.

A elaboração do modelo com o uso de operadores polivalentes com a finalidade de equalizar, ou nivelar as diversas células de manufatura existentes não foi fácil, visto que a literatura pesquisada não mencionava nada a este respeito. Outras particularidades, tais como diferença salarial entre as células de manufatura e entre os integrantes de uma mesma célula, passariam a representar um passivo trabalhista. Outra particularidade, não menos importante, era a insatisfação que gradativamente seria provocada no operador que executava uma atividade com remuneração diferente da sua.

As variáveis descritas passavam a ser a principal preocupação do dissertante na elaboração do modelo. Além do aspecto legal e dos impactos que elas poderiam gerar no comportamento, outra etapa era idealizar um modelo matemático para dar

suporte técnico ao modelo, com base nos dados de cada produto a ser fabricado.

Superada a fase teórica da elaboração do modelo, o próximo passo consistiu em fazer uma “via-sacra” entre todas as áreas envolvidas, tais como, recursos humanos e, e, principalmente, junto aos líderes de produção. Esta fase foi desgastante, contudo a mais difícil e delicada ocorreu quando, uma vez explanado o processo, decidiu-se ajustar todos os salários sem que isto impactasse o custo do produto. Como não há prazer sem dor, esta foi a mais dolorida, pois envolveria pessoas e algumas delas com vários anos de casa. Outra fase desgastante devido ao tempo de implantação foi o convencimento das lideranças, e nela utilizou-se, entre outros métodos, o do autoritarismo, até que o modelo fosse entendido, através do *slogan* “Faça primeiro e discuta depois”, o que permitiu aos operadores e ao próprio líder a possibilidade de questionar o uso do modelo apenas um mês após a implantação, não impedindo a execução de pequenos ajustes neste mesmo período, sem se perder a essência da filosofia JIT e do uso de operadores polivalentes.

Sintetizando, dentre as dificuldades encontradas, o despreparo das pessoas para a mudança constituiu-se em uma das principais barreiras encontradas, havendo necessidade de fragmentar algumas implantações com o objetivo exclusivo de assimilar e “maturar” a nova proposta. Percebeu-se que este período de maturação auxiliava as pessoas a refletirem sobre a etapa seguinte, visto que, ao mencionar a nova etapa, se gerava desconforto, e à medida que o assunto era discutido, menos impacto provocava nas pessoas, que em alguns casos passavam a comentar: “Por que não?”.

Percebeu-se também que a preocupação com a manutenção dos dados do cadastro do produto passava a ser uma constante, principalmente porque a cada melhoria do processo os dados deveriam ser atualizados, já que as informações exigiam confiabilidade.

Para a aplicação do modelo foi importante envolver a alta direção, comprometer a gerência e as lideranças, informar os operadores dos objetivos esperados e os motivos que estavam sendo considerados para que a implantação fosse efetivada.

Dependendo do conhecimento existente dentro da empresa é viável efetuar uma apresentação introdutória entre todos os envolvidos diretamente, para que tenham uma noção do que se pretende, preferencialmente apresentar alguma fita de vídeo ou outro exemplo que demonstre através de efeitos visuais o objetivo pretendido para se obter uma melhor assimilação entre as pessoas envolvidas diretamente no chão de fábrica.

Os benefícios esperados devem ser amplamente divulgados, sendo necessário evidenciar a lateralidade dos ganhos. Produtividade, redução nos custos e competitividade são alguns dos benefícios para a empresa. Do lado do funcionário, o aprendizado de outras atividades, crescimento profissional, manutenção do emprego em momentos de crise e salário diferenciado são os benefícios percebidos.

Vale lembrar que toda mudança gera desconforto e investimento, e evidentemente, as partes devem lembrar-se disto quando as alterações começam a ocorrer. Os investimentos podem ser financeiros pelo lado da empresa, ou de esforços adicionais à rotina diária e de comportamento pelos gestores e operadores.

Antes da implantação foi necessário registrar alguns dos resultados obtidos no mês, trimestre ou ano, tais como, volume de peças produzido, número de funcionários, peças por funcionário, volume de material processado por funcionário, etc. O objetivo foi comparar os resultados alcançados antes e após a implantação do modelo.

O modelo proposto foi desenvolvido a partir da constatação de que o desbalanceamento das células contribuía para a queda da produtividade, insatisfação nos resultados alcançados, dificuldade em atender aos prazos pactuados, sendo que a principal causa do desbalanceamento era decorrente da necessidade de produzir os diferentes tipos de produtos simultaneamente, com tempos de ciclos diferentes.

Diante disto, foi necessário analisar as particularidades do processo, tais como o *lead time*, o número de células, o cadastro do produto e o sistema informatizado,

além de vincular a responsabilidade pela implantação ao gerente de área e à coordenação operacional ao PCP.

Em resumo, após a implantação do modelo proposto, com operadores polivalentes, obteve-se a manutenção do ritmo de produção, a melhoria na qualidade dos produtos produzidos, a satisfação dos operadores com a ampliação do conhecimento sobre o produto e, principalmente, a auto-estima, com o descobrimento de potencialidades desconhecidas pelos próprios operadores, além da melhoria do relacionamento interno, promovida pela constante necessidade de relacionar-se para ensinar e aprender.

A quantidade e a qualidade de sugestões aumentou, favorecendo o desenvolvimento de novas formas de executar as atividades e desenvolver produtos, idéias que vieram a beneficiar a todos com o aumento da produtividade e a ampliação do quadro de operadores, já mencionado anteriormente.

Os ganhos puderam ser percebidos através de dados como número de peças produzido por funcionário antes e após a implantação, além de reduções no custo do produto, colocando a empresa na vanguarda de alguns dos itens produzidos.

### **5.3 RECOMENDAÇÕES PARA NOVOS ESTUDOS**

O trabalho desenvolvido na Empresa demonstrou que resultados podem ser alcançados; no entanto, algumas lacunas foram percebidas, as quais podem ser objeto de trabalhos futuros. Analisando-se o Capítulo 1 da presente dissertação, pode-se perceber que em processos de mudanças exige-se dos envolvidos, além da participação, uma dose expressiva de determinação pessoal, para que sua atitude e comportamento sejam alterados nas atividades diárias. Não basta apenas aos gestores determinarem que se faça isso ou aquilo, o fator principal é demonstrar quais serão os ganhos para as partes envolvidas, e a abordagem passa a ser o foco das discussões. A abordagem, como outra atividade de mudança dentro da organização, em alguns aspectos determinou a velocidade da implantação, fato

percebido, porém não estudado, já que o objetivo era otimizar o uso com modelo específico, deixando de lado a abordagem para a mudança, estudo que poderá ser desenvolvido e medido para diferentes circunstâncias.

Outra oportunidade de trabalho percebida ocorreu quando o ambiente produtivo estava sendo preparado para a implantação da polivalência, e a filosofia JIT e suas respectivas ferramentas começaram a ser utilizadas e as atitudes dos operadores passaram a ser modificadas. Em função disto os resultados começaram a ser percebidos; no entanto, as ações e os resultados não foram monitorados e descritos, “pari-passu”. Estes fatos podem ser melhor acompanhados em trabalhos futuros.

Além disto, o modelo ficou limitada a uma única empresa e poderia ser aplicada em outras com características similares, como, por exemplo, empresas com processos repetitivos em massa e por projeto, para que mais informações e ajustes pudessem ser efetuados no presente modelo. A polivalência é um campo vasto, principalmente porque vem representando parcela significativa dos custos, e a otimização e controle da mão-de-obra vêm sendo uma preocupação constante dos gestores dos processos produtivos, devido ao volume expressivo de recursos para a sua manutenção; logo, torna-se oportuno desenvolver este modelo em realidades diferentes da estudada.

Acredita-se que o modelo possa ser aplicado em outros ramos industriais, desde que sua implantação seja sistemática e acompanhada por profissionais que se sensibilizem com as particularidades encontradas e executem ajustes conforme as características da indústria. Em alguns ramos industriais a implantação poderá ser parcial, visto que algumas atividades exigem alta qualificação e treinamentos que demandam muitos cursos, o que certamente inviabilizaria a inclusão das células neste programa; no entanto, um estudo neste sentido iria trazer uma oportunidade que certamente acrescentaria conhecimento aos envolvidos e aos pesquisadores do assunto.

Outro ponto para sugestão é que na presente dissertação não foi abordado o uso dos estoques como fator gerador de nivelamento; no entanto, três são os parâmetros

utilizados para nivelar a produção com maior propriedade: o uso do cadastro dos produtos, a mão-de-obra disponível e os estoques intermediários. Os estoques aqui mencionados são aqueles que permanecem entre as células e que em certas circunstâncias são necessários para manter determinada célula em atividade quando os turnos são diferentes e os produtos da próxima ordem de fabricação exigem atividades mais complexas em determinada célula e maior tempo no seu processamento. A sincronização de produção aliada à gestão dos níveis de estoques e da mão-de-obra são as variáveis que nivelam a produção, porém não foi mencionada e discutida com ênfase suficiente na presente dissertação a utilização dos estoques, tornando-se um tema apropriado para ser desenvolvido para o nivelamento da produção.

No desenvolvimento da implantação da filosofia JIT/TQC na Empresa foi percebido que, na implantação de algumas destas ferramentas, foram necessariamente desenvolvidos modelos, porém, por não ser o foco da presente dissertação, e, conseqüentemente, não haver tempo suficiente para o estudo e pesquisa a respeito de cada uma delas, poucas informações sobre as ações foram descritas. A preparação do ambiente produtivo exigiu muito esforço do conjunto de operadores, das lideranças e do dissertante. Os modelos, bem como os passos que tiveram que ser desenvolvidos na implantação de cada ferramenta até que se possibilitasse o uso da polivalência, poderia ser objeto de trabalho acadêmico.

Trabalhos que vinculem o treinamento às funções e as funções às atividades, de tal forma que as informações fiquem vinculadas a um sistema de informações e que automaticamente, à medida que haja necessidade no processo produtivo, o sistema informatizado, utilizando-se de banco de dados, apontasse os profissionais que estariam habilitados para executar as atividades nas células deficitárias de mão-de-obra naquele momento constituem outra matéria para estudo.

Finalmente, cabe destacar que novos estudos e implantações nestas áreas discutidas enriqueceriam as experiências aqui mencionadas e sem dúvida contribuiriam para a melhoria da produtividade nas empresas brasileiras que atuam em segmentos competitivos, fortalecendo-as dentro do mercado em que atuam,

promovendo conseqüentemente a manutenção e ampliação de muitos postos de trabalho dentro da região onde estão estabelecidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEVIDES FILHO, Sérgio Armando. **A polivalência como ferramenta para a produtividade**. Florianópolis, 1999. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

CORIAT, Benjamim. **Pensar pelo avesso: O modelo japonês de trabalho e organização**. Rio de Janeiro : Revan : UFRJ, 1994. 212 p.

CORRÊA, Henrique L. e GIANESI, Irineu G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo : Atlas, 1996. 186 p.

Di SERIO, Luiz Carlos e DUARTE, André L.C.M. **Competindo em tempo e flexibilidade – caso de empresas brasileiras**. Fundação Getúlio Vargas, 1999. Mensagem recebida por: <[bardeja@teracom.com.br](mailto:bardeja@teracom.com.br)> em: 04.out.2000.

GAIDZINSKI, Vladimir Hartenias. **A nova organização do trabalho**. [mensagem de trabalho]. Mensagem recebida por: <[bardeja@teracom.com.br](mailto:bardeja@teracom.com.br)> em: 04.out.2000.

HAY, Edward J.. **Just in time: um exame dos novos conceitos de produção**. São Paulo : Maltese. Editorial Norma, 1992. 186 p.

LORIATO, Diovana Barbosa. **A questão humana no ambiente JIT**. [mensagem de trabalho]. Mensagem recebida por: <[bardeja@teracom.com.br](mailto:bardeja@teracom.com.br)> em: 04.out.2000.

MARTINELLI, Rosa Maria Feltrin. **O sistema kanban em empresas brasileiras e o papel do trabalhador**. [mensagem de trabalho]. Mensagem recebida por: <[bardeja@teracom.com.br](mailto:bardeja@teracom.com.br)> em: 04.out.2000.



MIYAKE, D. I. **The JIT, TQC and TMP paradigms: contributions for planning integrated applications in manufacturing firms**. Tokyo, Japan, 1998. Thesis (Doctor of Philosophy (P.H.D.) - Departament of Industrial Engineering and Management, Tokyo Institute of Technology.

MOURA, Reinaldo Aparecido. **Kanban: a simplicidade do controle de produção**. São Paulo : Instituto de Movimentação e Armazenamento de Materiais, IMAM, 1989.

OHNO, Taiichi. **O sistema toyota de produção : além da produção em larga escala**. Porto Alegre : Artes Médicas, 1997. 149 p.

OVERHOLT, Miles H. Os arquétipos do novo desenho organizacional flexível e a geração de executivos que surge com ele. **HSM Management**, São Pauo, v. 3, n. 18, p. 69-72, jan/fev. 2000.

SANTINI, Berenice, GODOY, Leoni Pentiado, GOMES, Luiz A. Vidal de Negreiros. **A polivalência funcional na indústria brasileira: um estudo de caso**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998. Anais.

SCHONBERGER, Richard J. **Fabricação classe universal**. São Paulo : Pioneira, 1988. 285 p.

SCHONBERGER, Richard J. **Construindo uma corrente de clientes**. São Paulo : Pioneira, 1993. 336 p.

SHINGO, Shigeo. **O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre : Artes Médicas, 1996. 291 p.

SLACK, Nigel et. al.. **Administração da produção**. São Paulo : Atlas, 1997. 726 p.

SEFERTZI, Elena. No ambiente industrial, os formatos de organização fordista e taylorista já estão sendo substituídos pela arquitetura flexível. **HSM Management**,

São Paulo, v. 3, n. 18, p. 74-78, jan/fev. 2000.

SEFERTZI, Elena. Os níveis de flexibilidade são: redes, organização interna da produção, mercado de trabalho e inovações. **HSM Management**, , São Paulo, v. 3, n. 18, p. 80-84, jan/fev. 2000.

SILVA, Ethel Cristina C., SACOMANO, José Benedito, MENEGHETTI, José Luis. **O novo papel do trabalhador: uma análise da organização do trabalho**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1999. Anais.

Em céu de brigadeiro, nas asas do crescimento. **O Mundo da Usinagem**. São Paulo, Edição Especial, p. 6-9, 2001.

TUBINO, Dálvio Ferrari. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre : Bookman, 1999. 182 p.

TAYLOR, Frederick Winslow. **Princípios de administração científica**. 7. ed., São Paulo : Atlas, 1987. 138 p.

VASSALLO, Cláudia. Reportagem O Futuro mora aqui. **Exame**. São Paulo, v. 734, n. 4, p. 36-54, fev. 2001.