

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

Adolfo Sérgio Furtado da Silva

**UMA METODOLOGIA PARA USO DA POLIVALÊNCIA NO
NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2002

Adolfo Sérgio Furtado da Silva

**UMA METODOLOGIA PARA USO DA POLIVALÊNCIA NO
NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Engenharia de Produção**

Orientador: Prof. Dalvio Ferrari Tubino, Dr.

Florianópolis

2002

Adolfo Sérgio Furtado da Silva

**UMA METODOLOGIA PARA USO DA POLIVALÊNCIA NO NIVELAMENTO
DA PRODUÇÃO À DEMANDA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOB
ENCOMENDA**

Esta Dissertação foi julgada adequada e aprovada para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, outubro de 2002.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Curso de Pós-Graduação

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dalvio Ferrari Tubino, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Gregório Jean Varvakis Rados, Ph.D.
Universidade Federal de Santa Catarina

DEDICATÓRIA

À minha mulher, Rosângela, e às nossas filhas Tatiana e Raissa, pelo apoio, incentivo, companheirismo e compreensão nos momentos dedicados a elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À minha mulher, Rosângela, e às nossas filhas Tatiana e Raissa, pelos dias e horas distantes, dedicados a elaboração deste trabalho.

À Deus, por me permitir vivenciar momentos de engrandecimento pessoal.

Aos meus pais, Olavo Bilac e Cleusa Edir, pelo amor, carinho e apoio que sempre me deram.

Ao Professor Dálvio Ferrari Tubino, Dr., meu orientador, a quem devo uma grande e valiosa contribuição, em especial pela dedicação demonstrada ao externar seu elevado conhecimento.

À Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, pela disponibilidade dos seus métodos e profissionais, os quais demonstraram durante o convívio, extrema competência.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás – CEFET/GO, pela oportunidade, confiança e contribuição oferecidas para que esta dissertação pudesse ser realizada.

Agradeço a empresa que me permitiu testar o modelo aqui proposto e a todos os seus colaboradores, sem os quais sua comprovação não seria possível.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa pesquisa.

RESUMO

SILVA, Adolfo Sérgio Furtado da. **Uma metodologia para uso da polivalência no nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção sob encomenda.** 2002. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

As dificuldades práticas associadas à falta de conhecimento nas micro e pequenas empresas de sólidas informações em administração, controle e gerenciamento da capacidade produtiva, provocam a redução na velocidade do processo, aumentando o lead time, comprometendo a produtividade e elevando os custos. É neste cenário que foi desenvolvida e aplicada a metodologia para nivelamento da produção à demanda, com o uso de operadores polivalentes em sistemas de produção sob encomenda.

O trabalho mostra como o uso diário da polivalência da mão-de-obra direta permite o balanceamento entre as operações do setor do operador, através da utilização do remanejamento de operadores polivalentes. Com o remanejamento da mão-de-obra direta foi possível absorver as sazonalidades de ocupação dos setores de produção, provocadas pela variação da demanda dos produtos a serem fabricados. A metodologia permite controlar a mão-de-obra a partir de um controle diário, com o uso de horas disponíveis versus horas necessárias para os produtos demandados.

Na aplicação percebeu-se que o uso de operadores polivalentes é uma das mais importantes ferramentas para se obter a redução nos prazos de entrega aos clientes, a redução dos lead times internos de produção, e conseqüentemente, a redução dos custos do produto.

Palavras-chave: Polivalência; JIT; PMP; Lead Time; Nivelamento

ABSTRACT

SILVA, Adolfo Sérgio Furtado da. **Uma metodologia para uso da polivalência no nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção sob encomenda.**2002. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

The practical difficulties associated with the lack of knowledge of solid information in administration, control and management of the productive capacity in the micro and small companies provokes the reduction in the speed of the process, increasing lead time, decreasing the productivity and raising the costs. It is in this scene that was developed and applied the methodology for leveling of the production to the demand, with the use of multipurpose operators in systems of production under order.

The work shows how the daily use of the polyvalence of the manpower allows the balancing between the operations of the sector of the operator, through the transference of multipurpose operators. With the transference of the direct manpower it is possible to absorb the seasonal occupations of the production sectors caused by variation of demand of the products to be manufactured. The methodology allows controlling the manpower from a daily control with the use of available hours versus necessary hours for the demanding products.

In the application it was realized that the use of multipurpose operators is one of the most important tools to get the reduction in the stated periods of delivery to the customers, the reduction of internal lead times of the production and, consequently, the reduction of the costs of the product.

Key words: Polyvalence, JIT, PMP, Lead Time, Leveling.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	p.
LISTA DE TABELAS	p.
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	p.
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	p. 15
1.1 Origem do trabalho	p. 15
1.2 Importância do trabalho	p. 16
1.3 Objetivos do trabalho	p. 17
1.3.1 Objetivo geral	p. 17
1.3.2 Objetivos específicos	p. 18
1.4 Limitações do trabalho	p. 18
1.5 Estrutura do trabalho	p. 19
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	p. 22
2.1 Sistemas de produção – classificação	p. 22
2.1.1 Características do sistema de produção sob encomenda	p. 25
2.2 PCP e o nivelamento da produção à demanda	p. 29
2.2.1 Funções do PCP e horizonte de planejamento	p. 33
2.2.2 O nivelamento da produção à demanda	p. 37

2.3 A filosofia JIT e a polivalência da mão-de-obra	p. 38
2.3.1 A polivalência da mão-de-obra	p. 42
2.3.2 Treinamento para a polivalência	p. 44
2.3.3 Vantagens com o uso da polivalência	p. 47
2.4 Considerações finais	p. 51

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA PARA USO DA POLIVALÊNCIA NO NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA p. 53

3.1 Introdução	p. 53
3.2 Dados básicos de apoio	p. 54
3.2.1 Pedidos e roteiros de fabricação	p. 56
3.2.2 Cadastro de operadores polivalentes	p.57
3.2.3 Plano-mestre de produção	p. 58
3.3 Preparação para o nivelamento	p. 60
3.3.1 Escolha da equipe de operadores	p. 61
3.3.2 Nivelamento de conhecimentos	p. 62
3.3.3 Designação dos equipamentos	p. 62
3.3.4 Treinamento para a polivalência	p. 64
3.4 Implementação do nivelamento	p. 66

3.4.1 Disposição inicial	p.67
3.4.2 Acompanhamento da produção	p. 71
3.4.3 Problemas no sistema produtivo	p. 73
3.4.4 Disposição após ajustes	p. 74
3.4.5 Controle dos operadores	p. 75
3.5 Considerações finais	p. 77

CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA **P. 80**

4.1 Introdução	p. 80
4.2 Dados básicos de apoio	p. 81
4.2.1 Pedidos e roteiros de fabricação	p. 82
4.2.2 Cadastro de operadores polivalentes	p. 84
4.2.3 Plano-mestre de produção	p. 84
4.3 Preparação para o nivelamento	p. 87
4.3.1 Escolha da equipe de operadores	p. 87
4.3.2 Nivelamento de conhecimentos	p. 88
4.3.3 Designação dos equipamentos	p. 90
4.3.4 Treinamento para a polivalência	p. 91
4.4 Implementação do nivelamento	p. 92
4.4.1 Disposição inicial	p. 92

4.4.2 Acompanhamento da produção	p. 97
4.4.3 Problemas no sistema produtivo	p. 98
4.4.4 Disposição após ajustes	p. 99
4.4.5 Controle dos operadores	p. 99
4.5 Considerações finais	p. 101
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	p. 106
5.1 Conclusões	p. 106
5.2 Recomendações para novos trabalhos	p. 108
BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA	p. 109
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	p. 111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Estrutura do trabalho	p.20
Figura 2.1 – Características dos sistemas de produção	p.23
Figura 2.2 – Estruturas de produção definidas a partir do instante de chegada do pedido	p.26
Figura 2.3 - Caracterização da produção sob encomenda	p.29
Figura 2.4 – Função do PCP: conciliar a produção com sua demanda	p.32
Figura 3.1 – Visão geral da metodologia proposta	p.55
Figura 3.2 – Planilha de cadastro de produtos	p.56
Figura 3.3 – Cadastro de operadores polivalentes	p.58
Figura 3.4 – Exemplo de PMP para um determinado período	p.60
Figura 3.5 – Exemplo de matriz de polivalência	p.65
Figura 3.6 – Planilha de controle dos operadores polivalentes	p.76
Figura 4.1 – Exemplo de fluxo de produção	p.82
Figura 4.2 – Exemplo de ficha do produto	p.83
Figura 4.3 – Exemplo de cadastro de operadores polivalentes	p.85
Figura 4.4 – Plano-mestre de produção para um determinado período	p.86
Figura 4.5 – Exemplo de controle dos treinamentos dos operadores polivalentes	p.92
Figura 4.6 – Planilha de controle dos operadores polivalentes	p.100
Figura 4.7 – Demonstrativo de resultados alcançados com a implantação da metodologia proposta	p.104

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Planilha de cálculo para disposição do setor produtivo	p.68
Tabela 3.2 – Planilha de acompanhamento da produção	p.72
Tabela 4.1 – Disposição inicial da mão-de-obra	p.94
Tabela 4.2 – Produtos programados	p.94
Tabela 4.3 – Cálculo de horas das ordens de fabricação	p.95
Tabela 4.4 – Disposição diária da mão-de-obra	p.96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

BPA = Cadeira de Rodas de Alumínio para Basquete

BPAc = Cadeira de Rodas de Aço para Basquete

CA = Cadeira de Rodas de Corrida em Alumínio

CAC = Cadeira de Rodas de Corrida em Aço

CCQ = Círculos de Controle de Qualidade

CLT = Consolidação das Leis Trabalhistas

FIFO = First in, First out

JIT = Just in Time

MIG = Metal Inerte Gás

OF = Ordem de Fabricação

PCP = Planejamento e Controle da Produção

PMP = Plano-mestre de Produção

TIG = Tungstênio Inerte Gás

TQC = Total Quality Control

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 Origem do Trabalho

As micro e pequenas empresas do setor metal mecânico do Estado de Goiás estão passando por um período de mudança, devido ao fato de nos últimos anos o Governo estadual ter incentivado a vinda de empresas de grande porte em diversos setores, tais como: indústria alimentícia; montadoras e indústria farmacêutica.

Houve também neste período um incentivo do Governo estadual às exportações e à abertura de mercado nacional para os diversos produtos aqui fabricados. Com isto as micro e pequenas empresas do setor metal mecânico, principalmente as prestadoras de serviços sob encomenda, foram obrigadas pelo mercado e pela concorrência a rever seus sistemas produtivos com o objetivo de atingir um alto padrão de qualidade dos produtos, baixo custo produtivo, otimização da mão-de-obra e dos equipamentos, e redução do tempo de entrega dos produtos.

Um segmento importante do setor metal mecânico no Estado, que é a indústria de produtos para locomoção de deficientes físicos, como cadeiras de rodas, iniciou um processo de abertura de mercado nacional com equipamentos (cadeiras de rodas) personalizados para a prática esportiva, como basquete e atletismo.

A fabricação destes produtos solicita um sistema de produção sob encomenda, dificultando a elaboração do Plano-mestre de Produção (PMP), pois os pedidos não podem ser previstos, e a empresa deve aguardar a chegada do pedido para então elaborar o PMP que irá disparar o processo de programação da produção.

Esta situação, principalmente em função da forte concorrência de empresas dos Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, demanda das empresas goianas além da qualidade, agilidade em função da variação do *mix* de produtos solicitados, a fim de se cumprir os prazos de entrega.

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, alterando sua gestão para que respondesse rapidamente às necessidades da demanda. A situação exigia que os fabricantes revisassem suas estratégias produtivas.

É neste ponto que surge a questão de pesquisa proposta no presente trabalho, qual seja: *é possível desenvolver uma metodologia para trabalhar com o nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes em sistemas de produção sob encomenda?*

1.2 Importância do Trabalho

O Estado de Goiás ainda traz arraigado em seu parque industrial micro e pequenas empresas que basicamente não utilizam nenhuma das ferramentas de gerenciamento de produção voltadas para a modernização e controle do processo produtivo. Isto ocorre, principalmente, pelo fato de que as instituições de ensino ainda não disponibilizam ao mercado de trabalho profissionais com formação suficiente para desenvolver e otimizar os processos de produção destas empresas.

Urge, então, a necessidade de se definir parâmetros para gestão de sistemas produtivos sob encomenda, colocando à disposição das micro e pequenas empresa sólidas informações em administração, controle e gerenciamento da capacidade produtiva para que tenham condições de produzir com alto padrão de qualidade e com custo reduzido, nivelando a

produção à demanda.

As despesas relativas à mão-de-obra representam um percentual relevante nos custos dos produtos industrializados, portanto é necessário cada vez mais se preocupar com o uso adequado dos recursos humanos, utilizando o máximo possível as horas disponíveis de cada operador.

A hipótese deste trabalho é de que a utilização de uma metodologia que permita controlar a mão-de-obra a partir de um controle diário, com o uso das horas disponíveis versus horas necessárias para os produtos demandados, possibilitará canalizar as ações e os recursos para que sejam produzidos de acordo com o previsto no PMP.

A metodologia a ser proposta deverá considerar as horas disponíveis nos setores, e ao identificar problemas na produção a cada dia, permitir aos gestores, a partir da entrada atualizada de dados, atuar na mudança da dinâmica do processo produtivo utilizando-se de operadores polivalentes. Desta forma, a metodologia possibilitará reduzir os prazos de entrega aos clientes, reduzir os *lead times* internos de produção, e conseqüentemente, reduzir os custos do produto.

1.3 Objetivos do Trabalho

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver uma metodologia para empresas com sistemas de produção sob encomenda que permita nivelar a produção à demanda através do uso de operadores polivalentes.

1.3.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral proposto nesse trabalho, os seguintes objetivos específicos serão propostos:

- Revisar a bibliografia que aborda conceitualmente o potencial do uso de operadores polivalentes em uma metodologia para o nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção sob encomenda;
- Identificar e descrever as etapas necessárias para que empresas com sistemas de produção sob encomenda usem a polivalência no nivelamento de sua produção à demanda;
- Elaborar uma sistemática de cálculo que considere o número de operadores necessários para atender a produção diária, comparando-a com o quadro existente, buscando obter o número de operadores que devem ser remanejados de um setor para outro dentro da dinâmica de nivelamento;
- Aplicar a metodologia proposta em uma empresa fabricante de produtos para locomoção de deficientes físicos com sistema produtivo sob encomenda, para testar sua validade.

1.4 Limitações do Trabalho

No desenvolvimento da metodologia proposta e na sua aplicação em uma empresa específica, algumas limitações foram observadas e são citadas a seguir.

A forma como os líderes de produção deveriam implementar as atividades

junto com os operadores foi uma das principais limitações, pois características como liderança, determinação e disciplina são necessárias nas pessoas, exigindo do aplicador da metodologia, no caso o dissertante, medidas enérgicas para que o objetivo do trabalho seja alcançado.

A metodologia proposta não buscou utilizar a polivalência dos operadores para balancear os tempos de ciclo entre todos setores produtivos, mas somente entre as operações do setor do operador. Também não foi atrelada à metodologia indicadores de performance dos operadores polivalentes nos setores de produção, no sentido de justificar ações para introduzir a participação de resultados da empresa na remuneração dos operadores.

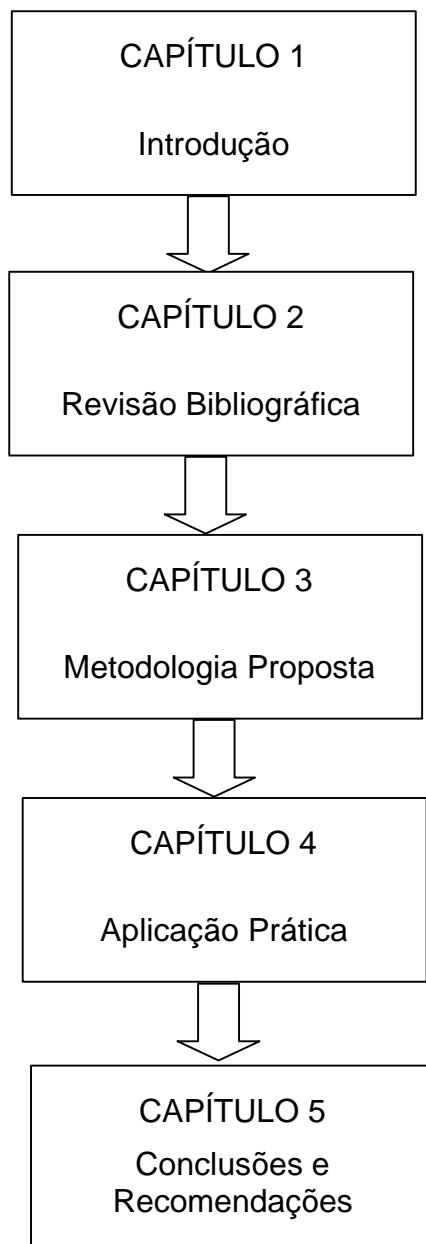
Outro ponto que não foi tratado neste trabalho além da questão meramente técnica de nivelamento da produção à demanda, apesar de muito importante quando se fala em polivalência da mão-de-obra, foi analisar sob o aspecto ergonômico as funções desenvolvidas pelos operadores.

Quanto à aplicação da metodologia, mesmo sendo feita por um período bastante grande e de forma plena, ela ficou restrita a uma única empresa. Como a metodologia lida basicamente com pessoas, nada garante que se tenham os mesmos resultados em uma outra empresa com cultura diferente, que os obtidos nesta aplicação. Além do que o conhecimento e o empenho do dissertante podem ter sido fatores determinantes para superar os obstáculos encontrados na validação da mesma.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, conforme apresentado na Figura 1.1. Neste capítulo inicial foram apresentados os tópicos referentes à origem do trabalho, sua importância, seus objetivos geral e específicos, suas limitações e estrutura geral do trabalho.

Figura 1.1 Estrutura do Trabalho.



A fundamentação teórica está inserida no capítulo 2, onde é apresentada uma classificação dos sistemas de produção e as características do sistema de produção sob encomenda. Como foco principal deste trabalho, a polivalência e o nivelamento da mão-de-obra são detalhados em outros itens, tais como: PCP e o nivelamento da produção à demanda; funções do PCP e horizonte de

planejamento; a filosofia JIT e a polivalência da mão-de-obra; definição da polivalência; treinamento para a polivalência e vantagens com o uso da polivalência.

No capítulo 3 é apresentada a metodologia proposta, subdividida em dois grandes blocos: Planejamento para o Nivelamento e Implementação do Nivelamento. O bloco de Planejamento para o Nivelamento está dividido em dois outros blocos: Dados Básicos de Apoio e Preparação para o Nivelamento. O bloco de Dados Básicos de Apoio contém as informações que dão suporte ao planejamento e a execução do nivelamento da produção, que são: pedidos e seus roteiros de fabricação; o PMP para o período; e o cadastro dos operadores polivalentes. No bloco de Preparação para o Nivelamento estão as etapas de designação dos equipamentos, escolha das equipes de operadores, nivelamento de conhecimentos da equipe, e treinamento dos operadores. As etapas que permitirão a dinâmica de nivelamento da produção à demanda no dia a dia da empresa estão no bloco de Implementação do Nivelamento, sendo dispostas da seguinte forma: disposição inicial, acompanhamento da produção, determinação de problemas, disposição após ajustes, controle dos operadores, e a representação das equipes de trabalho para fabricação.

No capítulo 4 é descrita uma aplicação bem sucedida da metodologia proposta, em uma empresa que atua no setor metal mecânico, especificamente na fabricação de produtos para locomoção de deficientes físicos, localizada na cidade de Goiânia – GO.

Finalmente, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas através da implantação desse trabalho, destacando se os objetivos propostos foram realizados, e as recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem por objetivo apresentar conceitos e teorias para o desenvolvimento dos objetivos propostos, bem como as principais pesquisas e aplicações que auxiliam na elaboração desta dissertação. Os principais temas que envolvem a abordagem proposta dizem respeito ao sistema de produção sob encomenda; ao planejamento e controle da produção; ao nivelamento da produção à demanda; e a polivalência da mão-de-obra.

Inicialmente apresentam-se definições sobre os sistemas de produção e os principais aspectos do sistema de produção sob encomenda. Em segundo lugar será abordado o tema planejamento e controle da produção, com enfoque no nivelamento da produção à demanda. Em seguida, será discutida a polivalência da mão-de-obra como uma das ferramentas de flexibilidade do sistema *Just-in-Time* (JIT).

2.1 Sistemas de Produção – Classificação

Conforme coloca Tubino (1999, p.29), “existem várias formas de classificar os sistemas de produção, sendo que as mais conhecidas são a classificação pelo grau de padronização dos produtos, pelo tipo de operações que sofrem os produtos e pela natureza do produto”.

Pelo grau de padronização dos produtos fabricados pelos sistemas produtivos, pode-se classificá-los como sistemas que produzem produtos padronizados e sistemas que produzem produtos sob medida. Produtos padronizados são bens ou serviços que apresentam alto grau de uniformidade, sendo produzidos em grande escala em sistemas produtivos que podem ser organizados de forma a padronizar mais facilmente os recursos produtivos e os métodos de trabalho.

Nos produtos sob medida, os bens ou serviços são desenvolvidos para um cliente específico, e como o sistema produtivo espera a manifestação dos clientes para definir os produtos, estes não são produzidos para estoque, sendo os lotes normalmente unitários.

Pela natureza do produto, os sistemas de produção podem estar voltados para a geração de bens ou de serviços. Quando o produto fabricado é algo tangível, diz-se que o sistema de produção é uma manufatura de bens. Entretanto, quando o produto fabricado é algo intangível, diz-se que o sistema de produção é um prestador de serviços.

Pelo tipo de operação que sofrem os produtos, os sistemas de produção podem ser classificados em processos contínuos e processos discretos, e habitualmente divide-se os processos discretos em três grupos, são eles: sistema repetitivo em massa, sistema repetitivo em lotes e sistema sob encomenda. A Figura 2.1 apresenta as características de cada grupo.

Figura 2.1 Características dos sistemas de produção

	Contínuo	Repetitivo em Massa	Repetitivo em Lote	Sob Encomenda
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Qualificação da Mão-de-Obra	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Capacidade ociosa	Baixa	Baixa	Média	Alta
Lead times	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de informações	Baixo	Médio	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário

Fonte: Tubino, 2000 , p.29.

Os processos contínuos têm como características uma alta uniformidade na produção e total interdependência dos produtos e processos produtivos, não

existindo flexibilidade no sistema; os investimentos em equipamentos e instalações são elevados, o que torna o custo da mão-de-obra insignificante em relação aos demais fatores produtivos, já que ela somente é empregada para condução e manutenção das instalações.

Os processos repetitivos em massa possuem uma produção em grande escala de produtos altamente padronizados, a demanda geralmente é estável, fazendo com que os projetos tenham pouca alteração no curto prazo, gerando uma estrutura produtiva altamente especializada e pouco flexível. Emprega-se mão-de-obra pouco qualificada e pouco polivalente, porém com a implantação de sistemas baseados na filosofia JIT/TQC, este quadro vem se modificando, devolvendo ao empregado funções de gerenciamento do processo, como por exemplo a garantia da qualidade e a programação da produção, conforme afirma Tubino (1999).

Os processos repetitivos em lote caracterizam-se pela produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes; cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores forem realizadas. O sistema produtivo deve ser relativamente flexível, empregando equipamentos pouco especializados e mão-de-obra polivalente, visando atender a diferentes pedidos dos clientes e flutuações da demanda. Situa-se entre dois extremos, a produção em massa e a produção sob encomenda, em que a quantidade solicitada de bens ou serviços é insuficiente para justificar a massificação da produção e especialização das instalações, porém justifica a produção de lotes no sentido de absorver os custos de preparação do processo.

Os processos sob encomenda visam o atendimento de uma necessidade específica dos clientes. Os produtos são concebidos em estreita ligação com os mesmos e suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto. Exige-se alta flexibilidade dos recursos produtivos, normalmente à custa de certa ociosidade, enquanto a demanda por bens ou serviços não

ocorrer. Como há interesse no trabalho em focar este tipo de sistema produtivo, na seqüência ele é aprofundado.

2.1.1 Características do Sistema de Produção Sob Encomenda

Os sistemas de produção sob encomenda (*job-shop*) são característicos de empresas que trabalham com produtos muito diversificados, necessitando de ambientes flexíveis.

Segundo Nunes et al.(1996), dentro da produção sob encomenda cada pedido refere-se a um produto quase sempre diferente, produzido a partir de um pedido específico, ao qual o cliente pode fornecer o projeto ou não. Não existe um catálogo "fechado" de peças sendo difícil prever "o que", "o quando" ou "como" será feita a produção no período seguinte. Na prática, estas informações só ficam disponíveis com a chegada do pedido, quando então o roteiro de fabricação é delineado, a produção se inicia e os materiais são encomendados.

A estrutura de produção pode ser representada ou distribuída da seguinte forma :

- Negócio: produtos sob encomenda;
- Diversidade dos produtos: elevada;
- Freqüência de produção: pouco repetitiva;
- Natureza da demanda: a partir do pedido do cliente;
- Composição do produto: transformação de materiais e montagem;

- Fluxo de produção: geralmente depois da chegada do pedido ocorre a elaboração do projeto ou adaptações, definição do processo de fabricação, compras, fabricação, testes e expedição.

A Figura 2.2 apresenta uma classificação que é bastante útil para localizar a produção sob encomenda no universo dos vários tipos de estrutura de produção. A classificação apresentada por Costa (1996) focaliza a forma como uma empresa se posiciona em relação ao seu mercado, diferenciando os vários tipos de estruturas de produção, considerando em que momento, ao longo do fluxo de atividades necessárias à obtenção do produto, após ser recebido o pedido do cliente, ou quanto se conhece do produto em questão e dos recursos necessários para a sua fabricação nesse instante.

Figura 2.2 Estruturas de produção definidas a partir do instante de chegada do pedido.

FLUXO GENÉRICO DE PLANEJAMENTO E PRODUÇÃO AO LONGO DO TEMPO						
PROJETO DO PRODUTO	DEFINIÇÃO DO ROTEIRO DE FABRICAÇÃO	COMPRA DOS MATERIAIS	FABRICAÇÃO DE ITENS BÁSICOS	MONTAGEM FINAL DE SEMI-ACABADOS	ESTOQUE	CLIENTE X
A	A	A	A	A	A	X
	B	B	B	B	B	X
	B	—	b	B	B	X
		C	C	C	C	X
			D	D	D	X
				E	E	X
					F	X

Fonte: Costa, 1996.

O ponto "A" descreve as empresas que se propõem a fabricar uma linha de produtos "aberta", não sabendo de antemão o que vão fabricar. A variedade de serviços produzida hoje, via de regra, não é o que se produz amanhã. Trata-se

de situações nas quais tipicamente são fabricadas máquinas e equipamentos especiais, ferramentas e moldes. O ritmo de produção é pouco ou não repetitivo e os tempos totais de produção são relativamente longos (variando de meses até ano).

O ponto "B" descreve o caso de empresas que trabalham, com projetos fornecidos pelo cliente (embora, como no caso anterior, os roteiros de produção, a compra de materiais e a fabricação sejam definidos também somente a partir do recebimento do pedido). Um exemplo típico é o das usinagens do setor metal-mecânico que fabricam pequenos equipamentos, peças de reposição, ferramentas e moldes. A existência de um projeto fornecido pelo cliente, abrevia o tempo total de produção e simplifica as tarefas de planejamento e controle. Alguns casos são ainda simplificados (representado na Figura 2.2 pelo ponto "b"), quando o cliente envia junto com o projeto, os materiais para processamento. Este é o típico caso de empresas prestadoras de serviços e oficinas de reparos cuja gestão tende a concentrar na especificação do serviço e produção propriamente dita.

O ponto "C" representa empresas que apresentam uma extensa e heterogênea linha de produtos ou de serviços, incluindo itens de famílias muito diversas. Os produtos estão normalmente catalogados, e conseqüentemente, seus projetos e processos de fabricação são conhecidos desde o recebimento dos pedidos. Porém, como a cada instante de tempo, apenas um pequeno percentual da linha de produtos está sendo fabricado, o *mix* de produção tende a estar sempre variando o que dificulta a estocagem prévia das matérias-primas mais dispendiosas para atender os eventuais pedidos. Em conseqüência, a tendência é que o processo de compras (ou parte expressiva dele) aguarde até a confirmação da solicitação do cliente.

Os pontos "D" e "E" representam situações de produção em que a linha de produtos e o "*mix*" de produção são suficientemente estáveis para que se possa fazer as compras de materiais antecipadamente, com base em previsões

de consumo, ou numa abordagem mais moderna, estabelecer relações estáveis de fornecimento.

O ponto "E" é aquele em que os materiais estão estocados e alguns itens básicos estão disponíveis antes do recebimento do pedido do cliente (isto é, foram fabricados com base em previsões). Nesse caso apenas as partes ligadas à especificidade do pedido aguardam a definição do cliente. Comparada com a situação do ponto "D" permite conjugar respostas rápidas com flexibilidade no atendimento aos clientes.

Finalmente, o ponto "F" se caracteriza pelo atendimento aos pedidos com base na estocagem de produtos finais. Essa situação é alcançada eficientemente em mercados estáveis onde a produção e as compras são feitas antecipadamente com base em previsões.

Comparando os dois extremos, o ponto "A" e o ponto "F", verifica-se que corresponde à transição de uma situação de alta variabilidade com *mix* de produção flexível, baixo volume e freqüência de produção, e longos tempos de produção, para uma posição de estabilidade, com uma linha de produtos definida, *mix* de produção homogêneo, volume de produção elevado, tempos de reposição relativamente curtos e produção repetitiva. Os casos representados pelos pontos "A", "B" e "C" correspondem a empresas que competem com base na oferta de uma grande variedade de tipos de produtos, sendo que tipicamente utilizam um *layout* do tipo *job-shop* pela necessidade de tratar com pedidos específicos de clientes, que se repetem numa freqüência baixa, ou são feitos uma única vez.

Na produção sob encomenda, a preocupação é prover um sistema suficientemente flexível para dar conta das características específicas dos diferentes pedidos que possam porventura surgir. Na maioria das vezes, máquinas universais são escolhidas e organizadas segundo um arranjo funcional, no qual os equipamentos ficam agrupados de acordo com a natureza

do serviço que se propõem a fazer. A automação nesse ambiente tende a ser comparativamente pequena em função dos investimentos elevados relacionados à adoção de sistemas flexíveis de manufatura.

A Figura 2.3 caracteriza as várias situações de produção, utilizando critérios como a natureza da linha de produtos, o *mix* de fabricação, os tempos totais de produção, o volume, o ritmo de produção e o provável arranjo físico dos recursos de produção segundo Costa (1996).

Figura 2.3 Caracterização da produção sob encomenda.

TIPO DE EMPRESA	LINHA DE PRODUTO	MIX DE PRODUÇÃO	TEMPO TOTAL DE PRODUÇÃO	VOLUME/RITMO DE PRODUÇÃO	ARRANJO FÍSICO	PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA
A "VENDEDOR DE PROJETO E CAPACIDADE"	ABERTA	ABERTO	MESES	MUITO BAIXO		++++++ ++++++ ++++++ ++++++ ++++++
B "VENDEDOR DE CAPACIDADE (PRESTADOR DE SERVIÇO)"			MÊS		FUNCIONAL	++++++ ++++++ ++++++ ++++++ ++++++
C "VENDEDOR DE GRANDE VARIEDADE DE TIPOS DE PRODUTOS"	FECHADA C/ MUITAS FAMÍLIAS	MUITO INSTÁVEL	SEMANAS	BAIXO		++++ ++++ ++++ ++++
D "VENDEDOR DE UMA OU POUCAS FAMÍLIAS DE PRODUTOS"	FECHADA C/ POUCAS FAMÍLIAS	POUCO INSTÁVEL	SEMANA	ALTO		++++ +++ +++ ++
E "VENDEDOR DE PRODUTOS CUSTOMIZADOS"			DIAS		CELULAR	++ + + +
F "VENDEDOR DE PRODUTOS PRATELEIRA"	FECHADA	ESTÁVEL	HORAS	MUITO ALTO		

Fonte: Costa, 1996.

2.2 PCP e o Nivelamento da Produção à Demanda

O planejamento, organização, direção e acompanhamento da produção são importantes não só para a organização mas também para o indivíduo e para a

sociedade como um todo, uma vez que a eficácia da organização depende do projeto dos subsistemas componentes e das tarefas desempenhadas pelo trabalhador alocado ao sistema.

Para Tubino (2000, p.23), em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. Essas atividades são desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Segundo Slack et al. (1999, p.50), “planejamento e controle é a atividade de se decidir sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando, assim, a execução do que foi previsto”.

Para Elias (1999), existem muitos conceitos que pretendem explicar no que consiste o PCP. Devido à sua abrangência e diversidade de funções, não é tarefa simples usar-se apenas um conceito que possa expressar seu verdadeiro sentido. Russomano (apud Elias,1999) diz que o PCP consiste no conjunto de funções necessárias para coordenar o processo de produção, de forma a ter-se os produtos produzidos nas quantidades e prazos certos. Como se pode notar com este enfoque, o PCP preocupa-se fundamentalmente com quantidades e prazos, além de possuir a faculdade de coordenar o processo de produção.

Conforme coloca Tubino (2000, p.23):

“Para atingir seus objetivos, o PCP administra informações vindas de diversas áreas do sistema produtivo. Da Engenharia do Produto são necessárias informações contidas nas listas de materiais e desenhos técnicos, da Engenharia do Processo os roteiros de fabricação e os *lead*

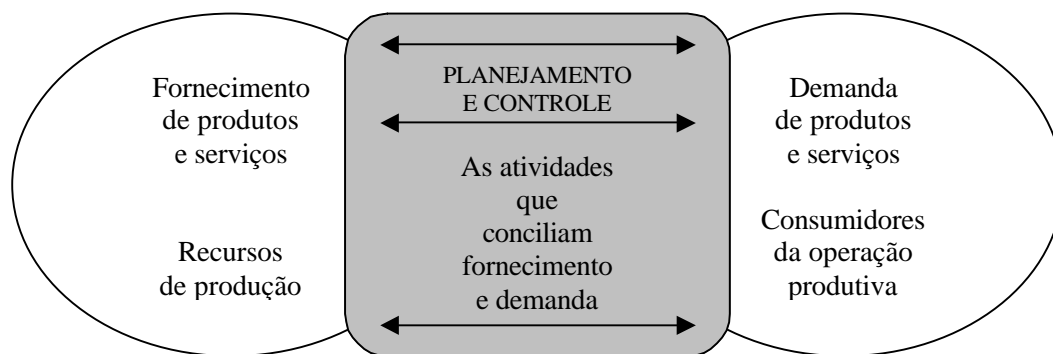
times, no Marketing buscam-se os planos de vendas e pedidos firmes, a Manutenção fornece os planos de manutenção, Compras/Suprimentos informa as entradas e saídas dos materiais em estoques, dos Recursos Humanos são necessários os programas de treinamento, Finanças fornece o plano de investimentos e o fluxo de caixa, entre outros relacionamentos. Como desempenha uma função de coordenação de apoio ao sistema produtivo, o PCP de forma direta, como as relações citadas dentro do parágrafo com os demais setores, ou de forma indireta, relaciona-se praticamente com todas as funções deste sistema”.

Queiroz & Altamiro (1998) apresentam em seu artigo o relacionamento dos objetivos do planejamento e controle da produção com as dimensões de competitividade do marketing (produto, preço de compra, distribuição/logística, comunicação e serviço ao cliente), visando orientar as atividades do PCP para alcançarem as prioridades competitivas da manufatura, e concluem que as dimensões de competitividade estão relacionadas com os objetivos do PCP, demonstrando a importância deste para a satisfação das necessidades dos clientes.

Para Slack et al. (1999, p.229), o PCP tem a preocupação de gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores. Toda operação produtiva requer planos e controle, mesmo que a formalidade e os detalhes dos planos e do controle possam variar. As operações que têm um alto nível de imprevisibilidade podem ser particularmente difíceis de planejar, e as que têm um alto grau de contato com o consumidor podem ser difíceis de controlar devido à natureza imediata de suas ações.

O objetivo principal do planejamento e controle é conciliar o fornecimento com a demanda, conforme ilustrado na Figura 2.4. Para que isto ocorra é necessário garantir que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade, no momento e no nível de qualidade adequados.

Figura 2.4 Função do PCP: conciliar a produção com sua demanda.



Fonte: Slack et al, 1999, p.229.

Paula (2001, p. 10), ressalta que:

“O plano é uma formalização do que se pretende que aconteça em determinado momento do futuro, ele não garante que o evento vá realmente acontecer conforme o planejado. Ele é uma declaração de intenção de que aconteça. O controle, por sua vez, faz os ajustes que permitem que a operação atinja os objetivos que o plano estabeleceu, mesmo que as suposições feitas pelo plano não se confirmem”.

E continua (Paula, 2001, p.11):

“Em um sistema produtivo, a conciliação entre demanda e fornecimento será definida através de metas e estratégias, sendo necessário formular planos, administrar os recursos humanos e físicos com base nestes planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. No conjunto de funções dos sistemas de produção descritos, estas atividades são desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP)”.

Segundo Tubino (2000, p.23):

“Normalmente, as atividades de PCP são desenvolvidas por um departamento de apoio a Produção, dentro da gerência industrial, que leva seu nome. Como departamento de apoio, o PCP é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos planos estabelecidos em níveis estratégico, tático e operacional”.

2.2.1 Funções do PCP e Horizonte de Planejamento

Para Tubino (2000, p.24):

“As atividades do PCP são exercidas nos três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção. No nível estratégico, onde são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, o PCP participa da formulação do Planejamento Estratégico da Produção, gerando um Plano de Produção. No nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o Planejamento-mestre da Produção, obtendo o Plano-mestre de Produção (PMP). No nível operacional, onde são preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a Programação da Produção administrando estoques, seqüenciando, emitindo e liberando as ordens de compras, fabricação e montagem, bem como executa o Acompanhamento e Controle da Produção”.

Paula (2001, p.12) afirma que:

“As informações dentro destes três níveis de planejamento devem guardar coerência entre si para que atinjam os objetivos desejados. Outra questão importante é a definição do horizonte de planejamento e programação da produção, onde não existe um padrão para o período de abrangência do longo,

médio e curto prazo, porém pode-se afirmar que estes horizontes dependerão da flexibilidade do sistema produtivo. Para as empresas mais flexíveis, os períodos serão menores. Já para as empresas com baixa flexibilidade de resposta às variações da demanda, os horizontes de planejamento serão mais longos e as decisões serão tomadas com maior antecedência, aumentando a probabilidade de ocorrerem problemas”.

Reforçando estes pontos, Shingo (1996) coloca que o planejamento da produção ocorre em três estágios:

- Plano agregado ou nível estratégico (longo prazo: anual, semestral, trimestral) apoiado nas estimativas de vendas, fornecendo o número aproximado para a produção em um determinado período, normalmente um ano;
- Plano-mestre de Produção (PMP) ou nível tático (médio prazo) com os números mensais previstos no nível estratégico ou pedidos em carteira já confirmados;
- Plano detalhado ou nível operacional (curto prazo) que detalha a programação diária, desenvolvendo a programação de produção nas quantidades e dentro dos prazos desejados pelos clientes.

Os sistemas produtivos devem constantemente buscar se adequar à demanda, ajustando seus processos, máquinas e equipamentos para atender 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 sob encomenda.

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 os estoques de qualquer natureza, exigindo menor espaço físico com instalações industriais.

Desta forma, as atividades desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção em ambiente de produção sob encomenda são bastante complexas em função do número de variáveis envolvidas. Os roteiros de produção e os tempos de processo sofrem constantes mudanças, já que são dependentes dos pedidos que chegam à empresa, o que caracteriza um elevado nível de variabilidade do processo produtivo. Assim, torna-se bastante difícil prever, com certa antecedência e confiabilidade, como o trabalho será distribuído entre os vários grupos de máquinas ou entre os diversos setores em qualquer período de tempo (Paula, 2001, p.14).

No planejamento e controle da produção das peças sob encomenda a empresa se depara com uma série de questões críticas. Algumas das mais expressivas se referem à dificuldade de prometer prazos; orçar; ajustar e controlar o nível de capacidade e disponibilidade de materiais, no curto prazo; programar (e reprogramar constantemente) as atividades e, ainda, manter informações atualizadas sobre o processamento (rastreamento).

Neste aspecto, apresenta-se a seguir uma breve descrição das principais atividades desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP) dentro de um ambiente de produção sob encomenda, segundo Paula (2001, p.15-16):

“Planejamento Estratégico da Produção: consiste em estabelecer um plano de produção para determinado período (longo prazo), segundo as estimativas de venda e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos. No ambiente de produção sob encomenda, este tipo de planejamento é de certa forma difícil de ser feito, como também de ser seguido, pois mesmo com a ajuda de dados históricos não se terá certeza

de que os pedidos do período serão similares aos dos períodos anteriores, em quantidade e modelos, o que ofusca uma estratégia de longo prazo.

Planejamento-Mestre da Produção: Este planejamento consiste em definir um Plano-Mestre de Produção de produtos finais, detalhado período a período, a partir do Plano de Produção. No caso geral da produção sob encomenda só pode ser elaborado mediante os pedidos em carteira. O aspecto temporal, neste caso, também é de suma importância, não existindo no entanto um padrão pré-estabelecido, já que os horizontes de planejamento dependerão da flexibilidade do sistema produtivo.

Ao se realizar o Planejamento-Mestre da Produção e definir um Plano-Mestre de Produção inicial, o PCP deve necessariamente analisá-lo, com rigor, quanto à necessidade de recursos produtivos, com o objetivo de identificar possíveis restrições ou gargalos que possam tornar inviável a execução deste plano no curto prazo, já que estes recursos quase sempre são restritos, principalmente em empresas que trabalham sob encomenda. Caso seja identificado algum problema ou potenciais problemas, o planejamento deve ser refeito tomando-se as devidas medidas preventivas até se chegar a um Plano-Mestre de Produção viável.

Programação da Produção: Tendo como base o Plano-Mestre de Produção, a Programação da Produção define, no curto prazo, quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos finais. Na maioria dos casos de produção sob encomenda, o sistema de produção empregado é empurrado, isto é, a programação da produção envia ordens a todos os setores envolvidos, empurrando a produção.

A Programação da Produção se encarrega, ainda, de elaborar o seqüenciamento das ordens emitidas, em função da disponibilidade dos recursos produtivos, buscando maximizar a utilização destes recursos. No caso

da produção sob encomenda, os recursos necessários são definidos e providenciados no Plano de Produção; o Plano-Mestre de Produção se encarrega de equacionar as restrições ou gargalos de produção de tal forma que o programa de produção seqüenciado ocorra sem problemas na sua execução.

Acompanhamento e Controle da Produção: Através da coleta e análise de dados, o Acompanhamento e Controle da Produção tem como objetivo garantir que o programa de produção emitido seja executado à contento. Na produção sob encomenda, esta função é fundamental por se tratar de um ambiente em que qualquer atraso compromete o cumprimento do prazo final de execução.”

2.2.2 O Nivelamento da Produção à Demanda

Segundo Tubino (1999), nivelar a produção significa programar para a montagem final pequenos lotes em sincronia com o mix de produtos demandados pelos clientes, garantindo a rápida resposta às variações de curto prazo nas necessidades dos clientes.

O nivelamento da produção, de modo que o mix e o volume sejam constantes ao longo do tempo, resultaria que lotes menores de material estariam se movendo entre cada estágio, o que reduziria o nível global de estoque em processo na produção.

Para manter a diversificação e o nivelamento da produção em harmonia é importante evitar o uso de instalações e equipamentos dedicados em relação aos de utilidade geral, necessitando-se de um esforço para encontrar instalações e equipamentos mínimos necessários para uso geral, com fins específicos.

Para Shingo (1996), o sistema *JIT* busca atender dois objetivos: dotar os processos a montante de cargas balanceadas e reduzir os estoques de produtos acabados. O balanceamento permite flexibilizar a produção em relação às variações do tempo de processamento do produto, corrigindo o tempo de ciclo e permitindo que a velocidade do processo se mantenha constante.

2.3 A Filosofia JIT e a Polivalência da Mão-de-Obra

O *Just-in-Time* (JIT) surgiu no Japão, na década de 60, sendo sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota Motor Company, a qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso.

O JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerado como uma completa “filosofia”, a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

O sistema JIT tem como objetivo fundamental a melhoria contínua do processo produtivo. A perseguição deste objetivo dá-se através de um mecanismo de redução dos estoques, os quais tendem a camuflar problemas. Os estoques têm sido utilizados para evitar discontinuidades do processo produtivo, diante de problemas de produção que podem ser classificados principalmente em três grandes grupos:

- Problemas de qualidade: quando alguns estágios do processo de produção apresentam problemas de qualidade, gerando refugo de forma incerta, o estoque permite que eles possam trabalhar continuamente,

sem sofrer com as interrupções que ocorrem em estágios anteriores. Dessa forma, o estoque gera independência entre os estágios do processo produtivo.

- Problemas de quebra de máquina: quando uma máquina pára por problemas de manutenção, os estágios posteriores dos processos que são “alimentados” por esta máquina teriam que parar, caso não houvesse estoque suficiente para que o fluxo de produção continuasse até que a máquina fosse reparada e entrasse em produção normal novamente. Nesta situação o estoque também gera independência entre os estágios do processo produtivo.

- Problemas de preparação de máquina: quando uma máquina processa operações em mais de um componente ou item, é necessário preparar a máquina a cada mudança de componente a ser processado. Esta preparação representa custos referentes ao período inoperante do equipamento, à mão-de-obra requerida na operação, entre outros. Quanto maiores estes custos, maior tenderá a ser o lote executado, para que estes custos sejam rateados por uma quantidade maior de peças, reduzindo por consequência o custo por unidade produzida. Lotes grandes de produção geram estoques, pois a produção é executada antecipadamente à demanda, sendo consumida por esta em períodos subsequentes.

Segundo Shingo (1996), o JIT é um sistema de eliminação total de desperdícios no ambiente produtivo. Voss (apud Benevides Filho, 1999) define *Just-in-Time* como uma abordagem disciplinada que visa aprimorar a produtividade global, possibilitando a produção eficaz em termos de custos, bem como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Segundo Hobbs Jr (apud Benevides Filho, 1999), o objetivo principal do JIT é a redução de estoques, pois esses têm sido utilizados freqüentemente pelas indústrias para esconder problemas de qualidade, de quebra de máquina e de preparação de máquina. Além disso, a redução de estoques propicia que os problemas de chão de fábrica tornem-se transparentes através de um gerenciamento visual, possibilitando que os problemas fiquem visíveis e possam ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados.

Para Bicheno (apud Slack et al, 1999, p.355), o JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios. Segundo Slack et al. (1999, p.356), nenhuma definição de JIT engloba todas suas implicações para a gestão de operações, e é por isso que existem tantas frases e termos para descrever a abordagem JIT, tais como:

- Manufatura de fluxo contínuo;
- Manufatura de alto valor agregado;
- Produção sem estoque;
- Produção com pouco estoque;
- Manufatura veloz;
- Manufatura enxuta;
- Processo induzido de resolução de problemas;
- Manufatura de tempo de ciclo reduzido.

De acordo com Bailey (apud Benevides Filho, 1999), o JIT só é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários, com trabalhos em equipes possibilitando ao operador desempenhar multifunções no ambiente produtivo. Permite também um ambiente altamente criativo e flexível, fatores preponderantes para responder as variações da demanda na conjuntura atual.

Para Tubino (1999), nos anos 80, com o avanço da economia japonesa, a filosofia JIT/TQC passou a receber maior atenção dos estudiosos em sistemas de produção e a filosofia foi universalizada e implantada com sucesso no mundo ocidental. Segundo Slack et al.(1999), a abordagem JIT coloca novas demandas importantes para a função de manufatura, requerendo alto desempenho em todos os objetivos da produção.

A qualidade deve ser alta porque distúrbios na produção devido a erros de qualidade irão reduzir o fluxo de materiais. A velocidade, em termos de rápido fluxo de materiais, é essencial para atender à demanda dos clientes diretamente com a produção. A flexibilidade de *mix* e de volume é especialmente importante para que se consiga produzir em lotes pequenos, atingindo-se fluxo rápido e *lead times* curtos.

Para Martins et al. (2000, p.303), a filosofia JIT além de eliminar desperdícios, procura utilizar a capacidade plena dos colaboradores, delegando a eles a autoridade para produzir itens de qualidade, pois onde a qualidade é essencial, o colaborador tem a autoridade de parar o processo produtivo, se identificar algo que não esteja dentro do previsto. Deverá, também, estar preparado para corrigir a falha ou então pedir ajuda aos colegas de trabalho. Dentre as diferentes técnicas que compõem a filosofia JIT está a polivalência da mão de obra, importante dentro do contexto do nivelamento da produção à demanda, que será tratada na seqüência.

2.3.1 A Polivalência da Mão de Obra

Para Tubino (1999), a flexibilidade do sistema de produção JIT tem por base a distribuição dos trabalhos entre operadores polivalentes ou multifuncionais, destacando que a função destes operadores é a de absorver no médio prazo as variações na demanda. Já para Bardeja (2002), a polivalência da mão-de-obra é uma ferramenta que leva em conta princípios da multiplicidade das habilidades humanas e as particularidades de múltiplas operações e ajustes nos processos produtivos.

Benevides Filho (1999), em sua pesquisa de mestrado define operário multifuncional ou polivalente como aquele que além de executar suas atividades produtivas (que agregam valor), cria novas formas de executar as atividades básicas da produção e procede ajustes que a máquina não consegue por si só executar, bem como controla a qualidade dos produtos e a limpeza de seu ambiente de trabalho.

Segundo este pesquisador (Benevides Filho, 1999), a polivalência sempre foi atributo do mestre de ofício, sendo perdida pelo uso intensivo do parcelamento das tarefas, da divisão parcelar de trabalho. Este atributo está sendo resgatado como elemento essencial aos novos sistemas de produção por vários motivos, entre eles, talvez o principal, seja a necessidade de flexibilização e balanceamento do operador para fazer frente aos requisitos de oscilação do mercado.

Benevides Filho (1999) ressalta ainda que cada vez mais se constata que do ponto de vista da redução de custo é preferível deixar uma máquina ociosa que um operador ocioso. Diante disto, os operadores devem possuir habilidades para operar em ambientes difusos e mutantes, capacidade de realizar tarefas não-rotineiras, e possuir a percepção sistêmica da empresa, habilitando-se a responder as oscilações da demanda.

Ohno (1997), exemplifica a multifuncionalidade da seguinte forma:

“Durante o processo de maquinização, suponha que se tem cinco tornos mecânicos, cinco máquinas de usinagem e cinco perfuradeiras alinhadas em duas filas paralelas. Se um operador manuseia cinco tornos mecânicos, podemos denominar isto um sistema de operação multi-unidades. O mesmo se dá em relação ao manuseio de cinco máquinas de usinagem ou cinco perfuradeiras. Esse sistema é comumente utilizado pelas empresas que trabalham com sistemas tradicionais. Agora se um operador usa um torno mecânico, uma máquina de usinagem e uma perfuradeira (isto é, vários processos), este processo é denominado sistema de operação de multiprocessos, sendo reduzido o número de operadores, onde estes passam de monofuncional para multifuncional ou polivalente”.

Scoarize e Tubino (2001), em seu artigo destacam que a polivalência, quando realizada de forma consistente e planejada, possibilita um aumento na capacidade de adaptação produtiva e mesmo cognitiva dos operários.

Dentro deste enfoque, Bálamo e Zoqui (2001), em seu artigo, definem a polivalência como sendo a multiplicação da habilidade humana através do aporte de conhecimento e da capacidade de interagir e executar um número cada vez maior de funções dentro do processo produtivo.

Para Coriat e Régner (apud Benevides Filho, 1999), o movimento de desespecialização ou polivalência dos operários, faz parte do método de organização conhecido como linearização, fazendo-se sentir em quatro situações:

- multifuncionalidade dos operários;
- reintrodução nas funções dos operadores diretos das tarefas

correlacionadas ao diagnóstico de problemas, ajustes do processo, manutenção de máquinas e equipamentos;

- reintrodução de tarefas de controle de qualidade nos postos de trabalho;
- reagregação das tarefas de programação às de fabricação.

Para Bardeja (2002), a polivalência é uma ferramenta que deve ser utilizada para equalizar e manter sincronizada as diversas atividades do processo produtivo, permitindo flexibilizar a produção, reduzir o *lead-time* e o estoque intermediário, adequando o processo produtivo à demanda.

Benevides Filho (1999), conclui ainda que:

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

2.3.2 Treinamento para a Polivalência

A produção com operadores polivalentes exige capacitação, e um dos problemas comuns nas empresas que trabalham com esta técnica é a utilização adequada do tempo, pois os administradores ficam na dúvida se os operadores devem atender toda produção na hora exata e necessária, deixando os cursos de aperfeiçoamento para depois do expediente, ou devem aprender enquanto desenvolvem suas atividades de rotina.

Scoarize e Tubino (2001), em seu artigo sobre o tema, lembram que o aprendizado informal é iniciado de forma errônea, copiando o que os demais operadores executam em suas máquinas, sem ter tido acesso a um treinamento organizado e estruturado, podendo gerar transtornos como: queda da qualidade na produção, aumento no tempo de fabricação e aumento da probabilidade de quebra por manuseio errado. Diante disto, segundo os autores, a empresa e os operários sentem a necessidade de incluir no planejamento produtivo períodos específicos de treinamento, de forma a propiciar acesso técnico e didático a conhecimentos sobre as máquinas.

Neste aspecto, segundo Benevides Filho (1999), a capacitação para a polivalência será feita através de treinamentos, quando é fundamental uma mudança cultural na empresa, com o envolvimento da alta e média administração. De acordo com Sobec e Liker (apud Santos Junior, 2001) e Tubino (1999), normalmente as empresas utilizam para obter operadores polivalentes os seguintes três procedimentos:

- *treinamento dos supervisores e encarregados*: começa sempre pelo mais fácil, isto é, executando as suas funções essenciais, depois sendo capacitados para troca de funções. A idéia é que esses supervisores e encarregados tenham um entendimento completo de toda a linha para desenvolver uma visão sistêmica de todo o processo, estando aptos e devidamente capacitados a entender precisamente todas as funções que representem as suas respectivas áreas de trabalho;
- *treinamento dos operadores*: o primeiro passo desse treinamento será especializar cada operador em uma determinada função. O operador terá que conhecer muito bem a sua função, para só depois começar a ser treinado a desempenhar outras funções. Por exemplo, segundo a Toyota, não se pode fazer *job-rotation* (rotação de trabalho) antes de os operadores possuírem um completo domínio sobre determinada função. Neste caso serão utilizadas cartas de trabalhos, contendo as operações-

padrão que cada operador deverá executar;

- *rotação dos operadores*: após os operadores possuírem um completo domínio sobre determinada função, os supervisores se encarregam de planejar a troca das rotinas de operações-padrão, esse passo seguinte do treinamento já é feito pelos próprios operadores, no qual cada operador irá treinar o vizinho, e vice-versa.

Desta forma, segundo Sobec e Liker (apud Santos Junior, 2001), um operador em uma determinada área de trabalho, no final do programa de treinamento, fica apto a desempenhar a maioria das funções, pois já possui as habilidades requeridas. Assim é importante enfatizar que a empresa deverá permitir uma liberdade para o treinamento, buscando desenvolver nos operadores sua criatividade para ensinar aos outros a aprender seu próprio serviço, na qual cada operador deverá se sentir estimulado a ensinar seu colega de acordo com a sua metodologia de ensino. Entretanto nesse momento cabe aos supervisores e encarregados fiscalizar esse treinamento, pois deve estar sempre de acordo com as rotinas de operações-padrão.

Scoarize e Tubino (2001) ressaltam que o conhecimento adquirido necessita de manutenção na mesma proporção de seu aumento, causando uma busca de novas informações, cada vez mais estruturadas e fundamentadas, por parte dos operários que executam multi-atividades. Verifica-se que a partir de certo ponto de polivalência em operações de máquinas e equipamentos, os operários iniciam a polivalência em funções mais complexas, ressaltando que este aumento por si só não pode gerar o conhecimento do processo produtivo como um todo, mas aumenta o conhecimento sobre as operações produtivas, o que torna os servidores mais importantes para o processo.

Já Benevides Filho (1999) determina cinco etapas para a capacitação do operador polivalente, baseando-se para tanto que após a implantação das ferramentas do *Just-in-Time* cria-se um ambiente propício para a capacitação

do operador à polivalência na empresa, sendo necessárias as etapas de conscientização, classificação da situação atual, elaboração de um programa de treinamento individual para cada operador, círculos de controle da qualidade e de motivação.

A função principal do treinamento é promover uma mudança comportamental dos treinados, no sentido de fazer com que os mesmos passem a ter condições cada vez maiores de perceber, analisar e atuar no processo produtivo da empresa.

2.3.3 Vantagens com o uso da Polivalência

Tubino (1999), em seu livro sobre sistemas de produção, destaca que teoricamente a polivalência dos operadores possibilita uma série de vantagens, sendo que as cinco principais são:

- compromisso com os objetivos globais: exercendo funções variadas, os operadores podem ser clientes e fornecedores de cada uma das etapas do processo produtivo, o que gera o entendimento de quais são as reais necessidades dos clientes internos, estimulando o senso de propriedade dos operários;
- redução da fadiga e do estresse: ao promover o deslocamento entre os postos de trabalho diversificam-se as ações físicas, não permitindo que os operadores executem repetições excessivas dos mesmos movimentos, minimizando as possibilidades de lesões por doenças de esforços repetitivos e tornando menos monótona a execução do trabalho;
- disseminação dos conhecimentos: como as avaliações de desempenho do processo produtivo são efetuadas em cima do trabalho do grupo,

ocorre um estímulo para que os trabalhadores mais experientes compartilhem seus conhecimentos e habilidades com os mais novos. Tal atividade é melhor aproveitada pela utilização das folhas de operações padronizadas, que são colocadas junto a cada posto de trabalho;

- facilidade na aplicação das técnicas de TQC: a qualidade total exige um amplo conhecimento por parte de seus participantes, de forma a que cada um tenha clara noção de como aplicar as técnicas de identificação, análise e solução de problemas. A polivalência e a rotação dos postos de trabalho, além de permitir que os Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) se formem de modo mais fluído, gera uma melhor qualificação para a efetiva implementação das técnicas de TQC;
- remunerações mais justas: as atividades de polivalência e o trabalho em grupo possibilitam a implantação de um sistema de remuneração mais justo, de acordo com o desempenho e as habilidades de cada grupo, já que passa a ser considerado o nível de habilidade, ou de polivalência, para se definir as remunerações. O estímulo da distribuição de lucros pode ser diretamente aplicado ao grupo de trabalho que realmente gerou aquele lucro específico.

Nesta linha de raciocínio, para Santos Junior (2001), ao analisar a aplicação prática da polivalência em uma empresa do ramo eletroeletrônico, ficou comprovado que a polivalência tem como vantagens a redução da fadiga e do estresse pela diversificação das ações físicas; o fato de tornar o trabalho mais estimulante, de forma a envolver a criatividade, com certa variedade de atividades; elevação cultural dos funcionários, gerado pela troca de informações e a intensificação do treinamento interno na empresa; e finalmente para consolidar as vantagens dos operadores polivalentes, ressalta o trabalho em grupo, a participação nas decisões, o respeito mútuo, a satisfação pelo que faz e o conhecimento de todo o processo produtivo.

Bálsamo e Zoqui (2001) concluem em seu artigo que a polivalência é um fator de vantagem competitiva para a empresa, pois é um meio capaz de oferecer motivação, satisfação e realização pessoal ao trabalhador, sendo esta peça fundamental para as empresas se adequarem aos novos padrões, nacionais e internacionais, de produção.

De acordo com Lamb (apud Benevides Filho, 1999), a importância do operador polivalente recai sobretudo na manutenção, pois as ações de manutenção devem privilegiar pequenos tempos de reparo em função da complexidade das máquinas, onde falhas em uma destas máquinas compromete todo o sistema produtivo com as paradas não previstas ou gargalos.

Em pesquisa realizada junto a quatro empresas que empregam a polivalência, Benevides Filho (1999) destaca que as principais vantagens dos operadores polivalentes relatadas são:

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

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

Apesar destas vantagens enumeradas, algumas dificuldades podem ser enfrentadas ao se implantar a polivalência nas empresas, tais como: cultura do trabalho individualista; diversidade de processos e materiais utilizados; fragilidade do treinamento técnico operacional; variação de tempo disponível para treinamento devido a produção sazonal; e inadequação da organização atual por funções.

Segundo Bardeja (2002), a cultura do trabalho individualista firmada pelo sistema tradicional ao longo de gerações dificulta a implantação de uma nova metodologia de trabalho, agravado com o conceito tecnicista ainda inserido em vários cargos hierárquicos de mando nas empresas.

Benevides Filho (1999) destaca que um problema relevante é a

regulamentação da polivalência dentro da CLT (consolidação das leis trabalhistas), pois algumas empresas brasileiras estão sofrendo problemas com operadores demitidos que justificam perante a justiça que realizavam várias operações e não estavam sendo remunerados por isso.

Conforme Bondi (apud Benevides Filho, 1999), o principal problema com uso da polivalência foi a diminuição do número de empregados, como resultado da pesquisa realizada em seis indústrias americanas que implantaram a multifuncionalidade. Segundo o mesmo autor, existem outros problemas para a obtenção dos operadores polivalentes, destacando a resistência da média administração, pois algumas funções de responsabilidade dos supervisores serão transferidas aos operadores, e a falta de uma política de treinamento eficaz.

2.4 Considerações Finais

Neste capítulo procurou-se demonstrar que a filosofia JIT visa otimizar a produção e eliminar totalmente os desperdícios no ambiente produtivo, questionando a baixa flexibilidade do processo de produção, o desperdício de tempo de qualquer natureza, e o baixo aproveitamento da mão-de-obra quando da utilização de sistemas de gestão tradicional.

Buscou-se ainda apresentar algumas características do sistema de produção sob encomenda, por ter este trabalho interesse em focar esse tipo de sistema produtivo, que trabalha com produtos muito diversificados, necessitando de ambientes flexíveis.

A baixa flexibilidade compromete os prazos de entrega, prejudicando o atendimento aos clientes nas datas desejadas. O sistema JIT, em relação ao desperdício de tempo, procura ao longo do processo eliminar os tempos que não agregam valor ao produto.

Dentre as diferentes técnicas que compõem a filosofia JIT, destacou-se a polivalência da mão-de-obra, importante dentro do contexto do nivelamento da produção à demanda.

Procurou-se demonstrar que a polivalência busca utilizar a capacidade plena dos colaboradores, delegando-lhes autoridade para produzir itens de qualidade e parar o processo produtivo, se identificar algo que não esteja dentro do previsto. Ressaltando que a gestão efetiva da mão-de-obra possibilita obter flexibilidade do sistema, produtividade e redução nos custos dos produtos.

Para implantação da polivalência foi destacada a necessidade de um treinamento efetivo dos operadores nas atividades, visando possibilitar o remanejamento das pessoas a qualquer tempo, bem como realizar uma mudança cultural na empresa, com o envolvimento da alta e média administração.

Além de reduzir a monotonia no trabalho através da rotatividade das atividades, reduz doenças por esforço repetitivo, possibilita uma flexibilidade produtiva e contribui para que os operadores tenham uma visão sistêmica de todo o processo de produção.

Na seqüência, o terceiro capítulo irá propor um modelo para uso da polivalência no nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção sob encomenda.

CAPÍTULO 3 METODOLOGIA PARA USO DA POLIVALÊNCIA NO NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA

3.1 Introdução

Neste capítulo pretende-se apresentar uma metodologia para auxiliar no nivelamento da produção à demanda com uso de operadores polivalentes em sistemas de produção sob encomenda.

O objetivo da metodologia é de responder à questão da pesquisa apresentada no capítulo 1, sendo ela: Como utilizar operadores polivalentes em empresas com sistema de produção sob encomenda para nivelar o ritmo de produção com a demanda ?

As empresas que trabalham com sistemas de produção sob encomenda possuem um elevado nível de variabilidade do processo produtivo, e a metodologia pretende utilizar a dinâmica de redistribuição de operadores polivalentes para manter constantemente nivelados os setores produtivos quando surgirem divergências entre o tempo de produção dimensionado e o tempo de produção atualmente necessário.

A diferença entre o tempo dimensionado e o necessário pode se dar em função de mudanças na demanda ao longo do período, quebra de máquinas, falta de operadores, problemas com fornecedores, e outros.

Uma visão geral das etapas que compõem a metodologia proposta é apresentada na Figura 3.1. Como pode ser observado nessa figura, as etapas da metodologia são agrupadas em dois grandes blocos: Planejamento para o Nivelamento e Implementação do Nivelamento. O bloco de Planejamento para

o Nivelamento está dividido em dois outros blocos: Dados Básicos de Apoio e Preparação para o Nivelamento. O bloco de Dados Básicos de Apoio contém as informações que dão suporte ao planejamento e a execução do nivelamento da produção, que são: pedidos e seus roteiros de fabricação, o PMP para o período, e o cadastro dos operadores polivalentes. No bloco de Preparação para o Nivelamento estão as etapas de designação dos equipamentos, escolha das equipes de operadores, nivelamento de conhecimentos da equipe, e treinamento dos operadores. Cumpridas estas etapas o sistema produtivo irá ter à sua disposição recursos humanos e físicos capazes de permitir a variabilidade do processo produtivo.

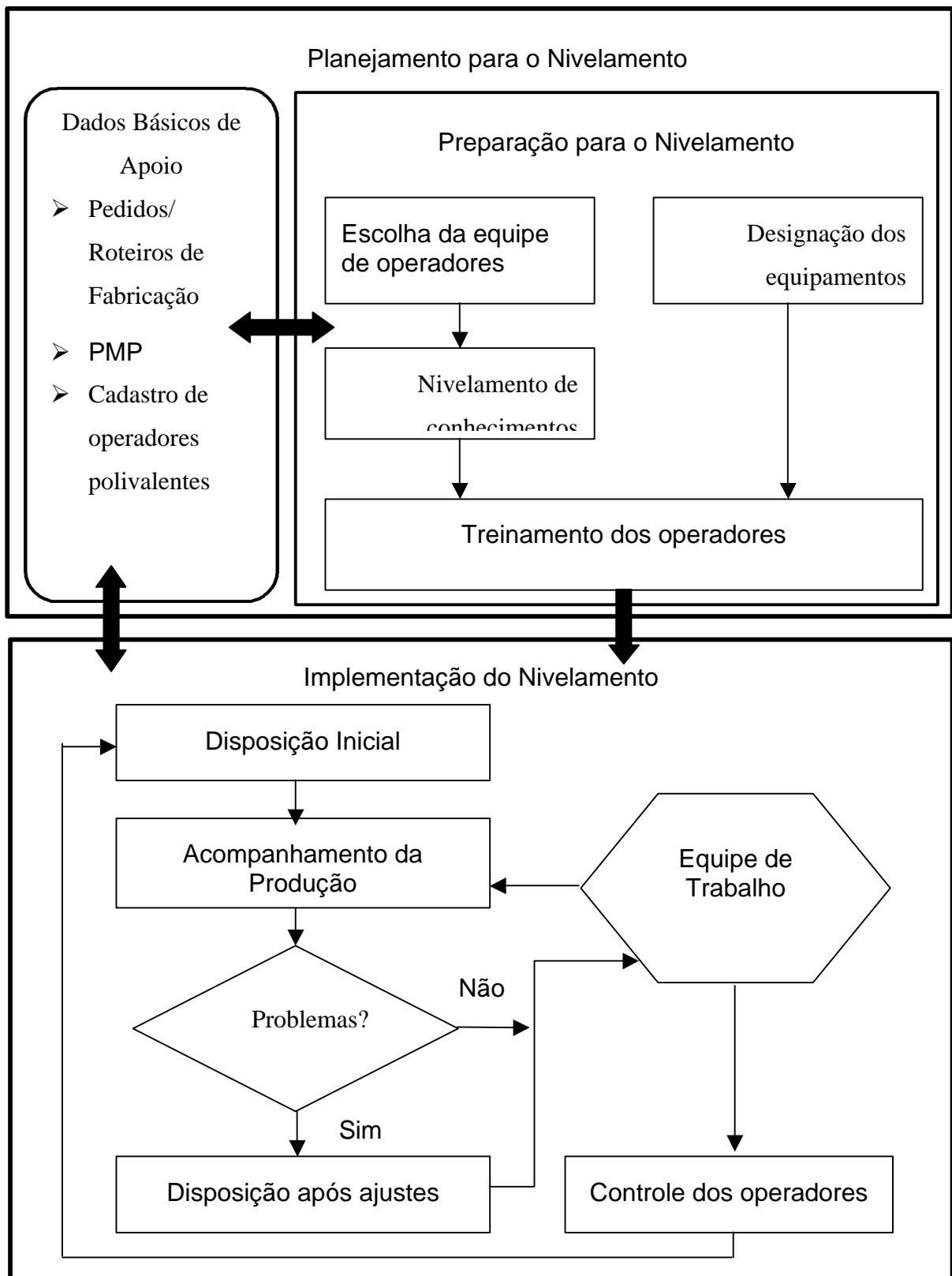
As etapas que permitirão a dinâmica de nivelamento da produção à demanda no dia a dia da empresa estão no bloco de Implementação do Nivelamento, sendo dispostas da seguinte forma: disposição inicial, acompanhamento da produção, determinação de problemas, disposição após ajustes, controle dos operadores, e a representação das equipes de trabalho para fabricação e/ou montagem e sua relação com determinadas etapas.

A seguir, iniciando com os dados básicos de apoio, cada etapa da metodologia proposta será detalhada, e no próximo capítulo esta metodologia será aplicada em uma situação real.

3.2 Dados Básicos de Apoio

Para que a metodologia de nivelamento da produção à demanda seja iniciada, alguns dados básicos envolvidos no processo que são utilizados para identificar os pedidos e seus roteiros de fabricação, a relação de operadores polivalentes disponíveis para a distribuição nas equipes de trabalho e o PMP com a demanda para o período devem estar organizados e disponíveis em algum banco de informações da empresa.

Figura 3.1 Visão geral da metodologia proposta .



Para facilitar a aplicação da metodologia nas pequenas empresas, os dados básicos podem ser desenvolvidos nas próprias planilhas que serão apresentadas dentro da metodologia proposta.

3.2.1 Pedidos e roteiros de fabricação

Tanto os pedidos como os roteiros de fabricação devem fornecer as informações sobre que produtos produzir e que recursos serão solicitados na produção destes. As informações básicas necessárias para desenvolver a metodologia proposta são:

- Código e descrição dos produtos;
- Setores por onde passam o produto;
- Número de horas/homem necessárias por setor;

A Figura 3.2 apresenta um exemplo de cadastro de produtos que servirá de base para a apresentação da metodologia de nivelamento da produção à demanda.

Figura 3.2 Planilha de cadastro de produtos.

Produto	Setores (Horas/Unidade)					
	Dobra	Corte	Furação	Torno	Solda MIG	Solda TIG
A	0,6	0,4	1,0	---	1,5	2,5
B	0,6	0,4	0,6	0,4	3,0	---
C	0,5	0,5	1,0	---	2,0	3,0

Na referida figura aparece a relação de produtos com nomes fictícios de

“A,B e C” que são produzidos nos setores de “Dobra, Corte, Furação, Torno, Solda MIG, Solda TIG”. Como exemplificado nesta tabela, cada unidade do produto A utiliza 0,6 horas de operador no setor de dobra, 0,4 horas de operador no setor de corte, 1,0 hora de operador no setor de furação, 1,5 horas de operador no setor de solda MIG, e 2,5 horas de operador no setor de solda TIG.

3.2.2 Cadastro de operadores polivalentes

A manutenção de um cadastro atualizado de operadores polivalentes contendo informações sobre a qualificação para a polivalência e a experiência passada de cada um é fundamental para a metodologia, pois os recursos com mão-de-obra serão socializados dentro da fábrica e os remanejamentos executados entre todos os setores. As informações básicas necessárias para desenvolver a metodologia proposta são:

- Nome do operador;
- Setor de origem;
- Cargo;
- Setores nos quais está apto a trabalhar.

A metodologia proposta, em sua última etapa, como visto na Figura 3.1, prevê uma atualização sistemática do cadastro de operadores polivalentes através do controle de todos os operadores que estão sendo remanejados pela dinâmica do nivelamento da produção. Esta etapa será descrita na seqüência do capítulo.

A Figura 3.3, como exemplo, apresenta um cadastro fictício de operadores polivalentes que serão utilizados na demonstração da metodologia. O cadastro de operadores polivalentes contém o nome do operador, o setor de lotação, o cargo que o mesmo ocupa e os setores adicionais onde o operador está apto a exercer sua polivalência.

Figura 3.3 Cadastro de operadores polivalentes.

Operador	Setor de Lotação	Cargo	Setores Adicionais
Geraldo	Solda TIG	Soldador	Furação; Solda MIG
Henrique	Solda TIG	Soldador	Furação; Solda MIG
Fernanda	Corte	Operadora de Corte	Furação
Silvia	Corte	Operadora de Corte	Furação
Thaines	Torno	Torneiro	Dobra; Solda MIG
Adailton	Solda MIG	Soldador	Torno; Solda TIG
João	Dobra	Dobrador	Corte; Furação
Carlos	Solda MIG	Soldador	Dobra; Solda TIG
Vítor	Furação	Operador de Furadeira	Dobra; Solda MIG
Miguel	Furação	Operador de Furadeira	Corte; Dobra; Solda MIG

Exemplificando, a Fernanda e a Silvia estão lotadas no setor de corte e estão qualificadas para atender o setor de furação, enquanto que o Geraldo, além do setor de solda TIG, está qualificado para trabalhar nos setores de furação e solda MIG.

3.2.3 Plano-mestre de Produção

A demanda é o último grupo de informações básicas necessárias para desenvolver a metodologia proposta. O PCP através da atividade de Planejamento-mestre da Produção, gerando um documento chamado de

Plano-mestre de Produção (PMP) trabalha a demanda do mercado pelos produtos da empresa e indica o caminho das ordens de produção do período, conforme visto no capítulo 2.

A metodologia de nivelamento da produção à demanda com uso de operadores polivalentes está sendo proposta para um sistema de produção sob encomenda, onde serão formadas equipes de trabalho para cada pedido, baseando-se na filosofia JIT. As informações que a metodologia necessita são:







- Código e descrição do produto;
- Quantidades a produzir;
- Tempo de produção (horas);
- Prazo de entrega previsto;
- Prazo de entrega realizado;

A Figura 3.4 apresenta um exemplo de PMP que será utilizado na apresentação da metodologia proposta. Na figura pode-se ver um exemplo para a primeira quinzena do mês de janeiro de 2002, sendo que a primeira ordem de fabricação (OF 001-02) é de 6 unidades do produto A e a previsão de entrega é para o primeiro dia útil do mês, dia 02/01/2002. Conforme roteiro de fabricação do produto A, a OF 001-02 irá consumir 36,0 horas $[6 \times (0,6 + 0,4 + 1,0 + 1,5 + 2,5)]$ do sistema produtivo.

No período de 01 a 15/01/2002 a última ordem (OF 019-02) programada será de 06 unidades do produto C com previsão de entrega para o dia 15/01/2002, consumindo 42 horas do sistema produtivo. A produção total esperada para o período é de 127 unidades, consumindo 750,0 horas das

equipes de trabalho. Este exemplo considera que a regra de seqüenciamento é a FIFO (*first in, first out*), ou seja, a primeira que entra é a primeira que sai.

Figura 3.4 Exemplo de PMP para um determinado período.

Plano-mestre de Produção					
Período: 01 a 15/01/2002					
OF	Produto	Quantidade	Tempo (horas)	Entrega/Previsão	Entrega/Realizado
001-02	A	06	36,0	02/01/2002	
002-02	C	08	56,0	03/01/2002	
003-02	B	10	50,0	03/01/2002	
004-02	C	10	70,0	04/01/2002	
005-02	B	06	30,0	07/01/2002	
006-02	A	10	60,0	08/01/2002	
007-02	A	05	30,0	08/01/2002	
					
019-02	C	06	42,0	15/01/2002	
	Total período	127	750,0		

Na planilha apresentada no exemplo do PMP, a última coluna é para ser preenchida com a data real da conclusão da ordem de fabricação, a fim de que se possa comparar com a data prevista, permitindo o acompanhamento e a análise de desempenho do sistema produtivo. Cabe ressaltar que a metodologia proposta permitirá o replanejamento no curto prazo via realocação dos recursos produtivos, em especial de operadores polivalentes, permitindo um melhor nivelamento da produção à demanda real do mercado.

3.3 Preparação para o Nivelamento

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, para que isto ocorra é necessário que o sistema produtivo sob encomenda esteja adequado ao conceito de polivalência discutido no capítulo 2. A metodologia, conforme apresentado na Figura 3.1, possui um conjunto de etapas destinadas à preparação do sistema produtivo para o nivelamento, quais sejam: escolha da equipe de operadores, nivelamento de conhecimentos dos operadores, designação dos equipamentos e treinamento da equipe de operadores, detalhadas a seguir.

3.3.1 Escolha da equipe de operadores

A escolha dos operadores que irão compor as equipes de trabalho é a primeira etapa a ser cumprida numa empresa que queira implementar um sistema flexível de produção que possibilite o nivelamento da produção. A escolha dos operadores está diretamente relacionada com o tipo de produto a ser produzido e a facilidade que o operador tem de trabalhar em equipe.

O nível de escolaridade do operador é outro critério a ser considerado, pois as atividades de polivalência exigirão treinamento e conhecimentos adicionais de outros setores da fabricação.

Após a escolha das equipes é necessário elaborar um cadastro dos operadores composto por nome, setor de lotação, cargo e setores adicionais que será qualificado a trabalhar, conforme já ilustrado na Figura 3.3, demonstrando a necessidade de nivelar o conhecimento e promover o treinamento dos operadores.

3.3.2 Nivelamento de conhecimentos

Com a equipe definida, passa-se a etapa de nivelamento dos conhecimentos desta equipe quanto aos conceitos e ferramentas gerenciais que serão implantadas dentro da dinâmica de nivelamento da produção à demanda.

Quanto aos operadores polivalentes é importante conscientizá-los das diferenças de comportamento do sistema convencional de monofuncionalidade, para o sistema JIT com a polivalência das funções, relacionando os benefícios, tais como maior estabilidade em relação aos demais operadores caso exista redução na demanda, aprendizado de novas atividades, participação na melhoria do processo, e a possibilidade de salários diferenciados em função do grau de polivalência alcançado.

Algumas técnicas utilizadas pela filosofia JIT no sentido de dar suporte à flexibilização do processo produtivo devem ser divulgadas aos operadores polivalentes, preparando-os para algumas alterações que ocorrerão no processo produtivo antes da implantação da polivalência da mão-de-obra.

O nivelamento dos conhecimentos busca possibilitar ao operador polivalente o conhecimento cada vez maior dos processos sob sua responsabilidade e através da comunicação interpessoal resolver os problemas diários da produção pelos integrantes das equipes de trabalho, descentralizando dos supervisores e chefias a resolução de problemas operacionais.

3.3.3 Designação dos equipamentos

As máquinas envolvidas no processo devem ser analisadas em função do pedido e do roteiro de fabricação do produto, observando-se os seguintes

aspectos: quantidade das máquinas, qualidade das máquinas e flexibilidade das máquinas.

Uma vez estabelecida a equipe de trabalho, a quantidade de máquinas, equipamentos, ferramentas e demais dispositivos necessários para a fabricação dos produtos será dimensionada em função do prazo de entrega dos pedidos.

Com relação à qualidade das máquinas, três aspectos devem ser analisados:

- capacidade do equipamento em atender aos parâmetros de qualidade exigidos pelo produto;
- nível tecnológico do equipamento, responsável pelo grau de instrução e pelo treinamento dos operadores que irão utilizar os equipamentos no processo;
- nível de conservação dos equipamentos, para que se possa elaborar o plano de manutenção dos mesmos.

Algumas máquinas possuem um grau de dedicação pleno a um determinado produto, entretanto, sempre que houver a possibilidade de flexibilizar os equipamentos dotando-os de movimentação sobre trilhos ou rodas, e mecanismos de troca rápida de ferramentas, as empresas passam a deter maior flexibilidade em relação à introdução de alterações na estrutura dos produtos.

3.3.4 Treinamento para a polivalência

Efetuada a etapa de nivelamento de conhecimentos da equipe e montada fisicamente uma estrutura produtiva adequada à polivalência da mão-de-obra, pode-se passar para a etapa de treinamento operacional do grupo. O sucesso da metodologia para uso da polivalência no nivelamento da produção à demanda é, sem dúvida, o treinamento da equipe em todas as operações e demais atividades envolvidas no processo produtivo.

A primeira fase do treinamento consiste em capacitar os operadores no maior número possível de atividades envolvidas no processo produtivo. Para garantir o sucesso desta etapa, elabora-se a chamada matriz de polivalência, exemplificada na Figura 3.5, na qual os operadores são correlacionados às suas habilidades específicas, visualizando-se toda equipe envolvida no treinamento, identificando em quais atividades do processo os operadores possuem conhecimento e habilidade para execução das tarefas, em quais atividades os operadores simplesmente conhecem mas não dominam a execução das tarefas, e quais atividades não são do conhecimento dos operadores.

Através de uma legenda identifica-se o nível de conhecimento que os operadores possuem das várias operações em máquinas e demais atividades envolvidas no processo.

Seguindo o exemplo que está se utilizando neste capítulo para descrever os passos da metodologia proposta, pode-se ver na Figura 3.5 que na atividade de dobra, com exceção do operador Geraldo, todos os demais operadores a dominam. Já a atividade de torno é a que possui o menor índice de operadores que a dominam, apenas dois. As atividades de solda MIG e solda TIG possuem um alto índice de desconhecimento pelos operadores, sendo de 60% da equipe apresentada no exemplo.

Figura 3.5 Exemplo de matriz de polivalência.

Operador	Atividades					
	Dobra	Corte	Furação	Torno	Solda MIG	Solda TIG
Geraldo	C	C	D	X	D	D
Henrique	D	C	D	X	C	D
Fernanda	D	C	D	X	X	X
Silvia	D	C	D	X	X	X
Thaines	D	D	C	D	X	X
Adailton	D	C	C	D	D	C
João	D	D	D	X	X	X
Carlos	D	C	C	X	D	D
Vítor	D	C	D	X	X	X
Miguel	D	D	D	X	X	X

(D) Domina

(C) Conhece

(X) Desconhece

Utilizando-se esta matriz de polivalência que demonstra as habilidades iniciais dos operadores, a gerência terá condições de elaborar um plano de polivalência que irá definir o programa de treinamento de cada operador. Esse treinamento deve ser desenvolvido preferencialmente no próprio local de trabalho, sendo interessante iniciar a polivalência com os operadores que conhecem as atividades mas ainda não a dominam.

O treinamento deve basear-se inicialmente nas preferências dos operadores e posteriormente nas necessidades previstas pelo PMP para a produção dos pedidos, visando dispor de operadores em quantidade suficiente para nivelar a

produção com a demanda, entretanto, o objetivo final é dispor de uma equipe que domine todas as atividades do processo produtivo.

3.4 Implementação do Nivelamento

Para que se possa implementar o nivelamento, conforme apresentado na Figura 3.1 – visão geral da metodologia proposta, é necessário vencer a etapa de planejamento do nivelamento, composta por dois grandes blocos, ou seja, o bloco relacionado aos dados básicos de apoio, relativo ao cadastro dos pedidos e roteiros de fabricação, cadastro de operadores polivalentes e plano-mestre de produção, bem como o bloco de preparação para o nivelamento, relativo a escolha da equipe de operadores, nivelamento de conhecimentos dos operadores, designação dos equipamentos e treinamento da equipe de operadores.

A implementação do nivelamento é uma seqüência de ações desenvolvidas pela gerência e/ou pela supervisão, conforme demonstrado na Figura 3.1, tendo seu início com a aplicação da planilha de cálculo diário, para uma etapa de disposição inicial segundo a programação prevista no PMP, onde se fará uma determinada distribuição de operadores polivalentes nas equipes de trabalho para o período de vigência do PMP previsto.

Durante a vigência do período de planejamento com a produção nivelada à demanda prevista, procede-se ao acompanhamento da produção, buscando identificar problemas que possam afetar a conclusão do PMP programado. Caso não ocorram problemas, o PMP será cumprido e novo período é nivelado. Entretanto, quando for identificado algum problema na demanda ou no processo produtivo haverá necessidade de se proceder a ajustes através da etapa de disposição após ajustes, a fim de colocar o sistema produtivo no ritmo da demanda. Completando o bloco de implementação do nivelamento se tem ainda a etapa de controle dos operadores que conterà os dados de

desempenho e de troca de postos de trabalho dos operadores.

Cada uma das etapas do bloco de implementação do nivelamento será detalhada em seguida, iniciando pela disposição inicial.

3.4.1 Disposição inicial

A metodologia proposta para o nivelamento da produção à demanda tem sua origem no cálculo inicial para disposição da mão-de-obra e dos recursos físicos. A metodologia proposta pode ser aplicada para qualquer período de planejamento por ter ela um caráter cíclico de cálculo a partir da etapa de acompanhamento da produção que será explicada na seqüência.

A Tabela 3.1 apresenta uma planilha de cálculo para disposição do setor produtivo, contendo em primeiro plano a disposição inicial da mão-de-obra, que permitirá uma realocação dos recursos a partir da análise das ordens de fabricação e de que forma elas ocuparão o setor produtivo.

Para demonstrar a primeira etapa da metodologia proposta será admitido que, conforme apresentado no primeiro item da planilha de cálculo do dia 02/01/2002 da Tabela 3.1, o setor de dobra dispõe de 1 operador, o de corte de 2 operadores, o de furação de 2 operadores, o de torno de 1 operador, o de solda MIG de 2 operadores, e o de solda TIG de 2 operadores, sendo que o tempo disponível por dia de trabalho de cada operador é de 7,5 horas, totalizando 75,0 horas por dia de trabalho no sistema produtivo com 10 operadores.

No item 2 da Tabela 3.1 aparece o programa de produção para o dia 02/01/2002 oriundo da Figura 3.4 que apresenta o PMP para a primeira quinzena do mês de janeiro de 2002, sendo utilizado como ponto de partida para o cálculo inicial apresentado.

Tabela 3.1 Planilha de cálculo para disposição do setor produtivo.

Planilha de Cálculo para Disposição do Setor Produtivo								
Período: 02/01/2002								
1. Disposição inicial da mão-de-obra								
Setores		Número operadores		Hora/operador		Hora/setor		
Dobra		1		7,5		7,5		
Corte		2		7,5		15,0		
Furação		2		7,5		15,0		
Torno		1		7,5		7,5		
Solda MIG		2		7,5		15,0		
Solda TIG		2		7,5		15,0		
Total		10		---		75,0		
2. Cálculo das ordens de fabricação								
			Setores (Horas/OF)					
OF	Produto	Qtde	Dobra	Corte	Furação	Torno	Solda MIG	Solda TIG
001-02	A	6	3,6	2,4	6,0	---	9,0	15,0
002-02	C	8	4,0	4,0	8,0	---	16,0	24,0
Total		14	7,6	6,4	14,0	---	25,0	39,0
3. Disposição diária da mão-de-obra								
	Dobra	Corte	Furação	Torno	Solda MIG	Solda TIG	TOTAL	
Horas disp.	7,5	15,0	15,0	7,5	15,0	15,0	75,0	
Horas Nec.	7,6	6,4	14,0	---	25,0	39,0	92,0	
Diferença	- 0,1	8,6	1,0	7,5	- 10,0	- 24,0	- 17,0	
Oper. Disp.	1	2	2	1	2	2	10	
Oper. Nec.	1	0,85	1,86	0	3,3	5,2	12,2	
Diferença	0	1,15	0,14	1	- 1,3	- 3,2	- 2,2	
Oper. Distrib.	1	1	2	0	3	3	10	
OBS: A OF 002-02 será concluída no dia 03/01/2002								

Foram programadas para este dia as seguintes ordens de fabricação: OF 001-02 de 6 unidades do produto A; e OF 002-02 de 8 unidades do produto C. Na planilha de cálculo para disposição do setor produtivo determina-se inicialmente a necessidade de horas de trabalho por setor, obtida através da multiplicação da demanda dos produtos programados pelos tempos exigidos para fabricação em cada setor, provenientes da planilha de cadastro de produtos (Figura 3.2).

O item 2 da Tabela 3.1 apresenta os resultados deste cálculo, demonstrando que a OF 001-02 de 6 unidades do produto A irá consumir 3,6 horas na dobra, 2,4 horas no corte, 6,0 horas na furação, 9,0 horas na solda MIG, e 15,0 horas na solda TIG, totalizando 36,0 horas no setor produtivo. Já a OF 002-02 de 8 unidades do produto C consumirá 4,0 horas na dobra, 4,0 horas no corte, 8,0 horas na furação, 16,0 horas na solda MIG, e 24,0 horas na solda TIG, totalizando 56,0 horas no setor produtivo. No total serão consumidas 92,0 horas do setor produtivo.

Lançado na planilha todos os dados dos itens 1 e 2, pode-se efetuar o cálculo para disposição diária do setor produtivo, sendo que na metodologia proposta este cálculo será feito em número de operadores e em horas de trabalho.

A Tabela 3.1 no item 3 promove dois tipos de comparações, uma em termos de horas disponíveis e necessárias nos setores, e outra em termos de número de operadores disponíveis e necessários por setor, para ajustar a produção diária à demanda.

As horas disponíveis foram coletadas do item 1, sendo de 7,5 horas no setor de dobra, 15,0 horas no corte, 15,0 horas na furação, 7,5 horas no torno, 15,0 horas na solda MIG e 15,0 horas na solda TIG.

Entre a disponibilidade e a necessidade atual de horas nos setores existe uma diferença que é de 0,1 horas a menos na dobra, 8,6 horas a mais no corte, 1,0 hora a mais na furação, 7,5 horas a mais no torno, 10,0 horas a menos na solda MIG, e 24,0 horas a menos na solda TIG, totalizando assim uma diferença de 17,0 horas para menos entre as horas disponíveis e necessárias no dia 02/01/2002.

Já entre a disponibilidade e a necessidade atual de operadores nos setores existe uma diferença que é de 1,15 operador a mais no corte, 0,14 operador a mais na furação, 1,0 operador a mais no torno, 1,3 operador a menos na solda MIG, e 3,2 operadores a menos na solda TIG, totalizando assim uma diferença de 2,2 operadores para menos entre os operadores disponíveis e necessários para o dia 02/01/2002.

Diante do exposto acima, observa-se que o setor produtivo terá no dia 02/01/2002 um déficit de 2 operadores, arredondando os valores calculados. Como a regra de seqüenciamento é a FIFO, a OF 001-02 será atendida pela produção no dia 02/01/2002 e a OF 002-02 se manterá no sistema produtivo até o dia 03/01/2002.

O procedimento de cálculo para disposição do setor produtivo para todos os dias de programação do PMP é análogo ao demonstrado na planilha apresentada. Com estes valores calculados para o período do PMP previsto, a gerência tem uma visão de como irá se dar o nivelamento da produção à demanda.

Dependendo do tamanho da diferença entre o total de operadores disponíveis e necessários, ou, do tamanho da diferença entre o total das horas disponíveis e necessárias, a gerência deverá negociar com o PCP uma realocação de ordens e/ou prazos dentro da dinâmica do PMP, pois o mais importante é não prosseguir com uma programação da produção que não poderá ser atendida.

A próxima etapa da metodologia proposta consiste em acompanhar dia a dia o programa de produção, bem como o ambiente produtivo para identificar possíveis problemas que perturbem o balanceamento.

3.4.2 Acompanhamento da produção

Como o nivelamento da produção à demanda pode ser prejudicado por fatores como falta de matéria-prima, falta de operadores ao trabalho, paradas não planejadas nos equipamentos, a metodologia propõe um acompanhamento diário da produção a fim de analisar diariamente o desempenho dos setores produtivos, bem como dos seus recursos humanos e físicos.

Para efetuar o acompanhamento coleta-se diariamente os tempos consumidos pelo processo produtivo no atendimento às ordens de fabricação programadas pelo PMP e se compara com os tempos planejados. A planilha de acompanhamento da produção é apresentada na Tabela 3.2.

Na planilha de acompanhamento da produção da Tabela 3.2 está registrado para cada dia da primeira quinzena de janeiro o consumo planejado de horas e o efetivamente realizado em cada setor. O consumo planejado é coletado nas planilhas de cálculo para disposição do setor produtivo em função da programação de ordens e do número de operadores por dia para cada setor, enquanto que o consumo realizado é obtido diretamente do desempenho dos setores.

Por exemplo, para o dia 02/01/2002 estava previsto um consumo de 7,6 horas na dobra, 6,4 horas no corte, 14,0 horas na furação, 25,0 horas na solda MIG e 22,0 horas na solda TIG, entretanto, o consumo realizado foi de 7,5 horas na dobra, 6,5 horas no corte, 14,0 horas na furação, 25,5 horas na solda MIG e 22,1 horas na solda TIG. Como se pode ver os setores de corte, solda MIG e solda TIG tiveram um desempenho inferior ao previsto, enquanto que o

setor de dobra obteve um desempenho superior e o setor de furação se manteve de acordo com o desempenho previsto.

Tabela 3.2 Planilha de acompanhamento da produção.

Acompanhamento da Produção														
Período: 01 a 15/01/2002														
Dia	Setores (horas)												Total (horas)	
	Previsto						Realizado						Prev	Acum
	D	C	F	T	SM	ST	D	C	F	T	SM	ST		
02	7,6	6,4	14,0	---	25,0	22,0	7,5	6,5	14,0	---	25,5	22,1	75,0	75,6
03	11,0	7,0	6,0	4,0	30,0	17,0	10,8	7,1	6,0	4,2	30,0	16,8	75,0	74,9
04	3,6	4,4	13,6	2,4	20,0	30,0							74,0	
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
15	6,0	5,0	11,0	---	19,5	30,5							72,0	
Total	72,7	54,3	107,0	20,0	283,0	210,0							747,0	

Legenda: D – dobra; C – corte; F – furação; T – torno; SM – solda MIG; ST – solda TIG

A planilha de acompanhamento da produção, além de conter as informações de desempenho diário dos setores, apresenta a produção total diária prevista e realizada pelo sistema produtivo, bem como a produção total do período prevista e realizada por setor. Com estas informações é possível ficar observando o desempenho do sistema produtivo no todo e por setor, podendo identificar desvios que exijam novo nivelamento da produção.

3.4.3 Problemas no sistema produtivo

Problemas podem ocorrer diariamente no sistema produtivo e devem ser identificados com rapidez, bem como ações para solucioná-los devem ser tomadas. A identificação e a solução dos problemas no sistema produtivo é tratada dentro do TQC com as chamadas ferramentas da qualidade, tais como, Diagrama de Causa Efeito, Diagramas de Dispersão, entre outras.

Dentre os problemas que ocorrem com maior intensidade prejudicando o nivelamento, pode-se citar:

- Falta de operadores ao trabalho;
- Falta de matéria-prima;
- Manutenção não planejada nos equipamentos;
- Retrabalhos;
- Mudanças não planejadas no PMP em relação às ordens já programadas.

Após identificação do problema deve-se proceder à solução permanente através das ferramentas da qualidade, e uma nova disposição do setor produtivo deverá ser implantada para por a produção em dia. Na seqüência será explicada a etapa de disposição após ajustes.

3.4.4 Disposição após ajustes

Sempre que ocorrer um problema no sistema produtivo ou no PMP previsto que possa prejudicar o nivelamento da produção à demanda para o período, ajustes serão realizados.

Na prática, a etapa de disposição após ajustes consiste em aplicar a mesma dinâmica da etapa de disposição inicial, redimensionando os operadores e os

3.4.5 Controle dos operadores

O controle de operadores, conforme apresentado na Figura 3.6, visa registrar as movimentações que foram realizadas pelos operadores polivalentes durante o período previsto pelo PMP.



Esta planilha tem por objetivo manter o cadastro de operadores sempre atualizado e disponível para ser pesquisado quando da necessidade de deslocamento da mão-de-obra. Ela identifica o operador pelo nome, setor de lotação e sua movimentação diária nos setores de produção.

Apresenta ainda uma totalização dos empréstimos diários dos operadores, uma totalização dos empréstimos de todos operadores por setor e uma totalização geral dos empréstimos no sistema produtivo.

Por exemplo, pode-se ver na planilha que no dia 02/01/2002, os operadores Thaines e Vítor foram deslocados dos seus setores de lotação para o setor de solda MIG, o operador Adailton foi deslocado para o setor de solda TIG e a operadora Fernanda foi deslocada para o setor de furação, visto que a disposição do setor produtivo (Tabela 3.1) previa para este dia um operador na dobra, um operador no corte, dois operadores na furação, três operadores na solda MIG e três operadores na solda TIG.

No dia seguinte, 03/01/2002, os operadores Thaines e Adailton retornaram para seus setores de origem, e o operador Miguel foi deslocado para o setor de dobra, visto que o nivelamento previsto para atender a programação do PMP para aquele dia previa dois operadores na dobra, um operador no corte, um operador na furação, um operador no torno, três operadores na solda MIG e dois operadores na solda TIG.

Figura 3.6 Planilha de controle dos operadores polivalentes.

Controle de Operadores Polivalentes												
Período: 01 a 15/01/2002												
Operador	Setor de Lotação	Dia					Empréstimo por setor					
		02	03	04		15	D	C	F	T	SM	ST
Geraldo	Solda TIG											
Henrique	Solda TIG											
Fernanda	Corte	F	F	F				3				
Silvia	Corte			F		F		2				
Thaines	Torno	SM		SM		SM					3	
Adailton	Solda MIG	ST		ST		ST						3
João	Dobra											
Carlos	Solda MIG			ST		ST						2
Vítor	Furação	SM	SM	SM		SM					4	
Miguel	Furação		D	SM		SM	1				2	
Empréstimo dia		4	3	7		6						
Total de empréstimos por setor							1	--	5	--	9	5
Total de empréstimos no período							20					

Legenda: D – dobra; C – corte; F – furação; T – torno; SM – solda MIG; ST – solda TIG

Ao final do período de programação do PMP é possível identificar a quantidade de empréstimos ocorridas no período, qual operador mais solicitado e qual setor mais beneficiado com o remanejamento dos operadores. De

acordo com o exemplo, o setor mais solicitado foi o de solda MIG com nove empréstimos, e o operador Vítor foi o mais solicitado com quatro remanejamentos.

3.5 Considerações Finais

Neste capítulo procurou-se demonstrar uma metodologia para auxiliar o nivelamento da produção à demanda com uso de operadores polivalentes em sistemas de produção sob encomenda com ações agrupadas em dois grandes blocos distintos que se relacionam entre si, o primeiro relativo ao Planejamento para o Nivelamento, e o segundo relativo à Implementação do Nivelamento, conforme apresentado na Figura 3.1.

O bloco de Planejamento para o Nivelamento foi dividido em dois outros blocos: Dados Básicos de Apoio e Preparação para o Nivelamento. O bloco de Dados Básicos de Apoio contém as informações que dão suporte ao planejamento e implementação do nivelamento da produção, que são: pedidos e seus roteiros de fabricação, o PMP para o período, e o cadastro dos operadores polivalentes.

Já o bloco de Preparação para o Nivelamento está relacionado às atividades de designação dos equipamentos, escolha das equipes de operadores, nivelamento de conhecimentos da equipe, e treinamento dos operadores. A designação dos equipamentos consiste em analisar as máquinas quanto à capacidade de atender aos parâmetros de qualidade exigidos pelo produto, ao nível tecnológico e ao nível de conservação dos mesmos. A escolha da equipe prioriza operadores com facilidade de relacionamento em equipe e o nível de escolaridade do operador. O nivelamento de conhecimentos visa transmitir à equipe os conceitos e ferramentas gerenciais que serão implantadas dentro da dinâmica de nivelamento, e, finalmente, propõe-se o treinamento da equipe através da

capacitação dos operadores no maior número de atividades envolvidas no processo produtivo.

O bloco de Implementação do Nivelamento é composto pelas etapas de disposição inicial, acompanhamento da produção, problemas no setor produtivo, disposição após ajustes e controle dos operadores. A disposição inicial do setor produtivo é um planejamento para o período, contendo em primeiro plano a situação inicial da mão-de-obra, permitindo uma realocação dos recursos a partir da análise das ordens de fabricação e de que forma elas ocuparão o setor produtivo, como apresentado na Tabela 3.1, objetivando alcançar o número ideal de operadores em cada setor do sistema produtivo para cada dia do planejamento em curso.

Na seqüência, a metodologia propõe um acompanhamento diário da produção, com o objetivo de analisar o desempenho do setor produtivo. A dinâmica de acompanhamento concentra-se na coleta diária dos tempos consumidos pelo processo produtivo no atendimento às ordens de fabricação programadas pelo PMP e na comparação com os tempos planejados. Para isto se utiliza a planilha de acompanhamento da produção apresentada na Tabela 3.2.

Problemas podem ocorrer diariamente no sistema produtivo prejudicando o nivelamento, cuja origem pode estar na falta de operadores ao trabalho, falta de matéria-prima, manutenção não planejada nos equipamentos, retrabalhos e mudanças na demanda, exigindo um novo remanejamento da mão-de-obra polivalente para equilibrar a produção à demanda. Sempre que ocorrer um problema no sistema produtivo, ajustes serão realizados.

A etapa de disposição após ajuste consiste em aplicar a mesma dinâmica da etapa de disposição inicial, redimensionando os operadores e os recursos físicos para os setores, e refazendo todas as planilhas de cálculo para disposição do setor produtivo nos dias previstos no PMP.

Por fim, a metodologia propõe a etapa de controle dos operadores que visa registrar as movimentações que foram realizadas pelos operadores polivalentes durante o período previsto pelo PMP.

Concluída a exposição da metodologia proposta, cujo objetivo é de demonstrar que o uso de operadores polivalentes permite um nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção sob encomenda, ela será aplicada em uma empresa goianiense do setor metal mecânico, sendo esta aplicação prática e seus resultados apresentados no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 Introdução

A metodologia descrita no capítulo 3 foi aplicada em uma empresa Goianiense situada na capital do Estado de Goiás, que atua no setor metal mecânico, especificamente na fabricação de produtos para locomoção de deficientes físicos: cadeiras de rodas em aço e em alumínio.

A empresa foi fundada na década de 90, iniciando suas atividades com a fabricação de cadeiras de rodas de aço, em pouca quantidade e com um único modelo. Posteriormente diversificou seu mix de produtos, incorporando na linha de produção cadeiras de rodas personalizadas, sob encomenda.

Com o apoio governamental aos esportes para-olímpicos, a empresa incluiu no seu mix cadeiras para a prática esportiva, como basquete em cadeiras de rodas e atletismo. A política da empresa é a de atender seus clientes com produtos personalizados, e que proporcionem conforto e bem estar aos usuários.

Antes da implantação da metodologia para uso da polivalência no nivelamento da produção à demanda utilizava-se o sistema tradicional de produção com operadores monofuncionais; excesso de mão-de-obra direta e indireta; alto estoque intermediário e excesso de movimentação de material.

Para descrição da aplicação será utilizada a dinâmica apresentada na Figura 3.1, descrita no capítulo 3, onde é apresentada a visão geral da metodologia. Como visto, a metodologia foi subdividida em dois grandes blocos: Planejamento para o Nivelamento e Implementação do Nivelamento. O bloco de Planejamento para o Nivelamento está dividido em dois outros blocos:

Dados Básicos de Apoio e Preparação para o Nivelamento. Desta forma, este capítulo obedecerá na sua apresentação à mesma lógica de raciocínio desenvolvida no capítulo 3.

4.2 Dados Básicos de Apoio

Na aplicação realizada dentro da empresa alguns pontos que fazem parte dos Dados Básicos de Apoio, como o cadastro dos produtos e roteiro de fabricação, o PMP e o cadastro de operadores já estavam prontos, necessitando apenas de ajustes para se adaptar à forma apresentada pela metodologia proposta.

Ao iniciar a aplicação da metodologia na empresa foi necessário desenvolver uma planilha, chamada de ficha do produto, com o objetivo de obter com precisão o tempo de fabricação de cada produto por setor de produção da empresa. Esta informação é de extrema importância para o cálculo da quantidade de mão-de-obra direta necessária no setor produtivo para cada produto.

A ficha do produto contém as seguintes informações: código do produto; nome; tempo de fabricação por setor e tempo de fabricação total. O preenchimento deu-se através do levantamento de tempos gastos em produção anteriores, solicitando o compromisso dos operadores e dos líderes de produção para que na primeira oportunidade, através do acompanhamento, atualizassem estes valores.

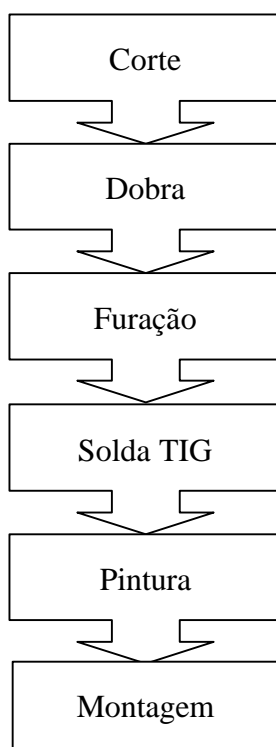
Será descrita a seguir a forma como foram implantados na empresa os dados básicos de apoio, composto por pedidos, roteiros de fabricação, cadastro de operadores polivalentes e PMP.

4.2.1 Pedidos e roteiros de fabricação

Como já apresentado, o cadastro dos produtos e o roteiro de fabricação estão inseridos na ficha do produto que contém as seguintes informações: código do produto e nome do produto; tempo de fabricação por setor; tempo de fabricação total; setores de fabricação por onde passam os produtos e custo de mão-de-obra direta.

A Figura 4.1 apresenta o fluxo de produção de uma cadeira de rodas em alumínio para prática de basquete. Conforme apresentado na Figura 4.1, o fluxo de produção passa por seis setores produtivos, que são: corte; dobra; furação; solda TIG; pintura (serviço terceirizado) e montagem.

Figura 4.1 Exemplo de Fluxo de Produção.



Na Figura 4.2 é apresentado um exemplo de ficha do produto, utilizada como base de dados na execução do cálculo para nivelamento. Nesta figura pode-se visualizar o código do produto BPA e o nome do produto, que neste caso é a cadeira de rodas de alumínio para basquete. São identificados na ficha os setores de produção por onde passa o produto e o tempo de fabricação em cada setor, bem como o tempo total. Apresenta ainda o custo da mão-de-obra direta.

Figura 4.2 Exemplo de Ficha do Produto.

Ficha do Produto			
Código: BPA			
Nome: Cadeira de Rodas em Alumínio para Basquete			
Setores de Produção	Mão-de-obra direta		
	Tempo (Horas)	Financeiro (R\$)	
		Unitário	Unitário
Corte	0,4	1,67	0,67
Dobra	0,6	2,50	1,50
Furação	1,0	2,22	2,22
Solda TIG	2,5	3,89	9,72
Montagem	1,5	2,5	3,75
Total	6,0	---	17,86

Neste exemplo são necessárias 6,0 horas do setor produtivo para fabricar uma unidade do referido produto, tendo um custo de mão-de-obra direta de R\$ 17,86.

Após revisar e atualizar as fichas dos produtos que estavam sendo fabricados foi possível elaborar o cadastro dos operadores polivalentes, buscando facilitar a análise dos operadores que poderiam ser utilizados no remanejamento entre os setores produtivos.

4.2.2 Cadastro de operadores polivalentes

Para implantar a metodologia na empresa, a construção de um cadastro de operadores polivalentes passou a ser a prioridade do setor produtivo. Com a utilização do cadastro de operadores polivalentes (Figura 3.3) e da matriz de polivalência (Figura 3.5) se pôde identificar quais eram os operadores que inicialmente podiam ser remanejados, e para quais setores.

Estes dados eram suficientes para a implantação da metodologia proposta e, no sentido de facilitar a visualização da situação real de polivalência dos operadores, foi elaborado um cadastro, como apresentado na Figura 4.3, contendo nome do operador, setor de lotação, cargo, e setores de produção nos quais o mesmo estava habilitado a trabalhar.

Por exemplo, como visto nesta figura, o dobrador João além de trabalhar no setor de dobra, pode trabalhar nos setores de corte e furação, assim como o soldador Geraldo pode ser redistribuído para os setores de furação e de solda MIG.

4.2.3 Plano-mestre de Produção

O PMP é o último grupo de informações dentro dos dados básicos de apoio, e sua dinâmica de produção é estar em interação constante com a demanda, procurando atender as quantidades nos prazos solicitados pelos clientes.

Figura 4.3 Exemplo de cadastro de operadores polivalentes.

Ordem	Nome	Setor	Cargo	Setor Habilitado				
				D	C	F	ST	SM
1	João	D	Dobrador		X	X		
2	Geraldo	ST	Soldador			X		X
3	Henrique	ST	Soldador			X		X
4	Adailton	SM	Soldador	X			X	
5	Divino	SM	Soldador		X	X	X	
...					

Legenda: D – dobra; C – corte; F – furação; SM – solda MIG; ST – solda TIG

A dinâmica do PMP, tanto na metodologia como na prática, é similar, ou seja, o PMP apresenta a seqüência de produtos acabados que devem ser trabalhados no período. Na empresa em questão, o PMP é enviado para todos os setores produtivos, acrescido da data prevista para se processar o produto.

A informação da data prevista para que o produto seja processado no setor faz-se necessária devido à existência de um processo que exige um intervalo de tempo entre o início e o final de fabricação variando entre 18 e 24 horas, que é o processo de pintura, por ser terceirizado. Portanto, é necessário considerar este intervalo de tempo na produção, e estes dados estão cadastrados no PMP visando facilitar o cálculo da distribuição da mão-de-obra para o nivelamento da produção a demanda.

A Figura 4.4 apresenta as informações que a empresa onde foi implantada a metodologia de nivelamento da produção a demanda com o uso de operadores polivalentes utiliza, quais sejam:

- Código e descrição do produto;
- Quantidade a produzir;
- Tempo de produção (horas);
- Prazo de entrega previsto e realizado

Figura 4.4 Plano-mestre de Produção para um determinado período.

Plano-mestre de Produção															
Período: 01 a 15/01/2002															
OF	Produto	Qty	Tempo (horas)	Setores de Fabricação											
				Entrega/Previsão					Entrega/Realizado						
				C	D	F	SM	ST	C	D	F	SM	ST		
001-02	A	06	36,0	2/1	2/1	2/1	3/1	3/1							
002-02	C	08	56,0	3/1	3/1	3/1	4/1	4/1							
003-02	B	10	50,0	4/1	4/1	4/1	7/1	7/1							
019-02	C	06	42,0	14/1	14/1	14/1	15/1	15/1							
Total Realizado		127	747,0												
Capacidade Instalada			750,0	Ocupação							99,6 %				

No exemplo do plano-mestre de produção apresentado na Figura 4.4, pode-se ver que o início da fabricação da OF 001-02 ocorrerá no dia 02/01/2002 nos setores de corte, dobra e furação, e a conclusão da fabricação ocorrerá no dia 03/01/2002 nos setores de solda MIG e solda TIG. O total previsto para ser

produzido dentro do PMP apresentado é de 127 produtos, necessitando de um total de 747,0 horas, representando 99,6 % de ocupação da capacidade instalada que, neste caso, é de 750,0 horas para o período.

De posse das fichas dos produtos, dos roteiros de fabricação, do cadastro de operadores polivalentes, e do PMP, o próximo passo consiste em preparar o sistema produtivo para o nivelamento da produção a demanda com estes operadores polivalentes.

4.3 Preparação Para o Nivelamento

No bloco de Preparação para o Nivelamento, conforme apresentado no capítulo 3, estão as etapas de escolha da equipe de operadores, nivelamento de conhecimento dos operadores, designação dos equipamentos e treinamento da equipe de operadores. Estas etapas necessitam ser vencidas para que o sistema produtivo tenha recursos humanos e físicos que permitam a flexibilização de mix e volume dos produtos, bem como a realocação dos recursos necessários para a manufatura.

Será descrita a seguir a forma como foram desenvolvidas estas quatro etapas da implantação da metodologia na empresa.

4.3.1 Escolha da equipe de operadores

Na escolha da equipe de operadores polivalentes que iriam iniciar a aplicação da metodologia na empresa aproveitou-se dos dados relativos ao cadastro de operadores polivalentes, conforme exemplo da Figura 4.3, e da experiência dos líderes na identificação das potencialidades existentes entre os operadores sob sua responsabilidade para formar a primeira equipe de operadores polivalentes.

Nesta equipe foram considerados os operadores que dominavam a operação de um ou mais setores de produção que não o seu de origem, bem como aqueles que já trabalhavam na empresa há algum tempo e que, no entender dos líderes, tinham potencial e poderiam desenvolver atividades em outros setores produtivos.

Inicialmente a equipe tinha um número reduzido de operadores polivalentes, sendo basicamente os soldadores, num total de quatro, devido à sua formação profissional dominarem as atividades de corte, dobra ou furação. Esta prática de remanejar operadores na empresa era praticamente inexistente.

À medida que a necessidade exigia, todos os operadores passaram a ser considerados e relacionados no cadastro de operadores polivalentes. A lista incluída no cadastro de operadores polivalentes, já ilustrada na Figura 4.3, iniciou-se com 5 nomes, representando 16,7 % do total de 30 operadores, posteriormente, o número passou para 18 operadores polivalentes, representando 60 % do total.

4.3.2 Nivelamento de conhecimentos

Com a equipe inicial de operadores polivalentes definida foi necessário conscientizá-los das diferenças de comportamento do sistema convencional de monofuncionalidade para a metodologia proposta de nivelamento da produção à demanda com o uso da polivalência. Como a empresa estava passando por um período de muito atraso nas entregas e algumas perdas de clientes, percebeu-se que a receptividade para desenvolver um trabalho que aumentasse a produtividade e reduzisse os tempos e os custos era grande.

Algumas semanas decorreram para que os membros da equipe começassem a entender a dinâmica da metodologia, mesmo colocando em prática o remanejamento da mão-de-obra direta em alguns setores de

fabricação. Paralelamente aos remanejamentos da mão-de-obra direta onde os operadores podiam visualizar em loco o sistema, foram utilizados vídeos sobre o assunto, palestras, demonstrações e literaturas para conscientização das pessoas envolvidas.

Diariamente, antes de iniciar as atividades, todos os líderes de produção se reuniam com seu grupo para informar a situação da fábrica em relação a atrasos, pedidos em andamento, remanejamentos necessários e quais os operadores que auxiliariam outros setores de acordo com os cálculos obtidos a partir das deliberações na reunião diária entre os líderes e o responsável pelo PCP.

A equipe de líderes e o responsável pelo PCP se reuniam diariamente, às 16 horas, para discutir as estratégias operacionais do dia seguinte no sentido de efetuar ajustes para manter a produção realizada dentro do planejamento previsto, destacando-se o nível de atraso em relação ao planejamento previsto e as alternativas para que no menor prazo possível fossem corrigidas as distorções existentes.

Detectou-se que alguns líderes resistiam à implantação da metodologia proposta, basicamente por dois motivos, que eram a falta de conhecimento teórico sobre sistemas de produção e suas ferramentas, e o medo de errar. Estes motivos eram fatores inibidores e prejudicavam a prática do remanejamento. Com a intensificação do repasse de conhecimentos e a insistência da aplicação da metodologia, estes fatores inibidores foram vencidos e a partir de um certo ponto a polivalência passou a ser uma ferramenta imprescindível para o nivelamento da produção e a otimização do uso da mão-de-obra pelos líderes.

Alguns operadores mais antigos se tornaram uma barreira para que a metodologia proposta fosse bem sucedida inicialmente. Neste caso, após a abordagem teórica, submeteu-se os operadores a uma implantação por um

período de 15 dias, a fim de que assimilassem o princípio básico do novo método de trabalho. Entretanto, em alguns casos operadores tiveram que ser dispensados por não quererem se adaptar à nova metodologia.

Pode-se afirmar que esta etapa de nivelamento dos conhecimentos exigiu determinação, perseverança e esforço. Houve dispensas? Sim houve, mas a quantidade de pessoas contratadas após a adoção da metodologia de nivelamento da produção à demanda com o uso de operadores polivalentes superou o número de operadores dispensados.

4.3.3 Designação dos equipamentos

Em paralelo a etapa de escolha da equipe de operadores, conforme proposto na metodologia ilustrada na Figura 3.1, as máquinas envolvidas no processo deveriam ser analisadas em função do pedido e do roteiro de fabricação do produto, observando-se os seguintes aspectos: quantidade, qualidade e flexibilidade das máquinas.

Com o objetivo de proporcionar às máquinas maior flexibilidade, em função de serem máquinas universais, os líderes em conjunto com os operadores desenvolveram gabaritos para serem utilizados nos setores de corte, dobra, furação e solda. A utilização dos mesmos proporcionou ao sistema produtivo maior precisão, menor perda ou retrabalho, maior velocidade de fabricação e maior padronização das operações.

Outra ação de resultado expressivo foi o desenvolvimento de controles simplificados para monitorar as máquinas e equipamentos dos setores produtivos, com o objetivo de formar o hábito entre os operadores quanto ao cuidado preventivo com o equipamento. Em linhas gerais, o *check-list* proposto contemplava a verificação da limpeza, da lubrificação, dos ajustes, da vibração, entre outras verificações inerentes ao equipamento.

4.3.4 Treinamento para a polivalência

Uma vez cumprida a etapa de nivelamento de conhecimentos da equipe e montada fisicamente uma estrutura produtiva adequada a polivalência da mão-de-obra, passou-se para a etapa de treinamento operacional do grupo.

A primeira forma experimentada para o treinamento da equipe de operadores foi de reservar diariamente trinta minutos, no início da jornada, para repassar à equipe conhecimentos teóricos sobre as máquinas e o processo de fabricação dos produtos. Esta etapa teve duração de trinta dias.

A segunda forma experimentada para o treinamento da equipe de operadores foi de com a utilização da matriz de polivalência, conforme ilustrada na Figura 3.5, promover um treinamento prático dos operadores nos outros setores que não o de sua origem. Este treinamento foi planejado pelo PCP, iniciando com os operadores que conheciam ou desconheciam as atividades dos outros setores, que permaneciam um dia de jornada de trabalho em cada setor. Esta etapa teve duração de quinze dias.

Após cumprir as duas primeiras formas de treinamento, procedeu-se à última forma que consistiu em alterar, ou seja, remanejar os operadores de um setor para outro, mesmo sem necessidade, fazendo com que os líderes e os operadores saíssem da inércia e percebessem que o processo seria mantido. Todo este processo diariamente era controlado e anotado na planilha da Figura 4.5.

Conforme apresentado na Figura 4.5, o operador João, lotado no setor de dobra, desenvolveu suas atividades dos dias 04 e 05/12 no setor de corte, enquanto que nos dias 06 e 07/12 foi remanejado para o setor de furação. Já o operador Henrique foi remanejado do setor de solda TIG para o setor de solda MIG nos dias 03 e 04/12. Este documento passou a ser o demonstrativo dos

profissionais que foram remanejados e treinados em outros setores.

Figura 4.5 Exemplo de controle dos treinamentos dos operadores polivalentes.

Operador	Setor de Lotação	Cargo	Dias do mês de dezembro de 2001				
			03	04	05	06	07
João	Dobra	Dobrador		C	C	F	F
Geraldo	Solda TIG	Soldador	SM	SM			
Henrique	Solda TIG	Soldador	SM	SM			
Adailton	Solda MIG	Soldador			ST	ST	
Divino	Solda MIG	Soldador				ST	ST

Legenda: D – dobra; C – corte; F – furação; SM – solda MIG; ST – solda TIG

4.4 Implementação do Nivelamento

Apresentados os dados básicos de apoio e as atividades de preparação para o nivelamento, será descrito agora o bloco de Implementação do Nivelamento, conforme apresentado na Figura 3.1 – visão geral da metodologia proposta, onde estão as etapas que irão permitir a realização do nivelamento da produção à demanda no dia a dia da empresa, quais sejam: disposição inicial, acompanhamento da produção, identificação de problemas no sistema produtivo, disposição após ajustes, e controle dos operadores.

4.4.1 Disposição inicial

Conforme apresentado no item 3.4.1 do capítulo 3, a metodologia proposta

para o nivelamento da produção à demanda tem sua origem no cálculo inicial para disposição da mão-de-obra e dos recursos físicos, realizado quando o PCP monta seu PMP para determinado período do planejamento. A metodologia proposta pode ser aplicada para qualquer período de planejamento por ter ela um caráter cíclico de cálculo a partir da etapa do acompanhamento da produção.

Na empresa estudada, como os dados das ordens de fabricação iniciadas e realizadas dentro do período são lançados diariamente, a polivalência permite que a disposição da mão-de-obra direta seja efetuada dia a dia. Tais dados são analisados diariamente 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 de produção à demanda.

Com o uso da planilha de cálculo para disposição do setor produtivo, apresentada na Tabela 3.1 do capítulo anterior, é possível relacionar o PMP com o cadastro dos produtos e com o cadastro dos operadores polivalentes. Devido ao fato de que na aplicação da metodologia a planilha ter se tornado muito extensa, para facilitar a explicação desta etapa neste capítulo, a mesma será desdobrada em quatro tabelas: Tabela 4.1 – Disposição inicial da mão-de-obra, Tabela 4.2 – Cadastro dos produtos, Tabela 4.3 – Cálculo de horas das ordens de fabricação e Tabela 4.4 – Disposição diária da mão-de-obra.

Na Tabela 4.1 são apresentadas a disponibilidade de mão-de-obra em cada setor produtivo e as horas que podem ser realizadas a partir do número de operadores em cada um dos setores no início do mês de janeiro de 2002.

Como pode ser visto na Tabela 4.1, no início do dia 02/01/2002 todos os setores tinham um número de 3 operadores efetivos que, trabalhando 7,5 horas por dia, podiam realizar 22,5 horas neste dia. Demonstra ainda, que os 18 operadores representam uma capacidade de 135,0 horas de trabalho por dia.

Tabela 4.1 Disposição inicial da mão-de-obra.

1. Disposição inicial da mão-de-obra em 02/01/2002			
Setores	Número operadores	Hora/operador	Hora/setor
Dobra	3	7,5	22,5
Corte	3	7,5	22,5
Furação	3	7,5	22,5
Solda MIG	3	7,5	22,5
Solda TIG	3	7,5	22,5
Montagem	3	7,5	22,5
Total	18	---	135,0

Com informações que são retiradas da ficha do produto, conforme Figura 4.2, a Tabela 4.2 apresenta os produtos que estão programados no PMP do período e as respectivas horas necessárias para fabricar cada produto em cada setor produtivo.

Tabela 4.2 Produtos programados.

2. Cadastro dos produtos							
Produto	Horas por Setores						
	Corte	Dobra	Furação	Solda MIG	Solda TIG	Montagem	Total
BPA	0,4	0,6	1,0	---	2,5	1,5	6,0
BPAC	0,4	0,6	1,0	1,5	---	1,5	5,0
CA	0,5	1,0	1,5	---	3,6	2,4	9,0
CAC	0,5	1,0	1,5	2,5	---	2,0	7,5

Conforme demonstrado na Tabela 4.2, cada produto de código BPA, ou seja, cadeira de rodas em alumínio para basquete consome um total de 6,0 horas no setor produtivo, sendo 0,4 horas no corte, 0,6 horas na dobra, 1,0 hora na furação, 2,5 horas na solda TIG e 1,5 horas na montagem.

A Tabela 4.3 promove os cálculos de horas necessárias para execução das ordens de fabricação, através das horas exigidas por cada produto em cada setor e das quantidades programadas destes no PMP para o dia 02/01/2002. Nesta tabela estão apresentadas as ordens de fabricação programadas para o período, o código e a quantidade do produto, as horas consumidas para produzir uma unidade e todo o pedido, as horas por setor, e os totais de horas em cada setor e geral.

Tabela 4.3 Cálculo de horas das ordens de fabricação.

3. Cálculo de horas das ordens de fabricação para 02/01/2002										
					Setores (Horas/OF)					
OF	Produto	Qtde	Horas	Horas/OF	C	D	F	SM	ST	M
001-02	BPA	6	6,0	36,0	2,4	3,6	6,0	---	15,0	9,0
002-02	CA	8	9,0	72,0	4,0	8,0	12,0	---	28,8	19,2
003-02	BPAc	5	5,0	25,0	2,0	3,0	5,0	7,5	---	7,5
Total		19	---	133,0	8,4	14,6	23,0	7,5	43,8	35,7

Legenda: D – dobra; C – corte; F – furação; SM – solda MIG; ST – solda TIG; M – montagem

Na tabela apresentada, a OF 002-02 que se refere à fabricação de 8 peças do produto CA, ou seja, cadeira de rodas de corrida em alumínio, consome 9,0 horas do setor produtivo por unidade, o que totaliza 72,0 horas para as 8 peças da ordem de fabricação programada. Para fabricar esta OF serão necessárias 4,0 horas no setor de corte, 8,0 horas na dobra, 12,0 horas na furação, 28,8 horas na solda TIG e 19,2 horas na montagem.

Para proceder à disposição diária da mão-de-obra a partir da Tabela 4.4 é necessário relacionar a disponibilidade inicial da mão-de-obra, conforme Tabela 4.1, com o cálculo de horas necessárias para o atendimento das ordens de fabricação, apresentado na Tabela 4.3. Nesta tabela as horas disponíveis e as horas necessárias em cada setor são comparadas, bem como, o número de

operadores disponíveis com o número de operadores necessários por setor para atender às ordens de fabricação programadas para o período.

Tabela 4.4 Disposição diária da mão-de-obra.

4. Disposição da mão-de-obra em 02/01/2002							
	Total	Corte	Dobra	Furação	Solda MIG	Solda TIG	Montagem
Horas disp.	135,0	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
Horas Nec.	133,0	8,4	14,6	23,0	7,5	43,8	35,7
Diferença	2,0	14,1	7,9	- 0,5	15,0	- 21,3	- 13,2
Oper. Disp.	18	3	3	3	3	3	3
Oper. Nec.	18	1	2	3	1	6	5
Diferença	0	2	1	0	2	- 3	- 2

Conforme demonstrado na tabela, as horas disponíveis no setor de dobra são maiores que as horas necessárias, pois estão disponíveis 22,5 horas e são necessárias 14,6 horas, portanto há uma diferença de 7,9 horas ou sobra de 1 operador no referido setor. Analisando outra situação, o setor de solda TIG tem 22,5 horas disponíveis e serão necessárias 43,8 horas para atender a programação diária, representando uma diferença de menos 21,3 horas ou a necessidade de mais 3 operadores além dos 3 existentes no referido setor.

Pode-se observar neste caso prático que se nada for feito os setores de corte e solda MIG estarão com uma ociosidade de 2 operadores, enquanto que o setor de solda TIG necessitará de 3 operadores. Já quando as diferenças são pequenas, como é o caso do setor de furação, o remanejamento pode ou não ser desprezado, visto que, a sobra ou falta poderá ser absorvida pela própria dinâmica da produção.

4.4.2 Acompanhamento da produção

A rotina diária dos líderes de produção e do responsável pelo PCP deve ser sincronizada, principalmente, em relação à entrada dos dados das ordens de fabricação. Portanto, é necessário organizar e manter a mesma base de dados entre os diversos setores, para isto foi necessário organizar na empresa pesquisada diariamente os horários em que ocorreria cada evento para uniformizar a rotina diária dos líderes de produção. A rotina tem a seguinte seqüência:

- Lançamento dos dados relativos a início e término das ordens de fabricação em cada setor produtivo;
- Cálculo relativo ao acompanhamento da produção (previsto x realizado);
- Reunião entre o responsável pelo PCP e os líderes de produção para definir as ações do dia seguinte.

Os lançamentos dos dados relativos aos setores de corte, dobra, furação, solda MIG e solda TIG são realizados às 9:00 horas da manhã, e o lançamento dos dados relativos ao setor de montagem é realizado às 13:00 horas. O cálculo relativo ao acompanhamento da produção é realizado entre as 14:00 horas e 16:00 horas, posteriormente é realizada a reunião entre o responsável pelo PCP e os líderes de produção para definir as ações do dia seguinte.

Na primeira meia hora das atividades do dia seguinte o líder reúne sua equipe e informa o resultado do dia anterior, como número de horas ou produtos fabricados, bem como, os operadores que estão sendo remanejados para outro setor.

As reuniões diárias entre os líderes e o responsável pelo PCP possibilitam a

identificação dos setores que estão aquém do plano previsto inicialmente, bem como, informam sobre o andamento das ações que cada um dos líderes executam em seus setores produtivos.

O acompanhamento da produção consiste em verificar se a quantidade de horas totais programadas a cada dia foi realizada. Quando há equivalência entre o número previsto e o realizado, o nivelamento da produção à demanda com o uso do remanejamento dos operadores polivalentes está sendo efetuado com eficiência. O uso de operadores polivalentes na empresa pesquisada permitiu que o ritmo de produção se mantivesse dentro do previsto, com pequenas variações entre o previsto e o realizado.

4.4.3 Problemas no sistema produtivo

No início da aplicação da metodologia proposta foi constatada a falta de máquinas, equipamentos e ferramentas nos setores para onde eram remanejados os operadores polivalentes. Como os setores estavam dimensionados para um determinado número de operadores, e com o uso de operadores polivalentes sendo remanejados de acordo com a necessidade de produção, a quantidade de mão-de-obra direta variava diariamente em cada setor, provocando a falta de máquinas, equipamentos e ferramentas.

De acordo com a disponibilidade financeira da empresa, os problemas foram sendo ajustados, foi providenciada a aquisição e instalação de três máquinas de solda TIG para o referido setor, de uma dobradeira automática para o setor de dobra, de três parafusadeiras e três rebidadeiras pneumáticas para o setor de montagem, e de duas máquinas de solda MIG.

Através da etapa de disposição após ajustes, que será apresentada na seqüência, as constantes mudanças do perfil de vendas do PMP da empresa são solucionadas com a implementação de alguma modificação na capacidade

de produção dos diversos setores produtivos.

4.4.4 Disposição após ajustes

Esta etapa obedece à mesma sistemática da etapa de disposição inicial, onde o sistema considera as ordens de fabricação não realizadas até a data em que será processado o cálculo, além de considerar as ordens programadas para a mesma data. O recálculo é realizado utilizando as informações contidas nas tabelas apresentadas no item 4.4.1 deste capítulo.

A disposição após ajustes permite ajustar no dia seguinte com o recálculo das necessidades de mão-de-obra e o uso de operadores polivalentes, as horas previstas e não realizadas, sendo que este ajuste é efetuado diariamente considerando a dinâmica da rotina diária do responsável pelo PCP e dos líderes de produção a partir dos horários do lançamento de dados das informações de produção.





4.4.5 Controle dos operadores

Com o processo de ajuste devidamente planejado, se faz necessário registrar as movimentações dos operadores polivalentes entre os setores de produção. Este controle tem a mesma periodicidade do cálculo das disponibilidades e do acompanhamento da produção, sendo que a elaboração é diária permitindo uma análise constante dos remanejamentos anteriores, proporcionando observar quais os operadores que podem ser remanejados para determinado setor produtivo.

Todas estas informações passaram a ser registradas na planilha de controle dos operadores polivalentes, conforme apresentado na Figura 4.6, visando evitar remanejamentos de operadores inaptos por quaisquer motivos, para

exercerem atividades em outros setores produtivos.

Figura 4.6 Planilha de controle dos operadores polivalentes.

Controle de Operadores Polivalentes												
Período: 02 a 15/01/2002												
Operador	Setor de Lotação	Dia					Empréstimo por setor					
		02	03	04	05	15	D	C	F	SM	ST	M
Geraldo	Solda TIG			SM						1		
Henrique	Solda TIG					SM				1		
Fernando	Corte	M	F	F					2			1
Silvio	Corte			F		F			2			
Divino	Solda MIG	ST				F			1		1	
Adailton	Solda MIG			ST		ST					2	
João	Dobra	M										1
Carlos	Dobra			M		C		1				1
Vítor	Furação		D			ST	1				1	
Miguel	Furação		D			C	1	1				
												
Flávio	Montagem											
Eduardo	Montagem											
Empréstimo dia		3	3	5		7						
Total de empréstimos por setor							2	2	5	2	4	3
Total de empréstimos no período							18					

Legenda: D – dobra; C – corte; F – furação; SM – solda MIG; ST – solda TIG; M- montagem

O controle de operadores polivalentes é emitido diariamente quando é realizada a reunião entre os líderes de produção e o responsável pelo PCP, normalmente às 16:00 horas. 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 para o setor que fez o uso do operador polivalente.

Esta planilha identifica o operador pelo nome, setor de lotação e sua movimentação diária nos setores de produção. Apresenta ainda uma totalização dos empréstimos diários dos operadores, uma totalização dos empréstimos de todos operadores por setor e uma totalização geral dos empréstimos no sistema produtivo.

Ao analisar a planilha da Figura 4.6 percebe-se que no dia dois de janeiro foi remanejado para o setor de montagem o operador Fernando pertencente ao setor de corte, para o setor de solda TIG o operador Divino pertencente ao setor de solda MIG, e para o setor de montagem o operador João pertencente ao setor de dobra. Observa-se ainda que no período foram remanejados 18 operadores, e que o setor mais beneficiado foi o setor de furação com 5 empréstimos.

Com a disposição inicial e após ajustes da mão-de-obra, o acompanhamento da produção, a identificação dos problemas no setor produtivo e, finalmente, com o controle dos operadores polivalentes encerra-se a descrição da aplicação do bloco de Implementação do Nivelamento proposto pela metodologia.

4.5 Considerações Finais

Neste capítulo procurou-se demonstrar como foi a aplicação da metodologia apresentada no capítulo 3. A implantação foi efetuada em uma empresa Goianiense, situada na cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás, que atua no setor metal mecânico, especificamente na fabricação de produtos para locomoção de deficientes físicos, sendo cadeiras de rodas em aço e em alumínio.

Devido ao fato da variação dos produtos provocar um desbalanceamento do processo produtivo e baixo rendimento, era necessário aplicar uma nova metodologia de trabalho para otimizar o uso da mão-de-obra direta, e após pesquisar as ferramentas disponíveis nos modernos sistemas de produção, descritas no capítulo 2, percebeu-se que a polivalência da mão-de-obra era o que mais se adequava à necessidade da empresa.

Diante disto, buscou-se desenvolver uma metodologia para auxiliar no nivelamento da produção à demanda com uso de operadores polivalentes em sistemas de produção sob encomenda, que foi apresentada no capítulo 3. A aplicação prática desta metodologia é o objeto relatado neste capítulo 4.

A implantação seguiu a lógica da metodologia proposta, que é dividida em três etapas: Dados Básicos de Apoio; Preparação para o Nivelamento e Implementação do Nivelamento.

A etapa de Dados Básicos de Apoio foi subdividida em pedidos e seus roteiros de fabricação, o PMP para o período, e o cadastro dos operadores polivalentes. Para iniciar a aplicação da metodologia na empresa foi necessário desenvolver uma planilha, chamada de ficha do produto, com o objetivo de se obter com precisão o tempo de fabricação de cada produto por setor de produção.

A etapa de Preparação para o Nivelamento foi subdividida em escolha da equipe de operadores, nivelamento de conhecimentos, designação de equipamentos e treinamento de operadores. Para a escolha da equipe de operadores polivalentes aproveitou-se dos dados relativos ao cadastro de operadores polivalentes (Figura 4.3), e da experiência dos líderes de produção na identificação das potencialidades existentes entre os operadores.

Para o Nivelamento dos Conhecimentos foi colocado em prática o

remanejamento da mão-de-obra direta em alguns setores de fabricação, e vídeos, palestras, demonstrações e literaturas foram utilizadas para conscientização das pessoas envolvidas. As máquinas envolvidas no processo produtivo foram analisadas, observando-se aspectos como quantidade, qualidade e flexibilidade.

Para o Treinamento da Equipe de Operadores se reservou inicialmente 30 minutos diariamente, no início da jornada, para repassar à equipe conhecimentos teóricos sobre as máquinas e o processo de fabricação dos produtos. Em seguida procedeu-se ao treinamento prático dos operadores nos outros setores que não o de sua origem, e por último remanejou-se os operadores de um setor para outro, mesmo sem necessidade.

A etapa de Implantação do Nivelamento foi subdividida em disposição inicial, acompanhamento da produção, identificação de problemas no setor produtivo, disposição após ajustes, e controle dos operadores.

Na Disposição Inicial foi demonstrada a sistemática de cálculo a partir da relação do PMP com o cadastro dos produtos e com o cadastro dos operadores polivalentes. Após a disposição inicial, o Acompanhamento da Produção é uma ferramenta adicional para analisar a real situação do setor produtivo, e se o mesmo está mantendo os prazos de entrega dentro dos prazos previstos inicialmente pelo PMP.

Com a implantação da metodologia detectou-se que havia a necessidade de ampliar o número de máquinas, equipamentos e ferramentas nos setores para onde eram remanejados os operadores polivalentes.

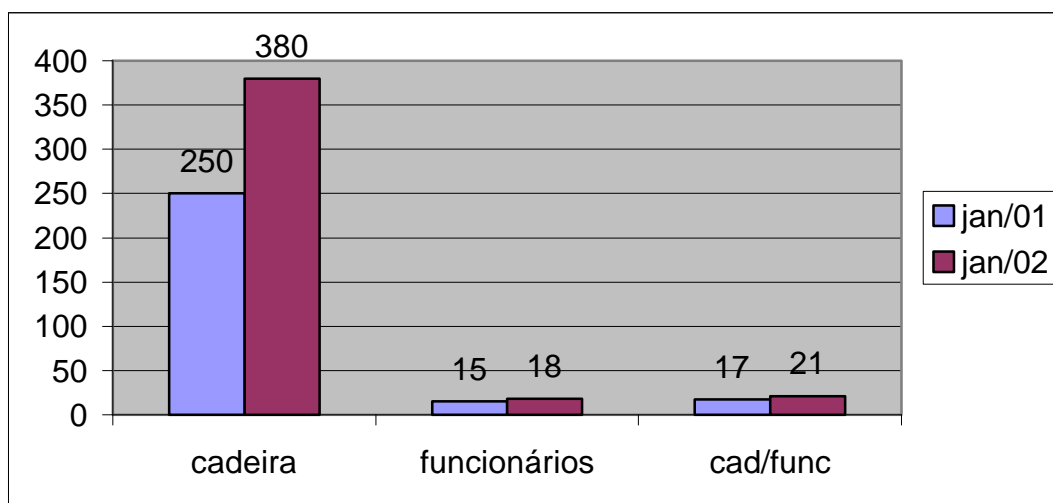
Finalmente com a atividade de Controle de Operadores é possível registrar as movimentações dos operadores polivalentes entre os setores de produção, visando evitar remanejamentos de operadores inaptos por quaisquer motivos,

para exercerem atividades em outros setores produtivos.

Em resumo, a aplicação da metodologia proposta de nivelamento da produção à demanda com uso de operadores polivalentes propiciou a melhoria do ritmo de produção e da qualidade dos produtos fabricados, bem como a satisfação dos operadores com a ampliação do conhecimento sobre o produto.

Na Figura 4.7 são apresentados resultados alcançados com a implantação da polivalência da mão-de-obra na empresa, comparando os períodos de janeiro de 2001 e janeiro de 2002, através dos dados de quantidade de cadeiras produzidas por mês, do número de funcionários, e do número de cadeiras produzidas por operador.

Figura 4.7 Demonstrativo de resultados alcançados com a implantação da metodologia proposta



Ao comparar o resultado de janeiro de 2001 em relação a janeiro de 2002, observa-se que a média de cadeiras fabricadas por funcionário aumentou de 17 para 21 cadeiras, representando um aumento na produtividade de 23,53%. Percebe-se ainda que o número de cadeiras fabricadas em janeiro de 2002 em relação a janeiro de 2001 aumentou em 130 unidades, representando um

aumento de 52% na produção total mensal.

A variação da mão-de-obra direta do mesmo período teve um aumento de 20% (18/15), e outro fator importante é que uma cadeira que anteriormente demandava em média 12 horas para ser produzida, passou a consumir em média 7 horas do setor produtivo, representando uma redução de 41,67% no tempo.

O lead time foi reduzido de dez para cinco dias, representando uma redução de 50% no prazo de entrega dos produtos. Lembrando ainda, que a ociosidade da mão-de-obra quase inexistiu a partir da implantação da metodologia proposta.

Concluída a descrição da aplicação prática da metodologia proposta, o último capítulo tratará das conclusões finais do trabalho e suas recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

Neste trabalho objetivou-se constatar que a polivalência do operador é uma ferramenta possível de ser utilizada no nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção sob encomenda. Para isto, seguiu-se uma sistemática de exploração em três campos complementares: uma revisão bibliográfica, um desenvolvimento de uma metodologia, e uma aplicação prática desta metodologia proposta.

Primeiramente, através de uma revisão bibliográfica no capítulo 2, foi apresentada a classificação dos sistemas de produção e as características do sistema de produção sob encomenda. Posteriormente, por serem foco principal deste trabalho, discorreu-se sobre polivalência e o nivelamento da mão-de-obra, evidenciando-se a relação do PCP com o nivelamento da produção à demanda, as funções do PCP e o horizonte de planejamento, a filosofia JIT e a polivalência da mão-de-obra, a importância e as formas de treinamento da mão-de-obra polivalente, e as vantagens do uso da polivalência.

No capítulo 3 foi apresentada uma metodologia teórica para uso da polivalência no nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção sob encomenda, desenvolvida em um sistema produtivo hipotético. A metodologia foi subdividida em dois grandes blocos: Planejamento para o Nivelamento e Implementação do Nivelamento. O bloco de Planejamento para o Nivelamento foi dividido em dois outros blocos: Dados Básicos de Apoio e Preparação para o Nivelamento. No bloco de Dados Básicos de Apoio foi possível coletar as informações que dão suporte ao planejamento e a execução do nivelamento da produção, como: pedidos, roteiros de fabricação dos produtos, cadastro dos operadores polivalentes, e PMP do período.

No bloco de Preparação para o Nivelamento foi possível preparar o ambiente produtivo através da designação dos equipamentos por setor, observando-se aspectos como quantidade de máquinas, qualidade das máquinas e flexibilidade das máquinas; da escolha da equipe de operadores; do nivelamento de conhecimentos da equipe quanto aos conceitos e ferramentas gerenciais que seriam implantadas dentro da dinâmica de nivelamento da produção à demanda; e do treinamento dos operadores. No bloco de Implementação do Nivelamento procedeu-se à implantação da dinâmica do nivelamento da produção à demanda no dia a dia, com o uso de operadores polivalentes.

No capítulo 4 foi descrita uma aplicação bem sucedida da metodologia em uma empresa que atua no setor metal mecânico, especificamente na fabricação de produtos para locomoção de deficientes físicos. Pôde-se observar que a média de cadeiras fabricadas por funcionário aumentou em 23,53%, que o número de cadeiras fabricadas aumentou em 52% na produção total mensal, que o tempo de fabricação de um produto reduziu de 12 horas para 7 horas, e que o *lead time* foi reduzido em 50%.

Dentre as dificuldades encontradas na aplicação prática, a forma como os líderes de produção deveriam implementar as atividades junto com os operadores foi um dos principais problemas enfrentados, havendo necessidade de fragmentar algumas implantações para que a maturação auxiliasse na reflexão sobre a etapa seguinte.

Em resumo, após a implantação da metodologia proposta obtiveram-se a melhoria na qualidade dos produtos fabricados, a satisfação dos operadores com a ampliação do conhecimento sobre os produtos e, principalmente, a auto estima com o descobrimento de potencialidades desconhecidas pelos próprios operadores.

A seguir, serão apresentados diversos pontos que devem ser pesquisados

para que sejam complementados os tópicos abordados neste trabalho.

5.2 Recomendações para novos trabalhos

O uso da polivalência da mão-de-obra no nivelamento da produção à demanda em sistemas de produção sob encomenda ainda não é um tema enfocado com abrangência. Necessita de uma série de outros fatores a serem pesquisados de forma a enriquecer os aspectos abordados neste trabalho. Recomendam-se os seguintes pontos para futuras pesquisas:

- desenvolver um estudo da possibilidade de se balancear os tempos de ciclo entre os setores produtivos, pois o balanceamento dos setores de produção em sistemas de produção sob encomenda, proporcionaria que os operadores tivessem condições de operar não somente todas as operações de um setor, mas também de outros setores. Um trabalho que conseguisse otimizar os tempos de ciclos de vários setores de produção permitiria uma grande contribuição para a difusão da polivalência em sistemas de produção sob encomenda;
- desenvolver e atrelar à metodologia indicadores de performance dos operadores polivalentes nos setores de produção, no sentido de justificar ações para introduzir a participação de resultados da empresa na remuneração dos operadores;
- analisar sob o aspecto ergonômico do operador, além da questão meramente técnica de nivelamento da produção à demanda, o impacto positivo destas mudanças decorrentes da polivalência e da troca de funções entre operadores polivalentes.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia Referenciada

BÁLSAMO, Luiz A.; ZOQUI, Eugênio J. Estruturação de setor produtivo como base para a polivalência e o trabalho em grupo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

BARDEJA, Ayrton A. **Metodologia para nivelamento da produção com o uso de operadores polivalentes em processos repetitivos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

BENEVIDES FILHO, Sérgio A. **A polivalência como ferramenta para a produtividade**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

COSTA, R.S. Pontualidade total na produção sob encomenda: conceito, tecnologia e uso de simulação computacional na gestão do chão-de-fábrica. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), UFRJ, Rio de Janeiro.

ELIAS, Sérgio J.B. **Os Sistemas de Planejamento e Controle da Produção das Indústrias de Confecções do Estado do Ceará – Estudo de Múltiplos Casos**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2000.

NUNES et all. O uso integrado do JIT, MRP-II e simulação numa empresa que conjuga Produção Repetitiva e Produção Sob Encomenda. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 1996, Piracicaba. **Anais do 16º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Piracicaba: Multi View, 1996. 1CD.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAULA, Oscar L.F. **Desenvolvimento de PCP para micro e pequenas empresas utilizando como base o PERT-CPM**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

SANTOS JUNIOR, José A. **Um modelo de dimensionamento e distribuição de operadores polivalentes em células de manufatura direcionado às empresas com processos repetitivos em lotes**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

SCOARIZE, Ricardo.; TUBINO, Dalvio F. A necessidade da Polivalência da Mão-de-Obra. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel et all. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

TUBINO, Dalvio F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio F. Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

Bibliografia Consultada

AGUIAR, Virgínia S. M.; SEVERIANO FILHO, Cosmo. Viabilidade e perspectivas da implementação do JIT e da QT nas micro e pequenas empresas de confecções do Estado da Paraíba. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

ALVES, João M. MRP II e Manufatura Enxuta: vantagens, limitações e integração. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

BARROS FILHO, José R.; TUBINO, Dalvio F. O Planejamento e Controle da Produção nas pequenas empresas – uma metodologia de implantação. In:

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 1998. 1 CD.

BENEVIDES FILHO, Sérgio A.; TUBINO, Dalvio F. Casos de sucesso da implantação da polivalência nas indústrias brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

BENEVIDES FILHO, Sérgio A.; TUBINO, Dalvio F. Um modelo de simulação computacional apresentando as vantagens da polivalência. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

CARDOSO, Janaína G.; ERDMANN, Rolf H. Planejamento e Controle da Produção na Gestão de serviços : o caso do hospital universitário de Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

CARVALHO, Clóvis N.; MENEZES, Emílio A. Relacionamento da pequena empresa com seu fornecedor num ambiente just in time. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 1998. 1 CD.

CONTO, Lizângela; QUEIROZ, Abelardo A. Modelo para o replanejamento de um lay out celular em ambiente JIT/TQC. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 1996, Piracicaba. **Anais do 16º**

Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Piracicaba: Multi View, 1996. 1CD.

LIMA, Maria L. S. C.; ZAWISLAK, Paulo A. Cadeia Automotiva do Rio Grande do Sul: considerações sob a ótica da produção enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

MACHADO, Ricardo L. ; HEINECK, Luiz F. M. Modelos de produção enxuta destinados à viabilização de vantagens competitivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

MENEZES, Luís César DE Moura. **Gestão de Projetos.** São Paulo: Atlas, 2001.

NUNES, Andréa R. P.; VOTO, Frederika B.; COSTA, Ricardo S.; JARDIM, Eduardo G. M. O Uso Integrado do JIT, MRP II e Simulação numa empresa que conjuga produção repetitiva e produção sob encomenda. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 1996, Piracicaba. **Anais do 16º Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Piracicaba: Multi View, 1996. 1 CD.

PAULA, Oscar F.; TUBINO, Dalvio F. Estruturando o PCP de micro e pequenas empresas industriais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20., 2000, São Paulo. **Anais do 20º Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** São Paulo: MICROSERVICE, 2000. 1 CD.

SACOMANO, José B.; JÚNIOR, Walther A. Uma análise da evolução histórica da estrutura funcional do planejamento e controle da produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1 CD.

SANTINI, Berenice; GODOY, Leoni P.; GOMES, Luiz A.V.N. A polivalência funcional na indústria brasileira : um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 1998. 1 CD.

SPRICIGO, Marcos J. **Desenvolvimento de habilidades operacionais: uma proposta de gestão do conhecimento operacional**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

TAVARES, Alencar. **Um estudo da aplicação dos sistemas de planejamento e controle da produção em empresas metal mecânica do Estado do Ceará**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

WATTSON, Perales. Classificações dos Sistemas de Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais do 21º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Paulo: SONOPRESS, 2001. 1CD.