

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Modelagem do Processo de Programação Detalhada da Produção
em Ambiente *Job Shop*

Aluno:
Sérgio Rocha Barcellos

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
São Carlos, Departamento de Engenharia de
Produção, como parte dos requisitos para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia de produção.

Orientador:
Prof. Dr. Paulo Rogério Politano

Sérgio Rocha Barcellos

Modelagem do Processo de Programação Detalhada da Produção
em Ambiente *Job Shop*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
São Carlos, Departamento de Engenharia de
Produção, como parte dos requisitos para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogério Politano

São Carlos

2009

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B242mp

Barcellos, Sérgio Rocha.

Modelagem do processo de programação detalhada da produção em ambiente Job Shop / Sérgio Rocha Barcellos. - São Carlos : UFSCar, 2010.

81 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Programação da produção. 2. Sequenciamento de ordens. 3. Gerenciamento da produção. 4. Modelagem de processos de negócios. I. Título.

CDD: 658.53 (20ª)



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Rod. Washington Luís, Km. 235 - CEP. 13565-905 - São Carlos - SP - Brasil
Fone/Fax: (016) 3351-8236 / 3351-8237 / 3351-8238 (ramal: 232)
Email : ppgep@dep.ufscar.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Sérgio Rocha Barcellos

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 28/08/2009 PELA
COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Paulo Rogério Politano
Orientador(a) DC/PPGEP/UFSCar

Prof. Dr. Orídes Morandin Junior
DC/UFSCar

Prof. Dr. Marcel Andreotti Musetti
EEESC/USP

Prof. Dr. Mário Otávio Batalha
Coordenador do PPGEP

Resumo

O processo modelagem de programação detalhada da produção é responsável pelo mapeamento e planejamento de todas as atividades de programação produção. Modelos conceituais são referências para implantação e organização deste processo. É proposto um modelo que considera a coleta de dados, análise, tratamento e disponibilização destes dados, permitindo que sejam tomadas decisões com base em dados mais precisos, detalhados e fáceis de serem obtidos.

Abstract

The modeling process of the fine (detailed) production scheduling is responsible for mapping and planning of all activities relative to the production tasks. Conceptual models are references for these activities and also to support the implementation of the scheduling. In this work, a model is proposed considering data collection, analysis, data processing and provided information. Using this model it's possible to take decision based on data that are accurated, detailed and easy to get.

Palavras-chave:

Programação da Produção, Seqüenciamento de ordens, Gestão de Produção, Modelagem de Processos.

Key words:

Production scheduling, reference models for scheduling, scheduling modeling, production planning and control

AGRADECIMENTOS

À minha querida família... meus pais, pelo incentivo, educação, confiança e apoio incondicional, e meus irmãos, pelo carinho e amizade, e a Rosana pelo apoio e compreensão.

Ao meu orientador, Professor Paulo Rogério Politano, pela dedicação, suporte e confiança e imensa contribuição.

Aos professores membros da Banca Examinadora, Orides Morandin Júnior e Marcel Andreotti Musetti pelas sugestões, contribuições e atenção dispensada. E aos professores do DEP, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Professor Orides Morandin Júnior, pelas sugestões que complementaram este trabalho.

Aos membros da secretaria, Raquel Ottani Boriolo e Robson Lopes dos Santos pela atenção e lembretes quanto aos prazos para cada atividade.

Ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, pela oportunidade oferecida.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós Graduação que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial à José Roberto Escodeiro, Karine Araújo, Ludmila Cerqueira, Tatiany Paço.

Enfim, a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, colaboraram para que este objetivo fosse alcançado.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Apresentação.....	7
1.2	Problema, Objetivo e Questão da Pesquisa	10
1.2.1	Justificativa	11
1.2.2	Modelo ou hipótese da pesquisa.....	11
1.3	Metodologia de pesquisa	12
1.3.1	Método de abordagem	12
1.3.2	Abordagem de pesquisa	13
1.3.3	Método de procedimento	15
1.3.4	Instrumento de pesquisa.....	17
1.3.5	Análise dos resultados	18
2	CONCEITOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO	19
2.1	Classificação de sistemas de produção baseada no atendimento a demanda do cliente	19
2.2	Classificação de Sistemas de Produção em função do fluxo de produto	20
2.3	Funções de um Sistema de Administração da Produção (SAP)	21
2.4	Planejamento e Controle da Produção (PCP)	22
2.4.1	Funções do setor de PCP	23
2.4.2	Relacionamentos do PCP.....	25
2.4.3	Técnicas de gerenciamento utilizadas em sistemas de administração da produção	26
2.5	MRP	27
2.5.1	Objetivos do MRP	27
2.6	MRP II	28
2.6.1	Módulos do MRP II.....	31
2.7	Programar produção.....	33
2.7.1	Administração dos estoques	33
2.7.2	Seqüenciamento, emissão e liberação de ordens	34
2.8	Considerações sobre o capítulo.....	35
3	MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS	36
3.1	Princípios de Modelagem.....	36
3.2	Principais objetivos de modelagem de processo de negócio	39
3.3	Caracterização de modelagem de processo de negócio.....	41
3.3.1	Entender o Processo Atual (AS-IS)	42
3.3.2	Projetar o Novo Processo (TO-BE).....	43
3.4	A Visão por Processos	43
3.5	Ferramentas	45
	Ferramentas de desenho gráfico, sem referencial metodológico e não baseadas em banco de dados	46

Ferramentas com referências metodológicas, não baseadas em banco de dados.....	46
Ferramentas com referências metodológicas, baseadas em banco de dados	46
3.6 Arquiteturas e Metodologias de Modelagem de Processos de Negócio	47
3.7 Formalismos adotados para o modelo proposto	48
3.8 ARIS - Introdução à metodologia	48
3.8.1 Processo básico de modelagem	49
3.8.2 Visões da ARIS	50
3.9 Considerações sobre o capítulo	51
4 PROPOSTA DO MODELO DE PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO	
DETALHADA DA PRODUÇÃO.....	52
4.1 Introdução ao modelo proposto	52
4.2 Atividade: Conhecer situação atual do chão de fábrica	55
4.3 Atividade: Iniciar programação da produção	56
4.4 Atividade: Analisar situação do programa atual.....	58
4.5 Atividade: Analisar restrições.....	59
4.6 Atividade: Otimizar programa	61
4.7 Atividade: Consultar processos de fabricação.....	62
4.8 Atividade: Gerar cenário de programação.....	63
4.9 Atividade: Avaliar programa.....	65
4.10 Atividade: Liberar programa de produção.....	66
4.11 Considerações sobre o capítulo	67
5 MODELAGEM REVISADA DO PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO	
DETALHADA DA PRODUÇÃO POR ESPECIALISTAS.....	68
5.1 Modelagem do processo	68
5.2 Atividade: Levantar status do chão de fábrica.....	70
5.3 Atividade: Avaliar restrições	72
5.4 Atividade: Gerar programa detalhado de produção	74
5.5 Atividade: Liberar programa de produção.....	76
6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	78
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

Lista de tabelas

Tabela 1.1: Adaptação da comparação entre Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Quantitativa, Bryman (1989)	15
Tabela 3.1: Comparação: Organização Funcional vs Orientada por Processos, fonte: Keller, Teufel (1998), apud Santos (2002).....	44
Tabela 4.1: Conhecer situação atual do chão de fábrica	56
Tabela 4.2: Iniciar programação da produção	58
Tabela 4.3: Analisar situação do programa atual.....	59
Tabela 4.4: Analisar restrições.....	61
Tabela 4.5: Otimizar programa	62
Tabela 4.6: Consultar processos de fabricação.....	63
Tabela 4.7: Gerar cenário de produção	65
Tabela 4.8: Avaliar programa	66
Tabela 4.9: Atividade: Liberar programa de produção	67
Tabela 5.1: Levantar status do chão de fábrica.....	72
Tabela 5.2: Avaliar restrições	74
Tabela 5.3: Gerar programa detalhado de produção	76
Tabela 5.4: Atividade: Liberar programa de produção	77

Lista de figuras

figura 2.1: Variedade vs volume de produção (adaptado de SLACK <i>et al.</i> (2002)).....	21
figura 2.2: relação do PCP com as demais áreas, adaptado de VOLLMANN (1997).....	25
figura 2.3: Estrutura do MRP II, Fonte: Corrêa <i>et al.</i> (2001).....	30
figura 2.4: Hierarquia e relacionamentos do Planejamento da Capacidade, Vollmann <i>et al.</i> (1997).....	31
figura 3.1: Perguntas que auxiliam a construção da visão da organização, Mac Knight (2004).	41
figura 3.2: Visão Funcional X Visão por Processos Fonte: Rummler e Brache (1994) apud ..	44
figura 3.3: Diagrama de interação geral para o processo de “processamento de ordens”, Scheer (1998).....	49
figura 3.4: Fluxo de funções do processo, Scheer (1998)	49
figura 3.5: Fluxo de funções e eventos do processo “processamento de ordens”	50
figura 3.6: Relacionamento entre as visões da ARIS, Scheer (1998)	51
figura 4.1: simbologia utilizada na construção do modelo conceitual proposto.....	52
figura 4.2: Modelo do processo de programação da produção	53
figura 5.1: Modelo do processo Programar a produção	69
figura 5.2: Levantar status do chão de fábrica	71
figura 5.3: Avaliar restrições	73
figura 5.4: Gerar programação detalhada da produção	75

Lista de abreviaturas e siglas

5W1H	
	What? O que será feito?
	When? Quando será feito?
	Where? Onde será feito?
	Why? Por que será feito?
	Who? Quem o fará?
	How? Como será feito?
Anfir	Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários
ARIS	Architecture of Integrated Information Systems
AS-IS	Como está
ATO	Assemble to Order
BPM	Business Process Modeling
CEP	Controle estatístico do processo
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIMOSA	Computer Integrated Manufacturing Open System
CP	Controle da produção
CRP	Capacity requirements planning
DI	Implementation Description
DR	Requirements Definition
EPC	Even-Driven Process Chains
ERP	Enterprise Resource Planning
ETO	Engineering to Order
KANBAN	Palavra Japonesa que significa Etiqueta ou Cartão
ICAM	Integrated Computer Aided Manufacturing
ICR	Índice crítico
IDEF	Integrated DEFinition
IDEF	Metodologia de diagramação de sistemas
IDS	Intrusion Detection System
IFA	Indice de falha
IFO	Índice de folga
IPI	Índice de prioridade
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Just in time
MDE	Menor data de entrega
MPN	Modelagem de Processo de Negócio
MPS	Master Production Schedule

MRP	Material Requeriment Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
MTO	Make to Order
MTP	menor tempo de processamento
MTS	Make to Stock
OR	<i>Ou</i>
OPT	Optimum Production Technology
OSTN	Object State Transition Network
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PIB	Produto interno Bruto
PEPS	Primeira que entra primeira que sai
PP	Planejamento da Produção
RCCP	Rough cut capacity planning
S&OP	Sales and operations planning
SADT	Structured Analysis and Design Technique
SAP	Sistema de administração da produção
SD	Design Specification
SFC	Shop Floor control
TI	Tecnologia da Informação
TO-BE	Como vai ficar
TQM	Total Quality Management
UML	Unified Modeling Language
XOR	Ou Exclusivo

1 Introdução

Neste capítulo é apresentado, o tema a ser estudado, a formulação do problema, a questão de investigação da pesquisa, os objetivos gerais e específicos, bem como a justificativa desta pesquisa. Por fim, é descrita a estrutura proposta para a dissertação.

1.1 Apresentação

O comportamento da economia mundial apresenta-se como um fator de grande importância e influência nas práticas gerenciais das empresas em geral. O cenário econômico mundial atual pode ser caracterizado por alguns fatores marcantes, tais como a forte concorrência, velocidade de disseminação de informações, evolução e renovação rápida da tecnologia, diferenciação dos produtos no mercado e descentralização produtiva.

O seqüenciamento ou escalonamento fazem parte do conceito de Gestão de Processos que possuem um papel crucial nas empresas, tanto de manufatura como de serviços. No atual ambiente competitivo, o efetivo escalonamento se tornou uma necessidade para sobrevivência no mercado. Companhias devem esforçar-se ao máximo para cumprir as datas firmadas com seus clientes, o fracasso deste comprometimento pode resultar em uma perda significativa da imagem da empresa perante os clientes, PINEDO (1999).

Ainda sobre escalonamento, é uma das atividades que compõem o planejamento da produção. Nele é considerada uma série de elementos que disputam vários recursos por um período de tempo, recursos, esses que possuem capacidade limitada. Os elementos a serem processados são chamados de ordens de fabricação ou *jobs* e são compostos de partes elementares chamadas atividades ou operações. Os principais objetivos tratados no problema de escalonamento podem ser resumidos no atendimento de prazos (ou datas de entrega), na minimização do tempo de fluxo dos estoques intermediários e na maximização da utilização da capacidade disponível, ou mesmo na combinação destes objetivos, WALTER(1999).

Pode-se considerar o processo de produção da empresa a qual o estudo de caso está sendo desenvolvido, como sendo *job shop*. Desta forma, são produzidos pequenos lotes de um número grande de diferentes produtos, a maioria dos quais requer um conjunto ou seqüência diferente de etapas de processamento. Em processos de *job shop*, cada produto deve compartilhar os recursos da operação com diversos outros. Os recursos de produção processam uma série de produtos, e estes diferir-se-ão uns dos outros pelas necessidades exatas.

De acordo com Seixas Filho (2004), com as mudanças de perfil dos mercados homogêneos e estáveis, isto é, mercados caracterizados por demandas constantes e previsíveis de produtos não personalizados, para mercados com características de demanda que requerem maior agilidade por parte das indústrias para atenderem aos pedidos dos clientes, surge à necessidade de se focar características de variedade e personalização dos produtos e de capacidade de atendimento dos pedidos. Então, as características essenciais em sistemas produtivos do tipo *job shop* são: utilização de rotas alternativas de processo, aumento da frequência de uso dos recursos aproveitando mais suas capacidades de produção, ciclos curtos de fabricação, baixos custos, garantia da qualidade e reposta rápida aos consumidores.

De acordo com Porter *et al.* (1999), um mecanismo alternativo para classificação de sistemas *job shop* é identificar e diferenciar esses sistemas entre os direcionados a estoque ou a ordens/encomendas. O primeiro grupo engloba os sistemas onde a venda do produto geralmente é feita após a sua produção, enquanto que para o segundo grupo ela é feita antes de sua produção. Essa classificação representa a forma de interação dos sistemas *job shop* com os clientes, ou seja, o nível de interferência que o cliente tem na produção do produto final.

Esse tipo de empresa está sujeita a se adaptar ao poder de barganha de seus clientes e até mesmo perde-los em função de não aceitar suas imposições.

Dessa forma, somente com um sistema integrado no chão de fábrica se torne possível definir com certa garantia o prazo de entrega. Um produto pode ter mais de (n) componentes a serem fabricados, sendo que cada um deles é produzido em mais de um posto de trabalho. Também ocorre com frequência a produção simultânea de mais de um produto. Rapidamente o número de variáveis a serem controladas torna-se impossível de ser analisado sem ajuda de um sistema de informações que mostre as etapas no seu estado atual e a previsão futura. Deve-se levar em conta ainda os problemas comuns ocorridos numa indústria, tais como: peças fora de especificação, acidentes de trabalho, ausência de funcionários, quebra de máquinas, falta de matéria prima, entre outros.

Na programação da produção que são determinados os prazos de entrega para os itens a serem fabricados, de acordo com um planejamento feito, contudo a ênfase é no planejamento à curto prazo. Sendo assim, Goulart (2000) definiu como os principais aspectos de estudo da programação da produção:

- O seqüenciamento das operações a serem realizadas;
- As compras de materiais;
- As restrições de capacidade produtiva;

Para Oliveira (2002) a programação da produção requer uma maior parcela de controle do que de planejamento, pois nesta fase a execução é mais importante que uma formalização do que se pretende fazer (plano). Segundo o autor este nível envolve as atividades de:

1. Carregamento: declaração do volume com o qual uma operação pode lidar;
2. Sequenciamento: priorização das tarefas a serem desempenhadas;
3. Programação: o tempo (momento) de início e término de cada tarefa;

Para uma melhor utilização dos operadores, equipamentos e máquinas é necessário que o controle assegure que as tarefas sejam desenvolvidas da forma correta na data certa, acompanhando a fabricação para que os prazos e objetivos da produção sejam cumpridos, Goulart (2000).

Os objetivos da programação segundo Moreira, apud Olivares (2003) são os seguintes:

- Permitir que os produtos tenham a qualidade especificada.
- Fazer com que as máquinas e pessoas operem com os níveis desejados de produtividade.
- Reduzir os estoques e os custos operacionais.
- Manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente.

Segundo Campos (1998) as restrições da programação podem se caracterizar por três tipos:

- Caracterizações das operações.
- Definição de recursos de produção.
- Definição de critérios.

Campos (1998) ainda caracteriza os métodos de programação segundo dois tipos de tratamentos que podem ser baseados em:

- Otimização: que procura uma solução ótima, com a ajuda de modelos matemáticos;
- Heurísticas: que se caracteriza pela busca de soluções mais próxima dos objetivos.

Diante da explanação feita o caminho para o sucesso de uma indústria está principalmente na confiabilidade que essa oferece ao cliente na entrega dentro dos prazos acordados, com custo e qualidade adequados. Fica evidente que um problema que a indústria tem encontrado ultimamente está relacionado com a organização interna de seu planejamento e programação da produção (PPP), para que ela possa assumir os prazos estabelecidos pelos clientes, baseado na análise da situação atual e futura de seus recursos produtivos. A solução está em melhorar seu sistema de informações do chão de fábrica, focando nos processos de

liberação e seqüenciamento de ordens de produção, visando cumprir os prazos e, conseqüentemente, continuar como fornecedor desse e outros clientes.

Assim este trabalho pretende propor uma modelagem de programação detalhada da produção para empresas que se enquadram no ambiente *job shop*.

Essa modelagem define e estrutura um conjunto de atividades para a programação detalhada da produção em ambiente *job shop*, incluindo as informações necessárias para realizá-las e a estrutura organizacional responsável pela execução das mesmas de modo a obter apoio no processo de tomada de decisão.

Para elaborar o modelo foram determinadas as características de operação de um chão de fábrica em ambiente *job shop* e de sua gestão, considerados os processos envolvidos no ciclo de produção dos produtos.

1.2 Problema, Objetivo e Questão da Pesquisa

O mercado mundial está cada vez mais competitivo: variedade e quantidade de produtos disponíveis, exigência dos consumidores, velocidade da tecnologia, tudo isso está exigindo das empresas melhores resultados, como redução de custos, aumento da produtividade e qualidade, tempo de entrega dos produtos e/ou serviços menores, entre outros.

Para sobreviver e crescer as empresas precisam ter seus respectivos processos, ex: PCP, Qualidade dos produtos, etc, controlados e mantendo bons resultados. Os problemas e oportunidades de melhoria sempre irão existir, portanto o diferencial da empresa pode estar na rapidez e eficácia da resposta a estes diminuindo a variabilidade dos processos.

▪ Objetivo geral

O objetivo desse trabalho é investigar e modelar o processo de programação detalhada da produção em ambiente *job shop*, tendo em vista a escassez de literaturas com a abordagem de modelagem de processos de negócios. Esse trabalho define e estrutura um conjunto de atividades para a modelagem de programação detalhada da produção, incluindo as informações necessárias para realizá-las.

Desta forma, analisar os elementos que a compõem e, a partir dos resultados, fornecer a uma síntese sobre sua estrutura, conhecimentos necessários e principais resultados e falhas. Também faz parte do objetivo central do trabalho, a apresentação da modelagem de programação detalhada da produção como um instrumento da engenharia de processos.

▪ **Objetivos específicos**

Desdobrados e consistentes com objetivo geral, esta dissertação apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Montar o modelo teórico de programação da produção através da referência bibliográfica;
- Gerar um modelo prático tendo como base o modelo teórico através de entrevistas com especialistas da área de programação da produção;
- Desenvolver ou selecionar ferramentas computacionais que aderem ao modelo prático a ser desenvolvido;
- Indicar possíveis estudos complementares, de pesquisa, para dar continuidade ao trabalho de estruturação da Modelagem de Processos, visando dar apoio a melhoria do desempenho das organizações.

1.2.1 Justificativa

Nas duas últimas décadas, as empresas de manufatura têm enfrentado significativas mudanças em seu ramo de negócios. Nesse contexto, destaca-se a importância da utilização de instrumentos/ferramentas que auxiliem e agilizem o processo de tomada de decisão, contribuindo para o aumento da competitividade da empresa. Para tal, é conveniente que estes instrumentos viabilizem o acesso à informação em todas as partes e por todos na empresa seguindo sua respectiva hierarquia, como é a proposta da modelagem de processos programação da produção. O uso efetivo desta ferramenta permite à empresa visualizar seus processos gerenciais nas diferentes funções internas, proporcionando melhoria de produtividade, minimizando desperdícios e custos no processo de produção e agilizando o processo de tomada de decisão no chão de fábrica.

A relevância deste estudo é pela orientação que poderá proporcionar às empresas aderentes às características do ambiente *job shop* de produção, para reflexão sobre o uso de Modelagem do processo de programação da produção, para apoio às suas decisões funcionais e por processos.

1.2.2 Modelo ou hipótese da pesquisa

No modelo de pesquisa abordado, a MP pode ser aplicada de forma a melhorar os processos de programação detalhada da produção, a avaliação dos procedimentos existentes,

propor alterações, bem como a criação de novos procedimentos, além de orientar o processo de tomada de decisão da forma estabelecida na modelagem.

1.3 Metodologia de pesquisa

Neste subitem, são descritos os métodos de abordagem, as abordagens de pesquisa, os métodos de procedimentos, os instrumentos de pesquisa e de análise dos dados e justificada a escolha para a realização da pesquisa que resultou nesta dissertação.

Ciência é sistematização de conhecimentos sobre conjunto de proposições logicamente correlacionadas a cerca do comportamento de certos fenômenos que se deseja estudar. O conhecimento é sistematizado sobre objeto limitado, capaz de ser submetido à verificação Lakatos & Marconi (2000). O desenvolvimento da ciência usa métodos para perceber e formular problemas e construir modelo de análise para elaborar e testar hipóteses, Alves(1995).

Segundo Trujillo, *apud* Lakatos & Marconi (2000), método é a forma de proceder ao longo de um caminho. Na ciência os métodos constituem os instrumentos que traçam, de modo ordenado, a forma de proceder do cientista ao longo de um percurso para alcançar um objetivo. Um método constitui um procedimento regular, explícito e passível de ser repetido para conseguir-se alguma coisa, seja material ou conceitual Bunge, *apud* Lakatos & Marconi(2000).

1.3.1 Método de abordagem

Os métodos que fornecem às bases lógicas a investigação são: indutivismo, dedutivismo, falsificacionismo, programas de pesquisa de Lakatos e Kuhn, Chalmers(1995). A seguir, apresenta-se uma breve descrição destes métodos segundo Chalmers (1995).

No indutivismo, sob a ótica do indutivismo ingênuo, o conhecimento científico é construído pela indução a partir da base fornecida pela observação. Desde que certas condições sejam satisfeitas, é legítimo generalizar a partir de uma lista finita de proposições de observação singulares para uma lei universal. Porém, Chalmers (1995) vê o relato indutivista ingênuo como algo muito errado e perigoso. Este autor afirma que as teorias precedem a observação.

Já no dedutivismo, um cientista tem leis e teorias universais à sua disposição, é possível derivar delas conseqüências como explicações e previsões, ou seja, da análise do geral para o particular e chegar a uma conclusão.

O falsificacionismo, por sua vez, vê a ciência como um conjunto de hipóteses que são propostas com a finalidade de descrever ou explicar o comportamento de algum aspecto do mundo ou do universo. Para fazer parte da ciência, uma hipótese deve ser falsificável. O falsificacionista sofisticado acredita que a meta da ciência é falsificar teorias e substituí-las por outras melhores, que demonstrem maior possibilidade de serem testadas.

A abordagem de Lakatos e Kuhn, Chalmers(1995) analisa teorias enquanto estruturas organizadas. Um programa de pesquisa lakatosiano é uma estrutura que fornece orientação para a pesquisa futura de uma forma tanto negativa quanto positiva. A heurística negativa envolve a estipulação de que as suposições básicas subjacentes ao programa, seu núcleo irreduzível, não devem ser rejeitadas ou modificadas, ou seja, está protegido de falsificação por um cinturão de hipóteses auxiliares. A heurística positiva indica como pode ser desenvolvido o programa de pesquisa, o que envolverá suplementar o núcleo irreduzível com suposições adicionais numa tentativa de explicar fenômenos previamente conhecidos e prever fenômenos novos. Já a teoria da ciência de Kuhn enfatiza o caráter revolucionário do progresso científico, em que uma revolução implica o abandono de uma estrutura teórica e sua substituição por outra.

Pelas características dos métodos de abordagem descritos acima, o mais adequado para esta pesquisa é o **dedutivismo**, conforme descrito anteriormente.

1.3.2 Abordagem de pesquisa

A abordagem de pesquisa pode ser quantitativa, qualitativa ou uma combinação das duas. Creswell (1994) propõe três modelos para se combinar métodos qualitativos com quantitativos. Aqui as abordagens de pesquisa serão tratadas em separado.

Bryman (1989) apresenta um modelo do processo de pesquisa **quantitativa**. De acordo com este modelo, o ponto inicial para um estudo é a teoria sobre algum aspecto do funcionamento organizacional. Desta teoria, uma hipótese (ou hipóteses) é formulada a qual será testada. Segundo o autor, é a generalização dos dados para testar a hipótese que em muitos aspectos constituem o processo da pesquisa quantitativa. Esta orientação geral para o processo de pesquisa tem causado muitas preocupações, tais como: mensuração dos conceitos, demonstração de causalidade, generalização e capacidade de replicações Bryman(1989).

Segundo Triviños (1987), a pesquisa **qualitativa** tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave. Para Bryman (1989), a ênfase da

pesquisa qualitativa tende a ser o entendimento do que está acontecendo nas organizações nos próprios termos dos participantes, ao invés daqueles do pesquisador. A apresentação dos dados tende a ser sensível as nuances do que as pessoas dizem e aos contextos no qual suas ações acontecem Bryman (1989). O autor destaca os principais problemas encontrados na pesquisa qualitativa: o acesso na organização, a interpretação dos dados e a análise dos dados.

De acordo com Bryman (1989), é tentador conceber a distinção entre pesquisa quantitativa e qualitativa em termos da presença ou ausência de quantificação. O autor ressalta que os pesquisadores qualitativos não são contra a quantificação e, geralmente, a incluem em suas investigações. Similarmente, pesquisadores quantitativos, às vezes, coletam material qualitativo para suas investigações. Segundo Bryman (1989), a característica central da pesquisa qualitativa, ao contrário da quantitativa, é sua ênfase na perspectiva do indivíduo estudado. Enquanto a pesquisa quantitativa é impulsionada por um conjunto de interesses prévios, quer derivados de questões teóricas, quer de uma leitura da literatura numa área de conhecimento particular. A pesquisa qualitativa tende a evitar a noção de que o investigador pode ser a fonte do que é relevante e importante em relação àquela área de conhecimento. Ao contrário, o pesquisador qualitativo busca extrair o que é importante para indivíduos, bem como suas interpretações do ambiente no qual eles trabalham através de investigações a fundo dos indivíduos e de seus ambientes Bryman (1989).

A tabela 1.1 apresenta um comparativo entre os dois tipos abordagens citados.

Qualitativa	Quantitativa
Presença do pesquisador na organização;	O pesquisador estabelece os parâmetros do que é interessante e importante para eles, sem a necessidade de sua presença na organização;
Mais enfoque no contexto;	A pesquisa tem pouco enfoque contexto;
Ênfase no processo;	Tende a lidar menos com aspectos processuais da realidade organizacional;
Abordagem não-estruturada: flexibilidade;	Acarreta preparação rigorosa de uma estrutura, na qual dados serão coletados;
Fontes de dados: observação participante, entrevista/conversação transcrita e documentos (uma ou mais fonte de dados);	Tende a usar uma só fonte de dados;
Procura obter e reter proximidade para o fenômeno no qual está inserido.	O pesquisador pode não ter envolvimento nas organizações.

Tabela 1.1: Adaptação da comparação entre Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Quantitativa, Bryman (1989)

Dessa maneira, a abordagem qualitativa é a que mais se aproxima das características da pesquisa proposta, principalmente pela necessidade de profunda compreensão do contexto e presença do pesquisador *in loco*. Para tanto, é importante que se tenha uma estrutura para coleta de dados flexível para poder captar as diferentes opiniões dos entrevistados.

1.3.3 Método de procedimento

Existem diversos métodos de procedimento disponíveis para a realização de uma pesquisa. De acordo com Yin (2001), cada estratégia apresenta vantagens e desvantagens próprias e para obter o máximo de uma estratégia, é necessário conhecer a diferença entre elas. Além disso, a escolha entre elas depende de três condições: o tipo de pesquisa, o controle que o pesquisador possui sobre os eventos comportamentais efetivos e o foco em fenômenos históricos, em oposição aos fenômenos contemporâneos. Para o autor, experimentos, levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações são exemplos de métodos de procedimento. Já Bryman (1989) apresenta cinco principais métodos de procedimento: experimento, survey, pesquisa qualitativa, estudo de caso e pesquisa-ação. Além destes, destaca-se a simulação, Berendes & Romme (1999). Dentre estes métodos, serão apresentados a seguir, uma breve descrição sobre os métodos survey, pesquisa-ação, simulação e estudo de caso.

A pesquisa survey envolve a coleta de informações de indivíduos (por meio de questionário enviado pelo correio, telefonemas, entrevistas pessoais, e-mail, etc.) sobre eles mesmos ou sobre a unidade social a qual eles pertencem. Os pesquisadores não intervêm na organização e observam os efeitos das intervenções. O processo de amostragem survey determina informações sobre ampla população com um nível de conhecimento acurado. Bryman (1989) apud Forza (2002).

A pesquisa-ação é uma abordagem que tem como objetivos entender uma ação e criar conhecimento e teoria sobre aquela ação. Este método de pesquisa possui um caráter participativo, pois promove ampla interação entre pesquisadores e membros da situação investigada. O pesquisador torna-se parte do campo de investigação. A pesquisa é mais exigente e trabalhosa que a pesquisa convencional e requer conduta eticamente insuspeitável, Thiollent (1997).

Já a simulação é definida como a construção de um modelo que represente física ou simbolicamente todos ou alguns aspectos de um processo individual ou de um grupo de processos, e a experimentação com a replicação deste(s) processo(s) pela manipulação das variáveis e suas inter-relações dentro do modelo. Os componentes e as relações são retirados da realidade. A simulação pode ser física, que implica experimentação com objetos reais que atuam como modelos de algum subconjunto da realidade. Pode também ser matemática, onde as relações de um sistema são expressas em fórmulas matemáticas. BerendEs & Romme(1999).

Por fim, o método estudo de caso permite o exame detalhado de um ou poucos casos. A unidade de análise é frequentemente a organização, mas pode igualmente ser quaisquer departamentos e seções nas redes organizacionais e inter-organizacionais. Bryman (1989).

Assim, o estudo de caso é o mais adequado às necessidades da pesquisa. Segundo Yin (2001,p.32), “ um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos”.

De acordo com Yin (2001), os estudos de caso podem ser exploratórios, descritivos ou explanatórios.

Os estudos exploratórios ocorrem no estágio inicial de muitos programas de pesquisa, onde a exploração é necessária para desenvolver idéias e questões de pesquisa. Os objetivos deste tipo de estudo são: buscar antecedentes e maior conhecimento para uma pesquisa

descritiva ou explanatória; manejar com maior segurança uma teoria, ou servir para levantar possíveis problemas de pesquisas. Já os estudos descritivos têm por objetivo aprofundarem a descrição de determinada realidade e assim, relatar com maior exatidão os fatos e fenômenos desta realidade. Finalmente, nos estudos explanatórios as questões lidam com ligações operacionais que necessitam serem traçadas ao longo do tempo, ao invés de serem encaradas como meras repetições ou incidências. Visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de certos fenômenos. Aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão das coisas. Yin (2001) e Triviños (1987).

O estudo de caso a ser desenvolvido nesta pesquisa será de natureza explanatória, onde se buscará identificar os parâmetros e pontos críticos que possibilitarão discutir os efeitos da Modelagem de Processo no Programação Detalhada da Produção em ambiente tipo *job shop*.

A pesquisa de estudo de caso pode ainda, incluir tanto estudos de caso único quanto estudos de caso múltiplos, Yin (2001). Um estudo de caso único é justificável quando o caso representa um teste crucial da teoria existente, quando o evento é raro ou exclusivo ou quando o caso serve a um propósito revelador. Já estudos de caso múltiplos seguem o mesmo fundamento lógico do estudo de caso único, apresentando algumas vantagens e desvantagens. Os estudos de caso múltiplos aumentam a validade externa, os resultados são considerados mais convincentes, facilitam a replicação e possibilitam a comparação entre casos. Por outro lado, mais recursos são necessários, e tem-se menos profundidade por caso. Yin (2001) e VOSS *et al.*, (2002).

1.3.4 Instrumento de pesquisa

De acordo com Yin (2001), a coleta de dados para os estudos de caso pode se basear em muitas fontes de evidências. O autor propõe as seguintes fontes: documentação, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Nesta pesquisa serão utilizadas as seguintes fontes: entrevista, observação direta e documentação.

Yin (2001) e Triviños (1987) definem que as entrevistas podem ser conduzidas de forma espontânea (entrevista livre), sob a forma de um levantamento formal (entrevista estruturada) ou de forma focal (entrevista semi-estruturada). Segundo Triviños (1987), o primeiro tipo de entrevista privilegia o sujeito, o segundo exalta o objeto e o terceiro mantém a presença consciente e atuante do pesquisador e, ao mesmo tempo, permite a relevância na situação do ator. O autor ressalta ainda que, a entrevista semi-estruturada, favorece não só a descrição dos fenômenos, mas também sua explicação e a compreensão de sua totalidade.

O tipo de entrevista adotado será a entrevista semi-estruturada. Segundo Yin (2001), este tipo de entrevista ainda é espontânea e assume caráter de uma conversa informal, mas o entrevistador segue um certo conjunto de perguntas.

A observação direta será realizada de uma maneira mais informal, no ato da visita de campo para realização da entrevista.

O uso de documentos, de acordo com Yin (2001), servirá para colaborar e valorizar as evidências oriundas das outras fontes.

1.3.5 Análise dos resultados

Segundo Yin (2001), a análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas ou recombinar as evidências tendo em vista as proposições iniciais de um estudo. Para tanto, o autor sugere que se comece o trabalho com uma estratégia analítica geral.

Dessa forma, Yin (2001) sugere duas estratégias analíticas gerais para conduzir a análise de estudos de caso. A primeira está relacionada ao uso de proposições teóricas que levaram ao estudo de caso (associada tanto aos referenciais teóricos considerados quanto as novas interpretações). Uma segunda estratégia, menos utilizada consiste em desenvolver uma estrutura descritiva a fim de organizar o estudo de caso. Neste trabalho, optou-se pela primeira estratégia, pois dispõe das proposições ou hipóteses apresentadas anteriormente e obtidas através de referenciais conceituais.

Assim, uma análise preliminar das respostas permitirá detectar divergências, conflitos, vazios e pontos coincidentes que se acham nas afirmações dos entrevistados. O material coletado (nas entrevistas semi-estruturadas, registros em arquivos, observação direta, etc) sob escopo das teorias, permitiu elaborar um esquema de interpretação dos fenômenos estudados. Este esquema se apóia em três aspectos fundamentais:

- Na análise do caso individualmente;
- Na fundamentação teórica; e
- Na experiência pessoal do entrevistador.

2 Conceitos de gestão da produção

A área de produção é considerada a chave para a criação e a execução da estratégia das empresas. A grande função da estratégia é promover o equilíbrio entre a visão de futuro da empresa e o necessário no presente para se atingir a meta esperada. Modelos de gestão da produção servem como base para orientar os gestores em seus planejamentos. Para gerenciar adequadamente a produção é necessário o desenvolvimento de um conjunto de processos. O objetivo deste tópico é apresentar conceitos de sistemas de gestão da produção.

2.1 Classificação de sistemas de produção baseada no atendimento a demanda do cliente

Diante da classificação de Porter *et al.* (1999), as indústrias podem escolher entre quatro abordagens apresentadas por Goulart (2000) conforme o ambiente da demanda:

- Produção para estoque (MTS – *Make to Stock*): caracteriza os sistemas que produzem produtos padronizados, baseados principalmente em previsões de demanda. Nesse caso, nenhum produto é personalizado, porque o pedido é feito com base no estoque de produtos acabados. Isso significa que a interação entre o cliente e o projeto do produto é muito pequena ou inexistente. Os sistemas MTS têm como principal vantagem maior rapidez na entrega dos produtos, mas os custos com estoques tendem a ser grandes e os clientes não têm como expressar suas necessidades a respeito dos produtos. Nesses sistemas os ciclos de vida dos produtos tendem a ser relativamente longos e previsíveis;
- Montagem sob encomenda (ATO – *Assemble to Order*): caracteriza os sistemas onde os subconjuntos, grandes componentes e materiais diversos são armazenados até o recebimento dos pedidos dos clientes contendo as especificações dos produtos finais. A interação entre o cliente e o projeto do produto é limitada. Nos sistemas ATO, as entregas dos produtos tendem a ser de médio prazo e as incertezas da demanda (quanto à variedade e volume dos produtos) são gerenciadas com base no dimensionamento dos estoques de subconjuntos e capacidade das áreas de montagem;
- Produção sob encomenda (MTO – *Make to Order*): o projeto básico pode ser desenvolvido a partir dos contatos iniciais com o cliente, mas a etapa de produção só se inicia após o recebimento formal do pedido. As interações com os clientes são

quase sempre do tipo extensiva, e o produto está sujeito a modificações mesmo durante a fase de produção. Num sistema MTO, os produtos geralmente não são um de cada tipo, porque usualmente os produtos são projetados a partir de especificações básicas. Os tempos de entrega tendem a ser entre médio e longo prazo e as listas de materiais são quase sempre únicas para cada produto;

- Engenharia sob Encomenda (ETO – *Engineering to Order*): é praticamente uma extensão do MTO, com o projeto do produto sendo feito quase que totalmente baseado nas especificações do cliente. Os produtos são altamente personalizados e o nível de interação com o cliente é muito grande.

Com estas abordagens fica clara a importância da adequação do processo de produção ao posicionamento da indústria em determinados mercados, na busca de vantagens competitivas frente a crescente concorrência.

Esta é uma característica dinâmica, que requer, também, modelos dinâmicos, isto é, flexíveis, configuráveis, para planejamento, programação e o controle dos sistemas produtivos.

2.2 Classificação de Sistemas de Produção em função do fluxo de produto

Segundo Moreira (2002), a classificação tradicional, em função do fluxo do produto, agrupa os sistemas de produção em três grandes categorias:

- a. Sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha: apresentam seqüência linear de fluxo e trabalham com produtos padronizados.
 - Produção contínua propriamente dita: é o caso das indústrias de processo, este tipo de produção tende a ter um alto grau de automatização e a produzir produtos altamente padronizados, ex: refinarias petroquímicas;
 - Produção em massa: linhas de montagem em larga escala de poucos produtos com grau de diferenciação relativamente pequeno, ex: fábrica de automóveis;
- b. Sistemas de produção intermitente (fluxo intermitente).
 - Por lotes: ao término da fabricação de um produto outros produtos tomam seu lugar nas máquinas, de maneira que o primeiro produto só voltará a ser fabricado depois de algum tempo, ex: fábrica de móveis;
 - Por encomenda: o cliente apresenta seu próprio projeto do produto, devendo ser seguidas essas especificações na fabricação, ex: gráfica que produz ingressos para um determinado show.

- c. Sistemas de produção de grandes projetos sem repetição: produto único, não há rigorosamente um fluxo do produto, existe uma seqüência predeterminada de atividades que deve ser seguida, com pouca ou nenhuma repetitividade, ex: construção de um navio.

Tais fluxos de produtos são representados na figura abaixo

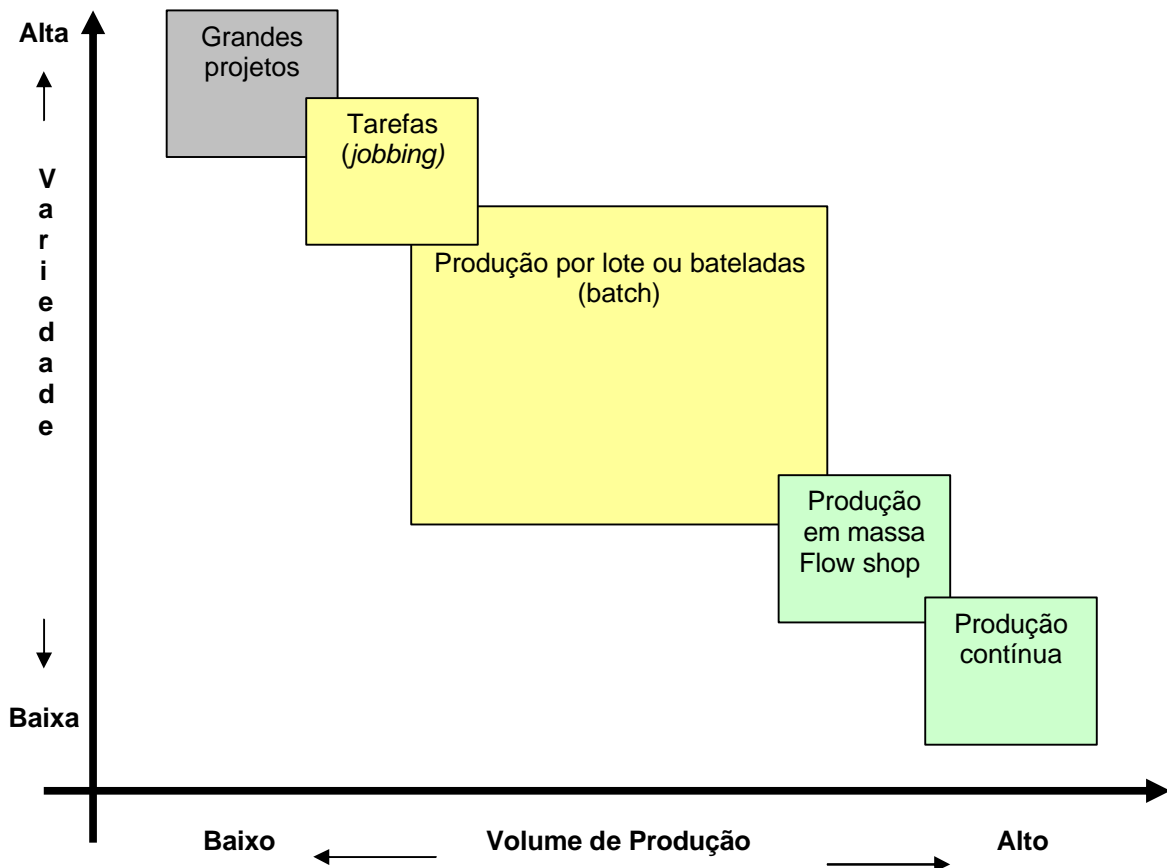


figura 2.1: Variedade vs volume de produção (adaptado de SLACK *et al.* (2002))

2.3 Funções de um Sistema de Administração da Produção (SAP)

Independente da lógica (modelo de solução para produção) utilizada, os sistemas de produção, para cumprirem seu papel de suporte ao alcance dos objetivos estratégicos da organização, segundo Corrêa *et al.* (2001), um sistema de administração da produção deve ser capaz de apoiar o tomador de decisões no que se refere a:

- Planejar as necessidades futuras de capacidade (qualitativamente e quantitativamente) do processo produtivo;

- Planejar os materiais comprados, de modo que estes não cheguem nem antes nem depois, nem em quantidades maiores ou menores do que aquelas necessárias ao atendimento da demanda;
- Planejar os níveis apropriados de estoque de matérias primas, semi-acabados e produtos finais nos pontos certos, de forma a garantir que as incertezas do processo afetem o menos possível o nível de serviços aos clientes e o funcionamento da fábrica;
- Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas atividades certas e prioritárias, evitando, assim, dispersão desnecessária de esforços;
- Ser capaz de saber e de informar da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção);
- Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois, fazer cumpri-los;
- Ser capaz de reagir eficazmente, reprogramando rapidamente as atividades, quando a demanda prevista pode não ter se confirmado, o suprimento planejado pode não ter chegado ou a ordem planejada pode não ter sido completada pela quebra de um equipamento, por exemplo.

Os sistemas de administração da produção devem ser capazes, por meio da informação, de integrar a função de operações dos sistemas produtivos com outras funções dentro da organização, de forma que proporcione a necessária integração de seu processo logístico, que é onde reside hoje, para grande número de empresas, o maior potencial de obtenção de melhoramentos competitivos.

Os SAP suportam as atividades ou tarefas destinadas à área de Planejamento e Controle da Produção (PCP), conforme será exposto a seguir.

2.4 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

Atualmente, onde a tecnologia está disseminada, qualquer inovação desencadeia outras inovações que são amplamente testadas até que possam ser aplicadas com confiabilidade pelos administradores das empresas modernas. Administrar, nos dias de hoje, é algo onde os riscos são muito menores que antigamente, porém a responsabilidade se redobra exatamente pela existência de todo o aparato tecnológico que cerca uma decisão administrativa.

No planejamento e controle da produção, foi desenvolvida uma série de técnicas de administração nas últimas décadas e da sua correta aplicação em conjunto com a indispensável capacidade empresarial do administrador moderno.

O setor de Planejamento e Controle de Produção de uma empresa, é um setor-meio que serve como transformador de informações entre vários setores de uma empresa e tem um papel de conciliador entre aqueles departamentos que eventualmente tenham alguns atritos.

Para atingir seus objetivos e aplicar adequadamente seus recursos, as empresas não produzem ao acaso, nem funcionam improvisadamente. Elas precisam planejar antecipadamente e precisam controlar adequadamente sua produção. Para isto existe o setor de PCP.

2.4.1 Funções do setor de PCP

O PCP é um setor responsável pela coordenação dos vários departamentos da fábrica, com vistas ao bom atendimento das solicitações de vendas que lhe são encaminhadas, cabendo-lhe providenciar que as mesmas sejam atendidas no prazo e quantidade exigidos. Supondo a existência de facilidades industriais adequadas em relação aos programas de venda e conhecida a maneira de produzir o produto acabado, o PCP encarrega-se de emitir as várias ordens, programar e movimentar as ordens de fabricação e acompanhar a produção de um modo geral. As providências por ele solicitadas destinam-se a produção e também a compras, ambos funcionando, portanto, segundo instruções do PCP. Esse relacionamento, entretanto, não significa uma relação de dependência, isto é, não é necessário que aqueles departamentos lhe sejam subordinados para que sigam suas instruções. Essa alternativa eliminaria, sem dúvidas, o provável atrito que caracteriza as relações do PCP com Produção e Compras, porém, agigantaria desnecessariamente esse departamento, transformando-o numa verdadeira subgerência, o que, pelo menos no caso da pequena e média empresa, não parece recomendável.

Na visão de Russomano (2000), PCP é uma função de apoio à coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo que os programas preestabelecidos possam ser atendidos com economia e eficiência. Também como uma função de apoio à coordenação. Portanto sua atividade não é uma atividade fim e sim uma atividade meio. É um meio, um apoio para produção e compras cumprirem suas finalidades de acordo com vendas.

Controle da produção é a função da administração que planeja, dirige e controla o suprimento de material e as atividades de processamento de uma indústria, de modo que os

produtos especificados sejam produzidos por métodos preestabelecidos para conseguir um programa de vendas aprovado; essas atividades são desempenhadas de tal maneira que recursos humanos, facilidades de capital disponíveis são usados com a máxima vantagem. Ele envolve geralmente a organização e o planejamento dos processos de fabricação. Especificamente, se constitui no planejamento do seqüenciamento de operações, da programação, da movimentação e da coordenação da inspeção, e no controle de materiais, métodos, ferramental e tempos operacionais. O objetivo final é a organização do suprimento e movimentação dos recursos humanos, utilização de máquinas e atividades relacionadas, de modo a atingir os resultados de produção desejados, em termos de quantidade, qualidade, prazo e lugar.

As principais finalidades do PCP são:

- Atender o prazo de entrega;
- Aumentar a eficiência (capacidade de produzir);
- Aumentar a eficácia (qualidade do que foi produzido).

Conforme Vollmann (1997), as principais funções do PCP são duas:

- Planejar a produção – o PCP estabelece antecipadamente o que a empresa deverá produzir, e conseqüentemente o que deverá dispor de matérias-primas e materiais, de pessoas, de máquinas e equipamentos, bem como de estoques de produtos acabados para suprir as vendas;
- Controle da produção – o PCP monitora e controla o desempenho da produção em relação ao que foi planejado, corrigindo eventuais desvios ou erros que possam surgir. O controle de produção deve responder às seguintes questões:
 - Os insumos de produção estão sendo entregues dentro dos prazos certos?;
 - A mão-de-obra está sendo realmente empregada?;
 - Os equipamentos de produção são adequados e estão sendo utilizados eficientemente?;
 - Os estoques de produtos acabados (ou semi-acabados) estão em níveis planejados?;
 - O ritmo de produção está sendo desenvolvido de acordo com o planejamento?.

O setor de PCP atua antes, durante e depois do processo produtivo. Antes, planejando o processo produtivo, programando materiais, máquinas, pessoas e estoques. Durante e depois,

controlando o funcionamento do processo produtivo para mantê-lo de acordo com o que foi planejado.

Na visão de SLACK *at al.* (2002), o planejamento e controle requerem a conciliação (sincronismo) do fornecimento e da demanda em termos de volume, em termos de tempo e em termos de qualidade, com isto são desempenhadas três atividades distintas, embora integradas:

- Carregamento: define qual a quantidade de trabalho que deve ser alocada a cada parte da produção;
- Seqüenciamento: decide a ordem em que o trabalho será executado na operação;
- Programação: determina quando as atividades serão iniciadas e terminadas.

Para funcionar satisfatoriamente, o PCP exige um enorme volume de informações. Na realidade, o PCP recolhe dados e produz informações incessantemente, sendo um centro de informações para a produção.

2.4.2 Relacionamentos do PCP

O PCP mantém uma rede de relações com as demais áreas da empresa. As inter-relações entre o PCP e as demais áreas da empresa se devem ao fato de que o PCP procura utilizar racionalmente os recursos empresariais, sejam eles materiais, humanos, financeiros, etc. Assim, as principais inter-relações do PCP com as demais áreas da empresa são as seguintes.

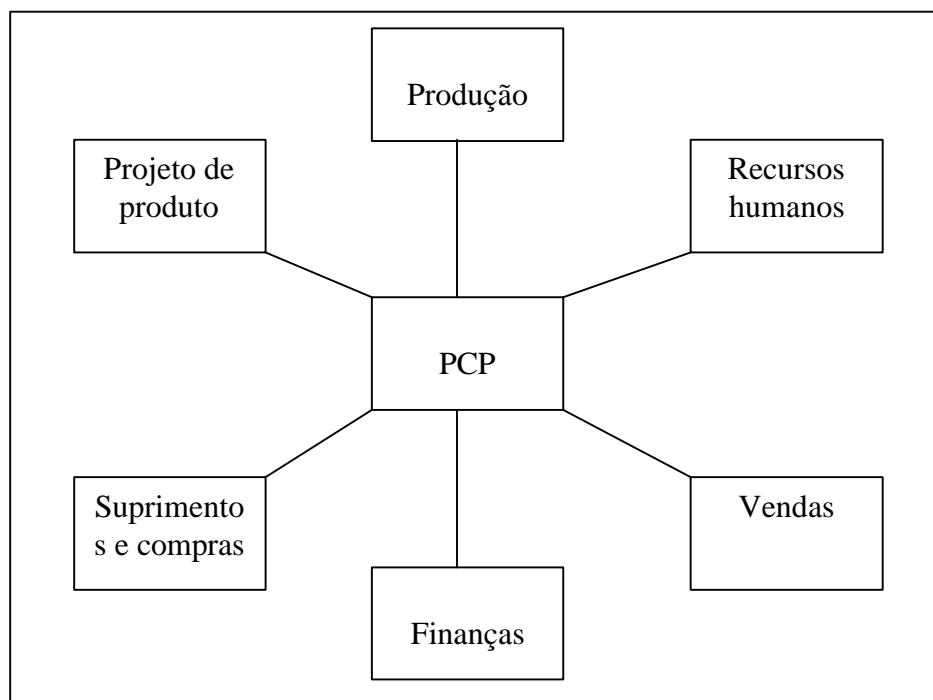


figura 2.2: relação do PCP com as demais áreas, adaptado de VOLLMANN (1997)

Projeto de Produto – o PCP programa o funcionamento de máquinas e equipamentos e se baseia em boletins de operações fornecidos pela Engenharia;

- Produção – o PCP planeja e controla a atividade da área de produção;
- Vendas – o PCP se baseia na previsão de vendas fornecida pela área de Vendas para elaborar o plano de produção da empresa e planejar a quantidade de produtos acabados necessária para suprir as entregas aos clientes;
- Suprimentos e Compras – o PCP programa materiais e matérias-primas que devem ser obtidos no mercado fornecedor através do setor de Compras e estocados pelo setor de Suprimentos;
- Recursos Humanos – o PCP programa a atividade da mão-de-obra, estabelecendo a quantidade de pessoas que devem trabalhar no processo de produção;
- Financeira – o PCP se baseia nos cálculos financeiros fornecidos pela área financeira para estabelecer os níveis ótimos dos lotes econômicos de produção e compra.

2.4.3 Técnicas de gerenciamento utilizadas em sistemas de administração da produção

Segundo Corrêa *et al.* (2001), nos últimos anos, poucas áreas da Administração de Empresas mudaram tanto como a Administração da Produção. As razões por trás deste renovado interesse podem ser classificadas em três categorias principais:

- A crescente pressão por competitividade que o mercado mundial tem exigido das empresas, com a queda de importantes barreiras alfandegárias protecionistas e o surgimento de novos concorrentes bastante capacitados.
- O potencial competitivo que representa o recente desenvolvimento de novas tecnologias de processo e de gestão de manufatura.
- A terceira razão está relacionada ao recente desenvolvimento de um melhor entendimento de papel estratégico que a produção pode e deve ter no alcance dos objetivos globais da organização, Corrêa *et al.* (2001).

Desta forma, a empresa busca unificar sob uma mesma orientação, a sustentação necessária ao gerenciamento global, bem como, a estrutura de apoio das técnicas auxiliares para a organização industrial.

Estas técnicas orientam e apóiam a organização industrial em seu gerenciamento global na execução e solução de problemas de planejamento, estratégias, projetos de produtos, mercados, fluxo integrado do processo industrial, sistemas logísticos, sistemas de informação e dados, pessoas, qualidade, produtividade, lucratividade, etc., com a finalidade de alcançar vantagens competitivas em seu ambiente organizacional.

Existem várias técnicas de gerenciamento aplicáveis ao PCP, tais como MRP, MRP II, OPT, *JUST IN TIME (JIT)*, *KANBAN*, etc. Todas estas técnicas se propõem a auxiliar as empresas no seu gerenciamento global (ex: tomada de decisão que deve basear-se em fatos concretos), e cada uma delas utilizando abordagens diferentes entre si, tendo em cada uma, pontos fortes e fracos.

Para o propósito deste trabalho, serão discutidas as técnicas de MRP e MRPII. Essas são técnicas mais comuns utilizadas em ambientes *job shop*.

2.5 MRP

Nos sistemas MRP (planejamento e gerenciamento de materiais), a gestão dá-se por meio de informações trocadas entre planejador e sistema. Consiste em confrontar o planejado com o ocorrido e administrar as não conformidades.

Corrêa *et al.* (2001) explica a gestão por exceção da seguinte forma: o planejador informa ao sistema as ocorrências da realidade (apontamento), da visão de futuro, de parametrização e de controle e o sistema, após os processamentos cabíveis, disponibiliza informações ao planejador de modo a permitir a tomada de decisão sobre o que, quanto, quando produzir e comprar. Diante da grande quantidade de ocorrências, confrontando-se com as planejadas (esperadas), em alguns casos a realidade pode estar diferente do planejado, exemplo, um recebimento esperado para segunda-feira chegou incompleta, uma ordem de produção não ficou pronta, uma máquina quebrada etc. Sobre estas é que o planejador terá de concentrar a maior parte de sua atenção, observar as conseqüências da diferença identificada entre o planejado e o realizado. São as chamadas mensagens de ação ou exceção que precisam ser gerenciadas.

2.5.1 Objetivos do MRP

- Ajudar a produzir e comprar apenas o necessário e apenas no momento necessário (no último momento possível), visando eliminar estoques, gerando uma série de

“encontros marcados” entre componentes de um mesmo nível, para operações de fabricação ou montagem, Corrêa *et al.* (2001).

- Gerar ordens de produção e solicitações de compras baseado em uma previsão de vendas. Ou seja, o que o MRP faz é uma projeção do saldo em estoque, calculando as previsões de saída e as necessidades de acordo com os dados disponíveis Haberkon (1999).

O MRP permite que, com base na decisão de produção dos produtos finais, seja determinado o que, quanto e quando produzir e comprar os diversos semi-acabados, componentes e matérias-primas. Contribuindo para simplificar a gestão de materiais, sejam comprados ou fabricados.

A popularização do uso da técnica MRP, fez com que pesquisadores percebessem que a mesma técnica do cálculo das necessidades poderia ser utilizada para calcular também as necessidades de outros recursos como equipamentos ou mão-de-obra, requerendo apenas algumas informações adicionais. Assim, avanços ocorreram a partir de 1975 com a ampliação do software para a cobertura de toda a área fabril. Concretizava-se o sonho dos programadores da fábrica, de dispor de uma ferramenta capaz de priorizar e seqüenciar centenas de ordens de produção a ser conduzidas de um posto de trabalho ao outro, em instalações contendo diversas máquinas.

Segundo Corrêa *et al.* (2001), “o MRP II diferencia-se do MRP pelo tipo de decisão de planejamento que orienta; enquanto o MRP orienta as decisões de o que, quanto e quando produzir e comprar, o MRP II engloba também as decisões referentes a como produzir, ou seja, com que recursos”.

2.6 MRP II

O MRP II é um conjunto de programas de controle da produção e realimentação da informação emanada do chão de fábrica.

É uma filosofia de planejamento baseada num processo hierárquico de decisão e apoiada pelo uso de software, cujas características são: integração dos diversos setores da empresa através da informação; priorização dos objetivos de redução dos estoques e garantia de confiabilidade de entrega; necessidade de alta confiabilidade dos dados; o sistema sugere que o usuário decida. Em outras palavras, os sistemas MRP II fornecem aos diferentes gerentes os

dados e as ferramentas necessárias para a tomada de decisão, escolhas diárias e implementações dos objetivos de curto, médio e longo prazo.

A estrutura do sistema MRP II possui a seguinte estrutura dividida nos seguintes grupos:

- a. Comando: composto pelos níveis mais altos de planejamento (S&OP, Gestão de demanda e MPS/RCCP) que é responsável por dirigir a empresa e sua atuação no mercado, sendo portanto um nível de decisão de alta direção.
- b. Motor: é o nível abaixo do planejamento (MRP/CRP), responsável por desagregar as decisões tomadas no bloco de comando, gerando decisões desagregadas nos níveis requeridos pela execução, ou seja, o que, quanto e quando produzir e/ou comprar, além das decisões referentes a gestão da capacidade de curto prazo;
- c. Rodas: composta pelos módulos de execução e controle (Compras e SFC), responsáveis por apoiar a execução detalhada daquilo que foi determinado pelo bloco anterior, assim como controlar o cumprimento do planejamento, realimentando todo o processo conforme figura abaixo:

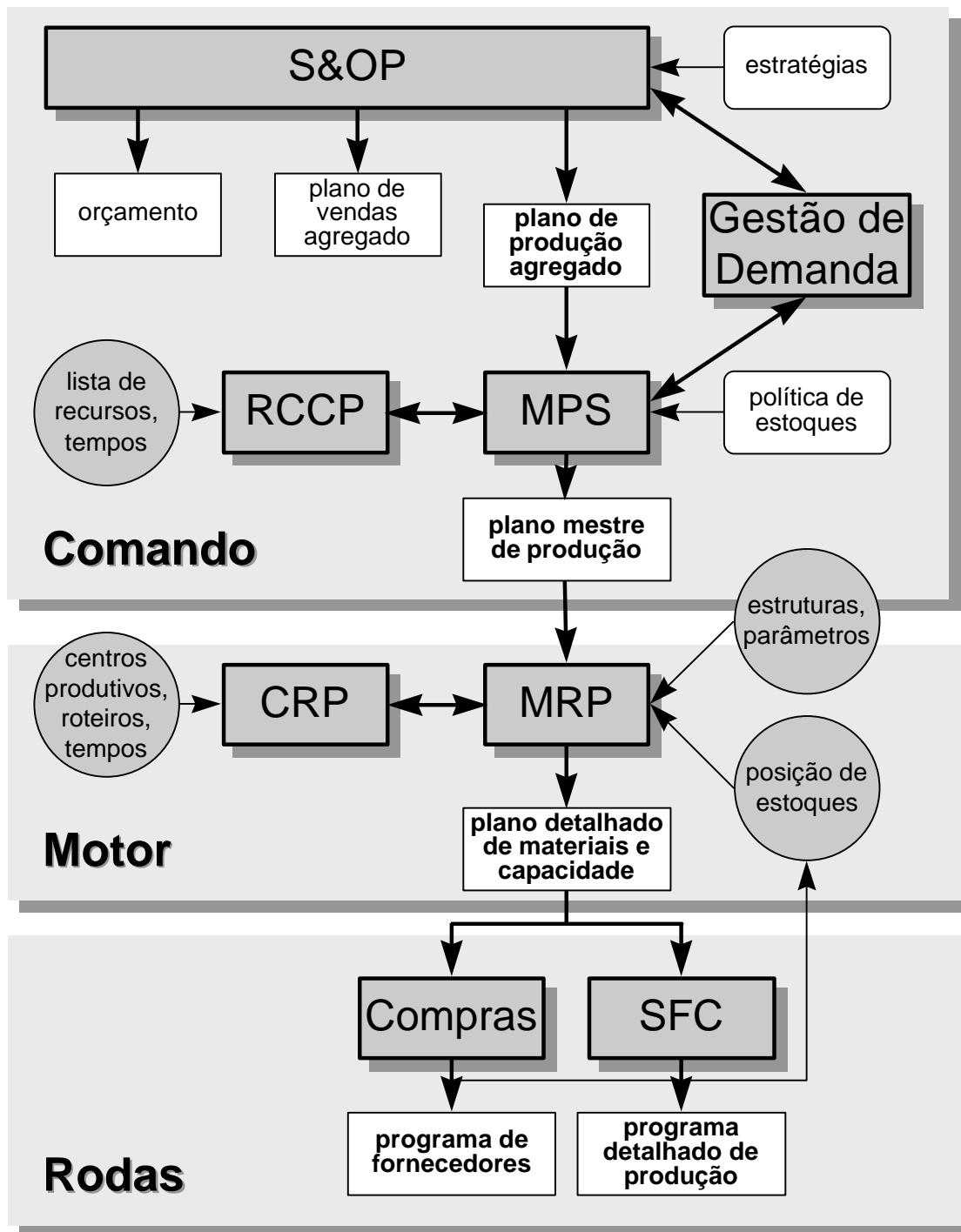


figura 2.3: Estrutura do MRP II, Fonte: Corrêa *et al.* (2001)

No contexto da manufatura, pessoal, tempo, equipamentos e materiais são recursos chave. Então, os planos devem ser expressos em termos das capacidades destes recursos.

O objetivo do planejamento da capacidade é assegurar a compatibilidade entre a capacidade disponível em centros de trabalho específicos e a capacidade necessária para atender a produção planejada. As soluções apresentadas no modelo permitem que as empresas

façam uma estimativa da capacidade necessária. As atividades de planejamento da capacidade são realizadas paralelamente ao planejamento de materiais.

A figura abaixo apresenta a hierarquia do planejamento da capacidade e seus principais relacionamentos com outros processos da gestão da produção.

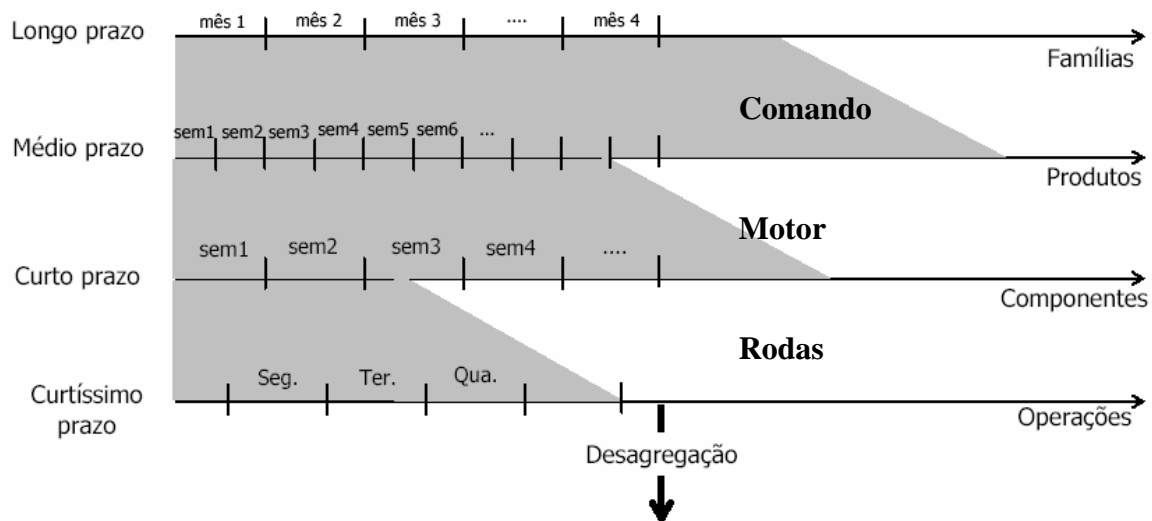


figura 2.4: Hierarquia e relacionamentos do Planejamento da Capacidade, Vollmann *et al.* (1997)

2.6.1 Módulos do MRP II

O sistema MRP II é composto de uma série de procedimentos de planejamento agrupados em funções. Estas funções estão normalmente associadas a módulos de pacotes de software comerciais, desenvolvidos para suportar esta filosofia de planejamento.

- Cadastros básicos, incluem cadastros como: cadastro de estrutura de produto, cadastro de roteiros, cadastro de centros produtivos etc.

O primeiro aspecto importante para garantir a eficácia do MRP II é a existência de uma base de dados única, não redundante e confiável que interage com toda a empresa por meio da informação.

- S&OP (Sales and Operations Planning – Planejamento das vendas e operações): É um processo de planejamento que trata de decisões que requerem visão de longo prazo do negócio, como: aquisição de equipamentos, ampliação de linhas de produção, ativação e desativação de unidades fabris...

Para não ocorrer incoerência de decisões é necessário a integração entre as principais áreas funcionais: marketing, manufatura e finanças.

O resultado do S&OP é um conjunto de planos coerentes que servirão de metas a serem perseguidas pelas áreas envolvidas.

- MPS (Master Production Schedule – Planejamento Mestre da Produção) / RCCP (Rough cut capacity planning – Cálculo das Capacidades de Recursos Críticos)

O módulo MPS é uma desagregação do plano de produção agregado ou de longo prazo, para que as decisões de curto e médio prazo estejam coerente com as decisões de longo prazo.

O módulo RCCP utiliza como dado de entrada a relação de ordens planejadas pelo MPS e tem como objetivo de apoiar a elaboração de um plano-mestre que seja viável em termos de capacidade, ou seja, que se apresentar problemas de capacidade no CRP, estes sejam resolvidos com ajustes sem necessidade de voltar ao MPS.

O processo de decisão do MPS deve ser realizado pela equipe do PCP, da qual façam parte elementos das áreas de planejamento e comercial. Pois a qualidade de decisão depende fortemente da qualidade da previsão de vendas, além do plano de produção ter grande impacto no desempenho do setor produtivo, pois irá definir a capacidade período a período, com implicações nos níveis de ociosidade, horas extras necessárias, subcontratações etc. Mudanças frequentes neste plano de produção geram a necessidade de replanejamentos no nível do MRP/CRP e no chão da fábrica que normalmente vem acompanhada de custos adicionais. Daí ser necessário administrar a demanda.

O processo MPS/RCCP é o responsável por elaborar o plano de produção de produtos finais ou plano mestre de produção, item a item, período a período que é o dado de entrada para que o MRP possa executar o cálculo de necessidades.

- MRP/CRP (Capacity Requirements Planning)

O MRP é o módulo que faz o cálculo de necessidades de materiais, precisando ser apenas parametrizado (tempos, estoques de segurança e tamanhos de lote). O MRP vai gerar mensagens de ação, no caso de não haver disponibilidade de determinados materiais, que caracterizam o gerenciamento por exceção. Uma vez verificada a viabilidade em termos dos materiais, o plano de produção é inserido no módulo de Cálculo de Capacidade – CRP₁, que calcula as necessidades de capacidade para cada centro, período a período gerando um gráfico de carga que permite identificar excessos de necessidade de capacidade ou ociosidade. Verificada a viabilidade do plano de produção o resultado será o plano detalhado de materiais e capacidade.

O processo MRP/CRP é considerado o “motor” do sistema MRP II por sua característica de automação de cálculo, além de ser um processo de planejamento, pois a execução vem em etapa posterior.

- SFC (Shop Floor control – Controle de Chão de Fábrica): É o responsável pela sequenciação das ordens, por centro de produção, dentro de um período de

planejamento e pelo controle da produção propriamente dito no nível da fábrica. Ou seja, libera – controla as ordens e avalia o desempenho da fábrica.

- Compras: faz a liberação das ordens de compras, controla as ordens e faz a avaliação do desempenho dos fornecedores.

O conjunto dos módulos apresentados forma uma estrutura de planejamento hierárquico, na qual as decisões tomadas nos níveis superiores condicionam as decisões de níveis inferiores. Além disso, esta estrutura permite vincular o planejamento de longo prazo, realizado pelo S&OP, às decisões detalhadas de curtíssimo prazo, gerenciadas e controladas pelo SFC, garantindo coerência vertical entre os diversos níveis de decisões tomadas na manufatura.

2.7 Programar produção

Este processo consiste na tarefa de programar as atividades de produção. Especificamente, é feito o seqüenciamento das ordens de produção geradas no planejamento detalhado da produção. Este seqüenciamento consiste em alocar estas ordens a recursos de produção, sendo que o tempo esperado para o processamento de cada ordem fica reservado, utilizando a disponibilidade do recurso.

Segundo TUBINO (2000), a Programação da Produção está encarregada de definir quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos acabados propostos pelo plano, sempre baseando-se no Plano Mestre de Produção e nos registros de controle de estoques. Como resultado são emitidas ordens de compra, fabricação ou montagem, conforme o caso. Cabe ainda, à programação da Produção, o seqüenciamento das ordens emitidas no sentido de minimizar os *lead times* e estoques do sistema, e o acompanhamento e controle da produção.

Vale lembrar que as atividades da Programação da Produção, ou seja, a administração de estoques, o seqüenciamento e a emissão de ordens, podem se dar em dois sentidos: no de empurrar a produção e no de puxar a produção.

2.7.1 Administração dos estoques

As empresas trabalham com estoques de diferentes tipos que, de acordo com TUBINO (2000), necessitam ser administrados, centralizados em um almoxarifado, ou distribuídos por vários pontos dentro da empresa. De acordo com SLACK *et al.* (2002), os estoques existem porque há uma diferença de ritmo ou de taxa entre o fornecimento e demanda.

Há diversas formas de classificar os estoques, porém, segundo SLACK *et al.* (2002), a forma mais direta de classificá-los é a seguinte:

- Estoque isolador ou estoque de segurança: tem o propósito de compensar as incertezas inerentes ao processo de fornecimento e demanda.
- Estoque de ciclo: ocorre porque um ou mais estágios na operação não podem fornecer todos os itens que produzem simultaneamente.
- Estoque de antecipação: existe para compensar diferenças de ritmo de fornecimento e demanda, sendo mais comumente usado quando as flutuações de demanda ou as variações de fornecimento são significativas. Uma empresa pode aproveitar a oportunidade de comprar estoques de forma oportunística ou especulativa, se eles só estão disponíveis ocasionalmente ou se ela acredita que poderá haver interrupções no fornecimento.
- Estoques no canal: existem porque o material não pode ser transportado instantaneamente entre o ponto de fornecimento e o ponto de demanda, ou seja, todo estoque em trânsito é estoque no canal.

2.7.2 Seqüenciamento, emissão e liberação de ordens

Como já foi mencionado, as atividades de programação da produção dependem de como o sistema produtivo está projetado para empurrar ou para puxar o programa de produção. No caso dos sistemas convencionais de empurrar a produção, é preciso que se defina, a cada programa de produção, sua seqüência, e se emita as ordens autorizando a compra, fabricação e montagem dos itens. Será abordado o seqüenciamento e a emissão de ordens sob a ótica convencional.

Definida a sistemática de administração dos estoques, serão geradas, de forma direta ou indireta, as necessidades de compras, fabricação e montagem dos itens para atender ao PMP. As ordens de compras, em geral, vão para o setor encarregado das compras e saem da esfera de ação do Planejamento e Controle de Produção. Já as ordens de fabricação e montagem precisam passar por um sistema produtivo com limitações de capacidade. A função do seqüenciamento é justamente a de adequar o programa gerado aos recursos disponíveis, ou seja, máquinas, homens, instalações, etc. TUBINO (2000).

A escolha da ordem a ser processada se resume no estabelecimento de prioridades entre os diversos lotes de fabricação concorrentes por um mesmo grupo de recursos, visando atender a determinados objetivos. Em relação à escolha do recurso a ser utilizado, fica restrita

à situações onde existem variações significativas no desempenho dos equipamentos, seja nos tempos de processamento ou de *setup*.

De acordo com TUBINO (2000), existem algumas regras de decisão que podem ser empregadas para gerar a seqüência mais adequada para o carregamento das máquinas. Essas regras são heurísticas usadas para selecionar qual dos lotes esperando na fila de um grupo de recursos terá prioridade de processamento e qual recurso deste grupo será carregado com esta ordem. As regras mais empregadas são: PEPS (primeira que entra primeira que sai), MTP (menor tempo de processamento), MDE (menor data de entrega), IPI (índice de prioridade), ICR (índice crítico), IFO (índice de folga) e IFA (índice de falha).

2.8 Considerações sobre o capítulo

É difícil concluir de maneira categórica qual o método correto. Assim, é necessário uma boa adaptação entre requisitos da empresa e técnicas embutidas no(s) método (s) do *software* ERP adotado. Pode ser interessante utilizar mais de um método, por exemplo MRP-*Kanban* a nível fabril e outras técnicas de melhor aderência para as demais atividades da empresa.

Alguns afirmam que o MRP e o *Kanban* não podem concorrer entre si, porque se aplicam a problemas diferentes. *Kanban* presta-se a gestão em manufatura de curto período de tempo, por isso, não lida com informações provisionais; ao contrário, o MRP cobre toda a cadeia, desde o planejamento até o processo produtivo.

No entanto, em produção diversificada, é possível compor uma solução baseada em produto ERP que utilize técnicas dos dois modelos, onde o *Kanban* poderia ser utilizado na montagem (tarefas de curto prazo) e o MRP / MRP II no planejamento e gestão da manufatura (atividades de médio e de longo prazo).

Além de estudos básicos de *aderência* do *software* ao negócio, o OPT requer análises do ambiente da empresa no tocante a *gargalos* de estrangulamento. Sistema ERP-OPT, pode adotar o MRP para atividades de planejamento e gestão da produção, cabendo ao OPT resolver problemas de *gargalos* operacionais.

3 Modelagem de processos de negócios

Este capítulo apresenta uma revisão teórica sobre modelagem de processo de negócio. A modelagem dos processos de negócio envolve parte ou a totalidade dos relacionamentos de uma ou mais organizações com o intuito de compreender as inter-relações existentes entre os objetos envolvidos com o(s) processo(s) de negócio em questão. Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado a MP para representar a o modelo de processo de programação da produção.

3.1 Princípios de Modelagem

A modelagem de processo de negócio é um conjunto de atividades ordenadas, ou seja, é uma ordenação do trabalho, com entradas e saídas bem definidas; com atores responsáveis pela execução de tarefas, com objetivo de modelar como é executado o “trabalho” da organização.

“Um processo é um grupo de atividades realizadas numa seqüência lógica, com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes”, Hammer e Champy (1994).

“Um processo é uma ordem específica de atividades de trabalho que são realizadas através do tempo com um lugar definido, com início e fim, e com *inputs* e *outputs* claramente identificados”, Davenport (1994).

“Uma cooperação de atividades distintas para a realização de um objetivo global, orientado para o cliente final que lhes é comum. Um processo é repetido de maneira recorrente dentro da empresa. A um processo correspondem: Um desempenho, que formaliza o seu objetivo global (um nível de qualidade, um prazo de entrega etc.); Uma organização que materializa e estrutura transversalmente a interdependência das atividades do processo, durante sua duração; Uma co-responsabilidade dos atores nesta organização, com relação ao desempenho global; Uma responsabilidade local de cada grupo de atores ao nível de sua própria atividade”, Zarifian *apud* Salerno (1999, p.105).

Segundo Sharp (2000), a modelagem de processo de negócio é uma maneira de organizar o trabalho e os recursos, sejam eles pessoas, equipamentos ou informações, no sentido de atingir os objetivos da organização.

Esta visão de organização do trabalho para atingir os objetivos é a mudança de um paradigma histórico, em que as empresas organizavam o trabalho e os recursos em funções e

especialidades, Sharp (2000). Antigamente, o negócio das empresas era visto de forma vertical, ou seja, separados por funcionalidades, áreas ou departamentos, cada qual com suas atividades e objetivos. Nos dias de hoje a visão do negócio foi alterada para uma visão horizontal, uma visão de processos, onde as atividades de um mesmo processo podem ser realizadas em diversas áreas ou departamentos buscando atingir os objetivos da empresa.

Para atingir seus objetivos, é necessário que as organizações conheçam com mais precisão seu negócio, para entender quais são e como são executadas suas principais funções; e, desta forma, conseguir fornecer melhores resultados, definindo processos de trabalho mais eficientes. Mac Knight (2004).

O propósito da modelagem é fornecer uma visão do negócio da organização, que muitas vezes é difícil de “enxergar” sem apoio de um modelo, devido a sua complexidade. Assim, o modelo de negócio serve para que a empresa possa melhor compreender seu negócio através de uma abstração da realidade.

Para Cruz (2000), o propósito da modelagem de processo é fornecer uma perspectiva simplificada da estrutura do negócio, como um meio para atingir o fim, permitindo comunicar, documentar e entender as atividades da organização. Assim, a modelagem pode ser utilizada para melhoria e reengenharia dos processos.

Abaixo listamos alguns dos propósitos da modelagem de processo segundo Paim(2002):

- Representar ou entender como uma organização funciona (ou alguma parte dela).
- Utilizar/explicitar o conhecimento adquirido e a experiência para usos futuros.
- Racionalizar e assegurar o fluxo de informações.
- Projetar ou reprojetar e especificar uma parte da organização (aspecto funcional, comportamental, informacional, organizacional ou estrutural).
- Analisar alguns aspectos da organização (análise organizacional, qualitativa e outras).

Simular o comportamento de algumas partes da organização.

Segundo Pidd (1999), um modelo é uma representação externa e explícita de parte da realidade vista pela pessoa que deseja usar aquele modelo para entender, mudar, gerenciar e controlar parte daquela realidade. Porém, para que um modelo possa ser eficaz e eficiente é necessário que ele represente de forma clara e objetiva a situação a que está disposto a explicitar. Para isso, é importante seguir alguns princípios de modelagem que são citados por alguns autores como pode ser observado abaixo.

Para Pidd (1999), os principais princípios de modelagem são:

- Modele simples, pense complicado;
- Seja parcimonioso, comece com pouco e acrescente;
- Divida e conquiste, evite mega-modelos;
- Use metáforas, analogias e similaridades;
- Não se apaixone pelos dados.

Em Vernadat (1996), podem ser encontrados os seguintes princípios de modelagem:

- Separação de focos para reduzir a complexidade;
- Decomposição funcional;
- Modularidade;
- Generalidades do modelo;
- Re-usabilidade;
- Separação do comportamento e funcionalidade;
- Descasamento entre processos e recursos;
- Conformidade;
- Visualização do modelo;
- Simplicidade versus adequação;
- Gestão da complexidade;
- Rigor na representação;
- Separação de dados e controle.

Para Rosemann apud Scheer (1998), pode-se encontrar os seguintes princípios de modelagem:

- Aderência á realidade;
- Relevância ou suficiência no nível de detalhamento dos modelos de acordo com o objetivo fim da modelagem;
- Custo / benefício de se criar um modelo analisando o quão útil será e quanto tempo será utilizado;
- Clareza dos modelos para melhor compreensão dos usuários;

- Capacidade de comparabilidade entre modelos diferentes, pressupondo-se a utilização da mesma linguagem de modelagem com os mesmos objetos, mesma metodologia e níveis de detalhamento homogêneos;
- Estruturação sistemática dos modelos que devem apresentar, através de uma metodologia consistente, integração entre diferentes pontos de vista de uma mesma realidade.

É importante observar que os princípios de modelagem apresentam relações de interdependência e muitos são complementares. Porém, para que haja uma modelagem consistente e de fácil entendimento é necessário que tais princípios sejam aplicados de maneira eficaz, proporcionando uma modelagem uniforme e integrada sendo, portanto, importante a existência de ferramentas suportadas por arquiteturas / metodologias que sirvam de referência para a modelagem.

3.2 Principais objetivos de modelagem de processo de negócio

Vernadat (1996) coloca que os principais objetivos da modelagem de processos são:

- Uniformização do entendimento da forma de trabalho, gerando integração;
- Análise e melhoria do fluxo de informações;
- Explicitação do conhecimento sobre os processos, armazenando, assim, o *know how* organizacional;
- Realização de análises organizacionais e de indicadores (processos, financeiros e outros);
- Realização de simulações, apoiando tomada de decisões;
- Gestão da organização.

Segundo Santos (2002), os principais resultados da aplicação da MPN nas organizações:

Uniformização de entendimentos sobre a forma de trabalho – através da difusão da visão por processos, através de ferramentas e modelos que permitem a visualização do trabalho executado pelas unidades organizacionais, é possível se criar uma visão homogênea do negócio por parte de todos os envolvidos em uma organização ou até mesmo em um conjunto de organizações;

Melhoria do fluxo de informações – através da modelagem de processos é possível identificar as informações de entradas e saídas necessárias para a execução das atividades que

estabelecem interfaces entre unidades organizacionais de uma mesma empresa ou de empresas diferentes;

Padronização dos processos - é importante se definir padrões na forma como as pessoas estão modelando os processos, pois isso facilita sobremaneira a legibilidade e a homogeneidade dos modelos trabalhados, facilitando a uniformização do entendimento sobre a forma de trabalho. Nesse sentido, é importante definir uma ferramenta de modelagem, os modelos que serão utilizados, os objetos dos modelos que serão utilizados, como estes objetos estarão dispostos no modelo, entre outros aspectos que ajudam a formular um referencial de conformidade;

Melhoria da gestão organizacional – relacionando-se os processos modelados aos indicadores de desempenho de uma organização, é possível melhorar a gestão organizacional através de práticas de monitoração, avaliação, controle, etc.;

Aumento da conceituação organizacional sobre processos – como consequência da aplicação de métodos e práticas relacionadas à MPN, as organizações passam a aplicar práticas baseadas em processos, gerando o desenvolvimento e o aprimoramento organizacional; e

Redução de tempo e custos dos processos – com a modelagem das operações, recursos e métricas envolvidas nos processos, torna-se possível identificar às melhorias diretamente ligadas a maior eficiência organizacional com a redução de tempo e custos.

Concluindo, para Mac Knight (2004) os objetivos do modelo de processo de negócio se resumem em seis perguntas sobre a organização (5W1H), cujas respostas produzem grandes insumos, que auxiliam na construção do modelo da organização e seu negócio:

- O que é feito?
- Quem faz?
- Quando?
- Onde?
- Por quê?
- Como?

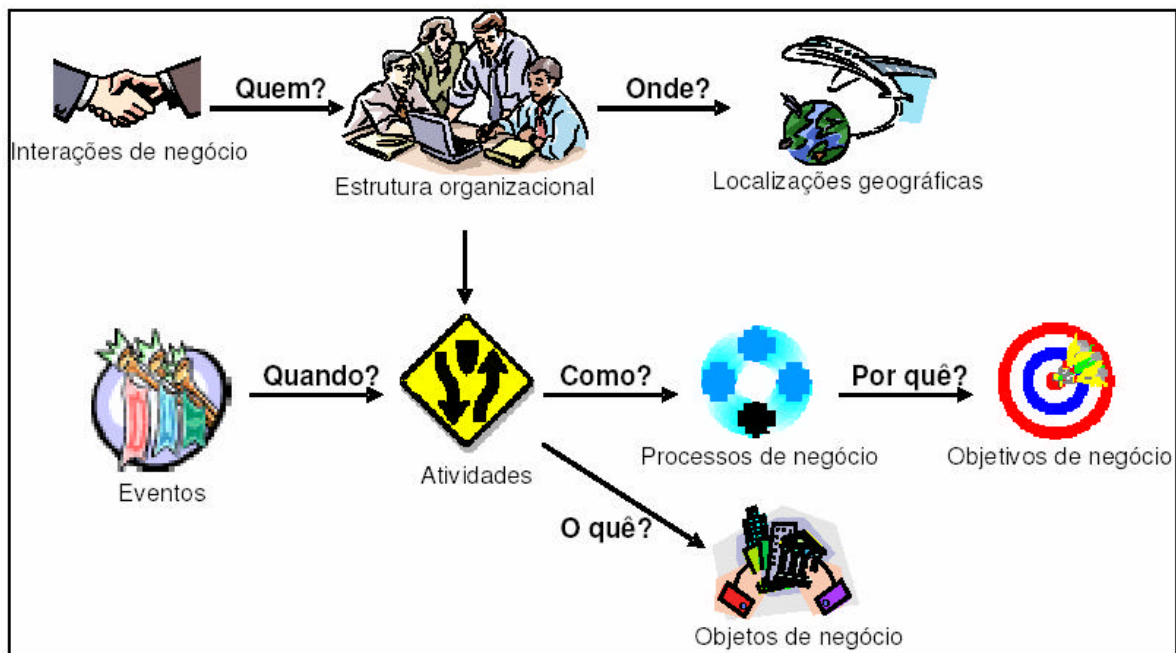


figura 3.1: Perguntas que auxiliam a construção da visão da organização, Mac Knight (2004).

3.3 Caracterização de modelagem de processo de negócio

Segundo Salerno (1999), as características de um processo seriam:

- Uma organização estruturada, modelada em termos e trocas entre as atividades constitutivas. Esta organização se constitui pela ligação ao cliente final;
- Entradas tangíveis (produtos, faturas, pedidos, etc.) ou intangíveis (decisão de lançar novo produto, demanda de investimentos, etc.);
- Saídas: o resultado do processo. É um ponto de partida para a construção da organização;
- Recursos: não é o somatório de recursos locais, mas a utilização racional dos recursos que são, ao mesmo tempo, necessários e úteis ao processo. É possível que alguns recursos fiquem dedicados a um processo, mas outros não, podendo ter um uso variado;
- Custo dos recursos globais, valorizados, dão o custo de um processo;
- Um desempenho global, medido por alguns (poucos) indicadores, deve ser explicitado em desempenhos locais para cada atividade. Esses indicadores seriam a única referência de avaliação sobre o resultado do processo, o único critério de co-responsabilidade entre os atores;

- Fatores de desempenho ligados aos pontos críticos: são pontos privilegiados de reflexão sobre a gestão econômica do processo e sobre os principais instrumentos de ação. Pontos críticos podem ser atividade ou coordenações;
- Um desenrolar temporal, dado que um evento detona o processo (ex.: chegada de um pedido) e outro, o fecha (entrega do mesmo). O processo se desenrola segundo uma temporalidade organizável e mensurável.

“Processos podem ser melhor entendidos se percebidos como uma estruturação-coordenação-disposição lógico-temporal de ações e recursos com o objetivo de gerar um ou mais produto(s)/serviço(s) para os clientes da organização. Os processos estão intrinsecamente relacionados aos fluxos de objetos na organização. Os processos podem estar em diferentes níveis de abstração ou detalhamento, relacionado a atividade fim ou de apoio, possuírem um responsável por seu desempenho global e responsáveis locais direcionados ao andamento de suas partes-constituintes e, comumente, serem transversais a forma através da qual a organização se estruturou (por função, por produto, por eixo geográfico etc.). Aos processos cabe o desenvolvimento ou desenrolar dos fluxos de objetos enquanto às funções ou unidade organizacionais cabe a concentração de conhecimentos por semelhança, dentro das organizações. Os processos são a organização em movimento, são, também, uma estruturação para ação para a geração de valor”, Santos (2002).

Com os modelos de processos mapeados é possível realizar análises e, por consequência, melhorias dos processos em questão, almejando, por exemplo, uma normalização e certificação da qualidade através das séries ISO, redução de custos e do *lead-time* de produção, simulações computacionais de diversos cenários, seleção e desenvolvimento de sistemas integrados de gestão orientado a processos, entre outras.

3.3.1 Entender o Processo Atual (AS-IS)

Esta é uma fase basicamente de documentação do processo atual, com vistas a entender as atividades do processo e de que forma estas estão atingindo, ou não, os objetivos da organização.

Esta fase possui as seguintes atividades:

- Mapear o fluxo de trabalho do processo corrente. Visando identificar “quem faz o que”, Bastos(2000) sugere utilizar os fluxogramas organizacionais.

- Investigar os “outros objetivos” da organização como, por exemplo, utilização de algum sistema já existente na organização, políticas a seguir, metas de medições para as atividades.
- Mapear uma avaliação final dos “outros objetivos” da organização, como suas regras, políticas, sistemas, motivações.
- Documentar aspectos importantes de cultura, competências e sistemas de gerência.

3.3.2 Projetar o Novo Processo (TO-BE)

Este estágio objetiva definir o conjunto de melhorias a serem implementadas para atingir os objetivos da organização. É de grande importância, no sentido de evitar inconsistência no projeto do fluxo de trabalho do novo processo, porque, neste momento, é realizada a análise dos objetivos da empresa em conjunto com os “outros objetivos”, mapeados na fase anterior, para definir o conjunto de melhorias que deverão ser implementadas no novo processo.

Abaixo as atividades realizadas neste estágio:

- Decidir a direção do novo processo (Continuar como está? Realizar melhorias? Refazer o processo?).
- Desenvolver idéias de novas funcionalidades para o novo processo, baseadas nos objetivos em conjunto com os “outros objetivos”.
- Montar uma matriz com os objetivos e “outros objetivos”, e mapear as idéias das novas funcionalidades que o atendem.
- Avaliando a matriz, selecionar novas funcionalidades chaves para o novo processo.

3.4 A Visão por Processos

A MPN fundamenta-se na visão por processos para retratar parte das variáveis que compõem um determinado ambiente de negócio real, substituindo ou no mínimo complementando a visão funcional vigente, até o momento, em boa parte das organizações presente no mercado de trabalho.

No que tange a visão funcional, como pode ser observadas em Antunes, Jr., Caulliraux e Neves (1998), esta pode gerar distorções de percepção. Como exemplo, pode-se tomar como base uma compra em grande quantidade de um determinado produto, reduzindo o custo por unidade adquirida, o que gera um indicador positivo para a área de compras. Porém, devido à falta de visão processual, essa grande quantidade de produto pode gerar um aumento do custo

de estocagem que venha a invalidar o ganho proporcionado pela área de compras. De uma maneira geral, a visão por processos busca a integração dos ótimos locais para atingir os ótimos globais.

Na figura 3.2 e na tabela 3.1 abaixo podem ser visualizados os contrastes entre a lógica processual e funcional:

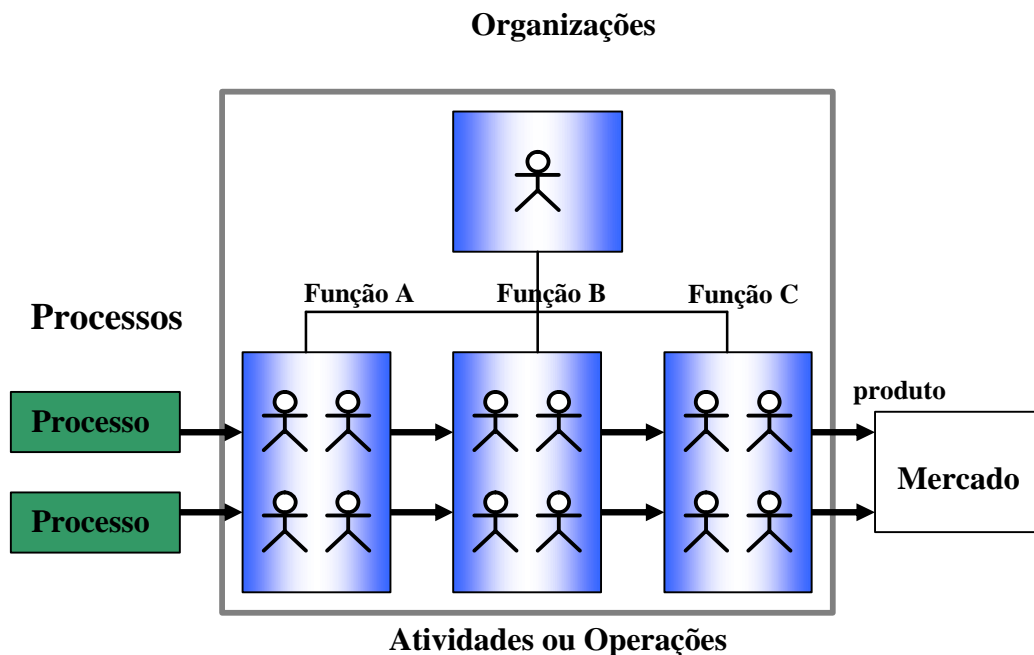


figura 3.2: Visão Funcional X Visão por Processos Fonte: Rummler e Brache (1994) apud Antunes, Jr., Caulliraux, Neves (1998)

Organização Funcional	Organização por Processos
Consumidor como uma variável criadora de 'distúrbio'	Objetivos ajustados pelos consumidores
Estruturas organizacionais rígidas	Estruturas organizacionais flexíveis
Foco no projeto organizacional	Foco no projeto do comportamento
Controle do Processo por gerentes de coordenação	Controle flexível do processo por gerentes de fluxo de trabalhos (<i>Workflow</i>)

Tabela 3.1: Comparação: Organização Funcional vs Orientada por Processos, fonte: Keller, Teufel (1998), apud Santos (2002)

Cameira e Caulliraux (2000) colocam como principais características da visão por processos:

- A possibilidade de se realizar uma análise das funções de uma organização a partir de uma seqüência lógica e temporal das atividades mapeadas;
- O foco dado em clientes iniciais e finais (clientes, preferencialmente, externos as organizações);
- A articulação de diversos objetos que compõem os processos (dados, recursos, unidades organizacionais, etc.);
- A possibilidade de navegação pelos processos em qualquer direção seja das atividades aos macro-processos (abordagem *botton up*) ou dos macro-processos para as atividades (abordagem *top down*).

Estes mesmos autores também relacionam a visão por processos à TI enquanto habilitadora da integração do fluxo de informações que proporciona o encadeamento e o link das atividades realizadas pelas diversas áreas de uma empresa, facilitando as quebras das barreiras funcionais.

É de extrema importância que as empresas procurem entender a lógica da forma como seus resultados são obtidos e ajustar as atividades e a tecnologia empregada de modo a aperfeiçoar o emprego dos recursos e a eficiência geral dos processos. Para entender essa lógica de funcionamento é necessário um estudo do trabalho para analisar a maneira pela qual ele é realizado e quais são os recursos envolvidos na execução do mesmo.

A evolução da Tecnologia da Informação (TI), tanto na área de computação quanto na área de telecomunicações (internet), permitiu a drástica redução dos custos de transferência de informação e o aumento da velocidade e da qualidade das comunicações dentro e fora das organizações.

Como visto anteriormente, a visão por processos busca derrubar os “muros” funcionais e proporcionar uma melhor integração entre as áreas de uma empresa. Sendo assim, é importante para uma empresa que deseja manter ou ganhar mercado nos dias de hoje considerar a visão por processos dentro de sua estrutura organizacional.

3.5 Ferramentas

Como mencionado anteriormente, a visão por processos é habilitada e realizada através da TI e de suas ferramentas informáticas. Assim, todas as arquiteturas, metodologias e aplicações necessitam de ferramentas de modelagem que tenham capacidades e funcionalidades suficientes para a realização dos objetivos de um projeto específico.

As ferramentas apóiam o levantamento e a modelagem de processos, e segundo Bastos (2000), podem ser classificadas em três tipos:

Ferramentas de desenho gráfico, sem referencial metodológico e não baseadas em banco de dados

São ferramentas que disponibilizam ao usuário um meio de criar um diagrama a partir de objetos pré-formatados ou disponibilizados nesta.

Este tipo de ferramenta não tem método de modelagem associado, deixando o usuário livre para criar qualquer tipo de objeto ou modelo. Exemplos deste tipo de ferramenta: *MS Power Point, Corel Draw*.

Ferramentas com referências metodológicas, não baseadas em banco de dados

São ferramentas que disponibilizam ao usuário objetos para o uso dentro da metodologia, ou seja, mesmo tendo os objetos e modelos compatíveis com metodologias, a ferramenta não força o processo de modelagem. Porém, utilizando os objetos dentro da metodologia, a ferramenta exige maior padronização do usuário em respeitar as regras do modelo; além do fato que, ao utilizar uma metodologia, temos uma maior garantia para obtenção dos resultados. Exemplos deste tipo de ferramenta: *FlowCharter, Visio*.

Ferramentas com referências metodológicas, baseadas em banco de dados

Estas ferramentas possuem banco de dados associados, que permitem que os objetos e informações modeladas sejam armazenados de forma organizada, com consistência e unicidade. Por possuírem metodologias associadas, também garantem uma melhor obtenção de resultados. Exemplos deste tipo de ferramenta: *Aris, System Architect*.

O autor Bastos (2000), realizou uma pesquisa sobre as ferramentas atuais de modelagem de processos. Nesta pesquisa, mostrou as características de algumas das ferramentas atuais. Abaixo iremos apresentar algumas de suas conclusões sobre as ferramentas ARIS e Visio:

ARIS

A *Aris Toolset* foi desenvolvida pela empresa alemã IDS Prof. Scheer GmbH (www.ids-scheer.de) e utiliza a metodologia *Business Process Improvement*, porém também pode utilizar outras metodologia e modelos, como UML(*Unified Modeling Language*) e BPM (*Business Process Modeling*).

O autor Bastos (2000) destaca seus principais pontos fortes: o “A visualização/navegação entre os modelos (permite interrelacionamentos entre objetos e modelos facilitando a navegação em uma interface amigável)”.

- “A flexibilidade associada às possibilidades de organização de modelos e à vasta quantidade de modelos e metodologias disponíveis”; e
- “Permite ao usuário a elaboração de análises e geração de relatórios a partir dos modelos”.

VISIO

O Visio foi desenvolvida pela americana *Visio Corporation* (www.visio.com). É uma ferramenta de diagramação e desenho com figuras “*templates*” pré-disponíveis ao usuário. Possui três versões (*Professional*, *Technical* e *Standard*) que se diferenciam pela presença/ausência de alguns diagramas e símbolos. É simples e de fácil utilização. Não possui banco de dados, porém tem modelos para diferentes metodologias, com objetivos diversos.

O autor Bastos (2000) destaca seus principais pontos fortes:

- “Interface amigável e de fácil utilização”.
- “*Templates* com objetos para diversos tipos de diagramas: fluxogramas, organogramas, modelos IDEF (metodologia de diagramação de sistemas), UML, TQM(*Total Quality Management*) e ISO (*Organization for International Standardization*), diagramas de redes, etc.”

3.6 Arquiteturas e Metodologias de Modelagem de Processos de Negócio

Diante da necessidade de criação de vistas organizacionais apoiadas por modelos de todos os tipos, diversas metodologias de modelagem empresarial relacionadas diretamente a MPN, conforme observado em Vernadat (1996), foram desenvolvidas por diversas organizações de padronização com o intuito de facilitar o processo de modelagem através de metodologias pré-definidas que podem ser reutilizadas de maneira integral ou, dependendo do objetivo a ser alcançado por um projeto ou aplicação específica, servirem como ponto de referência para o desenvolvimento de uma metodologia própria e customizada. A partir dessas metodologias de referência é possível criar uma linguagem padrão interna a organização que facilita a uniformização de entendimentos por parte das pessoas envolvidas no projeto em questão, tornando a modelagem empresarial mais uniforme, integrada e consistente com os objetivos aos quais pretende realizar.

3.7 Formalismos adotados para o modelo proposto

Nesta seção, os modelos conceituais apresentados serão analisados em função de seu formalismo, para então ser proposto um padrão para o modelo proposto com este trabalho.

Bauer *et al.* (1991) apresenta seu modelo estruturado funcional para controle de chão de fábrica através de uma técnica de modelagem para descrição de arquiteturas, chamada de *Structured Analysis and Design Technique* – SADT (Técnica de Projeto e Análise Estruturada). Nesta técnica são modeladas atividades (representadas por retângulos ou caixas) e setas que conectam as atividades, indicando entradas, saídas, controles e mecanismos.

Em Vollmann *et al.* (1997), a representação do modelo não segue nenhuma técnica estruturada, tanto para a representação de processos como para indicação do relacionamento entre níveis de detalhamento. São utilizadas figuras padronizadas que indicam atividades ou processos (retângulos) e setas que representam suas conexões.

Nos modelos apresentados por Corrêa *et al.* (2001) e por SLACK *et al.* (2002), não existe padronização na representação.

Para este trabalho, será utilizada a arquitetura ARIS (Scheer, 1998) como referência, e as visões de funções, organizacional e de dados. Esta arquitetura permite a modelagem de processos de negócios, que atende plenamente as necessidades deste trabalho.

Segundo Yu e Wright (1997), a vantagem de se utilizar um método para modelar processos de negócios é a progressiva decomposição que captura todas as informações necessárias, coincidindo com a compreensão natural obtida através da construção do modelo. A ARIS oferece tal decomposição.

De acordo com Scheer (1998), a modelagem na ARIS é a manipulação de elementos, uso de visões, fases, designações e métodos, para o propósito de descrever processos de negócios. É um processo criativo e pode não ser completamente direcionado por regras. Entretanto, se certos padrões forem observados, é possível que os modelos sejam compreensíveis.

3.8 ARIS - Introdução à metodologia

Toda esta seção é baseada em Scheer (1998).

Genericamente falando, um processo de negócios é uma série contínua de tarefas da empresa, tomadas com o propósito de criar saídas. O ponto inicial, e o produto final do processo de negócios são as saídas solicitadas e utilizadas pelos clientes, externos ou internos.

Para representação destes processos são utilizados modelos que reproduzem extratos da realidade. Eles são criados pela abstração das propriedades de objetos reais, onde suas estruturas essenciais e ambientes permanecem intactas.

3.8.1 Processo básico de modelagem

As entidades envolvidas no processo de negócio (unidades organizacionais), juntamente com suas saídas e relacionamentos de comunicação são ilustradas como diagramas de contexto ou de interação, conforme apresentado na figura 3.3. Isto fornece uma visão inicial da estrutura do processo de negócios, mostrando os fluxos que ocorrem entre unidades organizacionais.

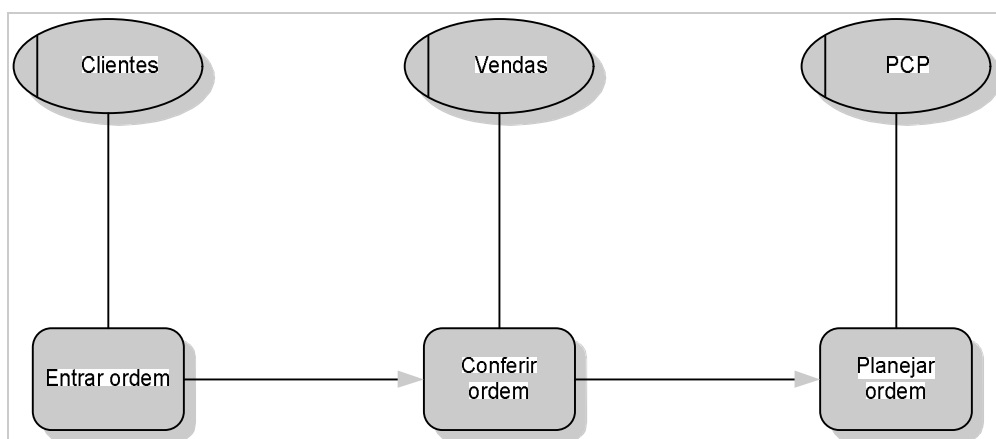
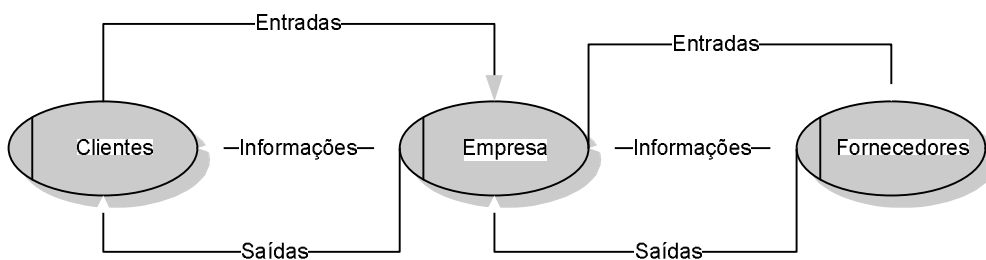


figura 3.4: Fluxo de funções do processo, Scheer (1998)

O propósito de um processo de negócios é criar saídas, que por sua vez são entradas de outros processos. No próximo passo, as funções que criam saídas são representadas. Estas podem ser de dois tipos: informações e materiais.

Até o momento temos os seguintes fluxos: organização, funções, saídas e informações. Nenhum destes é capaz de representar completamente o processo de negócio. Devemos então combiná-los. O modelo de funções será usado como ponto de partida, e os outros serão integrados a este.

Os fluxos de funções são acrescidos de eventos e mensagens de controle. Isto torna possível descrever melhor a sequência do processo. Eventos descrevem condições, e caracterizam o resultado de uma função, permitindo que a próxima função seja iniciada. Um exemplo da representação deste estágio da modelagem, visto na figura 3.5.

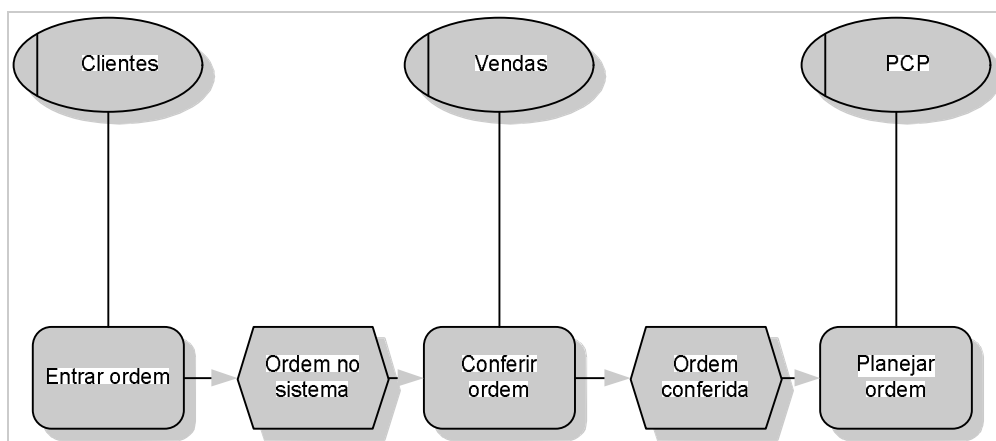


figura 3.5: Fluxo de funções e eventos do processo "processamento de ordens"

O método EPC (*Event-driven Process Chains*) foi desenvolvido em 1992, e suporta as representações necessárias para o contexto descrito.

O modelo de processos de negócio da ARIS é hierárquico, isto é, funções podem ser explicadas em processos mais detalhados (visão top-down).

3.8.2 Visões da ARIS

O modelo de processos de negócio da ARIS é hierárquico, isto é, funções podem ser explicadas em processos mais detalhados (visão top-down).

A seguir são apresentadas as visões da ARIS:

- Visão organizacional: mostra as entidades ou recursos que executam uma função;
- Visão de funções: mostra as transformações de entradas em saídas, além de existirem objetivos alocados às funções;

- Visão de dados: compreende o ambiente de processamento de dados, assim como as mensagens que disparam ou são disparadas por funções;
- Visão de controle (de processo): mostra o relacionamento entre as outras visões;
- Visão de saídas: contém todas as saídas físicas e não físicas;

O relacionamento entre as visões pode ser visto na figura 3.6.

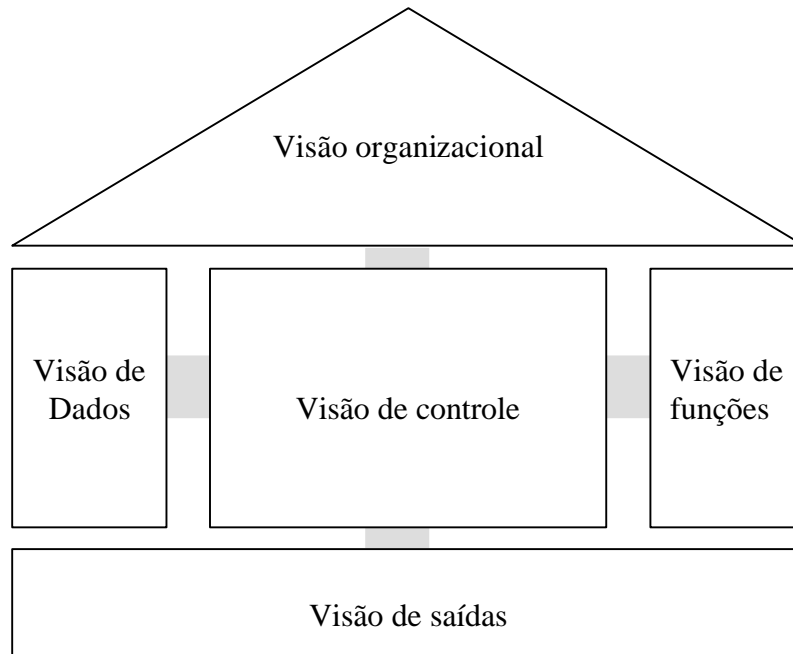


figura 3.6: Relacionamento entre as visões da ARIS, Scheer (1998)

Por sua vez, cada visão é dividida em três fases, relacionadas ao desenvolvimento de sistemas: definição dos requisitos, projeto das especificações e descrição da implementação.

3.9 Considerações sobre o capítulo

Podemos notar que a modelagem de processo para organização é um instrumento poderoso, na medida em que, provendo um melhor entendimento de como a organização funciona, torna-se mais eficiente o controle, coordenação e a tomada de decisões sobre a operação e organização da empresa.

Os benefícios que esta modelagem pode trazer para a organização são desde um material rico para análise de estruturação das atividades, até uma documentação do negócio para fins de auditoria da organização, além de permitir uma uniformização de entendimento do negócio entre todos envolvidos na organização.

Os objetos da estrutura ARIS serão utilizados para modelar o processo de programação detalhada da produção.

4 Proposta do modelo de Processo de Programação Detalhada da Produção

Neste capítulo será apresentado a descrição do modelo proposto, conforme os objetivos deste trabalho. Para a criação do respectivo modelo teórico foram utilizadas literaturas seguindo os pensamentos de TUBINO (2000), Corrêa *et al.* (2001), SLACK (2000) e Wollmann(1997)

4.1 Introdução ao modelo proposto

O modelo não usa explicitamente a metodologia ARIS, porém são utilizados os conceitos de modelos de funções, fluxo de informações e recursos.

A seguir é apresentada a simbologia utilizada na construção do modelo conceitual proposto:

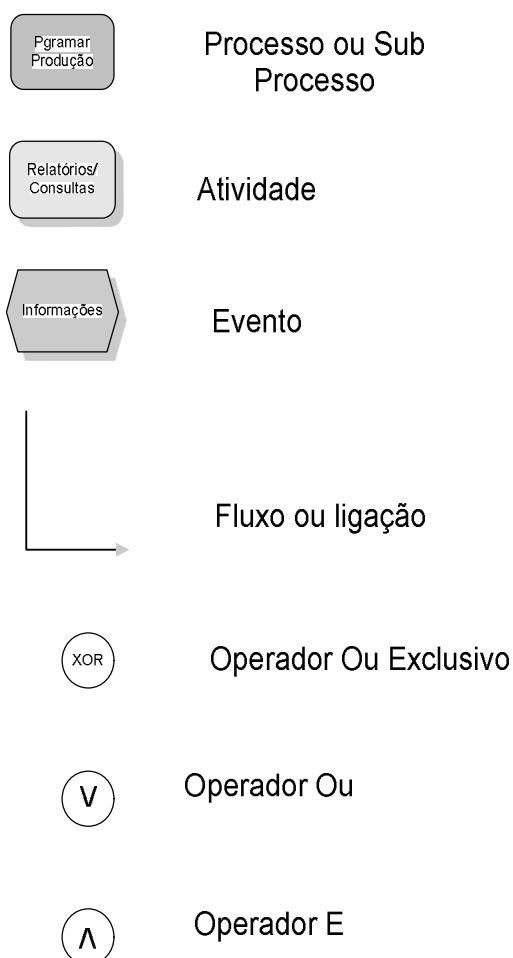


figura 4.1: simbologia utilizada na construção do modelo conceitual proposto

Programar a Produção é um processo que consiste na tarefa de programar as atividades de produção. Especificamente, é feito o seqüenciamento das ordens de produção geradas no planejamento detalhado da produção. Este seqüenciamento consiste em alocar estas ordens a recursos de produção, sendo que o tempo esperado para o processamento de cada ordem fica reservado, utilizando a disponibilidade do recurso. O modelo desse processo pode ser visto na figura 4.2, abaixo.

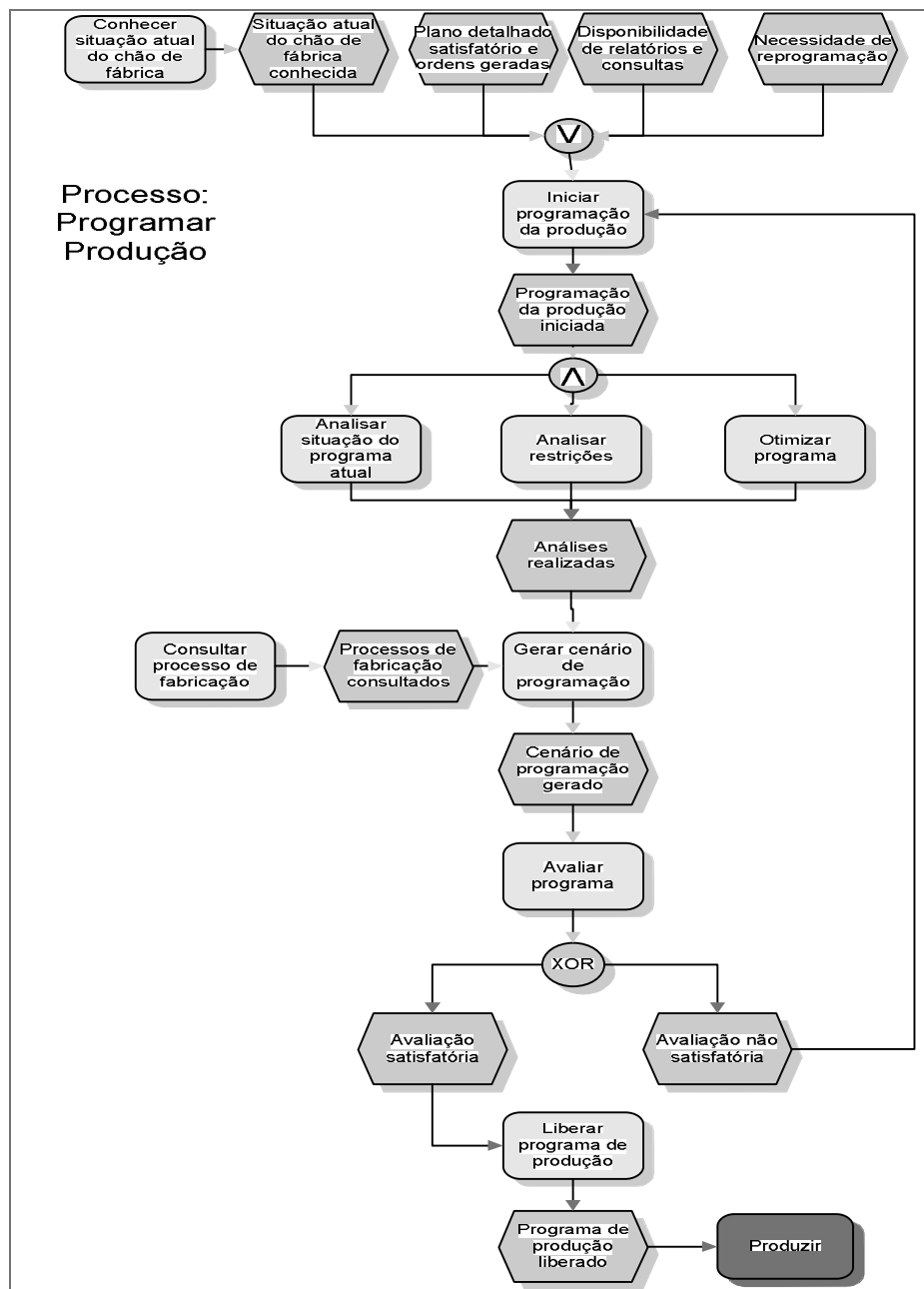


figura 4.2: Modelo do processo de programação da produção

Este processo possui atividades que utilizam informações coletadas no chão de fábrica.

A informação trabalhada neste processo é proveniente do planejamento detalhado, expresso em ordens de produção, para todos os itens de todos os produtos que devem ser produzidos. O programa de produção deve ser detalhado ao nível de horas ou minutos, e possuir um horizonte de tempo não inferior a alguns dias.

A atividade **Conhecer a situação do chão de fábrica** é dependente dos dados coletados no chão de fábrica. A forma de coleta irá definir a agilidade na disponibilização dos mesmos. O objetivo de conhecer a situação atual é saber quando existe a necessidade de se fazerem correções no programa atual ou uma completa reprogramação. Fatores como atrasos e quebras de recursos podem gerar estas necessidades, que devem ser conhecidas o mais rápido possível.

Alguns eventos ocorridos no chão de fábrica podem gerar automaticamente a necessidade de se iniciar a atividade **Iniciar programação da produção**. Por exemplo, caso um recurso produtivo importante, como um recurso gargalo, quebre e fique indisponível por alguns dias, as ordens que já estavam alocadas a ele devem ser remanejadas, para que os prazos de entrega possam ser atendidos.

A atividade **Analisar situação do programa atual** pode utilizar dados coletados no chão de fábrica. Através de relatórios e consultas, é possível acompanhar indicadores que mostrem o quanto o programa atual foi cumprido, ou que indiquem outros fatores, como eficiência, paradas e tempos médios.

Na atividade **iniciar programação da produção**, a situação atual do chão de fábrica deve ser conhecida, devem existir ordens de produção geradas e existir a necessidade de reprogramação. Além disso, deve haver a disponibilidade de relatórios e consultas dos dados de chão de fábrica. Com o atendimento de algumas destas condições, a programação da produção pode ser iniciada.

Paralelamente, devem ser feitas análises sobre a situação do programa atual, de otimizações, e as restrições do programa. Estas podem ser diversas, sendo que a principal é a disponibilidade de capacidade e de materiais.

Feitas estas análises e consultados os processos de fabricação dos componentes, é possível a geração de cenários de programação.

A atividade **Liberar programa de produção** consiste em disponibilizar uma parte do programa de produção, para que os responsáveis pelas operações ou supervisores tomem as providências necessárias à realização do programa. Esta liberação compreende um período

próximo à data atual, como, por exemplo, uma ou duas semanas, e dependendo de políticas da empresa, não são permitidas alterações no programa que já está liberado.

Esse processo ocorre necessariamente na maioria de empresas de manufatura discreta que utilizam ordens de produção, e pode ser feito de forma centralizada (para todos os recursos produtivos) ou podem ser feitos vários programas, para os vários conjuntos de recursos.

As tabelas seguintes descrevem as atividades e eventos que ocorrem no modelo de programação detalhada da produção.

4.2 Atividade: Conhecer situação atual do chão de fábrica

O objetivo desta atividade é levantar informações sobre o chão de fábrica que auxiliem a elaboração do programa de produção. Estas informações podem ser de vários tipos, entre elas:

- Paradas de equipamentos, por quebras ou outros motivos;
- Produtividade dos recursos;
- Situação de ordens de produção liberadas;
- Situação e disponibilidade de recursos auxiliares, como ferramentas e dispositivos;
- Rastreamento da posição e situação de materiais;
- Situação de recursos de transportes, tanto internos com externos (expedição); e
- Informações de qualidade, como índices de refugos e dados de CEP (Controle estatístico do processo).

Esta atividade não possui tarefas definidas e formalizadas, e depende da disponibilidade das informações que possam auxiliar a elaboração do programa de produção.

As informações relacionadas podem ser obtidas de diversas formas, tais como:

- Relatórios;
- Contato visual;
- Contato telefônico ou pessoal com outras pessoas;
- Sistemas de informação não específicos, como os sistemas ERP.

Como exemplo da realização desta atividade, a empresa realiza reuniões diárias ou semanais, chamadas de “reunião de programação”, onde estão presentes pessoas de diversos setores da empresa, como produção, vendas e logística.

Nestas ocasiões, cada um dos participantes apresenta dados e informações de sua área que afetam o programa de produção.

Conforme mencionado, esta atividade depende da disponibilidade de informações sobre o chão de fábrica. Portanto, todas as informações que puderem ser disponibilizadas devem ser utilizadas.

Com a realização desta atividade, é gerado um conhecimento, tão abrangente quanto possível, da situação do chão de fábrica. Este será utilizado pelo programador ou por uma equipe para elaboração do programa de produção.

Para esta atividade devem ser utilizados todos os recursos disponíveis que possam fornecer informações atuais sobre o chão de fábrica ou outros fatores que possam afetar a programação da produção. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Conhecer situação atual do chão de fábrica				
Objetivo: Levantar informações sobre o chão de fábrica que auxiliem a elaboração do programa de produção.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chão de fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relatórios; ▪ Contato visual; ▪ Contato telefônico ou pessoal com outras pessoas; ▪ Sistemas de informação não específicos, como os sistemas ERP e ▪ Sistemas específicos, como os sistemas de supervisão e monitoramento da produção 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todos os recursos disponíveis que possam fornecer informações atuais sobre o chão de fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecimento implícito e explícito da situação do chão de fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programador da produção.

Tabela 4.1: Conhecer situação atual do chão de fábrica

4.3 Atividade: Iniciar programação da produção

Esta atividade não é formal, e apenas marca o início das atividades que efetivamente geram o programa de produção. Ela ocorrerá em consequência de alguns eventos que geram a necessidade de reprogramação ou da geração de um novo programa de produção. Ocorrerá também quando houver a finalização na elaboração de um novo planejamento detalhado da produção (geração de ordens).

Alguns eventos que podem ocorrer no chão de fábrica e geram a necessidade de reprogramação:

- Atraso no início ou término de uma operação;
- Tempo previsto para uma operação maior ou menor que o real;
- Atraso ou falta de disponibilidade de materiais e matérias primas;

- Imprevistos que prejudiquem o programa atual;
- Não disponibilidade imprevista de recursos de produção; e
- Necessidade de utilização de processos alternativos de produção.

A frequência da ocorrência desta atividade é variável, podendo oscilar entre alguns dias e algumas horas. Esta variação é função dos recursos disponíveis.

Uma das informações necessárias para a realização desta atividade é a disponibilização de atualizações ou de novas ordens de produção, resultado da elaboração do planejamento detalhado da produção.

Em relação aos eventos mencionados acima, deve haver uma convenção ou política para definir quais devem ser considerados para se iniciarem modificações no programa de produção existente. Alguns parâmetros também devem ser definidos, por exemplo: o tempo que um equipamento deve ficar parado ou uma ordem ficar atrasada, até que seja realizada então outra programação. Portanto, são necessárias tanto informações da ocorrência dos eventos como informações sobre alguns parâmetros destas ocorrências.

Além destas, são necessárias informações sobre a situação atual do chão de fábrica obtida com a realização da atividade anterior.

A realização desta atividade gera a informação de que um novo programa da produção deve ser feito, ou o atual deve ser modificado.

Para a disponibilização de um novo plano detalhado (liberação de ordens) de produção, o próprio sistema pode ser utilizado. De forma geral, a programação da produção é feita com auxílio de sistemas de informação especializados, e que não fazem parte de sistemas corporativos e ERP's, sendo necessária alguma forma de integração.

Em relação ao conhecimento da ocorrência de eventos e da situação atual do chão de fábrica, os recursos devem permitir que estas informações sejam disponibilizadas da forma mais rápida possível, o que pode ser obtido com sistemas de supervisão e monitoramento. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Iniciar programação da produção				
Objetivo: Ela indica a seqüência de processamento de operações de produção para cada recurso produtivo.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordens liberadas pelos programadores de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilização de atualizações ou de novas ordens de produção, resultado da elaboração do planejamento detalhado da produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ São necessários recursos que permitam a realização de consultas e obtenção de relatórios de dados históricos de operações; e ▪ Sistemas ERP. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indica, para cada recurso produtivo a seqüência de operações a serem realizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa da produção.

Tabela 4.2: Iniciar programação da produção

4.4 Atividade: Analisar situação do programa atual

Esta atividade consiste em analisar quanto foi cumprido e qual a situação do programa atual. Esta análise serve de base para reprogramações ou para a elaboração de um novo programa. Em uma situação perfeita onde não ocorressem imprevistos, não haveria necessidade de realizar esta análise, porém, na prática, ela é necessária.

Esta análise deve considerar principalmente aspectos como ordens de produção atrasadas e não concluídas, e pendências em geral. Mudanças de prioridades de ordens também devem ser consideradas.

O horizonte de tempo que deve ser considerado nesta análise deve ser definido em função de características da empresa, como duração média das ordens. Devem ser consideradas principalmente as pendências ocorridas mais recentemente.

São necessários dois conjuntos de informações: o programa atual de produção (aquele que está em vigor) e o controle daquilo que realmente aconteceu. Com estas informações é possível fazer a análise da situação do programa de produção atual.

Como resultado desta atividade, são conhecidos os problemas e disfunções que ocorreram no programa atual, e que, portanto devem ser corrigidos e evitados na elaboração dos próximos programas.

A representação dos resultados desta análise não é formalizada, porém podem ser utilizadas ferramentas para controlar e monitorar índices históricos de desvios, gerando um conhecimento sobre determinado aspecto do chão de fábrica. Para isto podem ser utilizados sistemas específicos, que permitem o armazenamento de um grande volume de informações e a rápida elaboração de consultas e relatório.

Como ilustração de uma aplicação deste tipo, pode ser elaborado um relatório que mostre o relacionamento entre a produtividade de um equipamento e a seqüência de ordens programadas.

São necessários dois recursos para a realização desta atividade: um para a visualização do programa atual e um para a visualização das informações de controle da produção. Os próprios recursos utilizados para elaboração do programa permitem a sua visualização, e podem ser automatizados (Sistemas de programação da produção ou sistemas de *Scheduling*), ou serem feitos manualmente com auxílio de recursos visuais como quadros e painéis.

Alguns sistemas que fazem a programação da produção possuem funcionalidades para tratamento do controle da produção, podendo até em alguns casos mostrar estas informações de forma visual, por exemplo, modificar a cor da representação de uma ordem, quando sua produção foi iniciada ou finalizada.

Caso isto não seja possível, devem ser consultadas informações de controle em relatórios ou listas, que refletem dados gerados no apontamento manual da produção. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Analisar situação do programa atual				
Objetivo: Analisar o quanto foi cumprido e qual a situação do programa atual.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de produção 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa atual de produção (aquele que está em vigor); ▪ Controle daquilo que realmente aconteceu. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de programação da produção 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecimento dos problemas e disfunções. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenário de programação.

Tabela 4.3: Analisar situação do programa atual

4.5 Atividade: Analisar restrições

Esta atividade consiste em verificar todos os aspectos que podem influenciar um programa de produção. As principais restrições são:

- Disponibilidade de capacidade;
- Disponibilidade de materiais;
- Disponibilidade de mão de obra, ferramentas e dispositivos;
- Logística (transporte e armazenamento); e
- Prioridades de clientes e ordens.

Na execução do programa de produção, além das necessidades de produção (expressas através das ordens), devem ser consideradas todas as restrições das quais se possuam informações.

A principal restrição considerada é a disponibilidade de capacidade, pois uma vez excedido o carregamento admissível de um equipamento, o programa gerado não é real, e deve ser refeito.

São necessárias todas as informações disponíveis sobre as restrições apresentadas e outras que possam influenciar o programa de produção. Para consideração da capacidade de produção disponível, é feito um cálculo do tempo total disponível do recurso (em função dos turnos de trabalho), e da capacidade que já está alocada em programas anteriores.

Devido à diversidade das informações necessárias, a forma de obtenção das mesmas pode ter grandes variações sazonal dentro da empresa.

São geradas informações que restringem e limitam o programa de produção, e que portanto devem ser consideradas na sua elaboração. A formalização ou registro destas informações geradas pode ocorrer diretamente na elaboração do programa, ou ficar registrada no sistema que realiza esta função.

Da mesma forma que todas as informações disponíveis sobre as restrições devem ser utilizadas, todos os recursos que puderem fornecer estas informações também devem ser utilizados.

Para informações sobre disponibilidades de capacidade, podem ser utilizados sistemas de engenharia ou de planejamento do processo, que armazenem tais informações.

A disponibilidade de materiais deve ser informada através de consultas aos controles de estoques e almoxarifados, que devem por sua vez fornecer dados precisos sobre as quantidades armazenadas.

Sistemas de apoio às funções de logística também podem ser considerados, fornecendo informações sobre a disponibilidade de espaço e volume para armazenagem de produtos finais ou intermediários, e informações sobre transportes.

Sistemas ERP podem fornecer grande parte das informações necessárias para a realização desta atividade. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Analisar restrições				
Objetivo: Analisar o que pode influenciar na programação da produção.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Execução do programa de produção 	Informações sobre: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilidade de capacidade; ▪ Disponibilidade de materiais; ▪ Disponibilidade de mão de obra, ferramentas e dispositivos; ▪ Transporte e armazenamento, e ▪ Prioridades de clientes e ordens. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de engenharia ou de planejamento de processos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ São geradas informações que restringem e limitam o programa de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenário de programação.

Tabela 4.4: Analisar restrições

4.6 Atividade: Otimizar programa

O objetivo das atividades do processo **Programar Produção** é que todas as necessidades de produção sejam atendidas com os recursos disponíveis. Porém, em algumas situações, o resultado deste programa ainda pode ser melhorado em determinados critérios. Entre os critérios de otimização mais utilizados, podemos citar:

- Ocupação de recursos de produção, principalmente aqueles considerados gargalos ou críticos;
- Tempo de preparação de equipamentos; e
- Número de ordens terminadas após o prazo.

De uma forma geral, a otimização de um programa permite ganhos, que podem ser em custos, tempo ou qualidade. Pode-se conseguir o atendimento de um número maior de ordens em um programa otimizado.

A otimização pode ser feita com base em regras, por exemplo: o Algoritmo de Johnson, MARTINS e LAUGENI (1998) e outras regras, como **Maior tempo de processo e Primeiro que entra primeiro que sai**. Estas permitem que a ocupação dos recursos de produção seja otimizada, em diversas circunstâncias.

Além destas, podem ser criadas regras internas, que refletem um conhecimento específico. A observação sistemática de dados históricos, por exemplo, pode ser encontrado um tamanho de lote de produção que atenda critérios de custo e que permita que o tempo de preparação de determinado equipamento possa ser otimizado.

Para que esta atividade seja realizada, é necessário conhecer as regras e parâmetros de otimização utilizados, além de todas as ordens de produção que devem ser programadas.

O resultado desta atividade é um programa de produção com alguns parâmetros otimizados com a utilização de regras.

Juntamente com o resultado das atividades **Analisar restrições** e **Analisar situação do programa atual**, o programa otimizado irá compor um cenário de programação, que será detalhado em atividade específica.

Para registro do conhecimento sobre regras de otimização podem ser utilizados diversos recursos, desde editores de texto até sistemas mais complexos. De forma geral, estas regras são de conhecimento de algumas pessoas envolvidas com a programação, e não ficam registradas.

A otimização do programa pode ser feita utilizando-se o próprio recurso que faz a programação. Diversos sistemas automatizados e específicos para esta função possuem ferramentas próprias e ainda podem incorporar novas regras de otimização. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Otimizar programa				
Objetivo: Gerar uma programação da produção em que todas as necessidades sejam atendidas com os recursos disponíveis.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chão de fábrica; ▪ Gargalos ▪ Setup ▪ Não pontualidade 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordens de produção que devem ser programadas; e ▪ Caso tenha utilizado, conhecer as regras de otimização aplicadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Armazenamento do dados utilizados para realizar a programação/otimização da programação. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de produção devidamente planejado e otimizado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenário de programação

Tabela 4.5: Otimizar programa

4.7 Atividade: Consultar processos de fabricação

O objetivo desta atividade é conhecer os processos de fabricação dos componentes dos produtos finais. O processo de fabricação indica a seqüência de processamento de cada componente, também conhecida como roteiro de fabricação. O processo de fabricação pode conter roteiros alternativos para o mesmo componente.

Estas informações são necessárias devido ao seguinte fato: cada ordem de produção indica o componente e quantidade a ser fabricado, e além disso, deve indicar também todas as operações, para que a utilização dos respectivos recursos seja reservada e programada.

As informações necessárias para a realização desta atividade são os processos de fabricação dos produtos e componentes. Estes processos devem conter:

- Roteiro de fabricação, que é a seqüência de operações;
- Roteiros alternativos;
- Tempos de processamento e
- Ferramentas e outros dispositivos necessários.

A realização desta atividade gera um conhecimento sobre os roteiros de fabricação, que será utilizado na elaboração do programa de produção.

Além de sistemas automatizados, os processos de fabricação podem ser registrados e utilizados na forma de fichas impressas, que são passadas ao operador dos recursos juntamente com as ordens de produção. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Consultar processos de fabricação				
Objetivo: Conhecer os processos de fabricação dos componentes dos produtos finais.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Execução do programa de produção 	Processos de fabricação dos produtos e componentes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Seqüência de operações; ▪ Roteiros alternativos; ▪ Tempos de processamento; e ▪ Ferramentas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização de informações armazenadas que são passadas ao operador dos recursos juntamente com as ordens de produção. ▪ Sistemas ERP's 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecimento sobre os roteiros de fabricação. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenário de programação.

Tabela 4.6: Consultar processos de fabricação

4.8 Atividade: Gerar cenário de programação

O resultado do planejamento detalhado da produção é um conjunto de ordens. As ordens de produção devem ser programadas, isto é, suas operações devem ser alocadas nos respectivos recursos, considerando a disponibilidade do mesmo e outras restrições. O procedimento de geração deste programa pode ser feito manualmente, porém isso acarreta um grande esforço para consultar todas as informações e fazer todas as considerações necessárias. Existem diversos procedimentos e algoritmos definidos para elaboração deste programa,

como exemplo, pode ser citada a regra de **primeiro que entra primeiro que sai**, onde então as ordens são alocadas aos recursos na mesma seqüência em que são geradas. Além desta, existem outras regras que consideram um número maior de restrições. Este procedimento também pode ser completamente automatizado, através de sistemas específicos.

Após a realização das atividades **Analisar situação do programa atual**, **Analisar restrições** e **Otimizar programa**, e com a utilização dos procedimentos citados acima, é então gerado um cenário de programação.

Para a realização desta atividade são necessários dois conjuntos de informações: as ordens de produção geradas (mais o conhecimento sobre os processos e restrições) e os procedimentos de programação.

De forma geral, assim como as regras de otimização, as regras de programação são de conhecimento de algumas pessoas, porém não existe registro formalizado das mesmas.

Existem, na literatura especializada, diversos algoritmos de programação específicos para determinadas condições, que podem ser utilizados manualmente ou incorporados a sistemas automatizados.

O resultado desta atividade é um cenário de programação. Este apresenta a alocação de ordens em todos os recursos de produção, para determinado período de tempo. É chamado de cenário pois representa uma situação que poderá ser modificada manualmente, para que sejam comparadas segundo critérios objetivos.

Este cenário pode ser representado graficamente em quadros e painéis, ou então consultado e visualizado diretamente em sistema automatizados específicos.

Conforme mencionado, esta atividade pode ser realizada manualmente ou através de sistemas.

Algumas empresas trabalham com **quadros de programação** onde são exibidas, de forma gráfica e respeitando uma escala de tempo, a seqüência de ordens de produção para serem processadas em determinados recursos. Para este tipo de representação é utilizado o gráfico de Gantt, MARTINS e LAUGENI (1998).

Sistemas automatizados também utilizam este tipo de gráfico para exibição do programa de produção, que também pode ser impresso em listagens e relatórios. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Gerar cenário de produção				
Objetivo: Alocação das ordens nos respectivos recursos, considerando sua disponibilidade.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Otimizar programa de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordens de programação geradas (conhecimento sobre o processo); e ▪ Procedimentos de programação (como deverá ser realizado o processo de produção) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual ou sistêmico; ▪ Quadros de programação com instruções de como deverá ser produzido; ▪ MRP e OPT. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenário de programação da produção 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliação do programa de produção.

Tabela 4.7: Gerar cenário de produção

4.9 Atividade: Avaliar programa

Uma vez gerado um cenário de programação da produção, este deve ser avaliado segundo alguns critérios estabelecidos. Entre estas avaliações, as principais são:

- Ocupação dos recursos e
- Ordens atendidas fora do prazo.

Deve ser feita uma análise das situações onde a alocação de um recurso excede a sua disponibilidade, e também nos casos pouca utilização da disponibilidade. Os casos onde a capacidade é excedida (conhecidos como *overload* de capacidade) devem ser solucionados com o aumento da disponibilidade ou reprogramação, para que o programa final seja realista.

Dependendo do procedimento de programação adotado, algumas ordens podem ser programadas para terminarem após o prazo estabelecido pelo planejamento detalhado. Devem ser avaliadas alternativas a este programa, para que exista o menor número de ordens atrasadas possíveis.

Para a realização desta atividade, é necessário acesso ao cenário de programação gerado na atividade anterior. Também é necessário que exista uma definição sobre quais critérios devem ser avaliados.

Podem ser necessárias informações históricas sobre os critérios avaliados, permitindo um refinamento nas avaliações realizadas.

O resultado da realização desta atividade é uma avaliação do programa gerado, segundo critérios e parâmetros estabelecidos. Caso a avaliação não seja satisfatória, o programa deverá ser refeito, em um processo iterativo.

Os valores obtidos com a avaliação podem ser registrados, na forma de históricos.

Alguns sistemas que fazem a programação da produção possuem funcionalidades para avaliação, principalmente da ocupação da capacidade, e outras que podem ser configuradas. Algumas destas avaliações podem ser visualizadas de forma gráfica. Também podem ser gerados alertas ou mensagens de exceção para casos onde a ocupação do recurso produtivo excede sua disponibilidade.

Esta avaliação também pode ser feita manualmente, para todos os recursos, quando isto for possível, ou somente para recursos críticos ou ordens prioritárias. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Avaliar programa.				
Objetivo: Avaliar critérios de produção.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenário de programação 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planilha com ocupação de recursos, ordens atendida fora do prazo, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar a ocupação da capacidade 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Validação do programa de produção, caso contrário, terá que ser refeito. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liberar programa de produção.

Tabela 4.8: Avaliar programa

4.10 Atividade: Liberar programa de produção

Quando um programa novo ou modificado recebe uma avaliação satisfatória, ele deve ser liberado para que seja acessado onde estas informações forem necessárias.

O programa liberado será acessado principalmente pelos operadores ou encarregados (supervisores) que fazem a distribuição das ordens no chão de fábrica.

Outras pessoas ou funções da empresa também podem consultar o programa, como por exemplo vendedores que desejem acompanhar a produção de determinados produtos ou pedidos.

Quando o programa está liberado, a produção pode ser iniciada.

Existe um formalismo que varia muito entre empresas, relacionado à situação (ou status) das ordens de produção, que podem assumir algumas das situações: liberadas, programadas, planejadas e firmes, entre outros. Esta situação das ordens não deve ser confundida com a situação do programa de produção apresentado nesta atividade.

Para a realização desta atividade são necessárias: a informação que determinado cenário de programação foi avaliado satisfatoriamente, e também o próprio programa de produção, para que seja liberado.

A informação gerada nesta atividade é o programa liberado para que a produção possa ser iniciada. Este programa consiste em um conjunto de ordens alocadas em determinados recursos, com datas e horários previstos de término e início das operações.

A empresa pode gerar as ordens de produção de duas formas: a mesma ordem de produção é utilizada para todas as operações que o componente sofre, ou então é gerada uma ordem para cada operação de cada componente.

O recurso necessário para realização desta atividade deve permitir que o programa liberado seja acessado onde for necessário.

Em ambientes onde existem terminais ou coletores de dados no chão de fábrica e próximos aos equipamentos de produção, as liberações e transmissões de informações podem ser feitas eletrônica e automaticamente. Caso isso não seja possível, as ordens podem ser impressas e distribuídas manualmente.

Outra forma é a atualização de quadros e painéis de programação com o programa liberado. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Liberar programa de produção				
Objetivo: tornar o programa da produção visível.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de produção avaliado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenário da programação da produção foi validado satisfatoriamente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilização das informações em quadros e painéis sobre o que deverá ser produzido. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As ordens liberadas para que a produção possa ser iniciada; ▪ Alocação de recursos; ▪ Início e término bem definidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Processo de produção do produto.

Tabela 4.9: Atividade: Liberar programa de produção

4.11 Considerações sobre o capítulo

A descrição dos processos por parte dos autores da revisão (capítulo 2), não contemplam o detalhamento do tratamento dos dados de chão de fábrica. Por tratamento entende-se o armazenamento, manutenção e disponibilização destes dados, necessário para que possam ser utilizados na programação detalhada da produção. Assim sendo, foi necessário a inclusão do detalhamento desses dados no modelo teórico, pois os mesmos são importantes nos processos rotineiros na prática do processo de programação detalhada do chão de fábrica.

5 Modelagem revisada do Processo de Programação Detalhada da Produção por Especialistas

Para a validação do modelo teórico proposto, foi necessário a busca e entrevista com especialistas em programação da produção em ambiente *job shop*.

Tendo sido realizada a análise dos especialistas, são aqui interpretados os dados coletados, e comparados com a proposta inicial do modelo de programação da produção, para então ser desenvolvido um modelo revisado. Esse modelo inclui tanto aspectos da teoria (advindos da revisão bibliográfica), quanto das percepções e idéias de especialistas da área.

5.1 Modelagem do processo

Este processo consiste na tarefa de programar as atividades de produção. Especificamente, é feito uma programação das ordens de produção geradas no planejamento detalhado da produção juntamente com as ocorrências não programadas.. Este processo pode ser visto na figura 5.1.

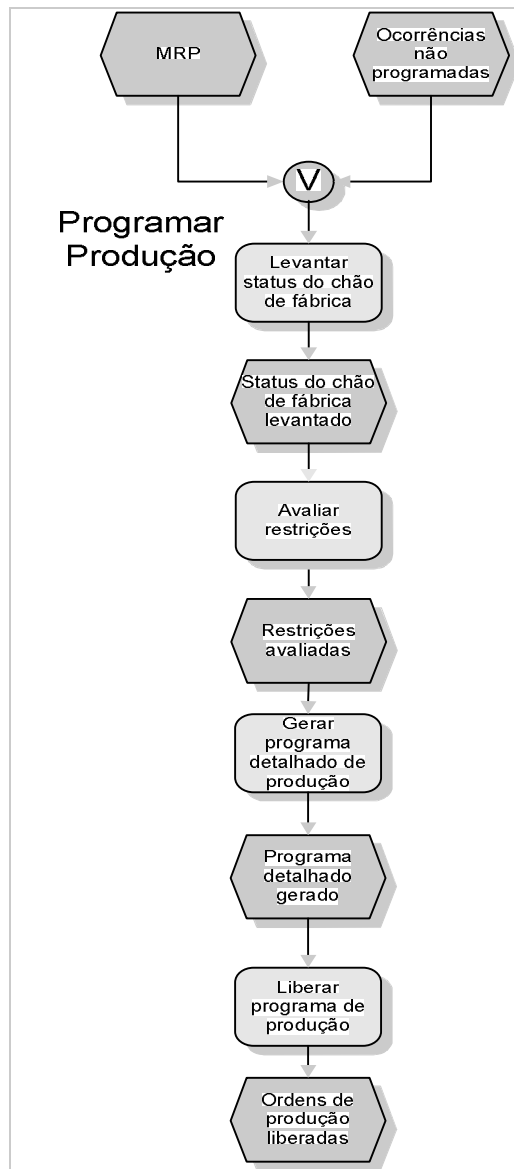


figura 5.1: Modelo do processo Programar a produção

Este processo possui atividades que utilizam informações coletadas no chão de fábrica.

As informações utilizadas neste processo são provenientes do planejamento detalhado da produção, expresso em ordens de produção, para todos os itens de todos os produtos que devem ser produzido. O programa de produção deve ser detalhado ao nível de horas ou minutos, e possuir um horizonte de tempo não inferior a alguns dias.

A atividade **Levantar status do chão de fábrica** é dependente dos dados coletados no chão de fábrica. A forma de coleta irá definir a agilidade na disponibilização dos mesmos. O objetivo de levantar o status, é saber quando existe a necessidade de se fazerem correções no programa atual ou uma completa reprogramação. Fatores como atrasos e quebras de recursos podem gerar estas necessidades, que devem ser conhecidas o mais rápido possível.

Alguns eventos ocorridos no chão de fábrica podem gerar automaticamente a necessidade de se iniciar a atividade **Avaliar restrições**. Por exemplo, caso um recurso produtivo importante, como um recurso gargalo, quebre e fique indisponível por alguns dias, as ordens que já estavam alocadas a ele devem ser remanejadas, para que os prazos de entrega possam ser atendidos.

Na atividade **Gerar programa detalhado de produção**, a situação atual do chão de fábrica e restrições deve ser conhecida, deve existir a lista de produtos que podem ser produzidos, prioridade dos mesmos e número de operados. Com o atendimento destas condições, a liberação do programa da produção pode ser realizada.

A atividade **Liberar programa de produção** consiste em disponibilizar uma parte do programa de produção, para que os responsáveis pelas operações ou supervisores tomem as providências necessárias à realização do programa. Esta liberação compreende um período mais próximo possível à data atual, e no caso estudado, são permitidas alterações no programa que já está liberado. A seguir, serão apresentadas as atividades da contidas no processo de modelagem de programação detalhada da produção com suas respectivas figuras e tabelas.

5.2 Atividade: Levantar status do chão de fábrica

O objetivo desta atividade é levantar informações sobre o chão de fábrica que auxiliem a elaboração do programa detalhado de produção. Estas informações podem ser de vários tipos, entre elas:

- Ordens anteriores;
- Situação e disponibilidade de recursos auxiliares, como ferramentas e dispositivos; e
- Espaço para estocagem de para cada produto.

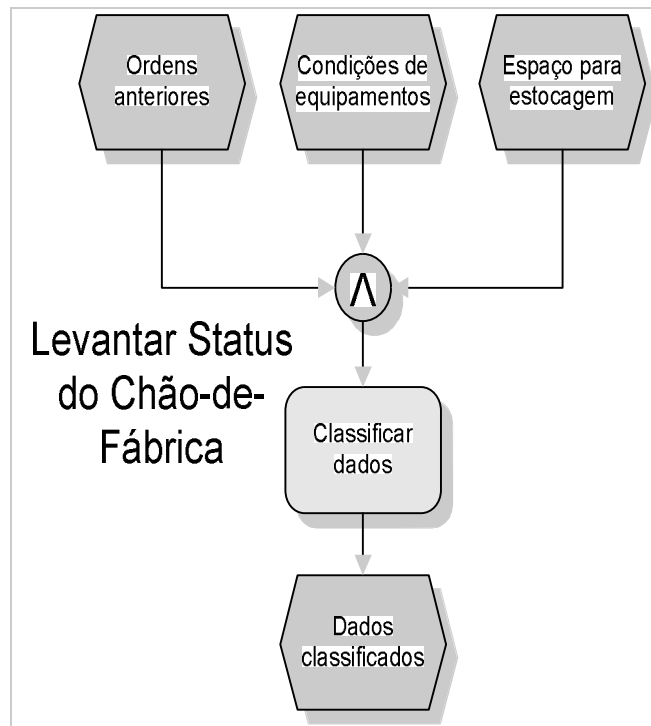


figura 5.2: Levantar status do chão de fábrica

Esta atividade não possui tarefas definidas e formalizadas, e depende da disponibilidade das informações que possam auxiliar a elaboração do programa detalhado de produção.

Como exemplo da realização desta atividade, a empresa realiza reuniões semanais, chamadas de “reunião de programação”, onde estão presentes pessoas de diversos setores da empresa, como produção e vendas.

Nestas ocasiões, cada um dos participantes apresenta dados e informações de sua área que afetam o programa detalhado de produção.

Com a realização desta atividade, é gerado um conhecimento, tão abrangente quanto possível, da situação do chão de fábrica. Este será utilizado pelo programador ou por uma equipe para elaboração do programa detalhado de produção. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar Produção				
Atividade: Levantar status do chão de fábrica				
Objetivo: Levantar informações sobre o chão de fábrica que auxiliem a elaboração do programa de produção.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chão de fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordens anteriores; ▪ Condições de equipamentos; ▪ Espaço para estocagem; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todos os recursos disponíveis que possam fornecer informações atuais sobre o chão de fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Classificação dos produtos a serem produzidos ▪ Conhecimentos do chão de fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programador da produção.

Tabela 5.1: Levantar status do chão de fábrica

5.3 Atividade: Avaliar restrições

Esta atividade consiste em verificar todos os aspectos restritivos que podem influenciar um programa de produção. As principais restrições são:

- Lista de produtos pendentes;
- Disponibilidade de materiais;
- Disponibilidade de ferramentas e dispositivos; e
- Área de armazenamento para cada produto.

Na execução do programa de produção, além das necessidades de produção (expressas através das ordens), devem ser consideradas todas as restrições das quais se possuam informações.

A principal restrição considerada é a disponibilidade de capacidade, pois uma vez excedido o carregamento admissível de um equipamento, o programa gerado não é real, e deve ser refeito. Na figura 5.3 é apresentado o modelo da referida atividade.

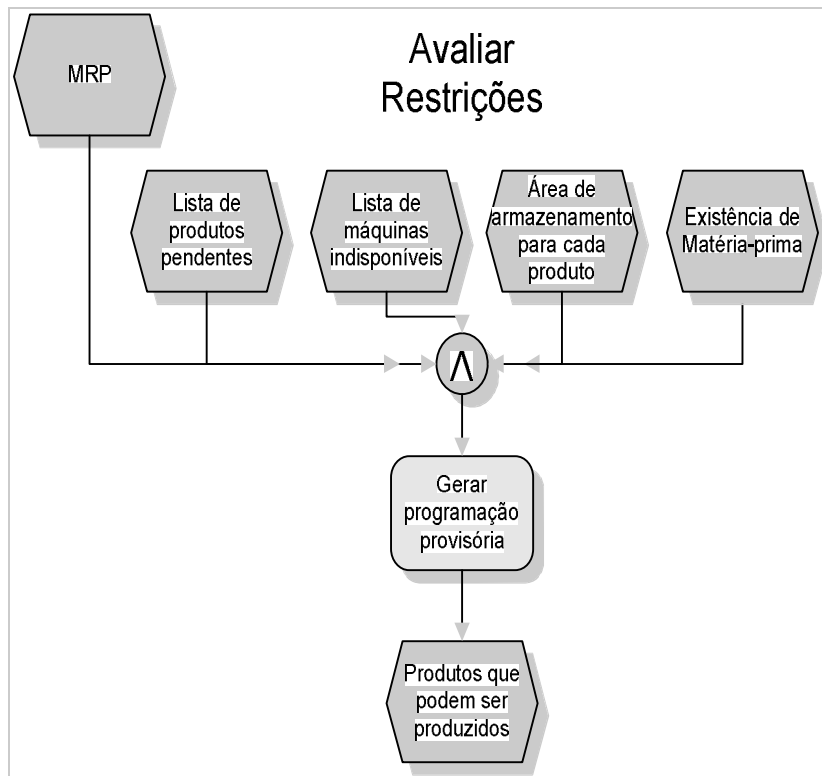


figura 5.3: Avaliar restrições

São necessárias todas as informações disponíveis sobre as restrições apresentadas e outras que possam influenciar o programa de produção. Para consideração da capacidade de produção disponível, é feito um cálculo do tempo total disponível do recurso (em função dos turnos de trabalho), e da capacidade que já está alocada em programas anteriores.

São geradas informações que restringem e limitam o programa de produção, e que portanto devem ser consideradas na sua elaboração. Da mesma forma que todas as informações disponíveis sobre as restrições devem ser utilizadas, todos os recursos que puderem fornecer estas informações também devem ser utilizados.

A disponibilidade de materiais é informada através de consultas aos controles de estoques e almoxarifados, que por sua vez fornecem dados precisos sobre as quantidades armazenadas.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Avaliar restrições				
Objetivo: Avaliar o que pode influenciar na programação da produção.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programador da produção. 	Informações sobre: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lista de produtos pendentes; ▪ Disponibilidade de materiais; ▪ Disponibilidade de ferramentas e dispositivos; e ▪ Área de armazenamento para cada produto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de planejamento de processos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informações que limitam o programa de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programação detalhada da produção.

Tabela 5.2: Avaliar restrições

5.4 Atividade: Gerar programa detalhado de produção

O resultado do planejamento detalhado da produção é um conjunto de ordens. As ordens de produção devem ser programadas, isto é, suas operações devem ser alocadas nos respectivos recursos, considerando a disponibilidade do mesmo. A programação segue a regra de **primeiro que entra primeiro que sai**, onde então as ordens são alocadas aos recursos na mesma seqüência em que são geradas. Além desta, utiliza-se também a regra de puxar programação de produtos MTO enquanto houver capacidade ociosa. Posteriormente, se houver capacidade ociosa ainda, puxa a programação de produto MTS.

O resultado desta atividade é a liberação das ordens para produção. Este apresenta a alocação de ordens em todos os recursos de produção, para determinado período de tempo. Na figura 5.4: é apresentado o modelo da referida atividade

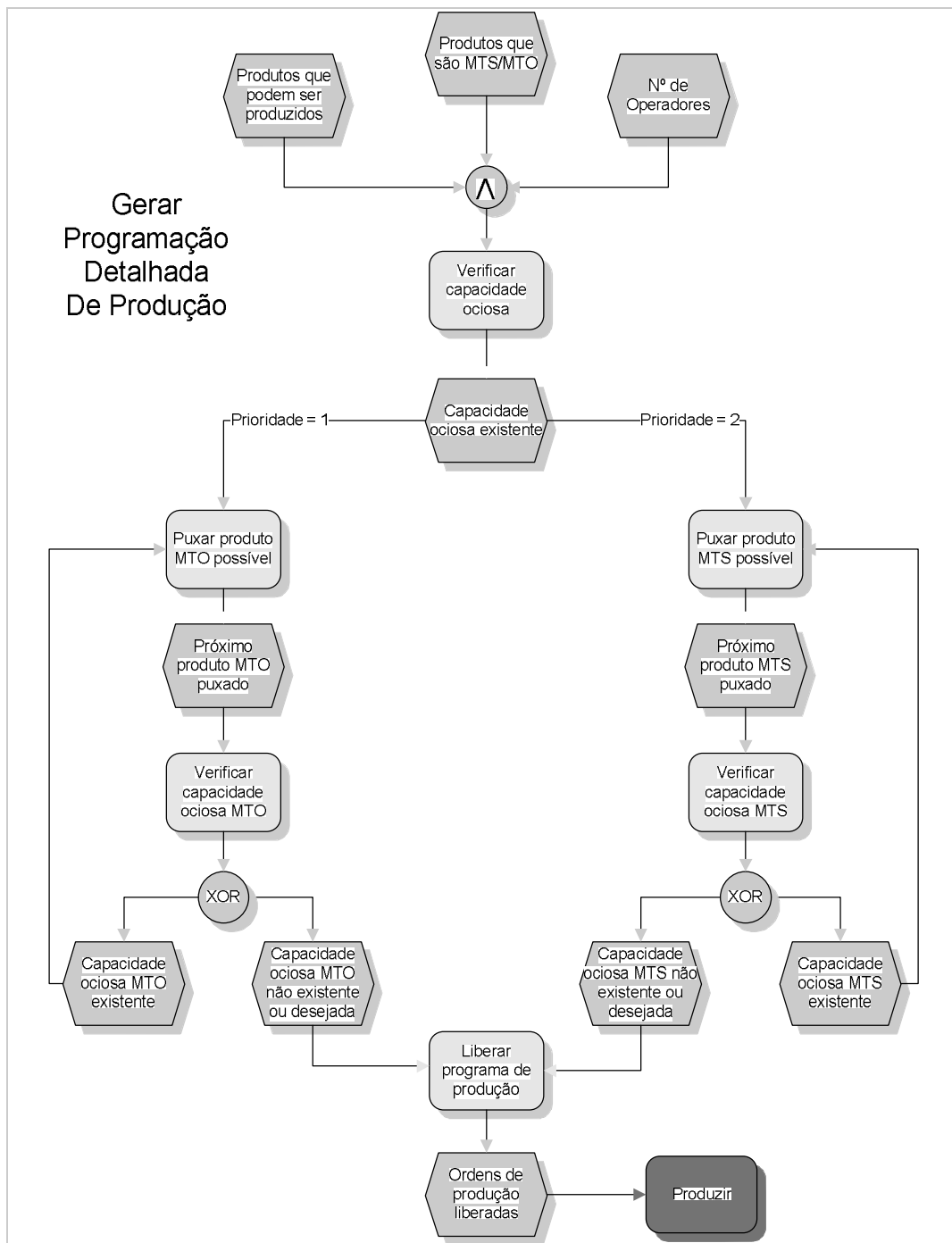


figura 5.4: Gerar programação detalhada da produção

Esta atividade é representada graficamente em quadros e painéis, onde são exibidas, de forma gráfica e respeitando uma escala de tempo, a seqüência de ordens de produção para serem processadas em determinados recursos. Para este tipo de representação é utilizado o gráfico de Gantt.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Gerar programa detalhado de produção				
Objetivo: Alocação das ordens nos respectivos recursos, considerando sua disponibilidade.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Otimizar programa de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordens de programação geradas (conhecimento sobre o processo); e ▪ Procedimentos de programação (como deverá ser realizado o processo de produção) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual ou sistêmico; ▪ Quadros de programação com instruções de como deverá ser produzido; ▪ MRP e OPT. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenário de programação da produção 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliação do programa de produção.

Tabela 5.3: Gerar programa detalhado de produção

5.5 Atividade: Liberar programa de produção

Quando um programa novo ou modificado recebe e ocupou a capacidade desejada de produção, ele deve ser liberado para que seja acessado onde estas informações forem necessárias.

O programa liberado será acessado principalmente pelos operadores ou encarregados (supervisores) que fazem a distribuição das ordens no chão de fábrica.

Quando o programa está liberado, a produção pode ser iniciada.

A informação gerada nesta atividade é o programa liberado para que a produção possa ser iniciada. Este programa consiste em um conjunto de ordens alocadas em determinados recursos, com datas e horários previstos de término e início das operações.

A empresa pode gerar as ordens de produção de duas formas: a mesma ordem de produção é utilizada para todas as operações que o componente sofre, ou então é gerada uma ordem para cada operação de cada componente.

A forma utilizada é a atualização de quadros e painéis de programação com o programa liberado. A tabela seguinte mostra o fluxo de informações na atividade.

Processo: Programar a Produção				
Atividade: Liberar programa de produção				
Objetivo: tornar o programa da produção visível.				
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa detalhado de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nro de operadores; e ▪ Ordens liberadas para produção de produtos MTS/MTO 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilização das informações em quadros e painéis sobre o que deverá ser produzido. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programação detalhada de produção REAL, isto é, livre de todas intercorrências. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produzir.

Tabela 5.4: Atividade: Liberar programa de produção

6 Conclusões e trabalhos futuros

Partiu-se do desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica e documental dos assuntos pertinentes a realização da pesquisa. A partir do método de pesquisa proposto realizou-se a definição do conjunto de diretrizes teóricas, que direcionaram o balizamento para a realização de um estudo de caso que envolveu a modelagem de processos de programação detalhada da produção. A realização do estudo de caso propiciou o aprimoramento das diretrizes inicialmente desenvolvidas no trabalho.

Em virtude da grande diversidade dos sistemas de gestão existentes, os chamados ERPs muitas vezes não conseguem representar em seu modelo as peculiaridades do processo produtivo de cada empresa, limitando assim a flexibilidade e a eficiência exigida. Portanto, torna-se muitas vezes necessário o desenvolvimento de ferramentas que se integrem a esses sistemas de gestão em uso e passem a ser um diferencial competitivo da empresa perante o mercado.

Um dos principais problemas na área de manufatura é a programação e controle dos processos de produção. Vários sistemas e pesquisas têm sido realizados envolvendo essa área, levando em consideração os diferentes ambientes de produção. No entanto, as particularidades encontradas em cada tipo de empresa e a integração com os sistemas de gestão se tornam difíceis ou ocorre um volume muito grande de dados em duplicidade.

Assim, uma das preocupações deste estudo foi a abordagem das particularidades do ambiente de produção do tipo *job shop*, com especial atenção às soluções existentes para o problema de programação detalhada da produção. Outro aspecto importante a ressaltar foi o acompanhamento e entendimento dos problemas de programação detalhada da produção existentes na empresa, bem como as restrições existentes.

Após o levantamento das informações e a aquisição do conhecimento através do acompanhamento da produção e de entrevistas às pessoas que presenciam no seu dia-a-dia as atividades do chão de fábrica, foi desenvolvido um modelo de processo de programação detalhada da produção aplicável à empresa de manufatura discreta para ambiente tipo *job shop*.

Trabalhos futuros: estudar a viabilidade de aderência de softwares de programação de capacidade finita ao modelo apresentado.

7 Referências Bibliográficas

- ALVES, R. **Introdução ao jogo e suas regras**. 21. ed. São Paulo: Brasiliense, 1995.
- ANTUNES J.; CAULLIRAUX, H.; NEVES, M., 1998, *A organização por processos*. In: SAP UNIVERSE, São Paulo.
- BASTOS, A. e CAMEIRA, R., *Análise de ferramentas de modelagem para processos de negócios*, Grupo de Produção Integrada/COPPE-EE/UFRJ, Rio de Janeiro – 2000/1
- BAUER, A.; BOWDEN, R.; BROWNE, J.; DUGGAN, J.; LYONS, G. (1991). *Shop floor control systems: from design to implementation*. Chapman & Hall.
- BERENDES, P. & ROMME, G. (1999) - *Simulation as a research tool in management studies*. European Management Journal, v.17, n.6, p.576-583.
- BRYMAN, A. & CRAMER, D. (1989) - *Quantitative Data Analysis for Social Scientists*. Londres: Routledge.
- CAMPOS, R., *Uma proposta de Modelagem para Integração de Sistemas de Gestão da Produção em Empresas de Manufatura*, FEM-Unicamp, Campinas, 1998. Tese (Doutorado).
- CAULLIRAUX, H. e CAMEIRA, R., *A Consolidação da Visão por Processos na Engenharia de Produção e Possíveis Desdobramentos*, Grupo de Produção Integrada/COPPE-EE//UFRJ, Rio de Janeiro – 2000.
- CHALMERS, A. F. (1995) - *O que é ciência, afinal?* São Paulo: Brasiliense,. Cap.1-8, p.23-135.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção - MRP II / ERP: Conceitos, Uso e Implantação*. 4.ed. Atlas, 2001.
- CRESWELL, J. W. (1994) - *Research design – qualitative and quantitative approaches*. London: Sage. (cap.10)
- CRUZ, T. *Workflow: A Tecnologia que vai Revolucionar Processos*. São Paulo: Atlas. 2000. 2 ed. ISBN: 85-224-2618-0. 226 p.
- DAVENPORT, T. H. - *Reengenharia de Processos*, Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1994.
- FORZA, C. (2002) - *Survey research in operations management: a process-based perspective*. International Journal of Operational & Production Management, v. 22, n. 2, pp.152-194, 2002.
- HABERKORN, Enesto. *Teoria do ERP*. São Paulo: Makron Books, 1999.
- HAMMER, M. E CHAMPY, J. *Reengenharia: repensando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência*, Campus, Rio de Janeiro, 1994.
- GOULART, C. P. *Proposta de um modelo de referência para planejamento e controle da produção em empresas virtuais*. 2000. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Universidade de São Carlos. São Carlos, 2000.

- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. (2000) - *Metodologia Científica*. 3. ed. São Paulo: Atlas.
- MAC KNIGHT, Debora. “*Elicitação de Requisitos de Software a partir do Modelo de Negócio*”, 2004. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Matemática/ Núcleo de Computação Eletrônica.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. (1998). *Administração da produção*. Editora Saraiva, São Paulo.
- MOREIRA, D. A. *Administração da Produção*. Thomson Learning, 2002.
- OLIVEIRA, A. C. *Uma contribuição para o problema de programação de tarefas em job shop dinâmico não determinístico com datas de entrega*. 2002. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.
- PIDD, MICHAEL - *Just Modeling Through: A Rough Guide to Modeling, Department of Management Science - The Management School - Lancaster University* Março - Abril de 1999.
- PINEDO, M.; CHAO, X.: *Operations Scheduling With Applications in Manufacturing and Services*; Irwin McGraw-Hill, 1999.
- PORTER, K.; LITTLE, D.; PECK, M.; ROLLINS, R. *Manufacturing classifications: relationships with production control systems. Integrated Manufacturing Systems*, v.10, n.3-4, p.189-198, 1999.
- RUMMLER, G. A.; BRACHE, A. P., 1994, *Melhores Desempenhos das Empresas*. São Paulo: Makron Books.
- RUSSOMANO, V. H. *PCP: Planejamento e Controle da Produção*. Editora Pioneira. 6ª Edição, 2000.
- SALERNO, M. S., 1999, *Projeto de Organizações Integradas e Flexíveis: processos, grupos e gestão democrática via espaços de comunicação-negociação*. São Paulo: Atlas, 1 ed.
- SANTOS, R., 2002, *Engenharia de Processos: análise do referencial teórico conceitual, instrumentos, aplicações e casos com a finalidade de síntese sobre sua estrutura, conhecimentos, falhas e resultados*. 317 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SEIXAS FILHO, C. *Manufatura Colaborativa – um novo modelo para uma nova realidade empresarial*. Revista InTech, n.59, p.52-55, 2004.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SHARP, Alec; McDERMOTT Patrick. *Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development*. Norwood: Artech House, 2000.
- SCHEER, A. W. (1998). *ARIS-Business process frameworks*. Springer-Verlag Berlin.

THIOLLENT, M. J._M. (1997) - *Pesquisa-ação em organizações*. São Paulo: Atlas.

TRIVIÑOS, A. N. S. (1987) - *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. 1a ed. São Paulo: Atlas, 1987.

TUBINO, D. F. *Manual de Planejamento e Controle da Produção*. São Paulo: ATLAS. 2ª Edição, 2000.

VOSS, C. (2002) - *et al. Case research in operations management*. International Journal of Operational & Production Management, v. 22, n. 2, pp.195-219.

VERNADAT, F. B., *Enterprise Modeling and Integration: principles and applications*. 1 ed. Chapman & Hall, London, 1996.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C. (1997). *Integrated production and inventory management*. Business One Irwin.

WALTER, C.: *Planejamento e Controle da Produção - PCP*. [S.l.:s.n.], Apostila de aula.- Mestrado em Engenharia de Produção - UFRGS, 1999.

YIN, R. K. (2001) - *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman.

YU, B.; WRIGHT, D. T. (1997). *Software tools supporting business process analysis and modeling*. *Business Process Management Journal*, Vol. 3, No. 2, pp. 133-142.