

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

FERNANDO AUGUSTO FERREIRA DUTRA

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
VISTO COMO UM SISTEMA COMPLEXO ADAPTATIVO**

**FLORIANÓPOLIS
2006**

FERNANDO AUGUSTO FERREIRA DUTRA

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
VISTO COMO UM SISTEMA COMPLEXO ADAPTATIVO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Administração. Universidade Federal de Santa Catarina.

Curso de Pós-Graduação em Administração.

Área de concentração em Políticas e Gestão Institucional.

Orientador: Rolf Hermann Erdmann, Dr.

**FLORIANÓPOLIS
2006**

D978a Dutra, Fernando Augusto Ferreira

Análise do planejamento e controle da produção visto como um sistema complexo adaptativo / Fernando Augusto Ferreira Dutra ; orientador Rolf Hermann Erdmann. – Florianópolis, 2006. 133f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2006.

Inclui bibliografia

1. Administração da produção. 2. Planejamento da produção. 3. Controle da produção. 4. Teoria da complexidade. I. Erdmann, Rolf Hermann. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Administração. III. Título.

CDU: 65

Catálogo na fonte por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071

FERNANDO AUGUSTO FERREIRA DUTRA

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
VISTO COMO UM SISTEMA COMPLEXO ADAPTATIVO**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Grau de Mestre em Administração na área de concentração em Políticas e Gestão Institucional do Curso de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina e aprovada, em sua forma final, em 17 de fevereiro de 2006.

Prof. Dr. Rolf Hermann Erdmann
Coordenador do Curso

Apresentada à Comissão Examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Rolf Hermann Erdmann
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Hans Michael van Bellen
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Dra. Luíza Maria Bessa Rebelo
Universidade Federal do Amazonas

Dedico este trabalho aos meus pais, que nunca pouparam esforços para proporcionar a melhor educação possível para os filhos.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é fruto de muito trabalho e não poderia ser concluída sem a ajuda e o apoio de várias pessoas, às quais dispense aqui meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amados pais, Maurício e Terezinha, pelo apoio emocional e também financeiro durante essa etapa de minha vida.

Aos meus queridos irmãos Luís Alberto, Marco Aurélio e Flávia, apesar da distância que nos separou neste período vocês sabem que sempre estiveram junto comigo.

Ao meu orientador, professor Rolf Hermann Erdmann, não só pela oportunidade concedida e pela orientação, mas também pelo apoio, pela confiança depositada e pela amizade.

A todos os colegas do NIEPC, pela convivência, pelas conversas e pela ajuda na realização deste trabalho.

Um agradecimento especial à Fernanda pelo apoio, pelas conversas e pelo “suporte técnico” em todos os momentos que precisei.

Às empresas participantes da pesquisa, em especial ao Carlos, ao Wudson e ao Nivaldo, pois sem a colaboração de vocês este trabalho não poderia ser realizado.

Aos professores Hans e Luíza, por aceitarem o convite para participação na banca e pelas preciosas contribuições ao trabalho.

Ao pessoal da secretaria do CPGA, em especial ao Ivo, a Graziela e a Graça.

A todos os colegas de disciplinas no CPGA.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

A todos os amigos do CPGA que fiz nesses dois anos de mestrado, especialmente ao Álvaro, Beatrice, Carlos “Madera”, Cláudia, Eduardo, Elizângela, Gustavo, Leonardo, Márcio e Samara. Sem as festas, churrascos, e terças-feiras de descontração esse trabalho também não poderia ser concluído.

Por fim, à beleza incomparável e presente em cada esquina da cidade de Florianópolis, que fez deste caminhar algo prazeroso e que vai deixar saudades...

*“If I have seen a little further it is by standing
on the shoulders of Giants”.*

Sir Isaac Newton

RESUMO

DUTRA, Fernando Augusto Ferreira. **Análise do planejamento e controle da produção visto como um sistema complexo adaptativo**. 2006. 133 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Curso de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

Nos dias atuais, um dos principais desafios organizacionais é a adaptação a um ambiente que se altera de maneira mais rápida do que as organizações, ainda presas ao paradigma mecanicista, conseguem acompanhar. Este trabalho nasceu da concepção de que os sistemas organizacionais tendem a não se comportar mais de forma linear. Assim sendo, sugere-se aqui uma nova abordagem, através da ótica da Teoria da Complexidade, no estudo e na análise do sistema de planejamento e controle da produção (PCP) das empresas. A Teoria da Complexidade sugere que as organizações e seus sistemas sejam vistos como sistemas complexos adaptativos (SCAs), sistemas estes que possuem como propriedade básica a adaptação, ou seja, são capazes de ajustar seu comportamento em função das alterações ocorridas em seu ambiente. Acredita-se que vislumbrar o PCP como sendo um SCA possa contribuir para que organizações, dos mais diferentes setores, possam obter *insights* significativos no gerenciamento de suas operações de produção. Para atingir os objetivos propostos neste estudo foi realizada uma revisão teórica acerca dos pilares que sustentam o trabalho, o PCP e a Teoria da Complexidade. A partir desta revisão teórica foi elaborado um procedimento metodológico para coleta e análise dos dados. Em seguida, foi realizado um estudo multicase em empresas do setor industrial. Os resultados obtidos evidenciaram que as implicações da Teoria da Complexidade se fazem presentes na rotina de trabalho do PCP das empresas, ao se verificar a presença de aspectos característicos de SCAs no sistema de PCP das empresas. No entanto, deve-se ressaltar que esses mesmos aspectos podem ser mais desenvolvidos para que o sistema possa responder mais ativamente às alterações que acontecem em seu meio.

Palavras-chave: Administração da produção; PCP; Teoria da Complexidade.

ABSTRACT

DUTRA, Fernando Augusto Ferreira. **An analysis of the production planning and control seen as a complex adaptive system.** 2006. 133 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Curso de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

Nowadays, one of the mainly organizational challenges is to adapt to an environment that changes faster than the organizations, still stuck to the mechanistic model, can follow. This work was born from the idea that the organizational systems no more behave in a linear way. Here is suggested a new approach, under the view of the Complexity Theory, to study and analyze the production planning and control (PPC) system of the organizations. The Complexity Theory suggests that the systems should be observed as complex adaptive systems (CAS). These kinds of systems have as basic property the ability to adjust your behavior to deal with new situations on their environment. It is believed that observe the PPC as a CAS can contribute for the organizations to get significant insights to manage their operations. To achieve the proposed objectives in this work, a literary review about the main subjects that support the research, the PPC and the Complexity Theory, was made. From this review, a methodological procedure to collect and analyze the data was developed. Next, a multicase case study was realized. The results showed that the Complexity Theory implications are present on the organizations PPC. However, it must be emphasized that the Complexity aspects can be more developed on the PPC systems. In this way, these systems can answer faster the changes that happen on their environment.

Key-words: Operations management, PPC, Complexity Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Retroalimentação da teoria do PCP	20
Figura 2 - Modelo esquemático de um sistema de produção	27
Figura 3 - Fluxo de informações no PCP	32
Figura 4 - Fases no desenvolvimento do projeto do produto	39
Figura 5 - Fases no desenvolvimento do projeto do processo	40
Figura 6 - Registro básico do MRP	60
Figura 7 - Componentes de um sistema.....	65
Figura 8 - Níveis de um sistema	67
Figura 9 - O anel tetralógico.....	71
Figura 10 - Aprendizagem em circuito único e duplo	75
Figura 11 - Funcionamento de um sistema complexo adaptativo	77
Figura 12 - Hierarquia do sistema de PCP	85
Figura 13 - Esquema parcial de análise dos dados	96
Figura 14 - Cadeia produtiva da AVES S.A.....	99
Figura 15 - Processo produtivo na AVES S.A.	101
Figura 16 - Organograma do PCP na AVES S.A.	106
Figura 17 - Organograma do PCP na TELEFONES S.A.	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas do planejamento da produção.....	35
Quadro 2 - Etapas da programação e do controle da produção.....	35
Quadro 3 - Resumo dos métodos de previsão	46
Quadro 4 - Quadro comparativo - técnica do produto.....	50
Quadro 5 - Quadro comparativo - técnica da carga.....	51
Quadro 6 - Quadro comparativo - técnica do estoque mínimo.....	53
Quadro 7 - Quadro comparativo - técnica do estoque base.....	54
Quadro 8 - Quadro comparativo - técnica do período padrão	55
Quadro 9 - Quadro comparativo - técnica do lote padrão	56
Quadro 10 - Quadro comparativo - técnica do OPT.....	58
Quadro 11 - Quadro comparativo - técnica do MRP.....	61
Quadro 12 - Quadro comparativo - técnica <i>kanban</i>	62
Quadro 13 - Categorias de análise, suas dimensões e seus indicadores.....	89
Quadro 14 - Estratégia de produção da AVES S.A.....	104
Quadro 15 - Planejamento da produção na AVES S.A.	107
Quadro 16 - Programação e controle da produção na AVES S.A.....	109
Quadro 17 - Resumo dos conceitos-chave de SCAs identificados na AVES S.A.	117
Quadro 18 - Estratégia de produção da TELEFONES S.A.....	119
Quadro 19 - Planejamento da produção na TELEFONES S.A.....	121
Quadro 20 - Programação e controle da produção na TELEFONES S.A.....	123
Quadro 21 - Resumo dos conceitos-chave de SCAs presentes na TELEFONES S.A.	128
Quadro 22 - Quadro de soluções das não-linearidades incorporadas à prática do PCP	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPGA	Curso de Pós-Graduação em Administração
CPM	<i>Critical Path Method</i>
CRP	<i>Capacity Requirements Planning</i>
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
MPS	<i>Master Production Schedule</i>
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
NIEPC	Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Produção e Custos
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
SCA	Sistema Complexo Adaptativo
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	16
1.2 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.3 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4 JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA	19
1.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 ADMINISTRAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE PRODUÇÃO	22
2.1.1 BREVE HISTÓRICO DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	22
2.1.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO	24
2.1.3 ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO	28
2.1.4 O PCP – PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	30
2.1.4.1 Planejamento da produção	36
2.1.4.1.1 Projeto do produto	36
2.1.4.1.2 Projeto do processo	39
2.1.4.1.3 Definição de quantidades	42
2.1.4.2 Programação e controle da produção	47
2.1.4.3 Técnicas de programação e controle da produção	50
2.1.4.3.1 Técnica do produto	50
2.1.4.3.2 Técnica da carga	51
2.1.4.3.3 Programação para a manutenção de estoques	52
2.1.4.3.4 Técnica do período-padrão	54
2.1.4.3.5 Técnica do lote padrão	55
2.1.4.3.6 Técnica do OPT	56
2.1.4.3.7 Técnica do MRP	59
2.1.4.3.8 Técnica Kanban	61
2.2 COMPLEXIDADE	63
2.2.1 TEORIA DOS SISTEMAS	63
2.2.2 TEORIA DA COMPLEXIDADE	67
2.2.2.1 Sistemas complexos adaptativos	72
2.2.2.2 Complexidade nas organizações	78
2.2.2.2.1 Autonomia	79
2.2.2.2.2 Cooperação	81
2.2.2.2.3 Agregação	82
2.2.2.2.4 Auto-organização	83
2.3 SÍNTESE TEÓRICA	84
3 MÉTODO DE PESQUISA	87
3.1 DEFINIÇÃO DOS TERMOS DE PESQUISA	87
3.1.1 DEFINIÇÕES CONSTITUTIVAS DOS TERMOS DE PESQUISA	87
3.1.2 DEFINIÇÕES OPERACIONAIS DOS TERMOS DE PESQUISA	88
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA	89
3.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	90

3.4 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	91
3.4.1 PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO	92
3.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS	96
4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	98
<hr/>	
4.1 AVES S.A.	98
4.1.1 ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO DA AVES S.A.	103
4.1.2 DESCRIÇÃO DO PCP DA AVES S.A.	105
4.1.2.1 Planejamento da produção	106
4.1.2.2 Programação e controle da produção	108
4.1.3 O PCP DA AVES S.A. VISTO COMO UM SCA	110
4.1.3.1 Eventos não-lineares no PCP da AVES S.A.	110
4.1.3.1.1 Quantidades a produzir	110
4.1.3.1.2 Variações na demanda	111
4.1.3.1.3 Fornecimento de insumos	112
4.1.3.1.4 Indisponibilidade de matéria-prima	113
4.1.3.1.5 Quebra de máquinas e equipamentos	114
4.1.3.2 Aspectos de um SCA presentes na AVES S.A.	114
4.2 TELEFONES S.A.	118
4.2.1 ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO DA TELEFONES S.A.	118
4.2.2 DESCRIÇÃO DO PCP DA TELEFONES S.A.	120
4.2.2.1 Planejamento da produção	120
4.2.2.2 Programação e controle da produção	122
4.2.3 O PCP DA TELEFONES S.A VISTO COMO UM SCA	123
4.2.3.1 Eventos não-lineares no PCP da TELEFONES S.A.	123
4.2.3.1.1 Fornecimento de matéria-prima	123
4.2.3.1.2 Regras de seqüenciamento	124
4.2.3.2 Aspectos de um SCA presentes na TELEFONES S.A.	124
4.3 BANCO DE SOLUÇÕES PARA AS NÃO-LINEARIDADES	129
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	131
<hr/>	
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	133
REFERÊNCIAS	134
<hr/>	
APÊNDICE 01 – TERMO DE CONSENTIMENTO AUTORIZADO	140
<hr/>	
APÊNDICE 02 – ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA	141
<hr/>	

1 INTRODUÇÃO

As últimas décadas evidenciaram que novas tecnologias estão transformando produtos, processos, mercados e indústrias inteiras, revolucionando assim o ambiente empresarial. Para Drucker (1996), a era do conhecimento, marcada por grandes organizações que operam necessariamente com base no fluxo de informações, iniciou-se a partir das transformações mundiais ocorridas no final da década de 60.

Pode-se dizer que nos dias atuais o principal desafio das organizações é o de se adaptar a este ambiente em que a velocidade de mudança é muito grande. No início da década de 80, Thomas Peters e Robert Waterman Jr. (1983) já afirmavam que no ambiente empresarial existem dois tipos de empresas: as rápidas e as mortas.

Na era do conhecimento, as organizações que continuam presas ao paradigma mecanicista têm dificuldade de acompanhar as mudanças do mercado, pois a produção e a disseminação das informações acontecem de maneira cada vez mais rápida (NOBREGA, 1996; SHENK, 1997). O modelo mecanicista tem sido a forma de pensar dominante desde o século XVII, quando as leis de Newton legitimaram o mecanicismo e validaram suas implicações: linearidade, monocausalidade, determinismo, reducionismo e imediatismo (TÔRRES, 2005).

Na tentativa de compreender a realidade fora deste paradigma, novas teorias, abrangendo as mais diversas áreas do conhecimento, vêm sendo desenvolvidas. É possível citar, aqui, estudos referentes à Teoria da Complexidade, Teoria do Caos, Organizações Fractais, Lógica *Fuzzy*, Organizações que aprendem, dentre outros.

Diante deste cenário, de intensa competitividade e mudança intensa, no qual as organizações do mundo inteiro estão imersas, a função produção assume um importante papel junto ao objetivo geral das organizações, uma vez que atua como apoio, como implementadora e como impulsionadora da estratégia organizacional (SLACK *et al*, 1997).

De maneira geral, as atividades relativas à administração das operações de produção tiveram sempre um foco prescritivo, sendo que essas atividades eram vistas como sistemas fechados ao ambiente em que se encontram. Percebe-se que a função produção precisa ser analisada como um sistema aberto ao seu ambiente de operação, sendo assim capaz de responder ativamente às mudanças.

Este trabalho objetiva-se, então, a analisar a função produção, e particularmente o planejamento e controle da produção, de uma amostra de empresas, sob a ótica da Teoria da Complexidade.

Assim, o primeiro capítulo, além de descrever o contexto em que está inserido o presente trabalho, procura definir claramente o problema de pesquisa, bem como colocar em evidência os objetivos a serem atingidos. Busca ainda justificar o estudo do tema, explicitando a importância de abordá-lo.

O segundo capítulo apresenta os conceitos teóricos referentes aos dois pilares principais do trabalho: o Planejamento e Controle da Produção (PCP), que está inserido dentro da administração das operações de produção, e a Teoria da Complexidade. O capítulo terceiro descreve os procedimentos metodológicos utilizados na realização da pesquisa. No quarto capítulo são apresentados os dados colhidos durante a pesquisa de campo, bem como sua análise frente aos objetivos propostos. O quinto capítulo traz as considerações finais sobre esta pesquisa e também recomendações para estudos posteriores, envolvendo o tema abordado no trabalho. Em seguida, as referências bibliográficas utilizadas na dissertação são elencadas e, por fim, os apêndices trazem o instrumento de coleta de dados, além do termo de consentimento utilizado na realização da pesquisa.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Tendo em vista todas as modificações ocorridas na sociedade nos últimos anos, entende-se que as organizações não podem mais ser observadas e administradas como sistemas fechados, sem intercâmbio e interferência do meio externo, como explicado pelo paradigma mecanicista.

Conforme afirma Nobrega (1996), as organizações que tentam trabalhar dentro do modelo mecanicista baseiam suas atividades na predição e no controle. As organizações mecanicistas administram cada parte separadamente, acreditando que a influência ocorre como resultado direto da força exercida por uma parte sobre outra. Nessas organizações, as atividades de planejamento são voltadas para uma realidade que acreditam ser previsível e objetiva (WHEATLEY, 1992).

Entretanto, este paradigma já não é mais suficiente para explicar os acontecimentos, pois isola as partes do fenômeno para analisá-las, considerando o todo como simples agregado das diversas partes. Os problemas de hoje são interligados, não havendo mais a possibilidade de soluções isoladas, apenas soluções sistêmicas parecem funcionar. Quando se caminha do simples para o complexo, o paradigma mecanicista mostra-se ineficiente na solução dos problemas organizacionais. Agostinho (2003b) corrobora ao afirmar que o mecanicismo e seus descendentes não conseguem dar conta do grau de incerteza e de fluidez que a economia

e a sociedade vivem atualmente. Desta maneira, as organizações de hoje só evoluem se aprenderem a funcionar como sistemas que trazem em sua estrutura a própria mudança (NOBREGA, 1996).

Para lidar com o atual grau de interdependência e, conseqüentemente, de incerteza, as organizações começam a perceber a necessidade de se encontrar maneiras alternativas para administrar (AGOSTINHO, 2003b). Uma das possibilidades é apresentada pela Teoria da Complexidade, que sugere que as organizações sejam vistas como Sistemas Complexos Adaptativos (SCAs).

Neste contexto, Nobrega (1996) afirma que sistemas que atingem o grau de complexidade que está se revelando no mundo empresarial só sobrevivem se forem adaptativos, isto é, se aprenderem a mudar.

A Teoria da Complexidade aborda que os SCAs possuem um tipo de dinamismo que os torna capazes de responder ativamente ao que ocorre ao seu redor, fazendo-os qualitativamente diferentes de objetos estáticos (AGOSTINHO, 2003b). Esses sistemas apresentam uma característica peculiar: a capacidade de auto-organização.

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) pode ser visto como sendo a espinha dorsal de um sistema de produção, pois se inicia na recepção de pedidos e termina na entrega dos produtos finais.

Cumprir dizer que, assim como as demais atividades referentes à administração das operações produção, o PCP foi por muito tempo visto como uma atividade fechada ao seu ambiente de operação. Hoje, se percebe que o PCP é sensível aos acontecimentos ocorridos em seu ambiente externo. Deste modo, acredita-se que vislumbrá-lo como sendo um SCA será de grande valia para as empresas, no esforço de acompanharem as mudanças intensas ocorrentes no mercado.

Perante aos assuntos descritos, o próximo item destaca o tema e o problema que originaram o presente trabalho, cuja proposta é analisar o PCP como sendo um SCA e, desta forma, compreender como a auto-organização trabalha no sentido de superar as não-linearidades emergentes na rotina de trabalho. Cabe salientar que por não-linearidade entende-se uma situação que não estava prevista no funcionamento do sistema e que, quando surge, força os membros da organização a buscarem uma solução (NOBREGA, 1996).

1.2 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

Harding (1981, p. 12) define os sistemas de produção como “um conjunto de partes inter-relacionadas, as quais quando ligadas atuam de acordo com padrões estabelecidos sobre *inputs* (entradas) no sentido de produzir *outputs* (saídas)”.

Dentro de um sistema de produção, o PCP exerce um papel essencial, distribuindo e quantificando as ações nos diversos setores da empresa. É uma atividade que oferece suporte gerencial à produção, projetando o que deve ser feito, acionando a produção e depois exercendo os respectivos controles (ERDMANN, 2000). Teoricamente, o que for traçado na elaboração de um PCP é seguido à risca e, desta maneira, atinge-se o planejamento e a programação inicialmente previstos.

No entanto, a realidade organizacional é bem diferente. O sistema está sujeito a não-linearidades que não estavam previstas na elaboração do PCP. Booney (2000) aponta o surgimento de mudanças não planejadas na demanda dos produtos, no fornecimento de insumos e nos recursos do sistema como fatores que tradicionalmente têm tornado difícil o planejamento e o controle da produção. Assim, novos cenários, novas situações e novos problemas emergem das interconexões das muitas partes relacionadas dentro do sistema, que, por sua vez, deve se reorganizar de forma a resolver e se adaptar a essas novas situações.

Portanto, este trabalho busca analisar a prática do PCP, que, conforme já foi explicitado, está inserida dentro de uma realidade complexa, sob a ótica da Teoria da Complexidade. Diante do exposto até agora surge o problema de pesquisa, que concerne em: **Como as empresas pesquisadas vêm tratando as não-linearidades emergentes em seu planejamento e controle da produção?**

1.3 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir da apresentação do problema, define-se como objetivo geral deste estudo: verificar como as não-linearidades emergentes no planejamento e controle da produção vêm sendo tratadas pelas empresas pesquisadas.

A fim de se atingir o objetivo geral do trabalho, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a. Caracterizar a estratégia de produção e a prática do PCP nas empresas;

- b. Identificar não-linearidades emergentes no PCP dentro da rotina de trabalho das empresas;
- c. Relatar como foram solucionadas estas não-linearidades emergentes no PCP;
- d. Identificar aspectos típicos de SCAs presentes nas práticas das empresas;
- e. Compilar um banco de casos bem sucedidos, onde as soluções para as não-linearidades emergentes foram incorporadas à prática do PCP.

1.4 JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA

As justificativas deste trabalho podem ser divididas em justificativas teóricas e práticas. Dentre as justificativas teóricas está o fato da Teoria da Complexidade ser uma ciência relativamente nova, ainda em processo de formulação, e, por isso, pesquisas com resultados concretos sobre o tema reforçarão as bases de sustentação da teoria (NOBREGA, 1996; ERDMANN, 1998).

Agostinho (2003a, p.3) ressalta a importância da pesquisa empírica ao afirmar que, para que os conhecimentos oriundos do processo da auto-organização dos sistemas complexos adaptativos sejam “mais úteis que metáforas didaticamente interessantes, é preciso que sua transferência para o universo das organizações seja mediada pela observação da realidade concreta”. Desta forma, há um grande interesse em verificar na prática como ocorre o processo de auto-organização, processo este inerente aos sistemas complexos adaptativos.

Pode-se dizer que o PCP é um sistema propício para ser estudado através da lente da Complexidade, uma vez que, conforme já exposto, não-linearidades podem ocorrer a todo o momento na execução desta função de produção.

Para Booney (2000) um dos princípios básicos do PCP é o de que a teoria e a prática devem ser complementares. Assim, os resultados obtidos da análise realizada neste trabalho podem ser sistematizados teoricamente e incorporados à teoria do PCP, conforme mostra a Figura 1.

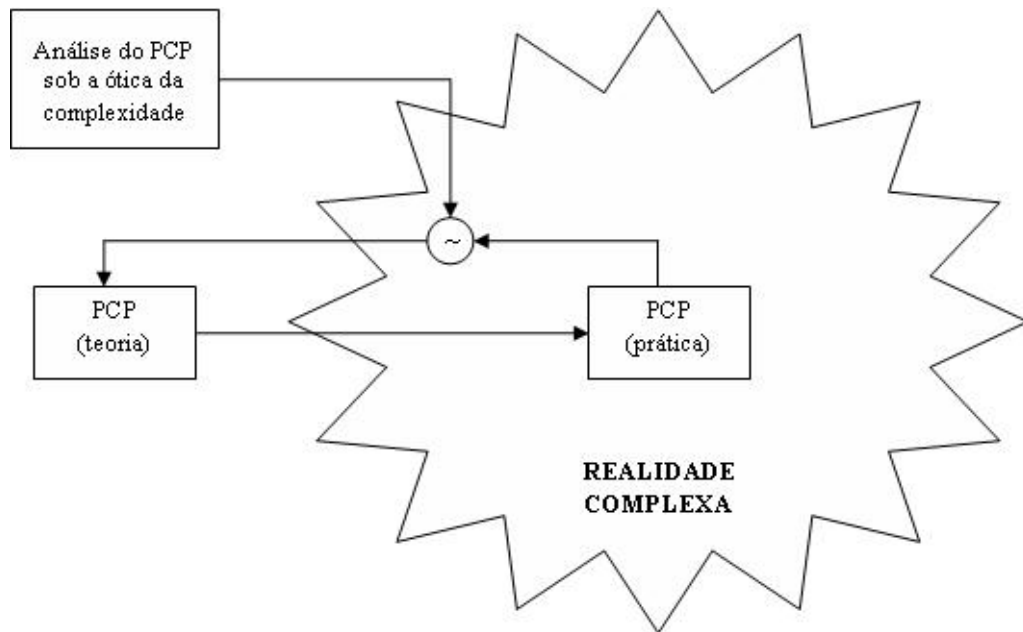


Figura 1 - Retroalimentação da teoria do PCP
 Fonte: Autor, 2006.

A principal justificativa prática deste trabalho advém da análise da realidade sob a ótica de um novo paradigma. Acredita-se, assim, que a compilação de um banco de casos bem sucedidos, onde soluções para não-linearidades emergentes no PCP foram atingidas, possa ajudar organizações dos mais diferentes setores a obter *insights* significativos na resolução de suas próprias não-linearidades emergentes no PCP, colaborando desta forma com uma melhora significativa na operação da função produção nestas organizações.

Uma outra justificativa prática que pode ser apontada para o presente estudo reside no alinhamento com o atual projeto de pesquisa do Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Produção e Custos (NIEPC), do qual o pesquisador faz parte. O título do projeto de pesquisa do NIEPC é “O Planejamento e Controle da Produção e as contingências – uma abordagem sob o enfoque da Teoria da Complexidade”. Este núcleo de pesquisa está vinculado ao Curso de Pós-Graduação em Administração (CPGA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Neste sentido, espera-se que este trabalho possa contribuir em outras pesquisas a serem realizados pelos membros do NIEPC.

1.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A principal limitação desta pesquisa é de natureza operacional e foi percebida no decorrer do trabalho de campo. Os temas Teoria da Complexidade e Planejamento e Controle da Produção possibilitam a realização de trabalhos bem robustos, uma vez que as implicações

da Teoria da Complexidade estão presentes a todo o momento na rotina de trabalho dos sistemas produtivos.

Assim, considera-se que o tempo que o pesquisador passou junto às empresas da amostra, apesar de ter possibilitado o desenvolvimento de um trabalho satisfatório, não foi suficiente para compreender toda a Complexidade existente dentro dos sistemas produtivos estudados. Esta limitação é decorrente não do desinteresse das pessoas envolvidas na pesquisa, mas sim da escassez de tempo disponível destas pessoas devido à dinâmica de trabalho das empresas e também de limitações de tempo do próprio pesquisador.

Uma outra limitação que pode ser apontada para este trabalho é decorrente da dificuldade de se obter acesso às empresas para se realizar a pesquisa. Assim, uma pesquisa que foi projetada para ser realizada em três empresas pode ser aplicada em apenas duas empresas, o que impactou diretamente na quantidade de dados obtidos para análise e na robustez dos resultados obtidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ADMINISTRAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE PRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentada uma compilação da literatura consultada referente ao Planejamento e Controle da Produção (PCP). Inicialmente, apresenta-se um breve histórico da evolução da administração da produção, área esta que estuda as atividades referentes à função produção de um bem ou de um serviço. A seguir é exposta uma visão geral dos sistemas de produção e por fim o foco é dirigido para o PCP em si, onde é feita uma revisão teórica mais aprofundada, contemplando as suas duas etapas principais, o planejamento da produção e a programação e controle da produção.

É importante ressaltar neste momento que quando se faz referência à função produção, remete-se às atividades relativas à produção tanto de bens quanto de serviços. De acordo com Slack *et al.* (1997) o que difere um bem de um serviço é basicamente a tangibilidade. Um bem é geralmente tangível e, dentre outras características, pode ser estocado, a sua produção precede seu consumo, o grau de contato com o cliente é baixo, ele pode ser transportado e sua qualidade é evidente. Já um serviço é basicamente intangível e, dentre outras características, não pode ser estocado, sendo a sua produção e o seu consumo simultâneos. O grau de contato com o consumidor é alto, não pode ser transportado e sua qualidade pode ser difícil de ser avaliada.

Indo mais além, pode-se dizer que estas atividades não podem ser dissociadas. Na realidade, o produto raramente é um bem ou um serviço puro, ocorrendo, na maioria das vezes, uma composição das características referentes a bens e serviços.

No entanto, os produtos das empresas estudadas neste trabalho serão predominantemente bens materiais. Assim, essa revisão teórica está focada nos assuntos referentes à produção de bens. Embora grande parte da teoria a ser apresentada possa ser aplicada à produção de ambos os produtos, em alguns momentos se estará fazendo referência apenas à produção de bens materiais.

2.1.1 Breve histórico da administração da produção

É possível dizer que a administração da produção acompanha o homem desde sua origem, podendo ser encontrados traços comuns entre o que é realizado hoje nas organizações e a as atividades do homem na pré-história, passando pela coleta de alimentos, pela caça,

agricultura, etc. Entretanto, o marco mais importante na evolução histórica da área veio com o advento da Revolução Industrial, na Inglaterra do século XVIII, quando se percebeu a necessidade de planejar e organizar a produção para obterem-se resultados mais satisfatórios (HARDING, 1981; MOREIRA, 1996; MARTINS e LAUGENI, 1998). A Revolução Industrial assinalou o início da produção industrial moderna, determinou o começo de uma nova etapa na civilização e transformou a Inglaterra na grande potência econômica do século XIX.

O século XX, porém, foi marcado pela predominância industrial, política e econômica dos Estados Unidos. Os trabalhos de Frederick W. Taylor, considerado o pai da Administração Científica, a criação da linha de produção em massa por Henry Ford e os princípios de gestão e de organização elaborados por Fayol ajudaram a elevar a produtividade e a qualidade dos bens a um patamar nunca antes imaginado.

Os avanços que se seguiram, em particular após a Segunda Guerra, consolidaram a posição dos Estados Unidos como a maior potência mundial. No entanto, na década de 60, acreditava-se que a administração da produção havia adquirido um caráter de gerência industrial em uma situação absolutamente sob controle, sendo a área relegada a um segundo plano. Surgia, assim, uma preocupação maior relativa às áreas de Marketing e Finanças. No mesmo período, surgiu nos Estados Unidos uma grande preocupação com a área de serviços, o que atingiu uma importância econômica inesperada. Desta maneira, a administração da produção evoluiu da prática tradicional, de gerência industrial, para um patamar que englobava aplicações tanto na área industrial quanto na de serviços (MOREIRA, 1996; MARTINS e LAUGENI, 1998).

A década de 70 foi marcada pelo declínio norte-americano em termos de produtividade industrial e pelo comércio mundial de manufaturas. Esse fato pode ser atribuído ao crescimento de algumas potências. Destaca-se o Japão, onde foram desenvolvidas novas filosofias e novas técnicas de produção, como a filosofia *Just in time*. Ressaltando que o desequilíbrio comercial entre Estados Unidos e Japão acentuou-se na década de 80, com grande vantagem para o Japão, o que colocou novamente a função produção em evidência (MOREIRA, 1996; MARTINS e LAUGENI, 1998).

A partir de então a figura do consumidor surgiu como peça-chave, tanto na produção de bens como na produção de serviços, levando as empresas a se atualizarem com novas técnicas de produção, cada vez mais eficazes, eficientes e de alta produtividade. Surgia, assim, o termo empresa de classe mundial, para caracterizar a organização voltada para o cliente, marcada pela flexibilidade e pela busca constante de melhorias, instaurando-se, deste

modo, a chamada cultura de melhoria contínua. Neste contexto, desenvolveu-se uma consciência da importância da administração da produção, o que cristalizou um movimento que realça uma atividade vital dentro de uma organização: o planejamento estratégico da produção (MOREIRA, 1996; MARTINS e LAUGENI, 1998).

No Brasil, as técnicas da administração da produção demoraram mais tempo para serem conhecidas. O país é caracterizado como sendo de industrialização tardia, sendo que as primeiras indústrias implantadas no país, no início do século XX, eram de nível tecnológico relativamente simples. Durante os períodos em que ocorreram as duas grandes guerras, a industrialização nacional recebeu forte impulso, uma vez que o país estava privado de seus fornecedores tradicionais de produtos manufaturados. Ainda nessa época, as indústrias eram dirigidas por profissionais recém-formados que desconheciam as práticas administrativas já consagradas nos Estados Unidos (MACHLINE, 1994).

Somente na década de 50 houve uma alteração significativa dentro desse quadro, com o surgimento das primeiras faculdades de Administração no país e com a criação da indústria automobilística nacional. A partir daí observou-se a evolução do conhecimento das práticas administrativas entre os dirigentes das empresas brasileiras, bem como a difusão das técnicas da administração da produção entre as empresas nacionais (MACHLINE, 1994).

2.1.2 Sistemas de produção

Após este breve histórico da evolução da administração da produção, é oportuno definir o conceito de sistema de produção. Segundo Moreira (1996), um sistema de produção é uma entidade abstrata, porém a definição do conceito é importante para se ter uma idéia da totalidade. Desta maneira, este autor define sistema de produção como sendo o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou serviços.

Para Harding (1981, p.24), um sistema de produção “é um conjunto de partes inter-relacionadas, as quais, quando ligadas, atuam de acordo com padrões estabelecidos sobre *inputs* (entradas) no sentido de produzir *outputs* (saídas)”.

Erdmann (2000, p.18) afirma que o “ato de produzir implica em transformar”. Para Monks (1987) um sistema de produção reúne e transforma recursos de uma forma controlada, a fim de agregar valor, de acordo com os objetivos empresariais.

Corrêa *et al.* (1999) definem um sistema de produção como sendo um sistema de informação para apoio à tomada de decisões, táticas e operacionais, referentes a algumas

questões logísticas básicas: o que produzir e comprar; quanto produzir e comprar; quando produzir e comprar; e com que recursos produzir.

No intuito de facilitar a compreensão do funcionamento de um sistema de produção, é possível classificá-los de acordo com suas características. Segundo Moreira (1996) a classificação dos sistemas de produção, principalmente em função do fluxo do produto, mostra-se bastante útil no que se refere ao gerenciamento da produção. Esse autor classifica os sistemas de produção em três grandes categorias.

A primeira categoria é a dos sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha. Esses sistemas apresentam uma seqüência linear para se fazer o produto, e sua principal característica é a padronização dos produtos, sendo que estes fluem de um posto a outro de operação dentro de uma seqüência prevista. Podem ser identificados ainda dois tipos de fluxo: a produção em massa, caracterizada pela fabricação em larga escala de produtos com pouco grau de diferenciação, tais como automóveis; e a produção contínua, característica das indústrias de processo, como a petrolífera.

A segunda categoria é a dos sistemas de produção por lote ou por encomenda. Após a fabricação de um lote de produtos, um lote diferente entra no processo, o que caracteriza esse fluxo como sendo intermitente. Os equipamentos utilizados são mais genéricos, permitindo adaptações de acordo com o produto fabricado. Cumpre dizer que, apesar da relativa flexibilidade do processo, esses sistemas têm a desvantagem de produzirem um volume menor.

A terceira categoria é a dos sistemas de produção de grandes projetos. Sua principal característica é a produção de um item único, usualmente bastante customizado, não havendo, assim, um fluxo de produção propriamente dito. Por isso, as operações são de longa duração, com pouca ou nenhuma repetitividade. É o caso da produção de navios ou da construção de grandes estruturas, como o túnel do Canal da Mancha, por exemplo.

Os métodos e técnicas desenvolvidos para a gestão da produção têm por objetivo principal a busca pela máxima eficiência do processo produtivo. Machline (1994) aponta quatro fatores que representam o sucesso na agregação de valor ao bem ou serviço produzido: melhoria da qualidade, aumento da produtividade, redução do custo e diminuição do prazo de entrega.

Na mesma linha de pensamento, Slack *et al.* (1997) elegem cinco objetivos de desempenho que seriam responsáveis por uma vantagem competitiva da organização baseada na produção: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo.

A qualidade significa fazer as coisas corretamente, satisfazendo os clientes da organização ao oferecer produtos adequados a seus propósitos. Internamente, transformar vantagem em qualidade implica em redução de custos, uma vez que quanto menor for a quantidade de erros nas operações, menos tempo será gasto para correção. Implica também em aumento da confiabilidade, uma vez que o desempenho em qualidade envolve um aspecto externo, que lida com a satisfação do consumidor, e um aspecto interno, que lida com a estabilidade e a eficiência da organização.

A busca pela rapidez refere-se à diminuição do tempo entre a solicitação de um produto pelo cliente e seu atendimento. O principal benefício externo deste objetivo seria o enriquecimento da oferta. Também é importante dentro da organização, uma vez que a rapidez reduz os estoques, além de reduzir o risco inerente a mudanças não esperadas no planejamento e na programação da produção.

A confiabilidade refere-se a fazer as coisas em tempo para cumprir os compromissos de entrega do produto assumidos pela organização. Internamente, pode-se dizer que a confiabilidade proporciona economia de tempo e de recursos, além de garantir estabilidade para a organização.

O objetivo flexibilidade se refere à capacidade da organização de mudar a operação de alguma forma, e, deste modo, atender satisfatoriamente as necessidades de seus clientes. Internamente, a flexibilidade da organização agiliza a resposta a uma demanda, maximiza o tempo disponível e mantém a confiabilidade, uma vez que mantém a operação dentro do programado quando eventos imprevisíveis perturbam os planos.

Por fim, a redução dos custos pode ser vista como o objetivo mais importante do sistema de produção, pois é o que torna a empresa competitiva dentro do mercado, garantindo uma margem alta de lucro. Os efeitos internos dos demais objetivos de desempenho afetam o objetivo custo, proporcionando uma alta produtividade total e a conseqüente redução dos custos de operação.

Já foi dito que um sistema de produção atua em entradas para criar saídas, sempre se comunicando com os outros sistemas componentes da organização, e fazendo, assim, parte de um sistema maior. A Figura 2 apresenta o modelo esquemático de um sistema de produção, demonstrando a dinâmica e a inter-relação desse sistema com os demais componentes de uma empresa.

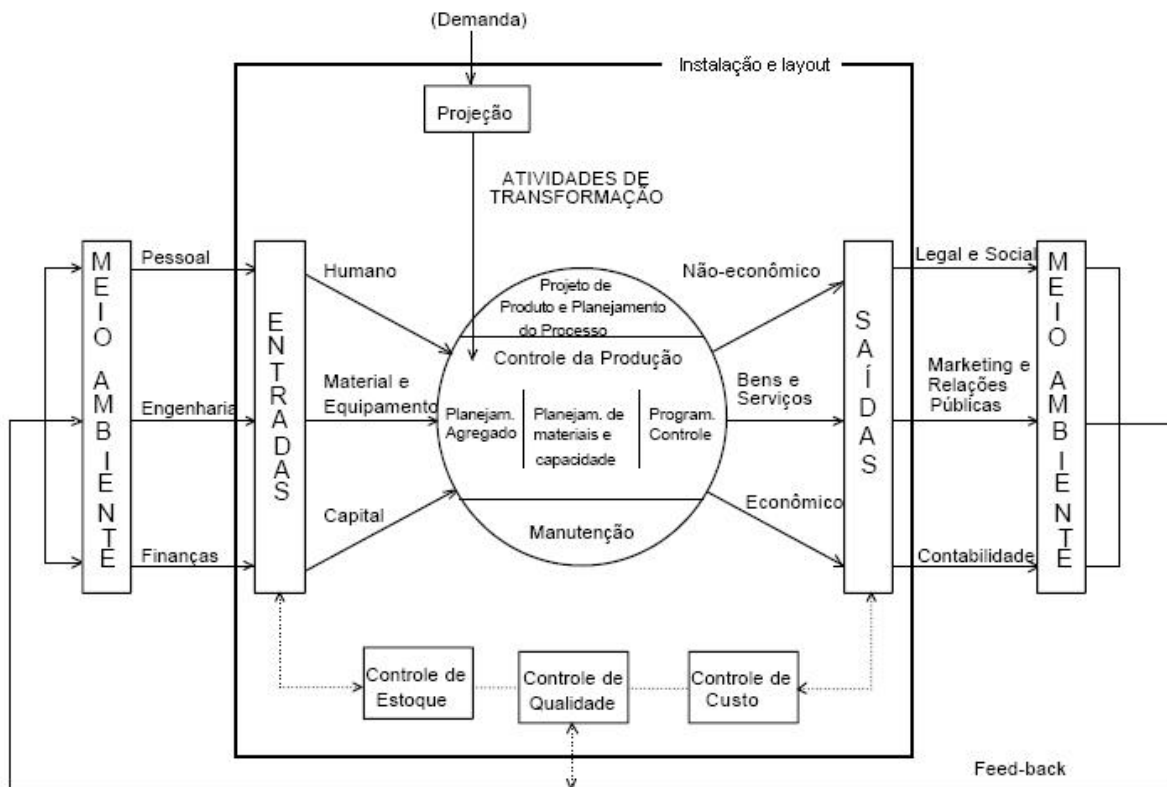


Figura 2 - Modelo esquemático de um sistema de produção
 Fonte: Adaptado de Monks (1987).

Percebe-se que o sistema de produção é composto por vários subsistemas. Baseando-se nas classificações de Harding (1981), Monks (1987) e Moreira (1996), é possível identificar os principais subsistemas envolvidos em produção:

- Entradas: são os recursos a serem transformados diretamente em produtos, como as matérias-primas, e mais os recursos que movem o sistema, como a mão-de-obra;
- Processo de transformação: refere-se ao subsistema pelo qual as entradas vão ser transformadas em saídas. Na produção de bens materiais, esse sistema muda o formato das matérias-primas ou muda a composição e a forma dos recursos;
- Saídas: esse subsistema é o responsável pela expedição e distribuição dos bens/serviços produzidos. É através desse subsistema que o retorno financeiro pela produção da empresa é obtido;
- Sistemas de planejamento: uma vez que a produção exige planejamento contínuo, esse subsistema é responsável pelo planejamento da qualidade, da quantidade e dos tempos de produção;

- Sistemas de controle: é o conjunto de atividades que visa assegurar que programações sejam cumpridas, que padrões sejam obedecidos, que os recursos estejam sendo usados de forma eficaz e que a qualidade desejada seja obtida.

De acordo com Harding (1981) os subsistemas de planejamento e controle estão rigorosamente interligados. São dois subsistemas vitais na operacionalização da produção, pois ambos gerenciam a produção e são responsáveis pela obtenção dos resultados desejáveis em termos de quantidade, qualidade e tempo (STRUMIELLO, 1999). Eles compõem assim o chamado planejamento e controle da produção (PCP), uma atividade de suporte gerencial à produção.

2.1.3 Estratégia de produção

Após a função produção ter sido relegada a um segundo plano durante a década de 60 e à consoante ascensão do Japão como potência industrial, a década de 70 foi marcada por uma retomada de consciência acerca da importância do papel da produção em uma organização, no intuito de se obter sucesso dentro de um ambiente que passou a ser cada vez mais competitivo.

Nesse sentido, Slack *et al.* (1997) apontam três papéis particularmente importantes a serem exercidos pela função produção: apoio para a estratégia empresarial, implementadora da estratégia empresarial e impulsionadora da estratégia empresarial.

Não se pretende entrar, aqui, no mérito de discutir o que seja estratégia, uma vez que a estratégia de uma organização pode ser abordada de diferentes maneiras. A definição adotada neste estudo é a defendida por Slack *et al.* (1997, p.89), de que estratégia “é o padrão global de decisões e ações que posicionam a organização em seu ambiente e tem o objetivo de fazê-la atingir seus objetivos de longo prazo”.

Um dos papéis fundamentais da função produção dentro de uma organização é apoiar sua estratégia, ou seja, deve desenvolver seus recursos de maneira que sejam propiciadas as condições necessárias para permitir que a organização atinja seus objetivos de longo prazo. Tudo relacionado ao sistema produtivo, à tecnologia, funcionários, sistemas e procedimentos devem ser adequados à estratégia competitiva da organização. Essa adequação é um dos papéis da função produção (SLACK *et al.*, 1997).

O segundo papel fundamental da função produção é implementar a estratégia organizacional, isto é, é de sua responsabilidade colocar em prática tudo aquilo que foi

definido como objetivos da organização. Uma estratégia, por mais original e brilhante que seja, de nada vai servir à organização se não puder ser aplicada efetivamente (SLACK *et al.*, 1997).

O terceiro papel fundamental da função produção é impulsionar a estratégia organizacional, propiciando assim vantagem competitiva em longo prazo. Um fraco desempenho da função produção não poderá ser compensado por bons resultados obtidos pelas demais funções da organização. Tendo como papel produzir cada vez melhor, a função produção representa a proteção final da competitividade da organização (SLACK *et al.*, 1997).

Desta forma, como toda organização necessita de uma direção estratégica, o mesmo ocorre com a função produção, que necessita de “um conjunto de princípios gerais que guiarão seu processo de tomada de decisões” (SLACK *et al.*, 1997, p.88). Esse conjunto de princípios constitui-se na estratégia de produção da organização.

Moreira (1996) define de maneira similar a estratégia de produção, ao afirmar que esta é o conjunto de objetivos e políticas de longo prazo, que dizem respeito à atividade de produção dentro da organização, e que servem como um guia a todas as decisões tomadas nesse setor.

Este mesmo autor enumera alguns dos componentes mais significativos que devem compor a estratégia de produção de uma organização:

- Tecnologia do produto, onde fatores como custo, qualidade, prazo de entrega, capacidade da organização em se adaptar a novos projetos, volumes de produção, bem como os ciclos de vida dos produtos, são potencialmente importantes e podem ser renovados através de melhorias tecnológicas;
- Tecnologia do processo, que está intrinsecamente ligada à tecnologia do produto;
- Capacidade das instalações, que envolve decisões sobre escolha inicial da capacidade, mudanças em médio e longo prazo, o tipo de capacidade e a descoberta e o aproveitamento das economias de escala;
- Localização das instalações, envolvendo decisões como localização próxima aos fornecedores ou dos mercados consumidores, escolha da macro região e da infraestrutura necessária;
- Recursos humanos, que envolvem políticas de formação e desenvolvimento de pessoal e suas relações com processos e produtos, formação de gerentes, políticas de promoção e carreira, dentre outros fatores que afetam diretamente a função produção;

- Suprimentos, que envolvem decisões estratégicas sobre política de compras, desenvolvimento de fornecedores, fabricação interna de peças e componentes, etc.

Além dos componentes citados, é possível também colocar como áreas de decisão referentes à estratégia de produção a qualidade, referente à atribuição de responsabilidades, aos controles, normas e ferramentas de decisão que deverão ser empregados, bem como aos padrões e formas de comparação (TUBINO, 1997).

Segundo Tubino (1997), existe uma relação intensa entre os sistemas de produção e o meio ambiente onde estão inseridos. Sendo assim, as decisões estratégicas referentes à função produção devem ser entendidas como um processo dinâmico, que sofre alterações, conforme o posicionamento do mercado e da concorrência.

Ao se tratar de assuntos que envolvam especificamente o PCP, é sempre importante ter em mente a estratégia de produção da organização estudada, uma vez que será esta estratégia a delineadora na elaboração e consolidação do PCP da organização.

Cumprir dizer que é uma atribuição da estratégia de produção decidir que sistema de PCP empregar, que política de compras e estoques será adotada, qual o nível de informatização das informações, qual o ritmo de produção manter e quais formas de controle aplicar (TUBINO, 1997). O próximo item busca definir o PCP e caracterizar detalhadamente suas etapas.

2.1.4 O PCP – Planejamento e controle da produção

Dentro de um sistema de produção, o PCP exerce um papel fundamental. É uma atividade que oferece suporte gerencial à produção, projetando o que deve ser feito, acionando e após exercendo os respectivos controles (ERDMANN, 2000). Assim, pode-se dizer que o PCP dita o ritmo da produção e da empresa, podendo ser considerado como um dos responsáveis por uma vantagem competitiva fundamental: a qualidade dos bens e serviços produzidos.

Harding (1981) define planejamento da produção como aquela atividade que objetiva satisfazer as datas de entrega aos clientes com o mínimo custo total por meio do planejamento da seqüência das atividades de produção. Para Burbidge (1981, p.21), o controle da produção é uma função administrativa relacionada com “o planejamento, direção e controle do suprimento de materiais e das atividades de processo em uma empresa”.

Zaccarelli (1979, p.1) define o PCP como sendo “um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa”. Este mesmo autor afirma também que o PCP pode ser visto como um sistema de transformação de informações, onde são recebidas informações sobre estoques existentes, vendas previstas, linha de produtos, modo de produzir, capacidade produtiva etc. A transformação dessas informações em ordens de fabricação seria a incumbência do PCP.

Russomano (1995) define o PCP como sendo uma “função de apoio de coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo que os programas preestabelecidos possam ser atendidos com economia e eficiência” (RUSSOMANO, 1995, p.47).

De maneira semelhante, Slack *et al.* (1997) dizem que o propósito do PCP é garantir que a produção ocorra de maneira eficaz, produzindo bens e serviços conforme o planejado. Já Tubino (1997, p. 23), afirma que:

[...] em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. No conjunto de funções dos sistemas de produção aqui descritos, essas atividades são desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP).

A partir das definições encontradas na literatura, percebe-se que a elaboração e a consolidação do PCP são fundamentais para garantir a eficiência e a eficácia do sistema produtivo. Nota-se também que não há entre os autores um consenso para uma definição universal do PCP e quais as funções a ele atribuídas. Porém, todos eles seguem uma mesma direção, ou seja, indicam que o PCP é um sistema de apoio à produção, que comanda e coordena o processo produtivo, objetivando cumprir o planejamento e a programação dos processos de maneira eficaz, para satisfazer os requisitos de tempo, qualidade e quantidades do sistema produtivo.

As etapas do PCP também são definidas de maneira diferente na literatura. Para Burbidge (1981), o PCP, assim como todo sistema de planejamento eficiente, começa pela definição de um objetivo e de uma política geral. Em seguida, o esboço de um plano em unidades maiores é elaborado, e em seguida, o plano de produção vai sendo progressivamente detalhado. Assim, o autor divide as funções do PCP em três etapas principais, começando com o planejamento da produção, onde são determinadas as datas nas quais os produtos devem ser vendidos ou terminados. Em seguida passa-se à emissão de ordens, que planeja a

entrada de materiais dos fornecedores e o volume de produção dos setores produtivos, através de ordens de fabricação e requisições de compra. Por fim, tem-se a liberação, onde as diferentes operações do processo produtivo são programadas.

Para Zaccarelli (1979), o PCP começa com a elaboração do plano de produção, onde é determinado quanto será produzido em cada período, baseando-se para tanto na previsão de vendas, na capacidade produtiva e na linha de produtos. Em seguida tem-se a emissão de ordens, onde são autorizadas a compra, a fabricação e a montagem dos itens. Depois as informações programadas são passadas à fábrica, desencadeando, desta maneira, a produção. Por fim, tem-se o controle central que comparará o realizado com o programado, informando sobre o andamento dos trabalhos na fábrica. A Figura 3 mostra o esquema de um fluxo de informações para o PCP proposto pelo autor, que contempla as etapas enumeradas por ele, atuando na programação e finalizando com a entrega dos produtos finais, momento em que são realizados os controles.

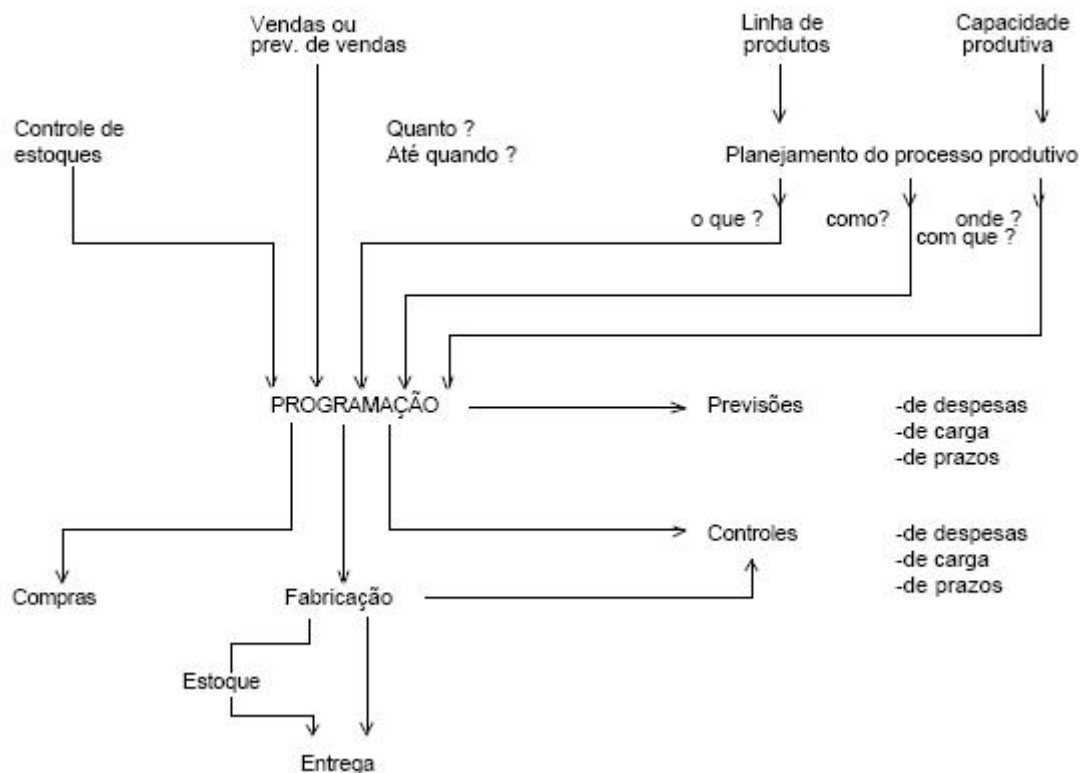


Figura 3 - Fluxo de informações no PCP
Fonte: Adaptado de Zaccarelli (1979).

Russomano (1995) divide o PCP em cinco etapas principais. A primeira delas seria a gestão dos estoques, que mantém a produção abastecida de matérias-primas, peças, componentes, acessórios e material auxiliar. Em seguida tem-se a emissão das ordens de produção, que consiste em elaborar um programa de produção, baseado num plano de vendas,

para se ter os itens necessários nos momentos certos. Depois se tem a programação das ordens de fabricação, que verifica se a preparação da produção foi efetivamente realizada quanto aos recursos necessários. A quarta etapa seria a movimentação das ordens de fabricação, que se refere ao envio e coordenação das diversas vias da ordem. Por fim, tem-se o acompanhamento da produção, que consiste basicamente na comparação entre o que foi programado com o que foi produzido e a ação de corrigir os desvios, caso sejam existentes.

Para Tubino (1997), as atividades do PCP são desenvolvidas em três níveis hierárquicos: estratégico, tático e operacional. No nível estratégico observa-se a etapa do planejamento estratégico da produção, onde é estabelecido um plano de produção em longo prazo. O planejamento é realizado seguindo as estimativas de vendas futuras e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos. O plano de produção é geralmente pouco detalhado, normalmente trabalhando com a demanda agregada, tendo como objetivo principal adequar os recursos produtivos à demanda esperada.

No nível tático, o plano de produção é estabelecido em médio prazo, estabelecendo assim o planejamento-mestre da produção, fundamentado na previsão de pedidos em médio prazo e nos pedidos em carteira já confirmados. Aqui, a finalidade é identificar possíveis gargalos que possam inviabilizar o plano de produção quando se passar para o nível operacional, viabilizando o plano-mestre de produção.

No nível operacional, duas etapas são contempladas. A primeira delas é a programação da produção, onde é estabelecido em curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos finais. Desta maneira, é realizado o gerenciamento dos estoques, o seqüenciamento da produção e a emissão e liberação das ordens de compra, de fabricação e de montagem. A segunda etapa operacional refere-se ao acompanhamento e ao controle da produção, que, por meio da coleta e análise dos dados da produção, objetiva que o programa de produção emitido seja executado satisfatoriamente.

No intuito de explicar os termos componentes do termo PCP, Erdmann (2000) defende que planejamento e programação, apesar de serem originalmente similares, podem assumir funções distintas, sendo que o planejamento pode estar ligado a projeções gerais e de longo prazo, enquanto a programação refere-se ao dia-a-dia, ou a horizontes mais restritos. Já o controle é um sistema que verifica e corrige possíveis desvios existentes no rumo da produção. Seguindo esta definição, Erdmann (2000, p.31) divide as funções do PCP de maneira ampla e geral em:

- O que, como e quanto, dizem respeito a questões relativas a horizontes longos e, portanto, fazem parte do planejamento;
- Para o dia-a-dia, após redefinir-se quanto de cada produto deva ser obtido, estabelece-se quanto (precisamente a cada período), com que materiais, onde, por quem e quando acontecerá à elaboração dos mesmos e isto será competência da programação ou do controle, se entender essa função como integrante desta;
- Ao *controle*, no sentido restrito do termo, compete a verificação de todas as atividades e etapas, comparando o que for realizado com o que tiver sido projetado, adotando-se as medidas necessárias para que os rumos sejam mantidos.

Assim, de acordo com Erdmann (2000), cabe ao planejamento responder às seguintes questões:

- O que produzir? A resposta a essa pergunta pode vir de diferentes áreas dentro da empresa, desde a alta administração até o nível mais baixo, do chão de fábrica. Deve-se realizar assim o projeto do produto, que é a resposta à pergunta inicial de forma precisa e técnica;
- Como produzir? O PCP requer uma descrição do processo de produção do produto, o que significa detalhar ao máximo a seqüência de etapas necessárias à produção;
- Quanto produzir? Aqui se apresentam duas restrições na definição de uma resposta para essa pergunta. A primeira delas refere-se à capacidade produtiva da empresa, ou seja, o quanto à empresa tem condições de produzir dados seus recursos humanos, tecnológicos e financeiros. A segunda restrição relaciona-se ao mercado, isto é, à quantidade de itens que os clientes estão dispostos a comprar.

Na programação e no controle da produção, as perguntas o que e quanto produzir surgem novamente, mas desta vez relativas à produção em curto prazo. Adicionalmente a elas, o planejamento e o controle também procuram responder:

- Onde/por quem/com que materiais e que quantidade? Utilizando-se dos dados definidos na etapa do planejamento, a programação vai determinar a quantidade de produtos a serem fabricados, depois que todas as especificações do produto estiverem definidas. Determina-se também onde ocorrerão às operações, quais pessoas as realizarão e em que quantidades os materiais serão necessários;
- Quando/em que seqüência? A data de entrega dos produtos finais é que definirá a resposta a essa pergunta. A empresa vai definir o momento e a ordem de produção, porém sempre atenta aos prazos finais de entrega;

- O que resultou? Os programas estabelecidos anteriormente servirão como instrumentos de controle. Segundo Erdmann (2000, p. 34), “controlar implica em tomar informações sobre a produção, processá-las, adotando medidas corretivas no que for necessário, visando preservar quantidade, qualidade e custos adequados e programados”.

Baseado nestas respostas, Erdmann (2000) estruturou as etapas componentes das funções de planejamento da produção e de programação e controle da produção, conforme mostram os Quadros 1 e 2. Salienta-se que estas etapas serão detalhadas posteriormente.

Quadro 1 - Etapas do planejamento da produção

Projeto do produto: define exatamente o que vai ser produzido, detalhando o produto através de desenhos, especificação de dimensões e tolerâncias, características de acabamento, aparência, resistência, desempenho, consumo, cheiro, cor, comportamento, etc.

Projeto do processo: descreve, através do roteiro, como o produto será elaborado; trata-se de uma descrição de passos e respectivos recursos necessários, inclusive tempos de preparação e operação.

Definição de quantidades a produzir: dependem de dois fatores básicos, a demanda e a capacidade produtiva do sistema. A demanda pode ser estimada através de diversos métodos, qualitativos e quantitativos. A capacidade produtiva terá que ser determinada de acordo com o tipo de produção, o *mix* e sua dinâmica e disponibilidade dos recursos envolvidos.

Fonte: Erdmann (2000).

Quadro 2 - Etapas da programação e do controle da produção

Definição da necessidade de produtos finais: o ponto de partida da programação sempre será a quantificação de cada tipo a ser produzido e muitas vezes até quando os mesmo deverão estar disponíveis.

Cálculo das necessidades de material: é o cálculo dos correspondentes componentes, peças e matérias-primas; havendo datas para a entrega de produtos finais, cabe igualmente estipulá-las para os materiais.

Definição de prazos, capacidades e ajustes: a data de entrega de produtos finais implica em prazos para as etapas intermediárias e conseqüente necessidade de capacidades específicas; eventuais divergências requerem ajustes.

Liberação de ordens: após todos os procedimentos anteriores deve-se determinar que a produção tenha início e que o produto seja elaborado e isto se faz mediante as ordens de produção e certos critérios de liberação (ordenamento das tarefas, seqüenciamento).

Controle: é um procedimento de acompanhamento em que se verifica o que está acontecendo e se compara ao programado; as divergências ensejarão correções de rota.

Fonte: Erdmann (2000).

2.1.4.1 Planejamento da produção

De acordo com Erdmann (2000, p.48), o planejamento da produção “compõe-se de procedimentos que preparam e organizam informações que permitem a programação e o controle da produção”. A seguir são detalhadas as três etapas fundamentais do planejamento da produção: o projeto do produto, o projeto do processo e a definição de quantidades.

2.1.4.1.1 Projeto do produto

As empresas, de maneira geral, estão sempre buscando ser mais competitivas dentro do seu mercado de atuação. O desenvolvimento de novos produtos, ou mesmo o aperfeiçoamento de itens que já estão sendo comercializados, é uma das estratégias das empresas para atrair mais clientes, aumentando, assim, sua participação no mercado e, conseqüentemente, gerando mais lucro para a empresa. Oishi (*apud* ERDMANN, 2000, p. 48) corrobora essa premissa ao afirmar que “a necessidade de desenvolver novos produtos advém das mudanças do mercado, das inovações tecnológicas e da concorrência crescente em torno de produtos mais rentáveis”.

Surge desta maneira a primeira função do PCP, o projeto do produto. Para Erdmann (2000), um produto é o resultado de um sistema de produção, desenvolvido para ser oferecido aos consumidores e, assim, satisfazer suas necessidades e expectativas. Deste modo, o projeto de um produto tem início com a percepção de uma necessidade dos consumidores. A partir daí define-se um conceito e finaliza-se o projeto na tradução desse conceito em uma especificação de algo que possa ser produzido (SLACK *et al.*, 1997; MOREIRA, 1996).

Os produtos, em sua maioria, têm um ciclo de vida que pode ser dividido em cinco fases. A primeira fase é a introdução do produto no mercado, momento em que os consumidores começam a se familiarizar com o item. Por ser uma novidade, muitas vezes desconhecida pelos consumidores, a demanda inicial não é alta. Em seguida observa-se a fase de crescimento, quando o produto começa a se tornar conhecido. Este processo é auxiliado pela publicidade em torno do produto. A terceira fase é a maturidade, momento em que o produto já está bem integrado ao mercado e as vendas começam a se estabilizar. Em seguida vem a fase da saturação, em que pode ocorrer um declínio na demanda, sendo que as estratégias de venda concentram-se em tornar os preços mais competitivos. Finaliza-se com a fase de declínio, quando o produto não consegue mais competir em seu mercado, devendo ser substituído por outro ou ter seu projeto modificado radicalmente. É interessante observar que alguns produtos, como clipes de papel por exemplo, parecem nunca entrar na fase de declínio (MONKS, 1997; MOREIRA, 1996).

No projeto do produto podem ser identificadas algumas fases, iniciando-se na definição do conceito e finalizando com o projeto detalhado do produto.

A primeira fase seria a geração do conceito do novo produto. Há duas fontes principais que podem ser utilizadas na criação de um novo conceito de produto. A primeira delas seria uma consulta ao mercado, ou seja, as idéias para a geração de novos conceitos viriam de fontes externas à organização, tais como pesquisas de mercado encomendadas pela organização, sugestões dos clientes e, até mesmo, observações das ações dos concorrentes. A segunda fase seria uma estratégia de antecipação da demanda, que reflete a competência e a criatividade da organização. Desta maneira, as fontes de geração de idéias são normalmente internas, como, por exemplo, as idéias advindas de funcionários de vendas ou de linha de frente, que podem ter a percepção de uma necessidade dos clientes antes mesmo deles. Ou ainda sugestões dos departamentos de pesquisa e desenvolvimento das empresas, onde se está constantemente buscando soluções para problemas ou oportunidades específicas (SLACK *et al.*, 1997; ERDMANN, 2000).

A terceira fase no projeto do produto seria uma análise dos potenciais técnico e mercadológico do novo produto. Segundo Erdmann (2000), em relação às características tecnológicas do produto e às correspondentes exigências do sistema de produção, várias considerações devem ser feitas, como a tecnologia disponível para se fabricar os equipamentos necessários, a experiência prévia com o tipo de produto, o tempo de desenvolvimento do projeto, a flexibilidade para permitir alterações no projeto e o custo final do produto.

Além do potencial tecnológico deve ser analisado também o potencial mercadológico. Desta maneira, é necessário levar em conta aspectos como a aceitabilidade do produto no mercado, o ciclo de vida do produto, a capacidade do produto de gerar uma demanda que garanta o retorno financeiro do investimento do produto, a adequação do produto à política de marketing da empresa, dentre outros aspectos. Somente após passar pelo crivo dos setores de produção, de marketing e financeiro, um conceito inicial é aprovado, seguindo-se para a próxima fase, o projeto preliminar do produto (SLACK *et al.*, 1997; ERDMANN, 2000).

Para Moreira (1996), o projeto inicial deve resultar num produto que seja competitivo no mercado e ao mesmo tempo compatível com as capacidades operacionais da empresa. Três fatores podem ser apontados como balizadores dessa fase: os detalhes funcionais do produto, incluindo-se aí a parte física, detalhes de segurança, qualidade e necessidades de manutenção; as necessidades técnicas, incluindo a seleção de materiais e/ou peças, bem como os métodos de produção, sendo que essas necessidades técnicas surgem em função do detalhamento funcional do produto; e considerações de ordem econômica, uma vez que para que o preço do produto final não seja elevado desnecessariamente, devem ser eliminados custos supérfluos que não agregam valor ao produto final.

A análise econômica permanece presente, devendo se obter uma estimativa da demanda e do seu crescimento potencial, o que denota claramente que o projeto do produto não segue uma orientação seqüencial, e sim simultânea. Isso significa que qualquer uma das fases do desenvolvimento do projeto do produto pode e deve ser retomada a qualquer momento, no sentido de aprimorar o produto final (MOREIRA, 1996; ERDMANN, 2000).

A seguir ocorrem os testes de prototipagem, onde o produto é testado sob condições reais de operação, levando-se em conta o desempenho técnico e o desempenho de mercado. Verifica-se nessa fase se o produto atende, satisfatoriamente, às necessidades funcionais e de desempenho para as quais foi projetado (MOREIRA, 1996; ERDMANN, 2000).

Atinge-se, finalmente, a fase do projeto detalhado do produto, onde as especificações do produto são detalhadas ao máximo, incluindo as alterações realizadas após os testes de protótipos. Assim, o produto está pronto para a produção em escala comercial. A Figura 4 apresenta as fases existentes no desenvolvimento do projeto do produto.

Verifica-se através da Figura 4 que o projeto do processo, que seria a segunda etapa do planejamento da produção, é considerado durante o desenvolvimento do projeto do produto. O projeto do produto e do processo são etapas bastante integradas dentro do planejamento da produção. Desta maneira, os custos do projeto são diminuídos e a qualidade

dos produtos é aumentada, uma vez que vários fatores são considerados ao mesmo tempo no projeto, o que induz as equipes a trabalharem em sintonia e ao mesmo tempo, orientadas por objetivos e valores comuns (ERDMANN, 2000).

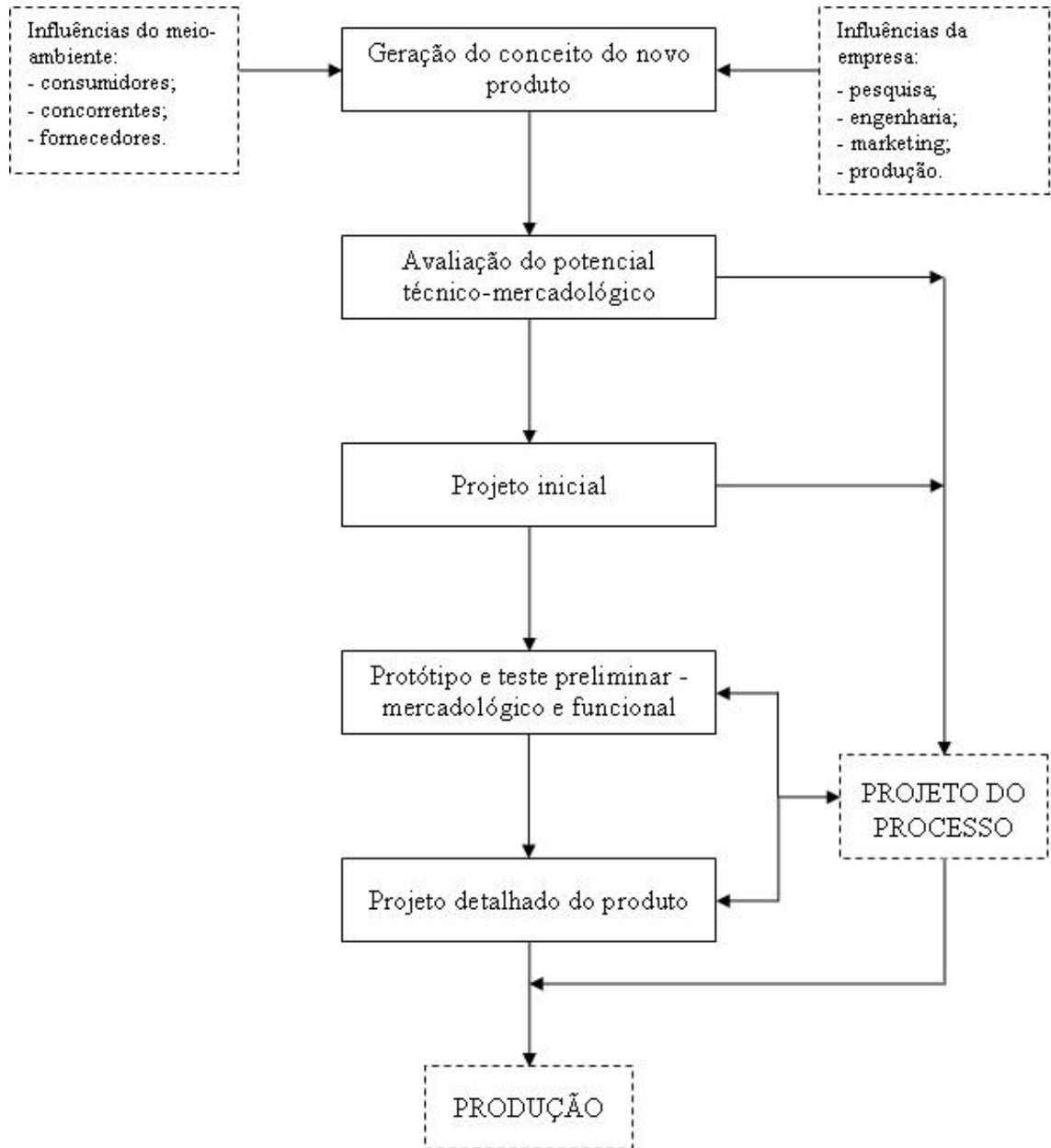


Figura 4 - Fases no desenvolvimento do projeto do produto
Fonte: Adaptado de Erdmann (2000).

2.1.4.1.2 Projeto do processo

Conforme define Russomano (1995, p.89), o projeto do processo é a atividade destinada a determinar “o melhor método de produção das peças, dos subconjuntos e das montagens dos vários produtos acabados que a fábrica produz”.

Zaccarelli (1979, p. 76) chama o projeto do processo de planejamento específico, definindo que o objetivo principal dessa atividade é estabelecer os detalhes de como o produto será processado. Segundo este autor, tem-se como resultado dessa atividade “uma descrição detalhada de todas as operações, máquinas e seções pelas quais o material em processamento terá que passar, indicando também as ferramentas, tempos de preparação e operativo, dispositivos necessários e, às vezes, o preço unitário”.

Slack *et al.* (1997) ressaltam que existem várias técnicas para se documentar processos. Porém, todas elas possuem em comum duas características básicas: mostram o fluxo de materiais ou pessoas ou informações através da operação produtiva e identificam as diferentes atividades que ocorrem durante o processo.

Para a realização de um bom projeto do processo, algumas condições se mostram essenciais, tais como um profundo conhecimento do produto em questão, a compreensão de conceitos básicos de controle de qualidade, a capacidade de idealizar operações mais econômicas e o conhecimento das possibilidades e limitações da mão-de-obra e dos equipamentos disponíveis (ZACCARELLI, 1979).

Para Slack *et al.* (1997), o projeto do processo pode ser decomposto em quatro fases principais: o projeto da rede, o arranjo físico e fluxo, a tecnologia de processo e o projeto do trabalho. Essas fases são intrinsecamente conectadas, conforme mostra a Figura 5.

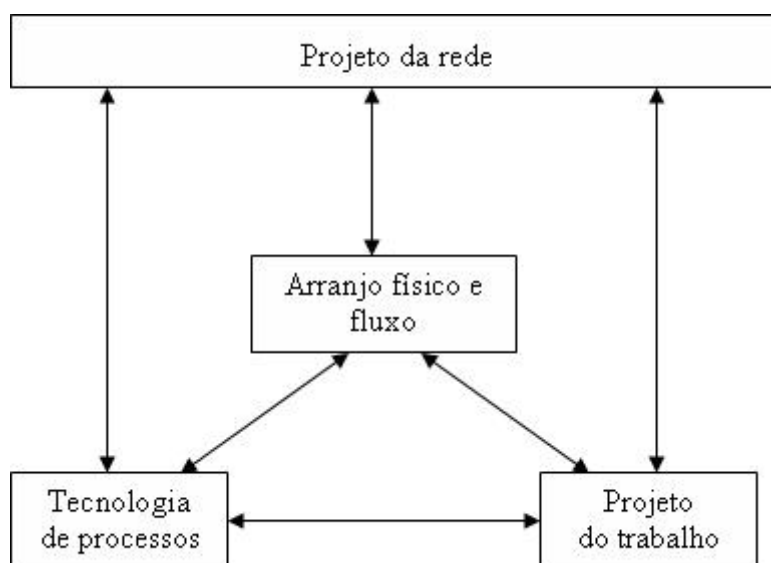


Figura 5 - Fases no desenvolvimento do projeto do processo
Fonte: Slack *et al.* (1997).

É possível afirmar que nenhum sistema produtivo existe isoladamente, uma vez que, é sabido que existe uma rede de fornecedores e clientes, configurando uma rede de suprimento total da operação. O projeto da rede refere-se ao desenho dos fluxos físicos e de informações dentro dessa rede de suprimentos. Nessa fase procura-se descrever as ligações e interações de toda a rede de operações, devendo-se identificar as ligações possíveis entre fornecedores e clientes, além da significância e relevância dessas ligações. Desta maneira obtêm-se vantagens competitivas como a compreensão de como é possível competir mais efetivamente, a identificação de elos significativos e o auxílio à organização em manter o foco na sua posição estratégica de longo prazo dentro da rede.

A fase arranjo físico e fluxo é a responsável pela definição da localização física dos recursos de transformação e por determinar a maneira segundo a qual os recursos transformados fluem através da operação. Desta maneira, responde pela localização das instalações e pelo posicionamento das máquinas, equipamentos e do pessoal de produção, determinando assim a forma e a aparência do sistema de produção.

O procedimento para se determinar o arranjo físico se inicia na seleção do tipo de processo, ou seja, se é um processo contínuo, por lotes ou ainda por projeto, conforme explicado no item 2.1.2. Em seguida deve-se escolher, em função do tipo de processo, a forma geral do arranjo de recursos produtivos da operação. A maior parte dos arranjos físicos são derivados de quatro tipos básicos: posicional, por processo, celular ou por produto.

O arranjo físico posicional é usado quando os materiais e pessoas transformados são, ou muito grandes, ou muito delicados, ou objetariam ser movidos, como por exemplo, a construção de uma rodovia.

O arranjo físico por processo é aquele que mantém todos os recursos similares da operação juntos, onde os recursos a serem transformados percorrem seus roteiros ao longo da operação de acordo com suas necessidades de processamento. É geralmente utilizado quando a variedade dos produtos é relativamente alta.

Já o arranjo físico celular é aquele em que os recursos necessários para uma classe particular de produtos são agrupados juntos de alguma forma. Por fim, o arranjo físico por produto é aquele em que os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica do roteiro de processamento para um dado tipo de produto, como, por exemplo, uma linha montadora de automóveis.

Por fim, deve-se detalhar o projeto do arranjo físico, onde se obtém como resultados:

- A localização física de todas as instalações, equipamentos, máquinas e pessoal que constituem os centros de trabalho da operação;
- O espaço a ser alocado a cada centro de trabalho;
- As tarefas que serão executadas por centro de trabalho (SLACK *et al.*, 1997, p. 223).

Durante todo o processo de seleção do arranjo físico devem ser levados em conta fatores como segurança, extensão, clareza do fluxo, conforto para a mão-de-obra, coordenação gerencial, uso da capacidade, acesso e flexibilidade em longo prazo.

Na fase de tecnologias de processo definem-se as máquinas, equipamentos e dispositivos que irão auxiliar a produção a transformar as entradas do sistema de forma a agregar valor e atingir os objetivos estratégicos da produção. Segundo Slack *et al.* (1997, p.282), todas as tecnologias de processo podem ser conceituadas em três dimensões:

- Grau de automação da tecnologia (isto é, quanto ela substitui trabalho humano por tecnologia);
- Escala de tecnologia (isto é, tamanho da capacidade da tecnologia);
- Grau de integração da tecnologia (isto é, quantas partes diferentes da tecnologia são conectadas umas com as outras).

As inovações nos processos trabalham com tecnologias como robótica, centros automatizados, sistemas flexíveis de manufatura, células integradas, redes informatizadas, sistemas de informações gerenciais, automação e computação.

A fase do projeto e organização do trabalho preocupa-se em

[...] decidir quais tarefas alocar para cada pessoa na organização, e em qual seqüência desempenhá-las, onde alocar o trabalho, quem mais estaria envolvido com ele, como as pessoas devem interagir com seu local de trabalho e seu imediato ambiente de trabalho, quanta autonomia será dada ao pessoal e quais habilidades deverão ser desenvolvidas no pessoal (SLACK *et al.*, p. 312).

As decisões tomadas em cada um desses aspectos citados anteriormente devem procurar definir trabalhos com altos níveis de interesse e segurança e que proporcionem uma qualidade de vida no trabalho razoável, alta produtividade, qualidade e flexibilidade.

O projeto do processo é uma atividade que deve sofrer revisões periódicas, uma vez que sempre existem possibilidades de se aprimorar os métodos de produção, considerando o desenvolvimento de novas tecnologias. Para tanto se deve verificar a viabilidade da alteração do processo, comparando-se os resultados do processo em vigor com os resultados do processo modificado (ERDMANN, 2000).

2.1.4.1.3 Definição de quantidades

A terceira etapa do planejamento da produção é a definição de quanto produzir. As decisões tomadas na programação da produção são fortemente fundamentadas nas quantidades definidas no planejamento da produção, vindo daí a importância dessa atividade. São duas as variáveis que limitam essa etapa. A primeira delas diz respeito à capacidade produtiva do sistema, variável interna à organização.

Para Erdmann (2000, p.65), a designação de capacidade produtiva refere-se às “quantidades máximas que podem ser produzidas de um bem ou serviço, numa unidade produtiva”. Slack *et al* (1997, p.346) dizem que capacidade é o “máximo nível de atividade que adiciona valor, em determinado período de tempo, que o processo pode realizar, sob condições normais de operação”. Segundo estes mesmos autores, o objetivo principal dessa atividade é conciliar, no nível geral e agregado, a existência de capacidade com o nível de demanda que deve ser satisfeita.

É possível identificar duas razões principais que mostram a importância do planejamento da capacidade. Primeiro, tem-se o fato de que as decisões sobre a capacidade têm um impacto potencial sobre a habilidade da empresa em atender a demanda futura, ou seja, a capacidade que for planejada vai limitar o atendimento possível de clientes (MOREIRA, 1996). A segunda razão diz respeito à relação entre capacidade e custos operacionais, uma vez que se aproximando a capacidade à demanda, não haverá excesso de custos (MOREIRA, 1996).

Neste contexto, Slack *et al.* (1997, p.345) acrescentam que “um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto o equilíbrio ‘errado’ pode ser potencialmente desastroso”. Assim sendo,

[...] as decisões sobre capacidade merecem muita atenção pelo seu caráter essencialmente estratégico, que se reflete no envolvimento de grandes somas de dinheiro, na imobilização forçada de recursos, nas dificuldades posteriores de mudança e nos grandes impactos sobre os custos de operação (MOREIRA, 1996, p.153).

Segundo Erdmann (2000), para se determinar a capacidade produtiva, é necessário levar em conta todos os fatores que possam restringi-la, tais como: a capacidade do equipamento selecionado e conseqüentes horas disponíveis para produção, instalações, *mix* de produtos, seqüência em que são executadas as ordens, disponibilidade e capacitação humana, recursos financeiros, insumos utilizados, além de fatores externos à empresa, como a qualidade exigida e a legislação vigente.

A quantificação da capacidade produtiva de uma unidade pode ser feita, conforme Moreira (1996), de duas maneiras principais. A primeira delas é realizada através da produção, medida mais fácil caso só exista um produto, uma vez que é impraticável misturar medidas, tais como metros e toneladas. Quando há a combinação de vários produtos, a dificuldade aumenta, exigindo soluções mais apuradas. A segunda maneira é realizada através dos insumos, utilizada mais freqüentemente na produção de serviços, uma vez que existe dificuldade em se identificar e mensurar o que seja a produção.

Por melhor que tenha sido planejada a capacidade do sistema, a unidade produtora estará sempre sujeita a flutuações na demanda. Diante destas oscilações, Slack *et al.* (1997) destacam três opções para lidar com essas variações. A primeira delas seria uma política de capacidade constante, ou seja, ignorar as flutuações e manter os níveis das atividades constantes. São adequadas para casos em que os produtos são itens não perecíveis, que podem ser estocados. Essa política tem algumas vantagens, como manter o nível de emprego estável, alta utilização do processo e, normalmente, alta produtividade com baixos custos unitários. Por outro lado, também se pode criar uma quantidade de estoque considerável, o que ocasionaria um forte impacto financeiro na organização.

Uma segunda opção seria a política de acompanhamento da demanda, isto é, ajustar a capacidade para refletir as flutuações da demanda, adotada normalmente por operações que não podem estocar sua produção, caso típico de empresas prestadoras de serviços ou de fabricantes de produtos perecíveis. Existem alguns métodos para ajustar a capacidade à demanda, como trabalhar com regime de horas-extras ou permitir que o sistema fique ocioso, variar o tamanho da força de trabalho, fazer uso da mão-de-obra em tempo parcial e ainda contratar funcionários temporariamente.

Uma terceira opção seria a política de gerenciar a demanda, ou seja, procurar ajustar a demanda à disponibilidade da capacidade. Essa política pode ser usada no caso de existir uma demanda estável e uniforme pelos produtos, permitindo que uma organização reduza custos e melhore o serviço. Desta maneira, a capacidade pode ser mais bem utilizada e o lucro potencial pode ser melhorado. O método mais utilizado para o gerenciamento da demanda é o controle através de variações no preço do produto.

A segunda variável limitante na definição do quanto produzir é a projeção de demanda por produtos finais, ou previsão de vendas futuras, variável externa à organização.

A projeção da demanda pode ser definida como “um processo racional de busca de informações acerca do valor das vendas futuras de um item ou de um conjunto de itens” (MOREIRA, 1996, p.317). É uma atividade crucial para o bom desempenho de uma empresa,

pois é necessário saber a quantidade de produtos que a empresa planeja vender no futuro, uma vez que esta expectativa é o ponto de partida, diretamente ou indiretamente, para praticamente todas as decisões a serem tomadas pela empresa.

Tubino (1997, p. 63) corrobora ao afirmar que a projeção de demanda “é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa”.

Apesar de ser normalmente elaborada pelos setores de marketing ou vendas, é uma atividade essencial para o sistema de PCP, pois é a principal informação empregada na elaboração de suas atividades e afeta de forma direta o desempenho das funções de planejamento e controle do sistema produtivo (TUBINO, 1997).

É importante deixar claro que não existe um modelo perfeito para a projeção da demanda, sendo que a única coisa que se pode procurar garantir é que o valor previsto seja sempre um valor aproximado da demanda real. Corrêa e Caon (2002) apontam quatro erros cometidos comumente no que se refere à projeção da demanda:

- Erro 01 das previsões: confundir previsões com metas e, um erro subsequente, considerar as metas como se fossem previsões;
- Erro 02 das previsões: gastar tempo e esforço discutindo se se “acerta” ou se “erra” nas previsões, quando o mais relevante é discutir “o quanto” se está errando e as formas de alterar processos envolvidos, de forma a reduzir esses “erros”;
- Erro 03 das previsões: levar em conta, nas previsões que servirão para apoiar decisões em operações, um número só. Previsões para operações devem ser consideradas com dois “números”: a previsão em si e uma estimativa de erro dessa previsão;
- Erro 04 das previsões: desistir ou não se esforçar o suficiente para melhorar os processos de previsão por não se conseguir “acertar” as previsões; em operações, não é necessário ter previsões perfeitas, mas previsões consistentemente melhores que as da concorrência.

A dinâmica de um modelo de previsão segue uma seqüência de etapas, assim descritas por Tubino (1997, p. 65):

Inicialmente, define-se o objetivo do modelo, com base no qual coletam-se e analisam-se os dados, seleciona-se a técnica de previsão mais apropriada, calcula-se a previsão de demanda e, como forma de *feedback*, monitoram-se e atualizam-se os parâmetros empregados no modelo por meio da análise do erro de previsão.

Existem vários métodos, qualitativos e quantitativos, para se realizar a projeção da demanda. Segundo Moreira (1996), dois fatores principais norteiam a aplicabilidade de um ou

outro método. O primeiro deles é a disponibilidade de dados, tempo e recursos. Existem alguns métodos mais sofisticados, normalmente envolvendo modelos matemáticos, que vão exigir, além de dados em grande quantidade, um conhecimento aprofundado desses modelos. O segundo fator é o horizonte de previsão, uma vez que há métodos mais apropriados para previsões em curto e médio prazo e outros mais apropriados a previsões em longo prazo.

Os autores classificam os métodos de previsão da demanda de maneira similar, havendo poucas diferenças entre eles nessa classificação. Monks (1987) agrupa os métodos em qualitativos e quantitativos. Os métodos qualitativos levam em conta as opiniões, discernimentos e a própria experiência de pessoas ligadas, geralmente, às atividades de vendas e produção. Já os métodos quantitativos podem ser de dois tipos: séries temporais, baseadas em observações de uma variável em relação ao tempo, e associativos, que utilizam técnicas estatísticas de correlação e regressão bem como técnicas de econometria.

O Quadro 3 apresenta o resumo de alguns dos métodos de previsão mais comumente utilizados.

Quadro 3 - Resumo dos métodos de previsão

Método	Descrição	Horizonte de tempo	Custo relativo
<i>Opinião e juízo (qualitativa)</i>			
Equipes de vendas compostas	Os cálculos dos vendedores de campo são agregados.	CP-MP	B-M
Opinião dos executivos	Os gerentes de marketing, finanças e produção preparam uma descrição conjunta.	CP-LP	B-M
Gerência de linha de produto e vendas de campo	Cálculos independentes dos vendedores regionais são reconciliados com as projeções nacionais dos gerentes da linha de produto da matriz.	MP	M
Analogia histórica	Previsão pela comparação com produto idêntico introduzido previamente.	CP-MP-LP	B-M
Delphi	Receber resposta de peritos a uma série de perguntas (de modo anônimo) e revisar cálculos.	LP	M-A
Pesquisa de mercado	Questionários e reuniões são usados para dados sobre o comportamento antecipado do consumidor.	MP-LP	A

<i>Série de tempo (quantitativa)</i>			
Ingênua	Usa a regra simples de que a previsão iguala o último valor ou o último acrescido de um fator de correção.	CP	B
Média móvel	A previsão é simplesmente a média dos n períodos mais recentes.	CP	B
Projeção de tendência	A previsão é linear, exponencial, ou outra projeção de tendência passada.	MP-LP	B
Decomposição	A série de tempo é dividida em componentes de tendência, periódicos, cíclicos e aleatórios.	CP-MP-LP	B
Ajuste exponencial	A previsão é uma média móvel ponderada exponencialmente, onde os dados mais recentes têm maior peso.	CP	B
Box-Jenkins	Um modelo de regressão de série de tempo é proposto, testado estatisticamente, modificado e novamente testado até ficar satisfatório.	MP-LP	M-A
<i>Associativo (quantitativa)</i>			
Regressão e correlação	Usa uma ou mais variáveis associadas para prever via uma equação de mínimos quadrados (regressão) ou via uma íntima associação (correlação) com uma variável explicativa.	CP-MP	M-A
Econométrica	Usa uma solução simultânea de regressões múltiplas (equações) que se referem a uma ampla gama de atividades econômicas.	CP-MP-LP	A

Legenda: CP = curto prazo; MP = médio prazo; LP = longo prazo; B = baixo; M = médio; A = alto.

Fonte: Adaptado de Monks (1987).

2.1.4.2 Programação e controle da produção

A segunda etapa do PCP, a programação e o controle da produção, parte das decisões tomadas na etapa anterior, baseando suas ações nas orientações do projeto do produto e do processo e nas determinações das quantidades a produzir.

Conforme definição de Erdmann (2000, p.105), a programação e o controle da produção é a etapa do PCP responsável por “estabelecer antecipadamente as atividades de produção e fundamenta-se em determinados princípios, que são operacionalizados através de diferentes técnicas”. O controle é a atividade responsável por acompanhar a produção, colhendo informações do sistema, as quais irão subsidiar correções de eventuais desvios de rota.

Na etapa do planejamento da produção, a definição das quantidades a produzir é feita de forma agregada, ou seja, por linha de produtos. A programação e o controle trabalham com um horizonte de curto prazo, aproximando-se, assim, das atividades ligadas às operações realizadas no nível de chão de fábrica, necessitando, desta maneira, de maior detalhamento (TUBINO, 1997). Portanto, a demanda deve ser desagregada, determinando-se, exatamente, a quantidade a fabricar de cada produto.

A programação e o controle da produção, de acordo com a interpretação de Erdmann (2000), deverá realizar as seguintes etapas:

- Definir as quantidades a serem produzidas;
- Calcular as quantidades e as datas em que os materiais serão necessários;
- Determinar as datas em que cada etapa deverá acontecer e as respectivas capacidades demandadas, ajustando carga e capacidade entre si;
- Emitir/liberar/seqüenciar/destinar as ordens;
- Controlar a produção.

A definição das quantidades a produzir, também chamada de número de produtos finais, é decorrente da adição de pedidos a serem atendidos, da consideração da capacidade disponível ou ainda de metas estabelecidas pela organização (ERDMANN, 2000).

O cálculo das necessidades de material é a etapa responsável por calcular, a partir da definição do número de produtos finais, quais serão os materiais necessários para viabilizar a produção. Aqui, a dimensão tempo também se faz presente, para que não haja comprometimento financeiro antes do momento requerido (STRUMIELLO, 1999).

A etapa de definição de datas e capacidades é realizada a partir das informações obtidas anteriormente. Assim, são definidos datas e tempos de duração das operações nos diferentes postos de trabalho, podendo-se estabelecer os tempos de duração das operações para os vários e diferentes pedidos de produção (STRUMIELLO, 1999).

A liberação das ordens pode ser responsável pela indicação ou determinação de que uma operação aconteça ou também ser responsável por alocar ordens a uma máquina ou centro de trabalho. Geralmente, é orientada por regras de seqüenciamento (ERDMANN, 2000).

Por fim, na etapa de controle é verificado se a produção está seguindo o curso programado. Pode assumir a forma de verificador de quantidades fabricadas, de qualidade e de custos, utilizando para isso os instrumentos elaborados durante a programação.

A atividade de programação e controle pode ser operacionalizada através de diferentes orientações, sendo que há a possibilidade de combinação de diferentes formas, objetivando um melhor resultado. Erdmann (2000) aponta formas básicas de se realizar a programação e o controle:

- Orientada por períodos de tempo: é determinada a quantidade de produtos finais de cada período e, conseqüentemente, as quantidades de materiais necessários e a capacidade produtiva em cada intervalo;
- Por tamanhos de lote: o número de produtos finais é pré-estabelecido, sendo as necessidades de materiais dependentes do lote e as datas condicionadas aos tempos de processo e disponibilidade de recursos;
- Para manutenção de estoques: busca-se um estoque regulador, mínimo ou tendendo a zero. Para tanto, trabalha-se com pequenos lotes de tamanho constante ou com lotes variáveis, procurando o alcance do nível desejado;
- Para carga de máquina: busca a utilização mais intensa dos recursos de produção (maquinário, equipamentos, ferramentas, equipes de trabalho). A quantidade de produtos finais é conseqüência da capacidade produtiva disponível nas datas e prazos especificados;
- Para elaboração de um produto especial: as datas e prazos são determinados pelas características do processo. A disponibilidade de recursos vem em segundo plano, sendo decorrente dos tempos de processo;
- Para atendimento de um cliente ou de um lote específico: segue de maneira similar os procedimentos dispensados aos produtos especiais, porém permitindo uma composição mais equilibrada entre interesses do cliente, disponibilidade de máquinas e de mão-de-obra;
- A partir do cálculo de recursos necessários: são essencialmente procedimentos visando determinar a quantidade de recursos (matérias-primas, componentes, tempo de máquina ou de equipes de trabalho), visando atender a montagem ou produção de uma quantidade pré-definida de produtos finais.

Para Erdmann (2000, p.109), “o meio em que a empresa está inserida certamente delineará a melhor maneira de conduzir a programação”. Assim, as soluções vão variar de empresa para empresa, sendo que as ações tomadas serão baseadas em combinações entre as

diferentes formas básicas de programação e controle, levando-se em conta as particularidades de cada organização.

O próximo item apresenta, sinteticamente, algumas das principais técnicas para se programar e controlar a produção, decorrentes das formas básicas já apresentadas.

2.1.4.3 Técnicas de programação e controle da produção

2.1.4.3.1 Técnica do produto

Esta técnica destina-se a atender clientes específicos, sendo que os produtos são geralmente feitos uma única vez. Para Zaccarelli (1979), esta técnica é aplicável nos casos em que se deve fixar um regime de produção especialmente para atender à realização não repetitiva de um produto ou de um lote de produtos, ou ainda quando o produto em questão requer um grande número de tarefas para sua fabricação. Assim, normalmente se trabalha com “produtos grandes, complexos, de valor elevado e que dependem de várias etapas inter-relacionadas para serem obtidos” (ERDMANN, 2000, p.119).

A técnica é operacionalizada através dos métodos de caminho crítico, nomeados *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) e *Critical Path Method* (CPM), ou ainda por gráficos tipo Gantt. Os métodos de caminho crítico evidenciam qual o caminho mais demorado no processo, focando as atenções nesse caminho, o chamado caminho crítico, uma vez que qualquer atraso aí causará um atraso na data de entrega do projeto (STRUMIELLO, 1999).

O gráfico de Gantt é um gráfico sobre o qual se fará a distribuição dos trabalhos programados. Constitui-se de um instrumento de programação e também de controle. Assim, sua função principal é elucidar as operações, facilitando, desta maneira, a programação das atividades, o que o torna adequado para operacionalizar a técnica do produto (ERDMANN, 2000).

O Quadro 4 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 4 - Quadro comparativo - técnica do produto

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
--------------------------------	---

1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	Normalmente há um único produto final e que é o ponto de partida para a programação.
2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	Esta técnica não determina quantidades de material, apenas interliga as etapas pertinentes ao processo.
3. Definição de datas e capacidades	As datas são claramente definidas; este é o ponto central da técnica. As capacidades são consideradas adequadas em princípio e não são alvos da técnica.
4. Liberação das ordens	A rede informa claramente o início e o fim de cada operação; porém, a liberação constitui-se em um passo além da técnica.
5. Controle	Produtos especiais sempre têm o seu cronograma acompanhado com muita proximidade; as redes se constituem em bons guias para esta finalidade.

Fonte: Erdmann (2000).

2.1.4.3.2 Técnica da carga

Segundo Erdmann (2000, p.124), “a programação pela carga parte do princípio de que devem ser elaborados os produtos que permitam uma melhor distribuição de carga, ou melhor, utilização da capacidade disponível”. Desta maneira, a preocupação principal é utilizar, da forma mais intensa possível, os recursos de produção disponíveis.

Para Zaccarelli (1979), o uso dessa técnica é aplicável em situações em que se tem a demanda por produtos muito diversificados, fabricados em grande número, sob encomenda e utilizando os mesmos recursos produtivos, ou quando se tem produção para reposição de estoque, baseada na análise de quais itens utilizarão toda a capacidade dos recursos produtivos disponíveis.

O Quadro 5 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 5 - Quadro comparativo - técnica da carga

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	O número de produtos a serem fabricados deve ser fornecido; caso a quantidade a ser fabricada exceda a capacidade, a técnica fornecerá o alerta.

2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	As necessidades de material também são dados de entrada; neste tipo de programação haverá tão-somente a alocação da demanda de produção aos recursos.
3. Definição de datas e capacidades	A capacidade (geralmente expressa em número de horas) é conhecida e a distribuição das ordens de produção aos recursos determinará as datas; esta etapa é a essência deste tipo de técnica.
4. Liberação das ordens	A liberação é uma decorrência natural da etapa anterior.
5. Controle	Os controles podem basear-se na verificação das datas e quantidades concluídas e sua comparação com a carga programada.

Fonte: Erdmann (2000).

2.1.4.3.3 Programação para a manutenção de estoques

Esse tipo de programação consiste em produzir para repor determinado nível de estocagem, considerado adequado para determinada situação. Busca-se também uniformizar o nível dos estoques. Alguns parâmetros devem ser observados para esse tipo de programação (ERDMANN, 2000):

- Necessita-se ter constância de produto;
- O sistema é usualmente utilizado na produção de itens que alimentam linhas de produção principais;
- O valor unitário dos produtos geralmente é pequeno;
- A demanda pelo item deve ser razoavelmente constante;
- O nível de estoque adotado é relacionado à demanda e à capacidade de reação do sistema de produção a uma variação nesta demanda.

Na técnica do estoque mínimo parte-se do princípio de que todas as partes utilizadas no processo produtivo são mantidas em estoque. A operacionalização da técnica inicia-se com a determinação do nível mínimo de estoque e com a definição do tamanho de lote econômico de compra ou fabricação. A programação ocorre quando os níveis de estoque estiverem abaixo do mínimo estabelecido, e a produção fabrica a quantidade definida pelo lote econômico (STRUMIELLO, 1999).

O Quadro 6 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 6 - Quadro comparativo - técnica do estoque mínimo

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	O número de produtos finais é um dado de entrada; os pedidos são convertidos em ordens de produção que acionarão a última etapa do processo e a partir desta, as anteriores.
2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	A técnica determinará automaticamente as necessidades de material, porém, na medida e momento em que forem necessários, e não antecipadamente.
3. Definição de datas e capacidades	A data de fornecimento do produto final será imediata; as demais datas (intermediárias) não são precisadas a priori, pois o sistema se auto-regula na medida em que o nível dos estoques assim determinar. A capacidade do sistema estará adequada aos níveis de estoque, lotes de processamento e demanda prevista ou vice-versa.
4. Liberação das ordens	A variação do estoque para abaixo do nível mínimo implicará na liberação automática da ordem.
5. Controle	O controle existente é o dos níveis de estoque para que não caiam abaixo do mínimo; o número de produtos finais produzidos requererá um controle suplementar.

Fonte: Erdmann (2000).

Já a técnica do estoque base tem como princípio a operação com estoques em vários pontos ao longo do processo, em níveis que permitem abastecer os postos de trabalho subseqüentes por um período futuro. Os estoques utilizados são altos, visando oferecer à produção uma boa margem de segurança contra eventuais problemas de produção (ERDMANN, 2000).

Esta técnica é aplicada em casos em que os produtos não sofrem alterações por longos períodos de tempo. A produção é vinculada a períodos de tempo, sendo que os estoques dos diversos itens serão os mesmos a cada final de período. As atividades são assim programadas para terem início no começo de determinado período e são finalizadas em um momento específico (ERDMANN, 2000).

O Quadro 7 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 7 - Quadro comparativo - técnica do estoque base

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	A técnica requer uma previsão, mesmo que aproximada, como dado de entrada, ou então a consideração de demandas passadas.
2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	As necessidades de material são calculadas a partir da estrutura do produto.
3. Definição de datas e capacidades	A definição de datas resume-se ao fato de que as ações programadas devem ser sempre realizadas dentro do período estabelecido.
4. Liberação das ordens	Ocorre sempre no início do período considerado.
5. Controle	Todas as quantidades deverão ser controladas ao final de cada período e deverão ser iguais ao estoque de referência (estoque base).

Fonte: Erdmann (2000).

A grande vantagem da programação para manutenção de estoques é de que não há necessidade de grandes procedimentos de programação, sendo que as decisões ficam restritas ao nível operacional, ocorrendo de forma automática (ERDMANN, 2000).

2.1.4.3.4 Técnica do período-padrão

Segundo Erdmann (2000), um dos princípios mais conhecidos de se programar a produção é baseado em intervalos de tempo. Assim como o sistema do estoque-base, as atividades são programadas para terem início no começo de determinado período e são finalizadas em um momento específico.

A diferença é que este sistema utiliza a previsão de vendas para vários períodos futuros, enquanto que o estoque base não requer previsão ou a utiliza apenas para o próximo período (ZACCARELLI, 1979). A partir das previsões, o plano de fabricação das quantidades de produtos finais, em cada período futuro, é elaborado, sendo que os estoques acumulados em cada posto devem ser totalmente utilizados no período seguinte (STRUMIELLO, 1999).

A sua aplicação é voltada para situações em que não há freqüente alteração na produção, como é o caso da produção intermitente, repetitiva e com linhas de produção que operam com lotes pequenos (ERDMANN, 2000).

O Quadro 8 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 8 - Quadro comparativo - técnica do período padrão

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	A técnica, propriamente, não faz o cálculo da quantidade de produtos finais, a menos que venha associado algum procedimento suplementar.
2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	As necessidades secundárias são determinadas por módulos acessórios, integrados à técnica, e a partir da estrutura do produto.
3. Definição de datas e capacidades	As datas estão associadas aos períodos de tempo ou datas-limites que servem de referência; a delimitação de prazos faz parte da técnica e pode ser menos ou mais precisa. As capacidades são tratadas por recursos paralelos (como o módulo CRP, Associado ao MRP II, por exemplo).
4. Liberação das ordens	A liberação decorre diretamente da programação.
5. Controle	O controle é uma etapa posterior, que utiliza os dados estabelecidos pela programação.

Fonte: Erdmann (2000).

2.1.4.3.5 Técnica do lote padrão

Na programação por lotes as atividades são realizadas de forma a atender a demanda futura definida pelos clientes, ou de conveniências e imposições do processo. O sistema depende, portanto do estabelecimento de um plano de produção para cada produto final e da transformação deste em planos de produção e de compra dos insumos necessários à produção do item em questão (ZACCARELLI, 1979).

Segundo Erdmann (2000, p.146), esse sistema facilita a programação “na medida em que os tempos de cada etapa são determinados em função do tamanho do lote, havendo então um ordenamento que pode ser representado por um gráfico de montagem”. Para Zaccarelli (1979), as empresas que obtêm maiores vantagens pelo uso deste sistema são aquelas que têm possibilidade de conseguir maior economia de escala.

O Quadro 9 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 9 - Quadro comparativo - técnica do lote padrão

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	A necessidade de produtos finais está definida pelo lote, e a quantidade de lotes deve atender à programação previamente estabelecida.
2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	Os materiais necessários são conhecidos porque se trabalha com lotes, assim como as datas em que são necessários (no caso do lote-padrão), pois os processos estarão determinados.
3. Definição de datas e capacidades	As datas dependem das quantidades. Em caso de lotes-padrão sabe-se com precisão o tempo necessário de cada recurso de produção.
4. Liberação das ordens	A liberação é decorrência das datas determinadas; a técnica oferece as informações necessárias à liberação.
5. Controle	As quantidades e datas programadas são o instrumental necessário ao controle.

Fonte: Erdmann (2000).

2.1.4.3.6 Técnica do OPT

OPT é a sigla para *Optimized Production Technology*, uma técnica de programação e controle da produção baseada na teoria das restrições. É fundamentado no uso de um *software*, e prega que o objetivo essencial das organizações é obter lucro. A manufatura deve contribuir no alcance deste objetivo através de três elementos: fluxo de materiais, estoques e despesas operacionais. É necessário que, no nível de chão de fábrica, o fluxo seja aumentado ao mesmo tempo em que são reduzidos os estoques e as despesas operacionais (CORRÊA e GIANESI, 1993). Conforme a abordagem do OPT:

- Fluxo: é a taxa segundo a qual o sistema gera dinheiro através da venda de seus produtos. Deve-se notar que o fluxo refere-se ao fluxo de produtos vendidos. Os produtos feitos, mas não vendidos ainda são classificados como estoques;
- Estoque: quantificado pelo dinheiro que a empresa empregou nos bens que pretende vender. Refere-se ao valor apenas das matérias-primas envolvidas. Não se inclui o 'valor adicionado' ou o 'conteúdo do trabalho'. O tradicional 'valor adicionado' pelo trabalho se inclui nas despesas operacionais;
- Despesas operacionais: o dinheiro que o sistema gasta para transformar estoque em fluxo (CORRÊA e GIANESI, 1993, p.144).

O fundamento básico do OPT é orientar-se pelo chamado gargalo. Gargalo é um ponto do sistema produtivo que limita o fluxo de itens no sistema, podendo estar associado às máquinas, transporte, espaço, mão-de-obra e até mesmo ao mercado. São os recursos que, mesmo utilizados em 100% de sua capacidade, não conseguem produzir o suficiente para manter o recurso sucessivo trabalhando, bem como absorver os produtos do recurso anterior (TUBINO, 1997; ERDMANN, 2000). Os recursos não-gargalo seriam os demais recursos do processo produtivo do sistema, com disponibilidade para produzir além do exigido pelo gargalo.

De acordo com Erdmann (2000), o OPT procura proteger o recurso gargalo, antepondo um pequeno estoque e fazendo a programação deste ponto para trás e também para frente. A partir da constatação da existência desses dois tipos de recurso no sistema, gargalos e não-gargalos, e da definição da relação entre fluxo, estoques e despesas operacionais, Corrêa e Giancesi (1993) enunciam alguns princípios que regem a técnica do OPT:

- Deve-se balancear o fluxo, e não a capacidade. No OPT a ênfase é dada ao fluxo de materiais e não à capacidade dos recursos. Assim, os gargalos no sistema devem ser identificados, pois são estes os recursos limitantes do fluxo do sistema como um todo;
- A utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema (por exemplo, um gargalo);
- A utilização e a ativação de um recurso não são sinônimas. Utilizar um recurso significa que a quantidade produzida será processada à mesma velocidade nos outros recursos, enquanto ativar um recurso implica em fazê-lo funcionar em velocidade maior que os demais recursos, gerando assim estoques indesejáveis;
- Uma hora ganha em um recurso gargalo é uma hora ganha para o sistema global, uma vez que só um aumento na capacidade de um gargalo é capaz de aumentar a capacidade do sistema como um todo;
- Em contrapartida ao ponto anterior, uma hora ganha num recurso não-gargalo não é nada, é só uma miragem, pois isto não vai aumentar de fato a capacidade do sistema como um todo;
- O lote de transferência pode não ser e, freqüentemente, não deveria ser, igual ao lote de processamento. O lote de processamento é aquele lote que vai ser processado num recurso antes que este seja preparado para um novo processamento, enquanto um lote de transferência é sempre uma fração do lote de processamento, é o tamanho de lote que será transferido para uma próxima operação. Assim, quantidades de material

processado podem ser transferidas para uma operação seguinte mesmo antes que todo o material deste lote tenha sido processado;

- O lote de processamento deve ser variável e não fixo, uma vez que é uma função da situação da fábrica e pode variar de operação para operação;
- Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques, uma vez que estes serão dimensionados e localizados antes de recursos gargalo, de modo que qualquer atraso não repercuta em parada do gargalo por falta de material;
- A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não seqüencialmente, uma vez que os *lead-times* são resultados da programação e não podem ser assumidos a priori.

Conforme o já mencionado, o OPT é baseado em um *software* e daí advém as principais limitações desta técnica. A tomada de decisões é realizada de maneira centralizada, deixando pouco espaço de manobra para os operadores no chão de fábrica. Além disso, é um *software* proprietário, e por isso não é barato. Além disso, a organização que decidir adotar o OPT como técnica de programação e controle, deve estar ciente de que estará concordando em se tornar dependente de um fornecedor (CORRÊA; GIANESI, 1993).

O Quadro 10 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 10 - Quadro comparativo - técnica do OPT

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	O número de produtos é dado por uma programação anterior e é limitado pelo gargalo.
2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	Esta técnica depende de um programa específico para calcular os materiais necessários às quantidades programadas na etapa anterior.
3. Definição de datas e capacidades	A capacidade de referência é dada pelo gargalo; as demais são importantes apenas para cálculo de prazos e do <i>lead-time</i> .
4. Liberação das ordens	Os prazos calculados subsidiam a liberação, orientando-o quanto ao início das operações.

5. Controle	O controle de quantidades pode centrar-se no recurso gargalo; os tempos deverão também levar em consideração os demais recursos.
-------------	--

Fonte: Erdmann (2000).

2.1.4.3.7 Técnica do MRP

O *Material Requirements Planning* (MRP), ou cálculo das necessidades de materiais, é uma técnica de programação baseada no cálculo de recursos necessários à produção, que objetiva “o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos dos clientes com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de itens componentes para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias” (CORRÊA; GIANESI, 1993, p.104).

Segundo Corrêa e Gianesi (1993, p.106), a operacionalização do MRP é realizada através dos seguintes aspectos:

- Parte-se das necessidades de entrega dos produtos finais (quantidades e datas);
- Calculam-se para trás, no tempo, as datas em que as etapas do processo de produção devem começar e acabar;
- Determinam-se os recursos, e respectivas quantidades, necessários para que se execute cada etapa.

Na utilização desta técnica, é importante ter em mente dois conceitos fundamentais: os conceitos de itens de demanda independente e de itens de demanda dependente. Basicamente, itens de demanda independente são aqueles cuja demanda não depende da demanda de nenhum outro item, tipicamente um produto final, por exemplo. Já os itens de demanda dependente são aqueles cuja demanda depende da demanda de algum outro item (CORRÊA; GIANESI, 1993).

A lógica de utilização do cálculo de necessidades partiu da constatação desta diferença básica entre esses dois tipos de itens. Enquanto a demanda dos itens independentes deve ser prevista com base nas características do mercado consumidor, a demanda dos itens dependentes é calculada com base na demanda dos itens independentes (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Desta maneira, a técnica trabalha apoiada no uso de *softwares*, através de dois registros básicos. O primeiro deles seria o chamado planejamento-mestre da produção (MPS), que seria um plano para a produção de itens produtos finais, período a período, construído a partir da previsão de demanda realizada pela empresa. Ressalta-se que, para Corrêa e Gianesi

(1993), este é o elo básico de comunicação entre os níveis mais agregados de planejamento com a produção.

Tendo sido construído o MPS, parte-se para a elaboração do MRP, que também se baseia num registro básico que representa a posição e os planos com respeito à produção e estoques de cada item, seja ele um item de matéria-prima, semi-acabado ou acabado, ao longo do tempo. Destacam-se, aqui, os elementos básicos que compõem esse registro (CORRÊA; GIANESI, 1993):

- O período indica os tempos que o MRP vai considerar para o planejamento sendo que este período de tempo é variável, podendo ser utilizados dias, semanas ou até meses;
- As necessidades brutas são as quantidades que representam a utilização futura ou demanda do item em questão durante cada período;
- Os recebimentos programados indicam as ordens já confirmadas de recebimento de itens para reposição de estoque, que acontece no início de cada período;
- O estoque projetado disponível indica os níveis de estoque projetados ao final de cada período;
- O plano de liberação de ordens indica a quantidade de ordens planejadas a serem liberadas no início de cada período;
- O tempo de ressuprimento, ou *lead-time*, é o tempo que decorre entre a liberação de uma ordem e a completa disponibilidade do material correspondente para utilização;
- O tamanho do lote, idealmente, indica que as ordens colocadas seriam do tamanho exato necessário, nem mais nem menos. Aqui, porém, as empresas podem optar por variar o tamanho destes lotes para fazer frente a eventuais custos fixos em relação à quantidade produzida.

A Figura 6 mostra um exemplo de um registro básico do MRP.

Período	1	2	3	4	5
Necessidades brutas					
Recebimentos programados					
Estoque projetado disponível					
Plano de liberação de ordens					
Tempo de ressuprimento = X períodos					
Tamanho do lote = Y					

Figura 6 - Registro básico do MRP

Fonte: Adaptado de Corrêa e Gianesi (1993).

Com a popularização da técnica do MRP, percebeu-se que os conceitos utilizados poderiam ser estendidos ao cálculo das necessidades dos demais recursos da manufatura.

Surgiu, assim, o MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), ou planejamento dos recursos da manufatura.

O MRP II é, desta maneira, uma evolução do MRP, diferenciando-se fundamentalmente pela inclusão de um módulo de cálculo de capacidade, o *Capacity Requirements Planning* (CRP), ou planejamento das necessidades de capacidade. Este módulo leva em consideração os dados de processo, tais como etapas, recursos utilizados e tempos, os quais, associados às quantidades de produto, levam à determinação do tempo total requerido de cada recurso, seja ele uma máquina, uma instalação ou mão-de-obra (ERDMANN, 2000).

As principais limitações desta técnica apontadas por Corrêa e Gianesi (1993) são a necessidade de um ambiente computadorizado, o alto custo, a complexidade e a dificuldade de adaptação dos *softwares* à realidade da empresa. A técnica, todavia, coloca em disponibilidade um grande número de informações, que se aproveitadas de forma sistemática, podem trazer grandes benefícios para a organização.

O Quadro 11 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 11 - Quadro comparativo - técnica do MRP

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	O número de produtos a serem fabricados será, normalmente, um dado de entrada; pode, no entanto, ser calculado pelo sistema.
2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	O cálculo de necessidades de material constitui-se no ponto principal da técnica.
3. Definição de datas e capacidades	A capacidade necessária é calculada (pelo CRP) a partir das quantidades de produto final; as datas de término de cada etapa são informadas pelo sistema.
4. Liberação das ordens	O sistema pode fazer a liberação; é uma decorrência natural da etapa anterior.
5. Controle	Os controles podem basear-se na verificação das datas e quantidades concluídas e sua comparação com a carga programada.

Fonte: Erdmann (2000).

2.1.4.3.8 Técnica Kanban

O sistema *kanban* é uma técnica de programação e controle da produção projetado para ser usado dentro do contexto mais amplo da filosofia *just in time*. Está associado à adaptação japonesa do sistema de reposição de itens existentes nos supermercados americanos. Nesse sistema busca-se movimentar e fornecer os itens dentro da produção apenas nas quantidades necessárias e no momento necessário (TUBINO, 1997).

Nas técnicas tradicionais de programação e controle da produção, um programa completo é elaborado para atender a uma necessidade de produtos finais para determinado período. Posteriormente, é realizado um novo programa de produção, em função dos estoques remanescentes do período anterior.

A operacionalização do sistema *kanban* é diferente. Nesse sistema, não se produz nada até que o cliente de um processo solicite a produção de determinado item. Assim sendo, um dos principais objetivos dessa técnica é permitir contínuos melhoramentos através da redução de estoques (TUBINO, 1997; ERDMANN, 2000).

Os dois principais componentes de operacionalização da técnica são os cartões *kanban* e o painel porta-*kanban*. Os cartões são elementos sinalizadores (móveis), que contém informações sobre a especificação do produto e quantidades a serem produzidas ou transportadas. Os painéis, localizados próximos aos locais onde são depositados os materiais transportados ou produzidos, têm a finalidade de sinalizar o fluxo de movimentação e consumo dos itens, operação esta baseada na fixação dos cartões *kanban* nestes painéis. Estes pontos de armazenagem são chamados de supermercados de itens (TUBINO, 1997; ERDMANN, 2000).

Tubino (1997) aponta como grande vantagem dessa técnica a simplificação das atividades de programação e controle dos processos, delegando essas atividades aos funcionários no chão de fábrica.

O Quadro 12 apresenta o desempenho desta técnica em relação a cada uma das funções da programação e do controle.

Quadro 12 - Quadro comparativo - técnica *kanban*

Função da programação/controle	Desempenho da técnica quanto à função considerada
--------------------------------	---

1. Definição das necessidades primárias (quantidade de produtos finais)	Os produtos finais necessários não são, em geral, previstos; o sistema como um todo, porém, é dimensionado conforme a demanda, sua estabilidade e a capacidade de reação da produção; a chegada dos pedidos desencadeia a produção.
2. Determinação de necessidades secundárias (necessidades de material)	Os materiais são requisitados na medida em que o processo produtivo é acionado pelos pedidos, conforme etapa anterior.
3. Definição de datas e capacidades	Os produtos finais devem, normalmente, estar disponíveis no ato em que são pedidos; as datas intermediárias são determinadas de acordo com a necessidade das etapas imediatamente anteriores. O equilíbrio de fluxo é dado pelos cartões (<i>kanbans</i>) em uso. A capacidade do sistema estará adaptada a um certo nível de demanda previsto.
4. Liberação das ordens	A liberação será sempre imediata (mediante a movimentação do cartão) tão logo a necessidade se verifique.
5. Controle	O controle acontece pelo acompanhamento da movimentação dos cartões e pela verificação do quadro de cartões em consonância com os <i>containers</i> de produtos disponíveis.

Fonte: Erdmann (2000).

2.2 COMPLEXIDADE

Neste item será apresentada uma compilação da literatura consultada referente à Teoria da Complexidade. O material apresentado foi selecionado a fim de se obter a base teórica necessária para se alcançar os objetivos propostos neste trabalho.

Conforme afirma Erdmann (1998, p.41), “a Teoria de Sistemas fornece o arcabouço estrutural para a concepção das soluções almejadas enquanto as contingências permitem modelar o resultado”. O próximo item procura apresentar, sinteticamente, a Teoria dos Sistemas, uma vez que um entendimento da abordagem sistêmica é essencial para a compreensão dos objetivos propostos.

2.2.1 Teoria dos Sistemas

O primeiro conceito a ser assimilado para possibilitar uma melhor compreensão da ciência da Complexidade é a noção de sistema. A principal característica do pensamento

sistêmico, a totalidade ou ênfase no todo, emergiu simultaneamente em várias disciplinas na primeira metade do século XX, especialmente na década de 20. De acordo com a visão sistêmica, as propriedades essenciais de um organismo, ou sistema vivo, são propriedades do todo, que nenhuma das partes possui. Elas surgem das interações e das relações entre as partes. Essas propriedades são destruídas quando o sistema é dissecado, física ou teoricamente, em elementos isolados. Os pioneiros do pensamento sistêmico foram os biólogos, que enfatizavam a concepção dos organismos vivos como totalidades integradas (CAPRA, 1996).

Para Capra (1996), o russo Alexander Bogdanov foi o responsável pela primeira tentativa na história da ciência de se chegar a uma formulação sistemática dos princípios de organização que operam em sistemas vivos e não vivos. Bogdanov denominou sua teoria de Tectologia, e seu livro pioneiro foi publicado, em três volumes, entre 1912 e 1917. O trabalho de Bogdanov, no entanto, ainda é em grande medida desconhecido fora da Rússia (CAPRA, 1996).

O biólogo Ludwig Von Bertalanffy é reconhecido como o principal teórico da Teoria Sistêmica, sendo que o nome, “Teoria Geral dos Sistemas”, e muitos de seus conceitos fundamentais são de autoria deste autor (KAST; ROSENZWEIG, 1980, *apud* ERDMANN, 1998). Bertalanffy apresentou sua teoria em 1937, mas os postulados básicos da teoria foram apresentados alguns anos mais tarde, em 1945. A Teoria Geral dos Sistemas surgiu diante da percepção de que era

[...] necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (BERTALANFFY, 1975, p. 53).

Assim, Bertalanffy (1975, p.61) definiu como objeto da Teoria dos Sistemas a “formulação de princípios válidos para os sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou forças existentes entre eles”.

Levando-se em conta a evolução desta teoria, é possível considerar que o moderno enfoque de sistemas, segundo Oliveira (1999), procura desenvolver:

- Uma técnica para lidar com a amplitude das organizações;
- Uma visão interativa do todo, a qual não permite a análise em separado das partes, em virtude das intrincadas relações das partes entre si e com o todo, as quais não podem ser tratadas fora do contexto do todo;

- O estudo das relações entre os elementos componentes em preferência ao estudo dos elementos em si, destacando-se o processo e as possibilidades de transição, especificados em função dos seus arranjos estruturais e da sua dinâmica.

Diante deste contexto, um sistema pode ser definido como sendo um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e que efetuam determinada função (OLIVEIRA, 1999; REZENDE; ABREU, 2000).

De maneira geral, os sistemas apresentam os seguintes componentes: entrada, que é o conjunto de elementos que entram no sistema para ser processado; processamento, que se refere ao processo de transformação das entradas em saídas; e saída, que é o resultado do processo de transformação. Oliveira (1999) aponta também como componentes de um sistema:

- Objetivos, que se referem tanto aos objetivos dos usuários do sistema quanto aos do próprio sistema;
- Controles e avaliações do sistema, principalmente para verificar se as saídas estão coerentes com os objetivos estabelecidos;
- Retroalimentação, que pode ser considerada como a reintrodução de uma saída sob a forma de informação.

A Figura 7 apresenta um desenho esquemático dos componentes de um sistema:

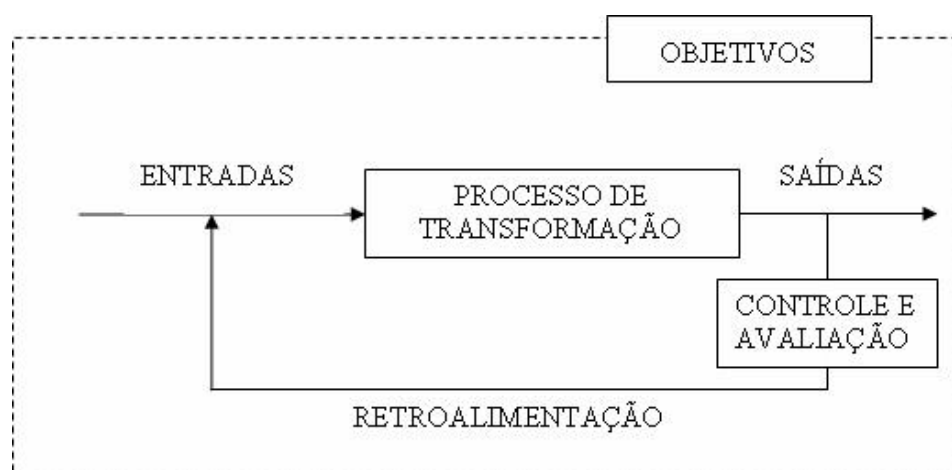


Figura 7 - Componentes de um sistema
Fonte: Adaptado de Oliveira (1999).

Os sistemas podem ser classificados em abertos ou fechados. Sistemas fechados são aqueles considerados completamente isolados de seu ambiente. Já nos sistemas abertos há um contínuo fluxo de entrada e saída (seja de matéria, energia ou informação) entre o ambiente e o sistema, sendo que este último nunca se encontra em um estado de equilíbrio (BERTALANFFY, 1975).

Em um sistema fechado, o estado final é sempre determinado pelas condições iniciais. Já num sistema aberto, um mesmo estado final pode ser alcançado partindo de diferentes condições iniciais e através de vários caminhos diferentes. Bertalanffy (1975) chama essa propriedade de equifinalidade.

Os sistemas também podem ser classificados em simples, quando possuem alguns poucos componentes e a relação entre esses componentes é simples e direta, ou complexos, quando possuem muitos elementos altamente relacionados e interconectados; em estáveis, quando sofrem poucas mudanças ao longo do tempo, ou dinâmicos, quando sofrem rápidas e constantes mudanças ao longo do tempo; adaptáveis, quando são capazes de mudar em resposta a alterações do ambiente, ou não adaptáveis, quando não possuem essa capacidade; e ainda permanentes, quando existem por um período de tempo relativamente longo, ou temporários, quando existem por períodos de tempo relativamente curtos (STAIR; REYNOLDS, 2002).

É importante deixar claro que o ambiente de um sistema pode ser definido como o conjunto de elementos que não pertencem ao sistema, mas que estão sempre em um processo de interação com ele, sendo que uma alteração no ambiente pode alterar os elementos do sistema e vice-versa (OLIVEIRA, 1999).

Para Oliveira (1999, p.26), na análise ou no estudo de um sistema, três níveis de hierarquia devem ser considerados:

- Sistema: é o que se está estudando ou considerando;
- Subsistemas: são as partes identificadas de forma estruturada, que integram o sistema;
- Supersistema ou ecossistema: é o todo; e o sistema é um subsistema dele.

A Figura 8 mostra os níveis hierárquicos de um sistema.

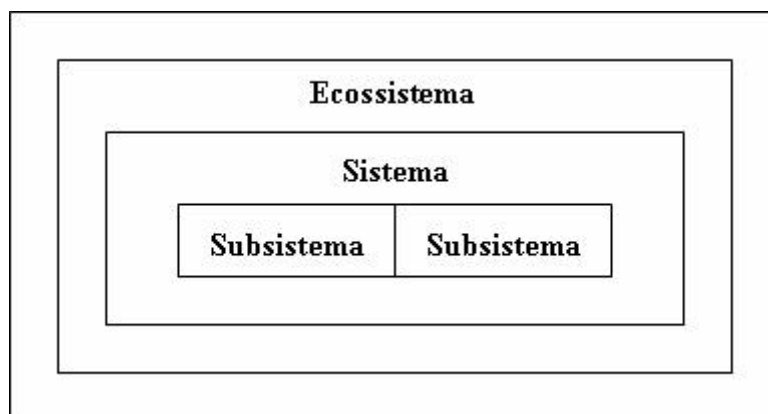


Figura 8 - Níveis de um sistema
Fonte: Oliveira (1999).

2.2.2 Teoria da Complexidade

Segundo Agostinho (2003a), a palavra complexidade pode assumir dois sentidos. O primeiro deles, mais simplório, refere-se a certos tipos de fenômenos que podem ser classificados como “complicados”. Porém, a palavra complexidade é usada, aqui, como referência a uma classe de fenômenos para os quais a idéia-chave é interação.

Para Morin (1996, p.274), “há complexidade onde quer que se produza um emaranhamento de ações, de interações, de retroações”. Mariotti (2000, *apud* REBELO, 2004) corrobora Morin ao afirmar que a complexidade corresponde à multiplicidade, ao entrelaçamento e à contínua interação da infinidade de sistemas e fenômenos que compõem o mundo natural.

Pode-se dizer que sistemas complicados são aqueles passíveis de serem decompostos em unidades básicas, mais simples, sem que as propriedades sistêmicas sejam perdidas. Já quando essa operação de redução é aplicada a sistemas complexos, a relação entre os elementos do sistema é rompida, e este perde algumas de suas propriedades, ou seja, o todo é maior do que a soma das partes.

Um outro aspecto que pode ser utilizado na distinção de um sistema complicado e de um sistema complexo é o controle. Iarozinski (2001, *apud* LEITE *et al.*, 2004) destaca que nos sistemas complicados o controle pode ser total. Estes sistemas podem ser controlados a partir de uma base programada de regras, uma vez que a evolução do sistema é conhecida e previsível. Já quanto aos sistemas complexos, é possível dizer que o controle total é inatingível, uma vez que está relacionado ao entendimento completo das relações entre os

elementos do sistema, relações estas sempre sujeitas à variedade, à incerteza e à imprevisibilidade.

De acordo com Çambel (1993), as seguintes afirmações podem ser feitas para a complexidade e para sistemas complexos:

- A complexidade pode ocorrer em sistemas naturais e em sistemas humanos, assim como em estruturas sociais;
- Sistemas complexos dinâmicos podem ser muito grandes ou muito pequenos, assim como os seus componentes, coexistindo cooperativamente;
- Como regra geral, quanto maior o número de componentes do sistema, maior a probabilidade de ocorrência da complexidade;
- As relações de causa e efeito nesses sistemas não são proporcionais;
- As diferentes partes constituintes dos sistemas complexos são interligadas e interferem-se mutuamente, de maneira sinérgica;
- Estes sistemas apresentam *feedback* positivo e *feedback* negativo entre seus elementos;
- Sistemas complexos são sistemas abertos no sentido de que podem trocar materiais, energia e informações com seu ambiente;
- São sistemas dinâmicos e não estão em equilíbrio.

A concepção mecanicista da ciência tem origem no paradigma newtoniano, segundo o qual todo o universo pode ser visto como um grande relógio, e que separando-se as partes pode-se chegar ao entendimento do todo. Visto desta perspectiva, o mundo está constantemente em um estado de equilíbrio, e qualquer evento que venha a alterar este estado de equilíbrio deve ser evitado.

A ciência da Complexidade surgiu diante da necessidade de uma nova concepção de ciência, fora do padrão mecanicista/newtoniano convencional, na busca do entendimento de como certas coisas – células, um bando de pássaros, cidades, civilizações, organizações – conseguem manter uma coerência em situações de contínua mudança, sem que haja um planejamento central (NOBREGA, 1996).

A Complexidade é uma ciência que estuda as propriedades emergentes, ou seja, propriedades que surgem da interconexão dos elementos de um sistema, num certo nível de relação, não existindo nos níveis inferiores. Desta maneira, uma vez que certas condições

estejam presentes, a ordem pode aparecer de situações aparentemente caóticas (AGOSTINHO, 2003a).

As raízes históricas do que se convencionou chamar de Complexidade remetem ao ano de 1956, quando Heinz von Foerster, concomitantemente a Ross Ashby, Warren Mac Culloch, Humberto Maturana, Gordon Pask, dentre outros estudiosos, desenvolveram estudos referentes a temas tais como causalidade circular, auto-referência e o papel organizador do acaso (SERVA, 1992).

Na década de setenta é definido um segundo marco no desenvolvimento desta ciência, quando estudos envolvendo distintas áreas, tais como física, química, termodinâmica e matemática, evidenciaram a propriedade auto-organizadora da matéria (SERVA 1992). Merece destaque o trabalho do físico Ilya Prigogine, que estudou sistemas capazes de vencer a tendência à desordem e, assim, de se auto-organizarem em níveis cada vez maiores de complexidade. Serva (1992) destaca ainda o trabalho de Jaques Monod, que ressaltou a compreensão do papel do acaso como ponto de partida para uma nova teoria da evolução das espécies.

Outro marco importante que deve ser citado é a criação do Instituto Santa Fé, nos Estados Unidos, no final da década de oitenta. Liderado pelo renomado físico Murray Gell-Mann, um grupo de cientistas fundou um instituto multidisciplinar, sem limites para o que se pesquisaria dentro do vasto espectro propiciado pela Complexidade, no desafio de descobrir as leis fundamentais da emergência.

Para Morin (2000, *apud* SERMANN, 2003), o pensamento complexo é um pensamento que procura ao mesmo tempo separar e reunir. Este autor elege alguns princípios que devem ser utilizados como parâmetros para se pensar a Complexidade:

- O princípio sistêmico ou organizacional, que liga o conhecimento das partes ao conhecimento do todo, segundo a forma indicada por Pascal. O autor sustenta que é impossível conhecer o todo sem conhecer as partes e conhecer as partes sem conhecer o todo. A idéia sistêmica, que se opõe à idéia reducionista, é que o todo é mais do que a soma das partes;
- Princípio hologramático, que coloca em evidência esse aparente paradoxo dos sistemas complexos em que não somente a parte está no todo, mas em que o todo está inscrito na parte;
- O princípio do círculo retroativo, introduzido por Robert Wiener, permite o conhecimento dos processos auto-reguladores. Ele rompe o princípio da causalidade linear: a causa age sobre o efeito e o efeito sobre a causa, como num sistema de

aquecimento onde o termostato regula a atividade da caldeira. De maneira mais complexa, a homeostasia de um organismo vivo é um conjunto de processos reguladores baseado em múltiplas retroações. O círculo de retroação (ou *feedback*) permite, sob sua forma negativa, reduzir o desvio e desse modo estabilizar um sistema. Sob sua forma positiva, o *feedback* é um mecanismo amplificador. Inflacionadoras ou estabilizadores, as retroações são legiões de fenômenos econômicos, sociais, políticos ou psicológicos;

- O princípio de um círculo recursivo é a de um círculo gerador no qual os produtos e os efeitos são eles próprios produtores e causadores daquilo que os produz. Dessa maneira, indivíduos são produtos de um sistema de reprodução proveniente de várias eras, mas esse sistema só pode reproduzir-se se os próprios indivíduos tornarem-se os produtores, acoplando-se;
- Os seres vivos são auto-organizadores que se auto-produzem ininterruptamente e gastam a energia para salvaguardar sua anatomia. Como eles têm necessidade de gastar energia, de informação e de organização no seu meio ambiente, sua autonomia é inseparável dessa dependência, e é preciso, pois, concebê-los como seres auto-eco-organizadores. O princípio de auto-eco-organização vale evidentemente de maneira específica, para os humanos que desenvolvem sua autonomia, dependendo da sua cultura, e para as sociedades que dependem de seu meio ambiente geocológico;
- O princípio dialógico permite assumir racionalmente a associação de ações contraditórias para conceber um imenso fenômeno complexo. Niels Bohr, por exemplo, admitiu a necessidade de reconhecer as partículas como corpúsculos e como ondas. Os indivíduos são seres separados e autônomos que fazem parte de duas continuidades inseparáveis: a espécie e a sociedade. Quando se considera a espécie ou a sociedade, o indivíduo desaparece; quando se considera o indivíduo, a espécie e a sociedade desaparecem. O pensamento complexo assume dialogicamente os dois termos que tendem a se excluir um ao outro;
- O princípio da reintrodução do conhecimento em todo conhecimento. Esse princípio opera a restauração do sujeito e torna presente a problemática cognitiva central: da percepção à teoria científica, todo o conhecimento é uma reconstrução/tradução por um espírito/cérebro numa cultura e num tempo determinados.

O princípio dialógico proporciona um importante *insight* na compreensão do funcionamento de sistemas complexos. Segundo Petraglia (2003), as noções de ordem, desordem e organização, presentes em todos os sistemas são incorporadas pela Complexidade. Ordem-desordem é uma relação inseparável que tende a estabelecer a organização. É um processo fundamental para a evolução dos sistemas e é norteador da relação dialógica e ao mesmo tempo una, complementar, concorrente e antagônica:

- Una: isto é, indistinta na sua origem genésica e no seu caos formador;
- Complementar: tudo que é físico precisa da desordem para organizar-se; tudo o que é organizado ou organizador trabalha, nas e pelas suas transformações, também para a desordem (aumento da entropia);
- Concorrente: sob outro ponto de vista, a desordem, por um lado, e a ordem/organização, por outro, são dois processos concorrentes, isto é, que correm ao mesmo tempo, o da dispersão generalizada e o do desenvolvimento em arquipélago da organização;
- Antagônica: a desordem destrói a ordem organizacional (desorganização, desintegração, dispersão, morte dos seres vivos, equilíbrio térmico) e a organização recalca, dissipa e anula as desordens (MORIN, 1977, p.80).

Conforme Morin (1977), os sistemas vivem em constante oscilação dentro do anel tetralógico, mostrado na Figura 9, de ordem/desordem/interação/organização.

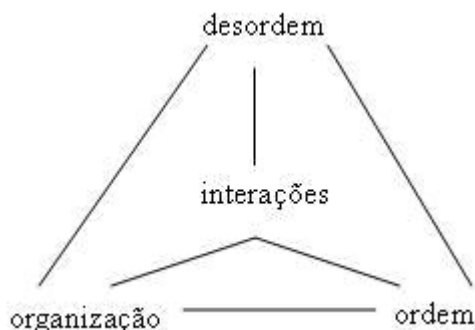


Figura 9 - O anel tetralógico
Fonte: Adaptado de Morin (1977).

Sendo assim, a partir de um momento de desordem, os indivíduos, por intermédio das interações, provocam uma nova ordem da organização e assim sucessivamente. Os conceitos de ordem e de organização só se desenvolvem em função um do outro. Quanto mais a ordem e a organização se desenvolvem, mais se tornam complexas, mais toleram, utilizam e necessitam até da desordem. Desta maneira, a organização é o resultado das interações dinâmicas da desordem com os acomodamentos estáticos da ordem (MORIN, 1977).

Klement (2000, p.6) afirma que “ordem, desordem e organização não são lineares, nem mutuamente excludentes. Estas noções interagem dialogicamente, isto é, relativizam-se continuamente, mantendo o sistema em atividade”. Deste modo, evidencia-se que os sistemas complexos adaptativos (SCAs) existem na dialógica entre a ordem e a desordem (LEITE *et al.*, 2004).

2.2.2.1 Sistemas complexos adaptativos

O termo sistemas complexos adaptativos (SCAs) foi cunhado diante da percepção de que certos tipos de sistemas são capazes de responder ativamente aos acontecimentos ao seu redor. Para Gell-Mann (1994, p.35) um SCA é assim classificado quando ele

[...] adquire informação sobre seu meio ambiente e sobre sua própria interação com este meio ambiente, identificando regularidades naquela informação, condensando estas regularidades em um tipo de “esquema” ou modelo, e atuando no mundo real com base neste esquema. Em cada caso, há vários esquemas competindo, e os resultados da ação sobre o mundo real retroalimentam o esquema e influenciam a competição entre eles.

Zimmerman (1999) procura definir um SCA através da definição de cada palavra que compõe o termo. Por sistema entende-se um conjunto de elementos conectados ou interdependentes; adaptativo sugere a capacidade de alteração ou de mudança – a habilidade de aprender através da experiência; já complexo implica em diversidade – um grande número de conexões entre uma grande variedade de elementos.

Para Stacey (2000, *apud* REBELO 2004) um SCA consiste num grande número de componentes, ou agentes, os quais se comportam de acordo com seus próprios princípios de interação local, num processo de auto-organização. Esses sistemas aprendem e evoluem de maneira adaptativa, ou seja, registram informações para extrair regularidades, inserindo-as dentro de esquemas que são continuamente mudados à luz da experiência.

Holland (1996, *apud* AGOSTINHO, 2003b) descreve os SCAs como sendo sistemas que exibem “coerência” sem “direção central”, sendo que esses sistemas possuem pontos de alavancagem, onde pequenas quantidades de *inputs* produzem grandes e direcionadas mudanças. Para Agostinho (2003b), dizer que esses sistemas exibem coerência sem direção central significa dizer que tais sistemas se auto-organizam, sendo que o padrão ordenado desses sistemas emerge da interação entre seus diversos componentes. Afirma-se, assim, que os elementos componentes do sistema estão livres para colocarem em prática sua capacidade de aprendizado e de adaptação.

Agostinho (2003b) ressalta também a importância da existência de pontos de alavancagem, ou seja, pontos em que uma ação pode gerar efeito amplificador. Desta forma, é esperado que se possa influenciar o comportamento de um SCA através de ações dirigidas a certos pontos de alavancagem, gerenciando o processo de auto-organização do sistema.

Uma outra característica peculiar dos SCAs é a de que cada um deles é único, e emerge a partir de uma história singular, interagindo com o ambiente também de forma singular. Assim, por mais que um SCA possa parecer semelhante a outro, nunca é exatamente o mesmo (KELLY; ALLISON, 1998, *apud* COELHO, 2001).

Agostinho (2003b) identifica a adaptação como sendo a propriedade básica dos SCAs, no sentido de que o sistema é capaz de ajustar seu comportamento a partir do que consegue perceber sobre as condições do seu meio ambiente e sobre seu desempenho.

O processo de adaptação pode ser observado em pelo menos três níveis diferentes. Em um primeiro nível, alguma adaptação direta acontece como resultado da operação de um esquema que é dominante em determinada época. O próximo nível envolve mudanças no esquema, competição entre vários esquemas, e promoção ou remoção de um esquema, dependendo da ação das pressões seletivas no mundo real. O terceiro nível de adaptação refere-se à sobrevivência darwiniana do sistema, uma vez que um sistema pode simplesmente deixar de existir em função do fracasso de seus esquemas em lidar com os eventos (GELLMANN, 1996).

Para Holland (1996, *apud* AGOSTINHO, 2003b) a definição de adaptação está relacionada a mudanças na estrutura com base na experiência do sistema. Desta maneira, o aprendizado pode ser considerado como a propriedade determinante dos SCAs, ou seja, SCAs são sistemas que aprendem.

Para que o sistema possa operar de maneira inteligente e auto-reguladora, isto é, para que o sistema seja capaz de aprender, Morgan (1996) identificou quatro condições que devem ser satisfeitas:

1. Os sistemas devem ter a capacidade de sentir, monitorar e explorar aspectos significantes do seu ambiente;
2. Devem ser capazes de relacionar a informação obtida com as normas operacionais que guiam o sistema comportamental;
3. Devem ser capazes de detectar desvios significativos dessas normas;
4. Devem ser capazes de iniciar ação corretiva quando são detectadas discrepâncias.

Uma vez que essas condições sejam satisfeitas, um processo contínuo de troca de informação é criado entre um sistema e seu ambiente, permitindo ao sistema monitorar mudanças e iniciar respostas apropriadas (MORGAN, 1996).

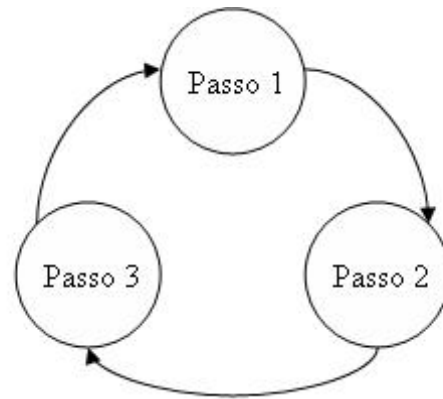
Uma das características principais de um SCA é o fato de ser um sistema aberto. Stacey (1991) argumenta que sistemas abertos necessitam de uma forma de aprendizagem diferente daquelas encontradas em sistemas fechados, e que o caos e a instabilidade dentro dos sistemas podem colaborar no desenvolvimento de *insights* na resolução dos problemas.

Smith e Eliot (1999) afirmam que uma das barreiras à frente da aprendizagem é a tendência do sistema de focar o aprendizado no circuito simples (*single-loop*) ao invés do circuito duplo (*double-loop*).

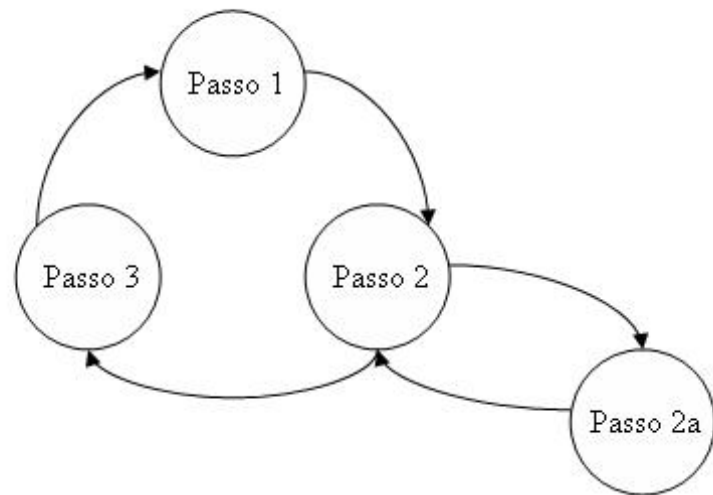
A aprendizagem em circuito simples apóia-se numa habilidade de detectar e corrigir o erro com relação a um dado conjunto de normas operacionais. As estratégias são definidas de acordo com o modelo mental do sistema, não se criando dessa maneira inovação, uma vez que apenas repetem-se práticas consideradas adequadas (ARGYRIS, 1978, *apud* SMITH, 2001; MORGAN 1996). Assim, o conhecimento obtido com a experiência é reproduzido pelo agente e por aqueles que aderem à experiência (STACEY, 1998, *apud* REBELO 2004). A Figura 10a mostra o esquema de funcionamento deste tipo de aprendizado.

A saída é a utilização de outra forma de aprender que conduz à inovação daquilo que está sendo sistematicamente praticado (REBELO, 2004). A aprendizagem em circuito duplo depende da capacidade de olhar duplamente a situação, questionando a relevância das normas de funcionamento e das variáveis do modelo vigente, ocorrendo deste modo um processo de reflexão sobre a alteração do modelo mental que impele o primeiro circuito (ARGYRIS, 1978, *apud* SMITH, 2001; MORGAN, 1996). A Figura 10b mostra o esquema de funcionamento deste tipo de aprendizado.

Stacey (1998, *apud* REBELO 2004) adverte que a aprendizagem em circuito simples é apropriada para lidar com situações previsíveis bem definidas, mas é necessária a aprendizagem em circuito duplo nas situações ambíguas e imprevisíveis das quais emergem as inovações.



(a)



(b)

- Passo 1** = O processo de percepção, exploração e controle do ambiente.
Passo 2 = Comparação entre a informação obtida e normas de funcionamento.
Passo 2a = Processo de questionamento da pertinência das normas de funcionamento.
Passo 3 = Processo de iniciação de ações apropriadas.

Figura 10 - Aprendizagem em circuito único e duplo
 Fonte: Adaptado de Morgan (1996).

O processo de aprendizagem, seja por circuito simples ou por circuito duplo, está intrinsecamente ligado a um conceito oriundo da cibernética, a realimentação, que exerce um papel importante no delineamento da dinâmica dos sistemas. Podem ser distinguidos dois tipos de realimentação, a realimentação negativa (ou de auto-equilibração) e a realimentação positiva (ou de auto-reforço) (CAPRA, 1996).

Processos de realimentação negativa são aqueles em que uma mudança em uma variável inicia uma mudança na direção oposta. Esse tipo de processo explica a estabilidade do sistema. Por outro lado, os processos de realimentação positiva são aqueles segundo os quais mais leva a mais e menos leva a menos, isto é, há uma amplificação do estímulo inicial aplicado ao sistema. Esses processos são importantes em termos da explicação da mudança do sistema (MORGAN, 1996).

Ainda conforme Morgan (1996, p.254), os mecanismos de realimentação, juntos, “podem explicar as razões pelas quais os sistemas ganham ou preservam determinada forma e como esta forma pode ser elaborada e modificada com o tempo”.

Como exemplos de SCAs podem ser citados a evolução biológica, o comportamento dos organismos nos sistemas ecológicos, o funcionamento do sistema imunológico de um mamífero, o aprendizado, o comportamento dos investidores no mercado financeiro, as organizações, dentre vários outros. Embora sejam bem diferentes quanto às suas propriedades físicas, os SCAs têm, dentre outras características em comum, a maneira como manipulam a informação (GELL-MANN, 1996).

Gell-Mann (1996) explica que para se compreender o funcionamento de um SCA, deve-se acompanhar o que acontece com a informação que chega ao sistema. Inicialmente o SCA percebe regularidades no fluxo de informações, escolhendo-as a partir de características consideradas incidentais ou arbitrárias, condensando-as em um esquema sujeito a variações.

Em seguida, cada um dos esquemas do sistema é combinado com a informação adicional para gerar um resultado com aplicações no mundo real: uma descrição de um sistema observado, uma previsão de eventos, uma prescrição para o comportamento do próprio sistema complexo adaptativo.

Por fim, verifica-se a maneira como a descrição, a previsão ou o comportamento tem conseqüências no mundo real. O sistema é então retroalimentado para que ocorra a competição entre os vários esquemas do sistema. Alguns desses esquemas são rebaixados ou completamente eliminados da hierarquia do sistema, enquanto um ou mais esquemas sobrevivem e podem ser promovidos na hierarquia. A Figura 11 apresenta o diagrama de operação de um sistema complexo adaptativo.

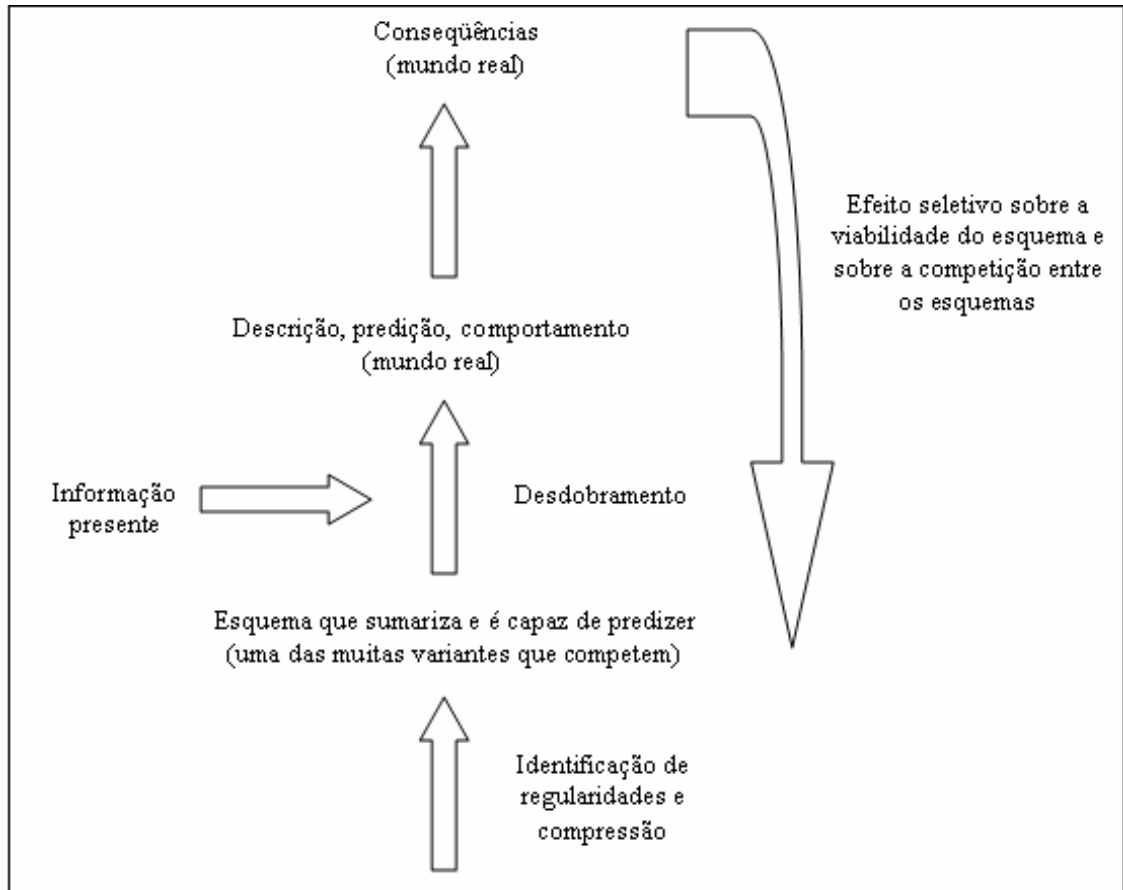


Figura 11 - Funcionamento de um sistema complexo adaptativo
 Fonte: Adaptado de Gell-Mann (1996).

Diante do exposto, é possível sumarizar que um SCA interage com seu ambiente, aprendendo e evoluindo com a experiência, e desta maneira, adapta-se às novas situações que surgem em seu ambiente. Além da forma como a informação é manipulada, podem-se enumerar também como características comuns aos SCAs (REBELO, 2004):

- Complexidade vs. Simplicidade: apesar de ser um sistema globalmente complexo, é um sistema que apresenta simplicidade local;
- Grande número de componentes que interagem entre si e influenciam uns aos outros, ou seja, são integrados por elevado número de componentes que interagem entre si;
- Não conseguem serem analisados pelos métodos científicos lineares, de causa e efeito. O método reducionista de análise não é utilizável para o estudo e previsão desses sistemas. O todo é maior do que a soma das partes, e as partes apresentam resultado sinérgico;
- Sempre há aspectos aleatórios envolvidos, isto é, não são, de forma alguma, sistemas determinísticos ou previsíveis;

- Ampla diversidade de componentes que se inter-relacionam e que mantêm similaridades dentro da diversidade;
- São capazes de evoluir, se adaptar e aprender de acordo com mudanças nas características de seu ambiente;
- Não há uma coordenação global, efetiva e duradoura, embora vários mecanismos de coordenação menos rígidos possam estar presentes.

2.2.2.2 Complexidade nas organizações

Desde o século XVII, o paradigma mecanicista tem sido a forma de pensar dominante na busca da compreensão da natureza, da sociedade e também das organizações. Conforme destaca Stacey (2000, *apud* REBELO, 2004) esse modelo preconiza que o sucesso das organizações depende da busca da estabilidade e do controle sobre meios e fins.

A principal preocupação dos gerentes orientada por essa perspectiva é a vinculação de regras causais SE/ENTÃO. A pressuposição é de que há um conjunto de regras ótimas, ou seja, que produzem o mais eficiente resultado global, advinda das ações das partes, ou de membros isolados da organização (STACEY, 2000, *apud* REBELO, 2004).

Isso fez com que gerentes conduzissem suas ações com base em previsões antecipadas do futuro, escolhas deliberadas de estratégias, planejamento de longo prazo, mensuração quantitativa das atividades e o controle das mesmas, de maneira detalhada (REBELO, 2004).

Hoje, se percebe que a lógica clássica não pode mais ser aplicada às organizações. A previsão parece ser impossível, especialmente quando realizada em uma escala global e em longo prazo, e as ações tomadas, mesmo que em situações similares, não levam ao mesmo resultado, impossibilitando desta maneira o uso de regras causais. Além disso, o controle total se mostra impraticável (DOOLEY, 1997).

Analisando as organizações sob uma ótica diferente, a da Complexidade, percebe-se que elas podem ser vistas como um fenômeno que emerge da ação e interação dos agentes componentes de um sistema. A organização é entendida por Morin (1986, p. 156) como “a combinação das relações entre componentes ou indivíduos que produzem uma unidade complexa organizada ou sistema, dotada de uma relativa autonomia”.

Estudiosos como Stacey, Kelly, Allisson, Axelrod, Cohen e Agostinho propuseram que uma organização pode ser modelada como sendo formada por um conjunto de agentes que percebem seu meio ambiente, fazem escolhas e atuam, examinando as conseqüências de

suas ações. Vislumbrá-las como SCAs permite buscar soluções para os problemas advindos da crescente complexidade do ambiente organizacional.

Tomando por base o funcionamento dos SCAs, Agostinho (2003b) elegeu quatro conceitos-chave que definem a abordagem das organizações vistas como sistemas complexos adaptativos: autonomia, cooperação, agregação e auto-organização. Estes são conceitos fortemente entrelaçados que indicam como a ordem no sistema pode emergir através das ações de suas partes. Esses conceitos se relacionam da seguinte maneira:

Indivíduos autônomos, capazes de aprender e de se adaptarem, **cooperam** entre si obtendo vantagens adaptativas. Tal comportamento tende a ser selecionado e reproduzido, chegando ao ponto em que estes indivíduos cooperativos se unem formando um **agregado** que também passa a comportar-se como um indivíduo e assim por diante. Diz-se, então, que o sistema resultante se **auto-organiza**, fazendo emergir um comportamento global cujo desempenho também é avaliado por pressões de seleção presentes no ambiente (externo e interno). (AGOSTINHO, 2003b, p.36).

2.2.2.2.1 Autonomia

A autonomia é definida como “a faculdade do indivíduo orientar sua ação com base em sua própria capacidade de julgamento” (AGOSTINHO, 2003a, p.9). A autonomia dos componentes faz com que o sistema seja extremamente flexível e robusto em relação às perturbações externas.

Os membros da organização, antes simples executores de ordens, tornam-se tomadores de decisões. Para tanto, dois requisitos mostram-se fundamentais: primeiro, os indivíduos devem desenvolver e exercitar sua capacidade de julgamento; e segundo, os indivíduos devem estar em contato entre si e com o ambiente (AGOSTINHO, 2003b).

Nas organizações que seguem a linha clássica de administração, a autoridade se manifesta de diferentes formas, destruindo, assim, a autonomia, uma vez que acaba com a possibilidade de julgamento dos membros da organização. Um erro ou uma má decisão de uma autoridade propaga-se rapidamente pelo sistema, pois a decisão não costuma ser questionada, sendo prontamente implementada. Uma grande vantagem trazida pela autonomia é que ela é erro-supressora. Segundo Emery (1993, *apud* AGOSTINHO, 2003b, p.43), “os sistemas compostos por partes autônomas simetricamente dependentes tendem a suprimir eventuais erros através de seu próprio funcionamento”. Com isso, o erro pode ser aceito sem comprometer o desempenho do sistema, tornando-se fonte de aprendizado e adaptação.

Os estudos realizados por Peters e Waterman (1983) e os de Collins e Porras (1995) sustentam essa vantagem trazida pela autonomia. Esses autores procuraram encontrar

características em comum em empresas reconhecidas como excelentes pelo mercado, seja pelo retorno financeiro que geravam, seja pela sua longevidade, que poderiam explicar o sucesso que atingiram. Uma das características comuns encontradas em todas as empresas pesquisadas é o fato do erro ser aceito, sendo visto como uma fonte de aprendizado e como um requisito para a evolução da empresa.

Além da redução de erros, Agostinho (2003a) evidencia também como vantagens trazidas pela autonomia à adaptabilidade, o aumento da diversidade, o aprendizado e a solução de conflitos:

- **Adaptabilidade:** partindo do pressuposto de que a autonomia reduz o número de níveis hierárquicos, propiciam-se a diminuição dos custos e maior agilidade. A diminuição dos custos se dá na medida em que tende a diminuir o número de pessoas nos cargos de comando e devido à diminuição das atividades que não agregam valor ao produto. Por outro lado, a agilidade emerge, pois há a diminuição do número de pessoas envolvidas e o aumento da intensidade das relações entre as pessoas;
- **Aumento da diversidade:** a autonomia tende para o aumento, bem como a geração de novas idéias, uma vez que é um mecanismo de criação. A diversidade é verificada na medida em que novas soluções são inventadas, aperfeiçoadas e reproduzidas a todo instante, aumentando a variedade das soluções a serem selecionadas;
- **Aprendizado:** a aprendizagem ocorre a partir do momento em que o indivíduo é capaz de observar as conseqüências do seu comportamento e ajustar seus atos para atingir os propósitos desejados. A capacidade de aprendizado pode ser resultado da existência de canais de comunicação eficientes concomitante à capacidade de prever teoricamente as conseqüências de suas ações sem que haja uma experiência empírica. No entanto, salienta-se que o potencial de aprendizagem só é desenvolvido quando o indivíduo tem autonomia para colocar seu julgamento em ação;
- **Solução de conflitos:** quando a gestão é baseada na autonomia, verifica-se uma maior tendência dos conflitos serem solucionados mais rapidamente, sem o envolvimento de outras pessoas.

É necessário ressaltar que a autonomia não menospreza a existência de hierarquia e de centralização dentro da organização. São características até necessárias, uma vez que são as responsáveis pelo gerenciamento da auto-organização. Porém, devem existir em um grau

mais brando em relação ao que é visto na administração clássica. Conforme salienta Simon (1976, *apud* AGOSTINHO, 2003b, p.43):

Certo grau de centralização é indispensável para assegurar as vantagens da organização – coordenação, expertise e responsabilidade. (...) os custos da centralização não podem ser esquecidos. Ela pode colocar nas mãos de pessoas muito bem pagas decisões que não merecem sua atenção. Pode levantar uma duplicação de função, o que torna o subordinado supérfluo. (...) A centralização deixa ociosa e fora de uso a poderosa capacidade coordenativa do sistema nervoso humano e a substitui por um mecanismo coordenativo impessoal. Estas são considerações que devem ser pesadas ao determinar em que grau às decisões devem ser centralizadas ou descentralizadas.

2.2.2.2.2 *Cooperação*

Dentro de uma organização, as ações de cada membro são interdependentes, sendo que as ações tomadas por um indivíduo afetam todo o ambiente compartilhado por esses mesmos indivíduos. Assim, a cooperação surge como uma maneira mais eficaz do que a competição para se alcançar os objetivos individuais de cada membro da organização e, desta maneira, o comportamento cooperativo torna-se predominante em longo prazo (AGOSTINHO, 2003b).

Baseando-se na teoria da cooperação de Axelrod, Agostinho (2003a, p.10) diz que:

A cooperação pode emergir, sem a presença de autoridade central e de forças coercitivas, a partir de indivíduos que buscam seu próprio benefício. O incentivo para cooperar está na percepção de que é possível a obtenção de ganhos através da ajuda mútua, ou melhor, que o desempenho de cada um pode ser superior ao que seria possível caso não contasse com a cooperação dos demais.

Para que o ambiente organizacional seja propício à evolução da cooperação, Agostinho (2003a) aponta algumas condições que devem se fazer presentes. Primeiro, a interação entre os indivíduos deve ocorrer de forma continuada, obtendo-se assim durabilidade nas relações.

Segundo, eles devem se reconhecer mutuamente de forma que lembrem das ocorrências dos encontros passados. Duas práticas organizacionais são facilitadoras na criação desta condição: o trabalho em equipe, uma vez que a convivência regular gera uma situação “em que cada um tem informação suficiente quanto ao que os outros irão fazer para permitir que ele tome as decisões corretas” (SIMON, 1976, *apud* AGOSTINHO, 2003b, p.65); e o planejamento, cujo principal propósito é “permitir que cada um forme expectativas acuradas quanto ao que os outros irão fazer” (SIMON, 1976, *apud* AGOSTINHO, 2003b, p.65).

Por fim, as relações entre os colaboradores devem ser simétricas suficientemente para garantir a reciprocidade. A reciprocidade é a chave para esse tipo de cooperação, e só irá ocorrer caso “cada indivíduo seja capaz de reconhecer o outro das interações passadas e lembrar como este se comportou” (AGOSTINHO, 2003b, p.64).

Além da cooperação, existe a necessidade de coordenação, processo que de acordo com Simon (*apud* AGOSTINHO, 2003b), consiste em informar cada indivíduo acerca do comportamento planejado dos outros. Do contrário, a cooperação será geralmente ineficaz, não alcançado seus objetivos, quaisquer que sejam. Assim, “é necessário que haja cooperação mútua e coordenação para que seja possível que o conjunto de ações de vários indivíduos autônomos convirja para o benefício do sistema” (AGOSTINHO, 2003b, p.65).

2.2.2.2.3 Agregação

Os conceitos de autonomia e cooperação, embora fundamentais, não são suficientes para se criar às capacidades de adaptação e de evolução de um sistema. Surge, então, o conceito de agregação, processo pelo qual, através de interações entre agentes relativamente simples, produz-se um agregado organizado que persiste no tempo e que exibe um comportamento complexo próprio, o qual transcende aquele dos agentes que o formam (AGOSTINHO, 2003b).

Este conceito está diretamente relacionado a uma das mais importantes propriedades de um SCA, a emergência, ou seja, propriedades que surgem da interconexão dos elementos de um sistema, e que surgem num certo nível de relação, não existindo em níveis inferiores. Assim, o sistema “se torna mais do que um conjunto de partes e uma equipe mais do que um amontoado de pessoas” (AGOSTINHO, 2003b, p. 73), isto é, o todo é maior do que a soma das partes.

Conforme elucidada Agostinho (2003b), o fundamento do processo de agregação está na possibilidade de o indivíduo realizar interações seletivas, ou seja, na capacidade de reconhecer, em meio a uma massa uniforme, indivíduos com quem ele poderá obter benefícios mútuos.

Este processo se dá através de um mecanismo denominado rotulagem, termo este cunhado por Holland (1996). Através da rotulagem é permitida a formação de fronteiras entre os agregados, fronteiras estas que funcionam restringindo as interações entre os agentes e conferindo identidade aos organismos. Desta maneira,

Os agentes são capazes de reconhecer se os indivíduos com os quais entram em contato fazem parte ou não de seu grupo. A partir daí, surge à possibilidade de estabelecerem ou não interações e são definidas as conexões críticas para a adaptabilidade dos sistemas e subsistemas, isto é, que agentes se ligam a que outros, quais os que efetuarão troca de recursos e ainda quais não se relacionarão em absoluto. É formada, assim, uma rede que identifica as comunicações dentro e entre os sistemas – ou melhor, que identifica o próprio sistema complexo adaptativo (AGOSTINHO, 2003b, p.75).

Segundo Agostinho (2003b, p.75), graças a este mecanismo é possível “registrar o histórico dos encontros benéficos e antecipar os efeitos de interações com indivíduos que exibem certos tipos de rótulo”.

Importante notar que as interações entre os agregados se dão entre os indivíduos que os formam. O comportamento de cada agregado depende, portanto, das decisões tomadas pelos indivíduos situados nas fronteiras, que são aqueles que estabelecem comunicação com os demais indivíduos do sistema (AGOSTINHO, 2003b).

Concluindo, as equipes de trabalho autônomas podem ser vistas como agregados cujas qualidades e propriedades vão muito além daquelas apresentadas por seus componentes. A principal e mais importante propriedade do agregado é o seu poder de criar competência de grupo, conforme Agostinho (2003b, p.82-83) esclarece:

Quando indivíduos dispersos cooperam para realizarem seus objetivos, o que está em ação é a soma de suas competências. Entretanto, quando eles se agregam em torno de um objetivo comum, formam-se relações duradouras que não só favorecem a cooperação entre eles, como também permitem que suas habilidades e conhecimentos sejam compartilhados e enriquecidos. Emerge assim uma competência do grupo, a qual é maior que a soma das competências individuais.

2.2.2.2.4 Auto-organização

O ser humano, ao receber sinais e informações do ambiente, identifica determinados padrões de forma, sistematizando-os em um modelo que proporciona a previsão das conseqüências para quando um padrão semelhante ocorra novamente. Neste sentido, quando há a iminência de uma nova situação, os indivíduos realizam uma combinação das experiências testadas anteriormente para modelar a situação em que se encontra atualmente, de tal maneira que surgem ações apropriadas, bem como se tem idéia das conseqüências decorrentes da ação tomada. Tem-se, assim, a dinâmica de funcionamento de um sistema auto-organizante (AGOSTINHO, 2003b).

Tratando-se da dinâmica de uma organização, surge, aqui, a curiosidade de se saber como a atuação individual de cada membro do sistema pode levar ao bom desempenho do todo, sabendo-se que não há uma autoridade central que coordene as ações destes indivíduos.

Considerando que o desempenho global é conseguido a partir da coerência das ações de indivíduos que cooperam entre si, devem existir condições favoráveis dentro da organização que facilitem o processo auto-organizador do sistema, afastando-se, assim, da prescrição e do controle. Estas condições referem-se àquelas capazes de:

- Atrair indivíduos com competências relevantes e permitir que tenham autonomia para utilizá-las.
- Estimular o surgimento de um padrão de relações predominantemente cooperativas.
- Fazer com que as percepções individuais sejam mutuamente compartilhadas, promovendo o aprendizado conjunto.
- Garantir que o resultado das ações seja reportado aos atores e que estes sejam capazes de compreendê-lo e de ajustarem seu comportamento. Em outras palavras, garantir a eficiência e a eficácia do feedback (AGOSTINHO, 2003a, p.12).

2.3 SÍNTESE TEÓRICA

O objetivo deste item é sintetizar os tópicos apresentados na fundamentação teórica de maneira que se possa compreender como eles se inter-relacionam, proporcionando o arcabouço teórico necessário para se atingir os objetivos deste trabalho.

A proposta do estudo propõe o vislumbre do PCP como um sistema complexo adaptativo e, a partir daí, espera-se atingir o objetivo geral, que é verificar como as não-linearidades emergentes no sistema são tratadas, tendo-se como objeto de análise uma amostra de empresas.

Um sistema de produção é uma das partes integrantes de uma organização, ao lado de outras partes, como vendas, marketing, gestão de pessoal, dentre outras. O sistema de produção, por sua vez, é composto por subsistemas, dentre eles o subsistema do planejamento e controle da produção.

A estratégia de produção da organização é uma área de decisões fundamental para o PCP, tendo em vista que será responsável por delinear e elaborar o sistema de planejamento e controle da produção a ser empregado pela organização.

Foi visto que há diferentes definições e atribuições de funções para o PCP, que de forma geral indicam que o PCP é um sistema de apoio à produção, que comanda e coordena o processo produtivo, objetivando cumprir o planejamento e a programação dos processos de maneira eficaz, para satisfazer os requisitos de tempo, qualidade e quantidades do sistema.

Seguindo a interpretação de Erdmann (2000) para o PCP, observa-se que pode ser dividido em duas etapas principais: o planejamento da produção, composto de procedimentos que preparam e organizam as informações que permitem a programação e o controle da produção; e a programação e o controle da produção, que estabelece antecipadamente as atividades da produção em médio e curto prazo e realiza o acompanhamento da produção, colhendo informações para subsidiar correções de eventuais desvios da programação.

Assim sendo, e a partir da proposta de Oliveira (1999) para o estudo ou análise de um sistema, tem-se os níveis hierárquicos para o sistema de PCP, de acordo com a Figura 12, onde o ecossistema seria o sistema de produção da organização, o sistema principal a ser analisado seria o PCP. O planejamento da produção, ao lado da programação e controle da produção, seriam subsistemas do sistema PCP. É importante enfatizar que o sistema de produção é um subsistema de um sistema maior, o da organização.

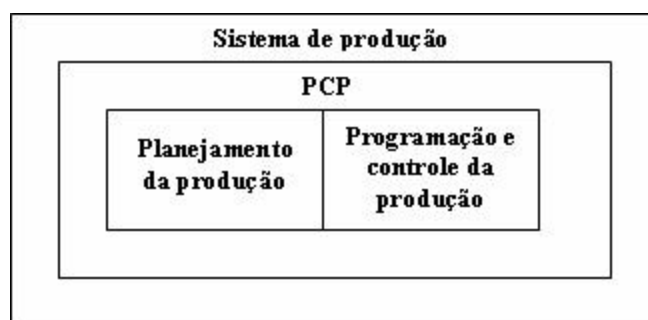


Figura 12 - Hierarquia do sistema de PCP
Fonte: Adaptado de Oliveira (1999).

Teoricamente, a administração da produção sugere as ações de maneira prescritiva, de acordo com o paradigma mecanicista. No entanto, verifica-se que as práticas de planejamento, programação e controle das operações já não representam a efetividade desejada. Nem sempre o que é planejado ou programado ocorre da maneira que foi prevista. A quantidade de relações, tanto internas quanto externas à organização, torna impossível saber os resultados de todas as interações e combinações possíveis (AGOSTINHO, 2003b).

Neste sentido, “[...] os limites de uma ação gerencial clássica tornam-se evidentes - dificuldade ou impossibilidade de planejamento e controle totais, limites cognitivos à racionalidade e mesmo o processo de complexificação do mundo” (AGOSTINHO, 2003a, p.3).

A partir daí surgiu a proposta de analisar o PCP sob a ótica de um novo paradigma, baseado na Teoria da Complexidade, para, assim, compreender como funciona o processo de auto-organização desses sistemas.

Diante do que foi apresentado na fundamentação teórica, o PCP pode ser visto como sendo um sistema complexo adaptativo por uma série de razões principais, aqui enumeradas:

1. É um sistema, uma vez que é um agrupamento de partes que operam juntas, buscando atingir um objetivo em comum;
2. É um sistema dinâmico, pois o tempo é uma variável do sistema;
3. É um sistema aberto, visto que se relaciona o tempo todo com o ambiente externo;
4. É um sistema complexo, não-linear, já que se verifica a presença tanto de *feedbacks* positivos quanto de *feedbacks* negativos. No PCP, esses dois ciclos de realimentação são necessários. Os positivos para que ocorra a evolução do sistema, e os negativos devido à necessidade de corrigir os desvios de rota na etapa do controle da produção;
5. É um sistema adaptativo, pois as partes mudam para se adaptar a estímulos internos ou externos. Como consequência desse fato, as regras de inter-relacionamento dentro do sistema podem mudar também.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 DEFINIÇÃO DOS TERMOS DE PESQUISA

O objetivo da definição dos termos de pesquisa é torná-los claros e compreensíveis, a fim de não deixar margem de erro no momento de interpretar os elementos (LAKATOS; MARCONI, 1991).

Segundo Kerlinger (1980) há dois tipos de definição dos termos de pesquisa: definição constitutiva e definição operacional.

A definição constitutiva é aquela que define palavras com outras palavras, encontrada em, por exemplo, dicionários, e que são usadas por todos, inclusive pelos cientistas. Essas definições são, porém, insuficientes para os propósitos científicos, uma vez que nem sempre esclarecem como as variáveis serão operacionalizadas na pesquisa. Os termos de pesquisa devem ser definidos de maneira tal que as hipóteses de pesquisa possam ser testadas (KERLINGER, 1980).

Para Kerlinger (1980), uma definição operacional é aquela que atribui significados a um construto ou variável, especificando as atividades ou “operações” necessárias para medi-lo ou manipulá-lo.

3.1.1 Definições constitutivas dos termos de pesquisa

Para que a compreensão dos termos utilizados neste trabalho não seja ambígua ou duvidosa, apresentam-se a seguir as definições constitutivas dos termos de pesquisa utilizados. Com base no problema de pesquisa proposto, verifica-se que a categoria básica de análise é o PCP das empresas da amostra, caracterizado quanto às não-linearidades emergentes na rotina de trabalho.

- Sistema: por sistema entende-se um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função (OLIVEIRA, 1999);
- Estratégia de produção: conjunto de objetivos e políticas de longo prazo, que dizem respeito à atividade de produção dentro da organização, e que servem como um guia a todas as decisões tomadas nesse setor (MOREIRA, 1996);
- PCP: é uma atividade de suporte gerencial à produção. É um sistema que projeta o que deve ser feito, aciona a produção e exerce os respectivos controles (ERDMANN,

2000). Como subsistemas do PCP são identificados o planejamento, a programação e o controle da produção;

- Planejamento da produção: subsistema do PCP, composto por procedimentos que preparam e organizam informações que permitem a programação e o controle da produção. É dividido em três etapas principais: projeto do produto, projeto do processo e determinação de quantidades (ERDMANN, 2000);
- Programação e controle da produção: subsistema do PCP, responsável pela programação, ou seja, pelo estabelecimento antecipado das atividades da produção, e pelo controle, responsável pelo acompanhamento da produção e pela correção de desvios ao longo do processo. Pode ser subdividido em cinco etapas principais: definição das necessidades de produtos finais; cálculo das necessidades de materiais; definição de prazos, capacidade e ajustes; liberação das ordens e controle da produção (ERDMANN, 2000);
- Não-linearidades: atividades ou situações que não estavam presentes na rotina de trabalho e que, quando emergem, “forçam” os trabalhadores a buscarem uma solução (NOBREGA, 1996);
- Propriedades emergentes: são propriedades de um sistema que emergem num certo nível de complexidade, mas que não existem em níveis inferiores (NOBREGA, 1996).

3.1.2 Definições operacionais dos termos de pesquisa

Gil (1999, p. 89) define a operacionalização dos termos de pesquisa como o “processo que sofre uma variável (ou um conceito) a fim de se encontrar os correlatos empíricos que possibilitem sua mensuração ou classificação”.

O processo de operacionalização de um termo de pesquisa, ou categoria de análise, passa por três etapas: primeiramente, deve-se definir teoricamente o termo; caso seja muito complexo, devem-se enumerar suas dimensões. Por fim, caso mostre-se necessário, é necessário realizar uma definição empírica do termo. Essa definição fará referência aos seus indicadores, ou seja, aos elementos que indicam seu valor de forma prática (GIL, 1999).

Neste trabalho foram definidas duas categorias de análise: o planejamento da produção e a programação e o controle da produção. A definição teórica destas categorias de análise foi apresentada no item anterior. Contextualizando a análise destas categorias, têm-se os elementos relativos à estratégia de produção das empresas.

O Quadro 13 mostra o desdobramento das categorias de análise em suas dimensões e em seus indicadores.

Quadro 13 - Categorias de análise, suas dimensões e seus indicadores

CATEGORIA DE ANÁLISE	DIMENSÕES	INDICADORES
Planejamento da produção	Projeto do produto	Autonomia Cooperação Agregação Auto-organização Circuito-duplo de aprendizado
	Projeto do processo	
	Definição de quantidades	
Programação e controle da produção	Necessidade de produtos finais	
	Necessidades de materiais	
	Definição de prazos, capacidades e ajustes.	
	Seqüenciamento da produção	
	Controle da produção	

Fonte: Autor, 2006.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento, ou natureza da pesquisa, pode ser definido como sendo o plano e a estrutura da investigação, concebidos de forma a obterem-se respostas para as perguntas de pesquisa (KERLINGER, 1980).

Essa pesquisa tem como característica uma perspectiva transversal, onde o pesquisador realiza o estudo através de um corte transversal em um determinado momento de um fenômeno e analisa este momento cuidadosamente.

É uma pesquisa não experimental, pois se caracteriza pela não possibilidade de se manipular variáveis ou designar sujeitos ou condições aleatoriamente. As variáveis chegam ao pesquisador como estavam, já prontas (KERLINGER, 1980).

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa tem um caráter qualitativo. Segundo Richardson (1989), o método qualitativo difere, em princípio, do quantitativo à medida que não emprega um instrumental estatístico como base do processo de análise de um problema. Conforme Godoy (1995), esse tipo de abordagem preocupa-se com um nível de realidade que não pode ser quantificado, visto que trabalha com significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes. A abordagem qualitativa de um problema justifica-se, sobretudo, por ser uma forma adequada para entender a natureza de um fenômeno social.

A pesquisa tem um caráter exploratório-descritivo. As pesquisas exploratórias, de acordo com Gil (1999)

[...] são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Esse tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

Já as pesquisas descritivas, segundo Gil (1999, p. 44) “têm como objetivo primordial à descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”. O enfoque descritivo faz afirmações para descrever aspectos de uma população ou analisar a distribuição de determinadas características. O pesquisador não concentra sua atenção no porquê de observar certa distribuição, mas no que é tal distribuição (RICHARDSON, 1989).

O modo de investigação utilizado é o estudo de caso, definido por Triviños (1987, p.133) como “uma unidade que se analisa profundamente”. Godoy (1995) revela que se utiliza este tipo de pesquisa qualitativa quando: o pesquisador deseja responder às questões “como” e “por que”; ou há pouco controle sobre os eventos estudados; ou o foco de interesse é sobre fenômenos atuais, isto é, que só poderão ser analisados dentro de um contexto de vida real. O estudo pode ser realizado sobre situações típicas ou situações não usuais (excepcionais).

Voss *et al* (2002) afirmam ainda que o gerenciamento da produção, de maneira geral, é uma área muito dinâmica, onde novas práticas emergem continuamente, e que o estudo de caso é o modo propício de se estudar essas práticas emergentes, além de ser um poderoso instrumento para o desenvolvimento de novas teorias em gerenciamento da produção.

Triviños (1987) e Yin (2001) colocam que o estudo de caso pode ser único ou múltiplo, sendo este último chamado de estudo de casos múltiplos.

Neste trabalho foi realizado um estudo de casos múltiplos, uma vez que as provas resultantes de casos múltiplos são consideradas mais convincentes, e o estudo global é visto, por conseguinte, como sendo mais robusto (HERRIOTT; FIRESTONE, 1983, *apud* YIN, 2001).

3.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Segundo Richardson (1989), é necessário delimitar o estudo devido à impossibilidade de se obter informações de todos os indivíduos ou elementos que formam parte do grupo que se deseja estudar.

Para Lakatos e Marconi (1991, p. 223), “universo ou população é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum”.

O universo ou população dessa pesquisa é composto, portanto, por todas as empresas nacionais de médio e grande porte. À primeira vista, pode parecer que este é um universo bastante amplo para ser pesquisado, cabendo, aqui, uma delimitação maior. Porém, em determinado momento na concepção deste trabalho teve-se a percepção de que o que está sendo analisado, de maneira geral, é o PCP de uma empresa. Assim sendo, este trabalho possibilita que empresas de diferentes setores industriais façam inferências acerca de seu próprio PCP, baseadas nos resultados obtidos através da análise do PCP das empresas pesquisadas.

Já uma amostra é conceituada por Lakatos e Marconi (1991, p. 233) como sendo “uma porção ou parcela, convenientemente selecionada do universo (população); é um subconjunto do universo”. O processo de amostragem pode ser dividido em dois tipos: probabilista e não-probabilista. A primeira baseia-se na escolha aleatória dos pesquisados, enquanto a segunda não faz uso de nenhuma forma aleatória de seleção.

O processo de amostragem utilizado neste trabalho foi amostragem não probabilista intencional, que, de acordo com Lakatos e Marconi (1982), é aquela que surge a partir da necessidade de se investigar uma parte da população escolhida intencionalmente. Desta maneira, a amostra foi composta por duas empresas de grande porte, uma vez que ambas contam com mais de 500 funcionários em seu quadro. Os critérios de intencionalidade utilizados foram o porte da empresa e a facilidade de acesso à mesma.

3.4 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Os dados da coleta podem ser classificados em dois grandes grupos: dados primários e dados secundários.

Mattar (1999, p. 135) define os dados primários como sendo “aqueles que não foram antes coletados, estando ainda em posse dos pesquisados, e que são coletados com o propósito de atender às necessidades específicas da pesquisa em andamento”, enquanto os dados secundários “são aqueles que já foram coletados, tabulados, ordenados e, às vezes, até analisados, com propósitos outros ao de atender às necessidades da pesquisa em andamento, e que estão catalogados à disposição dos interessados”.

Como fontes de dados primários foram utilizadas a entrevista semi-estruturada e a observação não participante.

A entrevista é entendida como uma conversa a dois com propósitos bem definidos, caracterizada por uma comunicação verbal, reforçando a importância da linguagem e do significado da fala; bem como um meio de coleta de informações sobre um determinado tema específico (MINAYO e DESLANDES, 1994).

Segundo Triviños (1987, p. 146) a entrevista semi-estruturada

[...] parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferece amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante. Desta maneira, o informante [...] começa a participar na elaboração do conteúdo da pesquisa.

Assim, a entrevista semi-estruturada, “ao mesmo tempo em que valoriza a presença do investigador, oferece todas as perspectivas possíveis para que o informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a investigação” (TRIVIÑOS, 1987, p. 146).

Foi também utilizada como fonte de dados primários a observação não participante. Segundo Richardson (1989, p. 213) “a observação é o exame minucioso ou a mirada atenta sobre um fenômeno no seu todo ou em algumas de suas partes, é a captação precisa do objeto examinado”. Este autor (1989, p. 213) ainda acrescenta que “genericamente, a observação é à base de toda investigação no campo social, podendo ser utilizada em trabalho científico de qualquer nível, desde os mais simples estágios até os mais avançados”.

Na observação não participante o pesquisador é apenas um espectador atento a um grupo observado; ele é guiado pelos objetivos de pesquisa, e procura registrar o máximo de ocorrências que convém ao seu trabalho (RICHARDSON, 1989).

Como fonte de dados secundários foi utilizada a pesquisa documental, que pode ser definida como sendo o exame de materiais de natureza diversa (documentos) que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ser reexaminados, buscando-se novas e/ou interpretações complementares (GODOY, 1995). Desta maneira, foram analisados documentos e registros das empresas pesquisadas, tais como fichas de produto e de processo, relatórios, catálogos, site da empresa, etc.

3.4.1 Protocolo de estudo de caso

Para conduzir as entrevistas, o pesquisador fez uso do protocolo de estudo de caso. Yin (2001) diz ser essencial a elaboração de um protocolo para o estudo de caso ao se projetar

estudos de casos múltiplos. O protocolo, além do instrumento de pesquisa, contém também os procedimentos e as regras gerais que devem ser seguidos ao se utilizar o instrumento, sendo assim uma das táticas principais para se aumentar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso e sendo fundamental para orientar o pesquisador ao se conduzir à pesquisa.

A seguir apresenta-se a descrição do protocolo utilizado nesta pesquisa, construído a partir da modelagem sugerida por Yin (2001). O protocolo utilizado neste trabalho pode ser dividido em três partes principais: os procedimentos de campo, as questões do estudo de caso e as fontes de evidências.

- *Procedimentos de campo*

Essa parte do protocolo engloba os procedimentos referentes à seleção das empresas da amostra, ao contato inicial com essas empresas e ao roteiro básico de pesquisa, uma vez que o pesquisador esteja em campo.

A primeira atividade é, portanto, a seleção das empresas da amostra. Decidiu-se por empresas de médio e grande porte e atuantes no mercado industrial.

O motivo de se escolher trabalhar com empresas dos portes mencionados é o fato de que essas empresas possuem um processo produtivo estruturado, muitas vezes não encontrado em empresas de pequeno porte.

O número de empregados e o faturamento bruto anual são os critérios mais utilizados para definir o porte da empresa. Neste trabalho, utilizou-se o critério de número de empregados. A definição seguiu o padrão utilizado pelo SEBRAE¹, isto é, as empresas da amostra deveriam empregar mais de cem empregados.

As empresas foram selecionadas para o contato inicial a partir dos seguintes aspectos: localização geográfica, ou seja, buscou-se empresas situadas próximas do pesquisador para facilitar as visitas, e a predisposição das empresas em participar de trabalhos acadêmicos de pesquisa.

A segunda atividade desta parte do protocolo é o contato inicial com as empresas selecionadas, que foi realizado, inicialmente, através de um contato telefônico, onde se ressaltou o caráter acadêmico do estudo, o sigilo, a preocupação em evitar transtornos às atividades normais da empresa e a esperada relevância da pesquisa. Em seguida, o trabalho foi apresentado aos responsáveis pela permissão de seu início. Neste momento, foram expostos,

¹ Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

de maneira clara e sucinta, os fundamentos teóricos que sustentaram os estudos e os objetivos principais do trabalho, bem como um cronograma detalhado das atividades empreendidas dentro da empresa, buscando deixar claro o baixo impacto que a pesquisa causaria nas atividades rotineiras da organização.

Uma vez obtido o aceite da empresa, um compromisso formal de sigilo foi assinado pelo responsável pela permissão do trabalho (APÊNDICE 01). Passou-se à terceira atividade componente desta parte do protocolo, o roteiro básico de pesquisa.

O primeiro passo foi conhecer as instalações da empresa, para que fosse possível ter uma visão geral do processo produtivo. Para conhecer detalhadamente o processo produtivo, projetou-se acompanhar a fabricação de um dos produtos da empresa, desde a entrada do pedido até a sua expedição.

Em seguida passou-se às entrevistas. A estratégia adotada foi a de entrevistar pessoas dos diversos níveis do sistema produtivo, passando pelas lideranças, pelos responsáveis pela produção e finalmente pelos operadores no chão de fábrica. As entrevistas foram realizadas pessoalmente pelo pesquisador.

▪ *Questões do estudo de caso*

O ponto central do protocolo foi um conjunto de questões que foram utilizadas nas entrevistas semi-estruturadas. O formato utilizado pelo pesquisador neste presente trabalho foi o “modelo de funil”, iniciando com questões mais abertas e mais amplas acerca das estratégias de produção da empresa estudada. Na seqüência, as questões se tornaram progressivamente mais específicas, até se atingir o objetivo principal da pesquisa, que neste caso foi verificar as ações e experiências incorporadas na prática do PCP à luz da Complexidade.

As questões foram elaboradas a partir das categorias de análise definidas no item 3.1.2, e de tal maneira possibilitasse evidenciar os conceitos-chave de Agostinho (2003b) e a presença do circuito duplo de aprendizado no processo de organização do sistema frente às não-linearidades, no esforço de retorno à ordem, bem como outras características presentes nos sistemas complexos adaptativos. Para tanto, procurou-se identificar as seguintes características de cada conceito-chave preconizado:

- **Autonomia:** pode ser verificada pela existência de canais de participação e pelo tipo de influência permitido. Na análise da organização, buscas-se identificar as vantagens

referentes à autonomia: adaptabilidade, aumento da diversidade, aprendizado, redução de erros e solução de conflitos;

- **Cooperação:** pode ser verificada pela existência de mecanismos que estimulem o encontro entre as pessoas e a existência do espírito de equipe, propiciando a facilidade de acesso às informações, a existência de oportunidades de crescimento, a interação com o ambiente externo, a expansão dos limites da empresa e para além da empresa;
- **Agregação:** pode ser verificada pela existência de redes colaborativas, onde as ações dos grupos são interdependentes, na busca de se atingir um objetivo comum, o que proporciona o surgimento das propriedades emergentes do sistema;
- **Auto-organização:** verificada pela existência de condições propícias para a emergência do potencial auto-organizante do sistema, condições essas advindas dos conceitos-chave anteriores, afastando-se, assim, da prescrição e do controle.
- **Circuito duplo de aprendizado:** verificado pela presença de situações em que o modelo organizacional que delinea o sistema é alterado, possibilitando o surgimento das inovações.

É necessário observar que as questões do protocolo são direcionadas ao pesquisador, e não ao entrevistado. O objetivo é manter o pesquisador na pista certa à medida que a coleta de dados avança (YIN, 2001). O Apêndice 02 apresenta o roteiro de entrevista utilizado.

▪ *Fontes de evidências*

O terceiro componente do protocolo de estudo de caso utilizado refere-se às fontes de evidências a serem utilizadas. Esse item foi importante para que o pesquisador pudesse realizar um levantamento de dados criterioso nas empresas da amostra, tanto durante a entrevista quanto durante a observação direta. As fontes de evidência utilizadas neste trabalho, quando disponíveis, foram:

- **Entrevistas:** presidente ou diretor responsável, gerente de produção, analista de produção, operador da linha de produção, especialistas externos ou consultores;
- **Observação direta:** no chão de fábrica, no escritório;
- **Anexos:** documentos disponibilizados pela empresa, como fichas de produto, de processo, registros eletrônicos referentes ao PCP (planilhas eletrônicas), dentre outros.

3.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

De acordo com Kerlinger (1980, p. 353),

análise é a categorização, ordenação, manipulação e sumarização de dados. Seu objetivo é reduzir grandes quantidades de dados brutos passando-os para uma forma interpretável e manuseável de maneira que características de situações, acontecimentos e de pessoas possam ser descritas sucintamente e as relações entre as variáveis estudadas e interpretadas.

Existe uma dificuldade inerente à análise de dados relativos a estudos de sistemas complexos adaptativos, uma vez que não existem técnicas de medição padrões. Primeiramente, os SCAs não estão em equilíbrio, estado onde a maioria das medições são realizadas. Além disso, são abertos para se comunicarem com outros sistemas, sendo que essa informação adicional pode prejudicar a análise (ÇAMBEL, 1993).

A análise dos dados coletados teve que ser feita com cuidado, e, para tanto, fez-se uso da técnica de triangulação de dados. A triangulação pode ser definida como a combinação de metodologias no estudo do mesmo fenômeno. A convergência ou concordância entre dois métodos reforça a crença do pesquisador de que os resultados obtidos são válidos, e não um desvio causado pelos métodos utilizados (JICK, 1983).

Desta maneira, e utilizando-se o anel tetralógico de Morin (1977) para compreender o fenômeno da adaptação complexa dos sistemas de PCP, utilizou-se o esquema de análise dos dados apresentado na Figura 13, onde se procurou entender a forma como os conceitos-chave de Agostinho (2003b) estão presentes na re-ORGANIZAÇÃO do sistema frente às não-linearidades, num esforço de retorno à ORDEM a partir da DESORDEM.

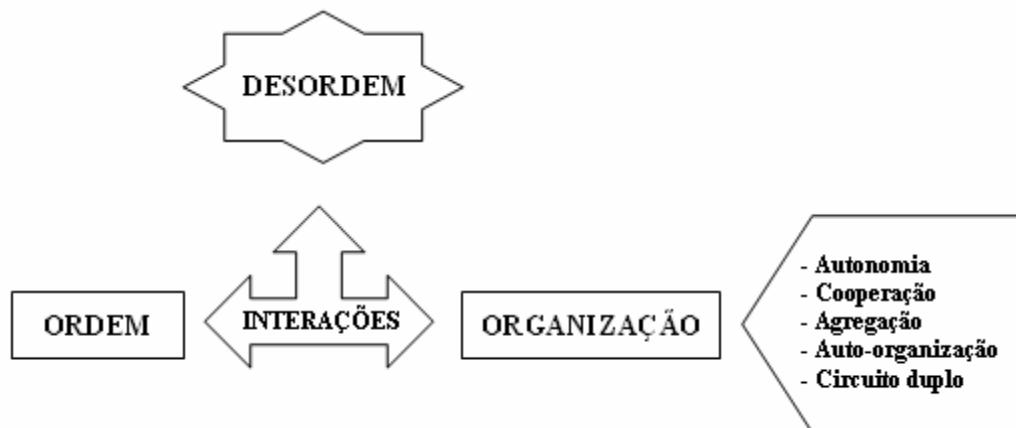


Figura 13 - Esquema parcial de análise dos dados
Fonte: Adaptado de Stadnick (2004).

A ORDEM representa a estrutura e o funcionamento do PCP tal como foi projetada nas empresas. Foi feita uma descrição detalhada do PCP da empresa analisada, a partir do relato associado à entrevista, da observação e da análise documental.

A DESORDEM reflete as múltiplas não-linearidades, em princípio imprevistas e indesejadas. São as perturbações do ambiente e as combinações decorrentes. É importante descrever as ramificações desses fatos e suas inter-relações. Tem-se, assim, a oportunidade de entender ou então perceber as oportunidades para criar diferenciações internas, capazes de subsidiar a organização.

A ORGANIZAÇÃO é a reação a uma desordem, ou seja, é a retomada (ou tentativa) da situação original. A maneira como ocorre esta organização é analisada pelos conceitos-chave elaborados por Agostinho (2003b). Desta forma, o sistema se reorganiza passando pela autonomia, pela cooperação, pela agregação e finalmente chegando à auto-organização.

Quando a situação original não é alcançada ou não é visada, é possível buscar um patamar novo de operação, podendo ser um estágio evoluído, capaz de proporcionar vantagem competitiva à organização. Assim, analisa-se também o processo de evolução do sistema a cada experimentação, conforme preconiza o circuito duplo de Stacey (1998, *apud* REBELO 2004). Para tanto, dever-se-á verificar se a aprendizagem advinda da resolução das não-linearidades emergentes no PCP é de fato incorporada ao sistema de PCP da empresa, conduzindo a um processo de adaptação contínua.

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo serão apresentadas a descrição e análise dos dados das empresas pesquisadas, pertencentes a setores industriais diferentes. Uma das empresas, aqui, denominada AVES S.A., é um frigorífico de aves. A outra empresa, aqui denominada TELEFONES S.A., é um fabricante de telefones e de centrais telefônicas.

Inicialmente, será descrita a estratégia de produção das empresas. O objetivo desta descrição é contextualizar o ambiente em que está inserido o sistema de produção da empresa e vislumbrar o direcionamento futuro que as empresas têm para o seu sistema de produção. Em seguida será descrita a organização e a operacionalização do sistema de PCP das duas empresas.

Passa-se, então, à descrição das não-linearidades identificadas e ao relato de como as empresas resolveram essas não-linearidades. São identificados também aspectos típicos de SCAs no PCP das empresas.

Por fim apresenta-se o banco de soluções para as não-linearidades, elaborado pelo pesquisador, que servirá de referência para que organizações de diferentes setores encontrem soluções para suas próprias não-linearidades emergentes na rotina de trabalho.

4.1 AVES S.A.

A AVES S.A. (nome fictício devido ao pedido feito pela empresa pesquisada de não divulgar sua razão social), pertence ao setor alimentício, é um frigorífico de aves. O processo produtivo desse tipo de empresa apresenta algumas particularidades em relação aos processos convencionais de administração da produção, conforme bem descreve Santana (2005).

Primeiramente, a matéria-prima utilizada nessa empresa é viva. Assim, todas as aves disponibilizadas para o abate em determinada data devem ser de fato abatidas. Caso contrário, as aves permanecem muito tempo nos caminhões que as transportam das granjas até a indústria, implicando em uma mortalidade alta na plataforma de abate, etapa essa a inicial do processo produtivo.

Em segundo lugar, não há a possibilidade de se formarem estoques intermediários ao final de uma jornada de trabalho, uma vez que as aves originam produtos perecíveis que devem ser mantidos congelados. Para garantir a qualidade dos produtos, estes devem ser descongelados apenas no momento de consumo. Desta maneira, não é possível congelar a ave

durante o processo produtivo, e, portanto, a formação de estoques intermediários é impraticável. Assim, o frigorífico só encerra suas atividades após o processamento da última ave abatida, apresentando assim um fluxo contínuo de produção.

Por fim, a peculiaridade mais marcante é que, ao contrário da maioria das indústrias de outros setores, que montam o produto final através da junção de vários componentes, os frigoríficos de aves desmontam a matéria-prima em diversos produtos. As implicações desse fato são consideráveis com relação ao estoque de produtos acabados, uma vez que não é possível produzir determinado produto sem deixar de produzir os demais produtos decorrentes do abate de uma ave.

Uma outra característica da AVES S.A. é que toda a cadeia de suprimentos é gerenciada pela empresa. A Figura 14 descreve, de maneira simplificada, a cadeia de suprimentos da AVES S.A.

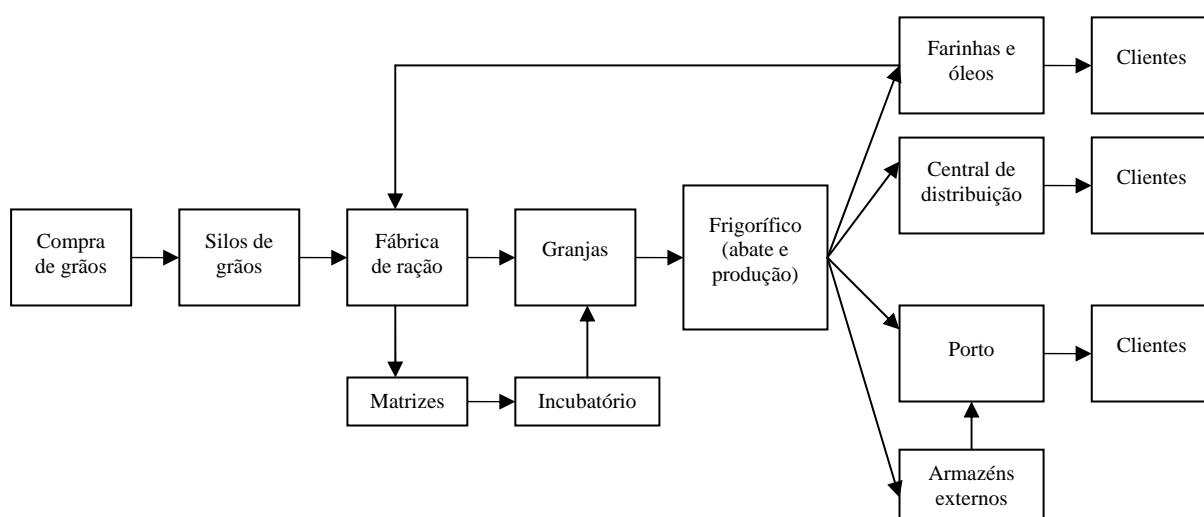


Figura 14 - Cadeia produtiva da AVES S.A.
Fonte: Adaptado de Santana (2005).

Santana (2005) descreve detalhadamente a cadeia de produção de um frigorífico de aves. A compra de grãos, primeiro elo da cadeia, objetiva a fabricação de ração para as aves. Este componente da cadeia sofre influências determinantes do meio externo, pois está sujeito a fatores como a taxa de câmbio e o preço do petróleo. Deve ser levado em conta também o momento ideal para se realizar a compra dos grãos. Como a cadeia necessita do insumo durante todo o ano e a safra ocorre em determinados períodos apenas, é necessário determinar os momentos ótimos para a compra.

O elo seguinte da cadeia são os silos, que funcionam como estoque intermediário. Nos períodos em que o grão é mais barato, uma quantidade maior de grãos é adquirida e armazenada nos silos, para cobrir as necessidades no período entre safras, sendo que os grãos são transportados conforme a necessidade até a Fábrica de Ração, próximo elo da cadeia.

A Fábrica de Ração, além dos grãos, recebe insumos oriundos do próprio frigorífico, mais precisamente do setor de Farinha e Óleos. Aqui, é realizado o controle nutricional da ração, de maneira a otimizar o índice de ganho de peso diário da ave (razão entre o peso adquirido pela ave e a quantidade de ração ingerida). Quanto maior for esse índice, mais cedo a ave pode ser disponibilizada para abate, diminuindo os gastos com ração. A fábrica de ração abastece dois elos subsequentes da cadeia, as Matrizes e as Granjas.

As Matrizes representam as aves responsáveis por produzir os ovos, que são transportados para o Incubatório. Ao terminarem seu ciclo de produção de ovos, as matrizes são enviadas para o frigorífico para abate. O Incubatório tem a responsabilidade de desenvolver o embrião. Os ovos permanecem no Incubatório por vinte e um dias, até que ocorra a eclosão, gerando os pintos. O principal índice gerenciado aqui é o índice de eclosão, pois quanto maior esse índice, uma quantidade menor de ovos deve ser disponibilizada para gerar um determinado número de pintos.

Após a eclosão, o pinto é transportado para as Granjas, onde se alimenta e cresce. Nesta fase acontece um rígido controle sanitário para evitar a contaminação das aves. Além disso, as granjas são construídas para minimizar o impacto de variações climáticas, pois essas variações são causa de mortalidade das aves. As aves com tamanho, peso e idade adequada são então transportadas para o Frigorífico, elo subsequente da cadeia, para que possam ser abatidas.

No Frigorífico, que pode ser considerado o elo mais importante da cadeia, ocorre a transformação da matéria-prima viva nos diversos produtos finais. A Figura 15 apresenta as principais etapas do processo produtivo no frigorífico.

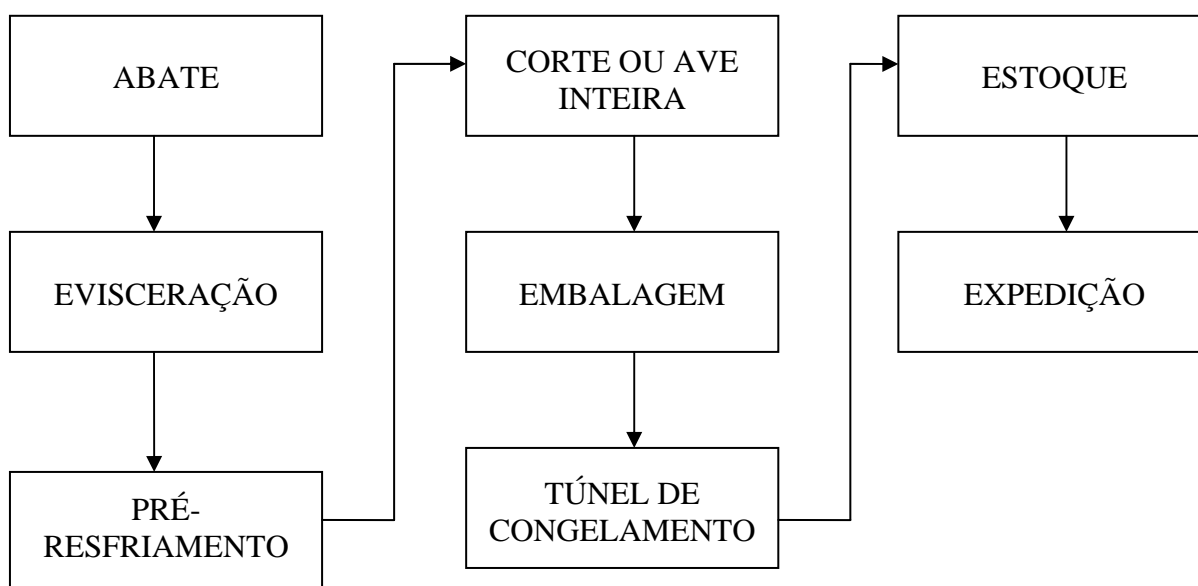


Figura 15 - Processo produtivo na AVES S.A.
 Fonte: Adaptado de Klein (2003).

A primeira etapa do processo de produção é o abate, composto por várias etapas intermediárias. As aves chegam em caminhões e aguardam na plataforma de abate, onde são inspecionadas para verificar a presença de aves mortas ou machucadas. O caminhão é então descarregado e essas aves são penduradas de cabeça para baixo em uma esteira. Em seguida ocorre o atordoamento, para que as etapas de sangria e depenamento sejam satisfatórias. O atordoamento evita que as aves se debatam durante o processo, evitando lesões nas mesmas, principalmente nas asas. Além disso, promove um tratamento mais humano às aves.

A ave é então conduzida, ainda na esteira, para a sangria, onde uma máquina realiza o corte no pescoço, para que o sangue seja expelido da ave. Uma outra máquina, com uma lâmina circular rotativa, corta a cabeça e os pés da ave. Segue-se então a etapa da escaldagem. As aves são submetidas a um banho quente que vai facilitar a retirada das penas. Durante todas essas etapas há um acompanhamento para verificar se os processos estão sendo realizados corretamente.

Passa-se então à etapa seguinte do processo, a Evisceração, também realizada por máquinas. Nesta etapa as vísceras do animal são retiradas e novamente há o acompanhamento de empregados, verificando se o processo foi bem realizado. Os miúdos do animal (coração, moela e fígado) são separados ao final dessa etapa e seguem um fluxo de produção paralelo.

A próxima etapa é o Pré-resfriamento, realizado no *spin chiller*. O objetivo dessa etapa é fazer com que as aves atinjam uma temperatura adequada para serem manuseadas no restante do processo. O *spin chiller* é um tanque de resfriamento, onde as aves ficam imersas e se deslocam lentamente, movidas pela rotação de uma hélice, percorrendo toda a extensão do tanque.

Em seguida, dependendo do produto que está sendo fabricado, a ave é direcionada para o processo de Ave Inteira ou para a Sala de Cortes. As aves destinadas ao processo de ave inteira são embaladas e seguem para o túnel de congelamento. Na sala de corte ocorre o desmembramento da ave, onde peito, coxas e asas são separados. Esses cortes são então encaminhados para suas respectivas células de produção onde são transformadas nos diversos tipos de produtos acabados. Na sala de corte a maior parte das atividades é realizada manualmente, devido à impossibilidade de se automatizar o processo de corte.

E etapa seguinte é a Embalagem, onde as aves são envolvidas por películas plásticas, ensacadas ou ainda embaladas em bandejas de isopor (embalagens primárias). Em seguida essas embalagens são acomodadas em embalagens de papelão (embalagem secundária), com peso padrão para comercialização.

As embalagens seguem então para o Túnel de Congelamento, onde podem ser resfriadas ou então congeladas. Após essa etapa, os produtos já são considerados como acabados. Os produtos são então paletizados e estocados na câmara frigorífica, onde aguardam a etapa final do processo, a Expedição, que vai encaminhar esses produtos para os mercados consumidores.

Os produtos finais podem ser encaminhados para o mercado interno ou para o mercado externo. Os produtos destinados ao mercado interno são encaminhados para a Central de Distribuição e daí transportados para os clientes. Já os produtos destinados ao mercado externo podem ser encaminhados diretamente para o porto, caso haja disponibilidade de containeres e data de embarque definida. Caso um dos requisitos anteriores não seja cumprido, os produtos destinados ao mercado externo são transportados para os Armazéns Externos, onde aguardarão o encaminhamento para o porto. Os subprodutos do processo de produção são destinados para o setor de Farinhas e Óleos, onde são processados, produzindo-se assim farinha e óleo. Esses produtos são encaminhados para a Fábrica de Ração ou podem ainda ser vendidos para um cliente final.

4.1.1 Estratégia de produção da AVES S.A.

A estratégia de produção de uma empresa compreende um conjunto de princípios que vão guiar o processo de tomada de decisões no que se refere à função produção de uma empresa. De acordo com Moreira (1996) e Tubino (1997), são componentes da estratégia de produção aspectos relacionados à tecnologia de produto e de processo, à capacidade das instalações, à localização das instalações, aos recursos humanos, suprimentos e qualidade. Desta maneira, este item procura descrever como são esses aspectos relativos à estratégia de produção da AVES S.A.

Em relação às tecnologias de produto e de processo, a empresa encontra-se em um patamar satisfatório, com processos de produção bem estruturados, não se projetando alterações em curto e médio prazo. Dentro do processo produtivo, muitas atividades são realizadas de maneira manual, porém isso se deve à natureza da atividade da empresa, que não permite que certas operações sejam automatizadas.

A capacidade produtiva da AVES S.A. é da ordem de 120 a 122 mil aves abatidas por dia. Entretanto, a empresa não opera em sua capacidade máxima. Esse fato se deve à peculiaridade, já explicada anteriormente, de não ser possível produzir determinado produto sem produzir outros. Assim, para cumprir o *mix* de produção estabelecido pela área comercial, e também manter um fluxo dentro do processo evitando problemas com os profissionais e também com os equipamentos, a empresa opera em uma média de 104 mil aves abatidas por dia. Há uma projeção de aumentar essa quantidade em número de aves abatidas, todavia mantendo-se a quantidade em quilos. Isso porque se projeta o abate de um outro tipo de ave, que vai originar um novo produto. Essa ave é de um tipo menor, e o processo produtivo é mais rápido. Assim, não será necessário que ocorram alterações físicas na planta.

Existem algumas vantagens relacionadas à localização geográfica da AVES S.A. A principal vantagem que pode ser apontada é a proximidade a um importante porto, o que facilita o escoamento da produção para o mercado externo. Uma segunda vantagem seria o fato de estar numa região rural, o que facilita a captação de integrados à empresa, que são os responsáveis por cuidar das aves. Uma terceira vantagem é o fato de estar situada relativamente longe dos municípios. Como se trata essencialmente de um abatedouro de aves, os resíduos devem ser bem controlados, principalmente no que se refere ao mau cheiro inerente ao processo. Segundo o gerente de planejamento, não há desvantagens significativas quanto à localização geográfica da empresa.

A AVES S.A. passa hoje por problemas no que se refere aos recursos humanos. Há, entre os empregados de chão de fábrica, uma taxa de *turnover* relativamente alta, e a empresa está estudando maneiras de reduzir essa taxa de forma a manter os funcionários por mais tempo em seu quadro.

Conforme já foi explicado, a cadeia de produção da AVES S.A. é extensa e complexa. Dentro dessa cadeia, existem os Incubatórios e as Granjas que não são de propriedade da AVES S.A. e, desta maneira, podem ser vistos como fornecedores de matéria-prima. Nesses casos, os ovos e as aves são de propriedade da AVES S.A., somente a estrutura física é de propriedade de terceiros, que são chamados integrados. Esse integrado se compromete a cuidar das aves de acordo com as exigências da empresa e, para tanto, assina um documento se comprometendo a atender essas exigências.

Existem também os fornecedores de embalagens, de condimentos e demais materiais necessários à produção. No caso destes, a estratégia da empresa é trabalhar com vários fornecedores, para evitar que ocorram problemas no fornecimento destes materiais, o que comprometeria a entrega dos produtos para os clientes finais. Estes fornecedores devem ser homologados, sendo que a empresa possui critérios de homologação e também de desqualificação de fornecedores, caso estes não cumpram os pré-requisitos mínimos exigidos pela AVES S.A.

A empresa possui ainda um departamento responsável pelo controle de qualidade em todo o processo produtivo. Enraizado na cultura organizacional, estão as certificações de qualidade da norma ISO 9001 e de segurança alimentar (HACCP), que focam a satisfação dos clientes com o consumo de um alimento saudável e confiável.

O Quadro 14 apresenta um resumo da estratégia de produção da AVES S.A. para cada um dos componentes estratégicos.

Quadro 14 - Estratégia de produção da AVES S.A.

Componente da estratégia de produção	Descrição
Tecnologia do produto e do processo	<ul style="list-style-type: none"> • Processos de produção bem estruturados, não se projetando alterações em curto e médio prazo. • Muitas atividades realizadas de maneira manual devido à impossibilidade de automatização.

Capacidade das instalações	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade da ordem de 120 a 122 mil aves/dia; • Projeção de aumento da quantidade de aves abatidas, porém mantendo-se a quantidade em quilos
Localização das instalações	<ul style="list-style-type: none"> • Vantagens: proximidade de importante porto; situada em região rural, relativamente longe dos municípios. • Não há desvantagens significativas
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Atualmente estuda maneiras de diminuir a taxa de turnover entre os funcionários da linha de produção.
Suprimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia de trabalhar com vários fornecedores. • Fornecedores homologados pela empresa. • Integrados (incubatórios e granjas) trabalham de acordo com as exigências da empresa.
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 9001 e HACCP (segurança alimentar).

Fonte: Autor, 2006.

4.1.2 Descrição do PCP da AVES S.A.

De acordo com a interpretação de Erdmann (2000), o PCP é dividido em duas partes. A primeira delas seria o planejamento, responsável pelo projeto de produtos e processos e também pela definição de quantidades. A segunda parte seria a programação e o controle da produção, responsável por estabelecer antecipadamente as atividades da produção e também por corrigir eventuais desvios de rota.

Na empresa AVES S.A., o setor de PCP está subordinado ao departamento de Logística, departamento responsável também pelos setores de Suprimentos e de Expedição. O PCP na empresa é responsável, principalmente, pela segunda etapa do PCP definida por Erdmann (2000), a programação e controle da produção.

O setor é composto, essencialmente, por cinco profissionais, conforme ilustrado na Figura 16. São dois analistas, um deles responsável por cuidar da programação da ave viva e outro responsável por cuidar da parte industrial. Há um auxiliar, cuja responsabilidade é dar suporte ao setor e um chefe de apanha da ave viva. Estes estão subordinados a um gerente de planejamento, cujo papel está associado à rotina de trabalho dos demais funcionários do setor, sendo de sua responsabilidade dar suporte, acompanhar e apoiar a tomada de decisão.

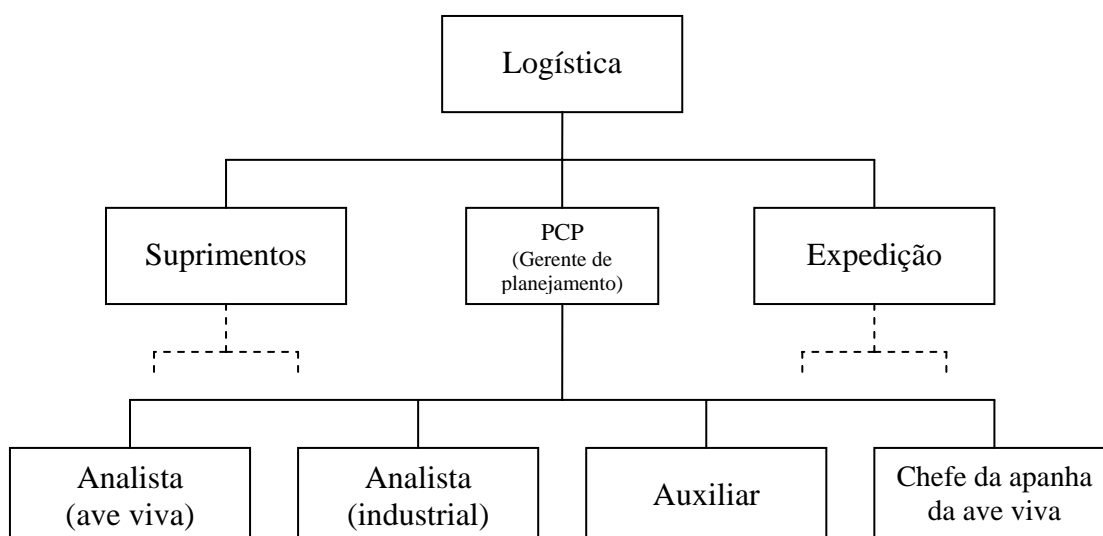


Figura 16 - Organograma do PCP na AVES S.A.
Fonte: Autor, 2006.

4.1.2.1 Planejamento da produção

As atividades de projeto do produto e do processo são intrinsecamente ligadas na AVES S.A., não havendo uma separação entre o que seria projeto do produto e projeto do processo. Assim, durante o projeto do produto considera-se também o projeto do processo, seguindo os preceitos da engenharia simultânea. Conforme descreve Erdmann (2000), a engenharia simultânea propõe a integração das atividades de projeto. As equipes trabalham em sintonia e ao mesmo tempo, orientadas por objetivos e valores comuns. Desta maneira, “obtem-se uma redução no tempo de desenvolvimento do projeto e uma diminuição de problemas na produção” (ERDMANN, 2000, p.57).

Existe na empresa o departamento de Desenvolvimento de Produtos, que coordena o projeto de um novo produto. Esta atividade envolve vários setores da empresa: Marketing, Comercial, a Produção de Aves, além do próprio PCP. O PCP participa no que diz respeito ao plano de produção do novo produto, sendo que quando um novo produto vai ser inserido no processo de produção, é necessário saber a especificação do produto, qual o volume de produção, como o produto foi dimensionado para a produção, tudo isso para que seja possível medir e programar essa nova produção.

O PCP posiciona-se em relação à produção desse novo item, analisando a quantidade a ser produzida e verificando a possibilidade de produção ou não, ou seja, se é possível

atender os quesitos de capacidade, mão-de-obra e de produção de aves. A partir dessa informação, o Desenvolvimento de Produtos coloca o novo item em prática ou não.

Pode existir também a necessidade de reposicionamento de produtos, necessidade esta que surge a partir do perfil de cada linha de produtos. Alguns produtos precisam ser reposicionados para ganhar características diferenciadas para o cliente, outros devem ser reposicionados devido ao estágio no ciclo de vida atingido pelo produto, ou ainda, o resultado financeiro de determinada linha de produtos pode evidenciar a necessidade de reposicionamento.

A previsão de demanda é responsabilidade do setor Comercial, sendo que o horizonte de planejamento na empresa é de doze meses. Inicialmente, elabora-se um plano anual de produção. Este plano contém as informações das quantidades de aves que serão abatidas em um ano. Para elaborar esse plano, são levados em conta todos os elos da cadeia produtiva da empresa: o volume de ração que pode ser processado na Fábrica de Ração, a quantidade de ovos eclodidos produzidos pelas Matrizes e eclodidos nos Incubatórios, o dimensionamento das Granjas para abrigar e permitir o crescimento das aves até a idade de abate e também a capacidade de processamento do Frigorífico.

A partir do plano anual tem-se o plano mensal de produção. Toda a produção projetada para o mês é baseada na média de venda dos três meses anteriores. Caso exista alguma produção adicional, recorre-se a fechamentos com volumes maiores, focados no produto em excesso.

O Quadro 15 apresenta o resumo de como é a prática do planejamento da produção na AVES S.A..

Quadro 15 - Planejamento da produção na AVES S.A.

Planejamento da produção	Descrição
Projeto do produto	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de novos produtos coordena o projeto, que envolve todos os setores relativos à produção.
Projeto do processo	<ul style="list-style-type: none"> • Intrinsecamente ligado ao projeto do produto, seguindo os preceitos da engenharia simultânea.

Definição de quantidades	<ul style="list-style-type: none"> • PCP analisa a capacidade produtiva para novos itens. • Previsão de demanda é responsabilidade do setor comercial. • Horizonte de planejamento de 12 meses. • Plano de produção anual considera todos os elos da cadeia produtiva. • Produção para um mês é baseada na média para os três meses anteriores.
--------------------------	--

Fonte: Autor, 2006.

4.1.2.2 Programação e controle da produção

A partir do plano anual e do plano mensal elaborados pela empresa, é definida a necessidade de produtos finais, primeira etapa da programação da produção definida por Erdmann (2000). A partir da programação da quantidade de aves a ser abatida mês a mês, faz-se a programação diária de produção, ou seja, são definidas as quantidades de aves a serem abatidas por dia.

É neste momento que ocorre o “desdobramento” da matéria-prima, ou seja, é aqui que são quantificadas as partes que serão geradas com o abatimento das aves. Esse ponto pode ser vislumbrado como um MRP inverso. No MRP, tradicionalmente, tem-se um item pai que se desdobra em vários itens filhos, estabelecendo-se, assim, as quantidades necessárias de componentes para se produzir uma determinada quantidade de itens pai. Já no caso da AVES S.A. acontece o contrário. Parte-se de uma determinada quantidade de itens filho, ou seja, uma quantidade de aves a ser abatida e, a partir daí, tem-se o desdobramento em quantidades de diferentes itens pai, isto é, diferentes produtos oriundos do abate das aves. Esse desdobramento da matéria-prima pode ser visto como sendo a segunda etapa da programação definida por Erdmann (2000), o cálculo das necessidades de materiais.

Essas quantidades finais de produtos oriundos do abate das aves devem ser ajustadas diariamente, pois diferentes fatores vão influenciar as quantidades a serem produzidas, tais como o comportamento do mercado, o volume de estoque disponível e as características das aves disponibilizadas para o abate. Esse ajuste fino é realizado através da ordem de produção diária. Essa ordem indica o tipo e a quantidade de produtos que serão fabricados em determinada data, correspondendo à terceira etapa da programação definida por Erdmann (2000), a definição de prazos, capacidades e ajustes.

Em seguida, esta ordem de produção é encaminhada para cada um dos monitores ou chefes de células. Esse monitor passa a informação de quanto e o que deve ser produzido para os demais empregados, coordenando, deste modo, o processo produtivo da empresa. Tem-se, assim, a liberação das ordens de produção, quarta etapa da programação definida por Erdmann (2000). Por se tratarem de produtos perecíveis, a regra de seqüenciamento utilizada é a FIFO (*first in first out*).

A quinta e última etapa da programação interpretada por Erdmann (2000) é o controle da produção. A AVES S.A. realiza o controle de quantidades produzidas e o controle de qualidade no seu processo produtivo. É realizado um acompanhamento de tudo aquilo que foi produzido, sendo, então, esses dados confrontados com o que foi programado. Para cada uma das diferenças encontradas, a empresa possui critérios para realizar o controle. Existem diferenças que são consideradas admissíveis, por não impactarem tanto o processo produtivo da empresa. No entanto, outras diferenças são consideradas inadmissíveis. Nesses casos, ações serão tomadas para ensejar um retorno à normalidade. Importante destacar que nesses casos, além de realizar o controle para que o plano de produção seja atendido, sendo que a empresa busca sempre procurar entender o que causou o desvio de rota, para que o problema não aconteça novamente.

A empresa possui também alguns itens de controle de qualidade referentes aos lotes de aves que foram abatidos, controles de qualidade de processo e controles referentes à qualidade dos produtos finais. Realiza-se inspeção por amostragem, para evitar que o produto vá para o cliente fora das especificações requeridas, sendo que já houve casos de descarte de lotes de produtos finais por não atenderem às especificações exigidas. Ressalta-se que a empresa segue a normalização da série ISO 9000 para garantir a qualidade de seus produtos.

O Quadro 16 apresenta o resumo de como é a prática da programação e do controle da produção na AVES S.A..

Quadro 16 - Programação e controle da produção na AVES S.A.

Programação e controle da produção	Descrição
Definição das quantidades de produtos finais	<ul style="list-style-type: none"> • A partir dos planos anual e mensal, realiza-se a programação diária da produção.
Cálculo das necessidades de materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Quantifica-se as partes que serão geradas com o abate das aves. • MRP inverso.

Definição de prazos capacidades e ajustes	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste fino da produção é realizado através das ordens de produção diárias.
Liberação de ordens	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor de célula recebe ordem que dispara a produção. • Regra FIFO.
Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de quantidade: desvios admissíveis e desvios inadmissíveis. • Controle de qualidade: inspeção por amostragem.

Fonte: Autor, 2006.

4.1.3 O PCP da AVES S.A. visto como um SCA

4.1.3.1 Eventos não-lineares no PCP da AVES S.A.

Conforme já descrito, a cadeia produtiva de um frigorífico de aves é longa e complexa, com características peculiares que a diferenciam da maioria dos demais setores industriais. O PCP relaciona-se direta ou indiretamente com todos os elos desta cadeia e, segundo afirma o gerente de planejamento da AVES S.A., “[...] tudo, todas as alterações, afetam o PCP”. Isso se deve ao caráter integrador do PCP e de suas interconexões com todas as áreas da empresa.

Um evento não esperado ocorrido no processo de produção da empresa é um grande complicador. O *layout* do frigorífico é um misto entre os arranjos celular e o arranjo de fluxo contínuo, e, assim, um problema em alguma das etapas pode ocasionar uma parada em todo o processo produtivo. Desta forma, o sistema deve procurar resolver os eventos não-lineares da maneira mais rápida possível e evitar que eles ocorram novamente.

Neste contexto, e tomando por base as implicações da Teoria da Complexidade, observa-se que o PCP está fortemente sujeito às não-linearidades emergentes na rotina de trabalho. Este item procura evidenciar algumas das não-linearidades a que o PCP da AVES S.A. está sujeito e como o sistema, na medida do possível, procura superar essas não-linearidades.

4.1.3.1.1 Quantidades a produzir

Após o trabalho de campo realizado na AVES S.A. foi possível concluir que o principal problema para o PCP da empresa é relativo à quantidade de aves a abater. São vários os motivos que podem alterar a programação das quantidades de produção. Em alguns dos

itens subsequentes são registradas algumas das causas que levam e essa alteração da programação.

Quando ocorre um problema desse tipo, a empresa procura programar novas datas para o abate. Pode-se deixar de abater em um dia e compensar no outro, diminuir ou aumentar a quantidade de aves no abate, dentre outras possibilidades. Em casos muito extremos, as aves podem ser vendidas para outro abatedouro, porém essa não é a política da empresa.

Para realizar a reprogramação da produção a empresa trabalha com a construção de cenários. Esse trabalho envolve tanto os analistas de produção quanto o gerente de planejamento. Diante de um problema, são simulados vários cenários futuros que podem solucionar o problema. Tendo finalizado essa fase de simulações, passa-se à fase de tomada de decisão, que vai envolver outras pessoas, como diretores, e em alguns casos, até mesmo, o vice-presidente da empresa.

Esse processo parece já estar sedimentado na rotina de operação da empresa e é um exemplo de auto-organização, uma vez que começa com o trabalho dos analistas do PCP, passa a envolver todo o departamento e depois diferentes setores da organização. Percebe-se, assim, que a solução advém da autonomia conferida aos funcionários, que passam a trabalhar cooperativamente, formando em seguida um agregado que vai buscar a solução mais satisfatória para a organização.

4.1.3.1.2 Variações na demanda

Uma das não-linearidades a que a maioria das empresas está sujeita refere-se a variações na demanda por produtos. Um cliente pode sempre efetuar um pedido de última hora, fora do que tinha sido planejado pela empresa.

Nesses casos, a política da AVES S.A. é procurar atender da melhor forma todos os pedidos solicitados, mesmo estes que afetam o planejamento realizado. Primeiramente, a melhor forma de atendimento ao cliente (prazo x entrega) é analisada para que a empresa possa cumprir o acordo comercial.

Em seguida, conforme o pedido, analisa-se junto à produção a melhor forma para atendimento do cliente, levando-se em conta aspectos como direcionamento de matéria-prima e alocação da mão-de-obra nos turnos de produção. Turnos de fim de semana podem acontecer para que se possam atender as necessidades da área comercial. A política da empresa e seu objetivo principal é procurar sempre atender bem os clientes, não existindo recusa de pedidos, desde que seja respeitada a capacidade de produção da empresa.

Em decorrência das não-linearidades presentes na rotina de trabalho, pode ser que aconteça a impossibilidade de entregar um lote de produtos para o cliente de acordo com o que foi acordado comercialmente. Nesses casos, o setor comercial repassa ao cliente a situação, normalmente com alguma solução previamente estudada. Pode ser sugerido um novo prazo para atendimento das necessidades do cliente ou substituição do pedido por algum produto similar que está em estoque, dentre outras soluções. O importante para a empresa é que o cliente não se sinta prejudicado.

4.1.3.1.3 Fornecimento de insumos

Uma das não-linearidades que compromete o trabalho do PCP são problemas relativos ao fornecimento de insumos. Os insumos podem ser classificados em dois grandes grupos. O primeiro deles seria referente à matéria-prima viva, ou seja, a ave. O segundo grupo seria composto pelos fornecedores de embalagens, primárias e secundárias, de condimentos e demais materiais necessários para a produção.

Problemas no fornecimento de embalagens são considerados críticos pela empresa, pois se não há embalagens disponíveis, a produção final fica comprometida. Desta maneira, deixa-se de atender à área comercial e, conseqüentemente, o cliente fica sem o seu produto. Os principais problemas que acontecem são as embalagens que chegam fora do prazo previsto ou das especificações de *layout* e de dimensões, requeridas pela empresa.

Este é um problema complicado de ser resolvido pela empresa, pois se o problema acontece no fornecedor, a empresa fica de mãos atadas, sem ter o que fazer. Uma das soluções adotadas nesse caso é trabalhar com vários fornecedores, pois, desta maneira não se corre o risco de ficar à mercê de um único fornecedor. Assim, um problema ocorrido com um fornecedor pode ser resolvido através da relação existente com outros fornecedores.

Salienta-se que a empresa define alguns critérios de avaliação destes fornecedores, para que estes cumpram prazos de entrega e especificações. Critérios como pontualidade na entrega, conformidade às especificações, quantidade exata do que foi solicitado, dentre outros, são todos pontuados a cada entrega. É feito então um *ranqueamento* dos fornecedores, que recebem, trimestralmente, um *feedback* sobre seu desempenho, demonstrando a preocupação da empresa com o desenvolvimento dos seus fornecedores.

Alguns problemas no fornecimento de insumos, relativos à matéria-prima viva, são mais difíceis de serem contornados. Só é possível fabricar os produtos se as aves estiverem dentro de determinada faixa de peso. A programação é realizada contando com um quadro

normal de temperatura e pressão, pois, nessas condições, é possível prever o tempo decorrido para que a ave atinja a faixa de peso necessária para o abate.

No entanto, mudanças climáticas influenciam diretamente o processo de desenvolvimento das aves. Por exemplo, em 2005 demorou mais tempo para esquentar e as aves, com isso, demoraram mais tempo para atingir a faixa de peso para abate. Esse fato impactou diretamente a programação da produção. Nesses casos, deve-se realizar um ajuste fino da produção para procurar resolver o problema.

4.1.3.1.4 Indisponibilidade de matéria-prima

A primeira etapa do processo produtivo no frigorífico é à entrada da matéria-prima viva, ou seja, as aves chegam em caminhões para serem abatidas e dar seguimento ao processo. Aqui, pode aparecer um evento não-linear. A quantidade de aves disponível para abate pode ser diferente do que foi programado. Isso pode ocorrer principalmente devido a dois fatores.

O primeiro deles é o recebimento de aves mortas ou machucadas, devido principalmente ao transporte e acondicionamento das aves no caminhão serem realizados de forma inadequada. Um outro fator que pode causar mortandade de aves é o forte calor incidente nas aves quando estas ainda estão no caminhão. Esses problemas, no entanto, já estão razoavelmente contornados. Nos dias mais quentes, o uso de ventiladores e nebulizadores auxiliam a reduzir a temperatura na plataforma de abate. Por outro lado, a empresa realiza o transporte e acondicionamento das aves de maneira a minimizar ao máximo a mortalidade das aves.

O segundo fator é o recebimento de aves com algum tipo de doença. A origem desse problema está no cuidado e no tratamento das aves nas Granjas. O escopo do problema nesse caso estaria fora da alçada do PCP. Entretanto, pôde ser observado durante a pesquisa de campo um problema desse tipo ocorrendo. A pessoa que detectou o problema dirigiu-se ao PCP para relatá-lo e informar que o abate seria prejudicado. O gerente de planejamento explicou que não poderia fazer nada quanto às aves doentes, mas se prontificou a reunir com o responsável pelo problema para buscar a origem e evitar que ocorra novamente. Aqui, se percebe novamente o caráter integrador do PCP na empresa, e também os aspectos de autonomia e cooperação, típicos de um sistema complexo adaptativo.

Para que essa não-linearidade, matéria-prima não disponível para iniciar o processo de produção, impacte o mínimo possível no processo produtivo, o PCP adotou a solução de se

trabalhar com uma margem de segurança de matéria-prima na entrada do sistema. Assim, se o demandado para produção em um dia é de 'x' aves para abate, o PCP programa uma quantidade maior de aves (cerca de 10% a mais, quantidade esta obtida após a análise da quantidade de matéria-prima descartada na entrada do processo), garantindo que a demanda real pelos produtos seja atendida.

4.1.3.1.5 Quebra de máquinas e equipamentos

Um outro evento não-linear que pode acontecer é a quebra de máquinas. Como o frigorífico trabalha dentro de um fluxo contínuo de produção, a quebra de uma máquina pode fazer com que todo o processo produtivo pare. O impacto acontece na fábrica e no campo, pois a ave que deixa de ser abatida sofre variações, enquanto ainda está na granja.

A AVES S.A. trabalha com dois tipos de manutenção, a preventiva e a corretiva. Existe uma equipe de manutenção preventiva que realiza a manutenção das máquinas nos intervalos entre as trocas de turnos. Já a equipe de manutenção corretiva está sempre presente no processo. Caso alguma máquina sofra um problema, a equipe de manutenção corretiva procura solucioná-lo o mais rápido possível, para que se possa dar andamento ao processo.

Para contornar essa não-linearidade, paradas devido a problema de quebra de máquina, a empresa trabalha com uma expectativa de parada de 15 a 20 minutos por dia. Este intervalo é planejado, está dentro de uma meta, de forma que a entrega dos produtos finais não seja prejudicada.

No entanto, existem algumas situações que são completamente imprevisíveis, e a empresa não tem muito que fazer para contornar o problema. Por exemplo, no período em que ocorreu a pesquisa de campo, devido a uma chuva muito forte, aconteceu um problema com uma bomba de água, o que levou a empresa ter problemas para captação de água. Nesse caso específico, o abate foi forçado a parar durante um longo período, até que a bomba fosse consertada. Aqui, a programação foi prejudicada e a empresa foi forçada a reprogramar sua produção para atender os planos.

4.1.3.2 Aspectos de um SCA presentes na AVES S.A.

Um dos elementos que vai legitimar a ação autônoma é a redução ou mesmo a eliminação dos símbolos de *status*. Alguns aspectos que podem parecer de menor importância são cruciais para promover a autonomia e a cooperação entre os empregados.

A empresa AVES S.A. caminha bem nesse sentido, uma vez que foi observado no escritório onde fica o pessoal responsável pelo PCP a ausência de divisórias. Os funcionários trabalham em um ambiente aberto, que permite a fácil comunicação entre as pessoas, sendo que em um mesmo ambiente trabalham pessoas de diferentes setores. O Gerente de Planejamento divide uma grande mesa com seus subordinados e o Diretor de Logística, a quem o PCP deve se reportar, trabalha em uma mesa ao lado, estando completamente acessível aos demais funcionários. Esse fato facilita a comunicação e dinamiza a solução de problemas, além de promover um ambiente agradável para se realizar o trabalho, uma vez que o “medo” da sala da diretoria é completamente eliminado.

O fato de o escritório estar situado dentro da planta da fábrica também é positivo. Não há impedimentos para os demais empregados acessarem o escritório, o que promove a integração entre os setores, sendo os problemas e conflitos mais facilmente resolvidos.

Um dos problemas que a empresa vem enfrentando, e que é considerado crítico por ela, é a alta taxa de *turnover* entre os empregados de chão de fábrica. Este problema pode ser minimizado devido a uma característica típica dos frigoríficos de aves, a flexibilidade da mão-de-obra. Um mesmo empregado pode trabalhar em diferentes operações em diferentes células de produção. Esse fato confere flexibilidade e dinamismo ao frigorífico para que as ordens de produção sejam cumpridas.

Todavia, dentro dos princípios da gestão autônoma, essa alta taxa de *turnover* compromete o caminho para a auto-organização, pois impacta na durabilidade das relações. Conforme afirma Agostinho (2003b, p.71), “uma alta taxa de rotatividade pode comprometer a cooperação dentro da empresa por impedir que se estabeleçam relações de longa duração”.

Segundo Agostinho (2003b), uma das condições que possibilitam a emergência de processos auto-organizativos são os critérios para promoção, que estão diretamente atrelados à satisfação do empregado em realizar o seu trabalho. Destaca-se que podem ser vários os motivos que levam um empregado a deixar uma organização, como “não gosto do trabalho”, ou “recebi uma proposta melhor” e até mesmo “não gosto da denominação do meu cargo”. Mas, o importante é reconhecer que o desempenho individual de um empregado está ligado ao desempenho de uma equipe, que por sua vez, está ligado ao desempenho de toda a organização. Assim, a empresa deve buscar satisfazer esse empregado, seja financeiramente ou pessoalmente, para que desta maneira o caminho para a auto-organização não seja comprometido.

Existem algumas situações que podem se tornar conflitantes devido às restrições para a tomada de uma decisão. Nessas situações, o potencial auto-organizante do sistema torna-se evidente.

Um caso que pôde ser observado na AVES S.A., ainda que não consciente, foi o relato do processo de desenvolvimento de um novo produto. Esse processo envolve várias áreas da empresa, as quais vão procurar defender seu próprio interesse. O PCP vai analisar a possibilidade de produção, verificando o impacto em fatores tais como a capacidade da fábrica e a mão-de-obra disponível, a Produção de Aves vai analisar a capacidade de fornecimento da matéria-prima viva, enquanto o setor Comercial vai procurar atender a demanda do mercado.

Neste sentido, os indivíduos vão interagir movidos por regras locais, ou seja, os balizadores de seus respectivos setores, procurando defender seus interesses ou do agregado do qual fazem parte. Através dessa interação emerge uma solução satisfatória, no caso a decisão de produzir ou não o novo produto. Essa decisão não necessariamente agrada a todos os envolvidos no processo, porém será a melhor decisão para a organização como um todo. Aqui, o PCP exerce um papel de mediador, sendo que sua atuação fornece uma base para a interação entre os setores envolvidos na tomada de decisão. Através desse caso é possível perceber todo o potencial da auto-organização para a empresa.

Um outro exemplo que pode ser relatado é a melhoria de processos. Na AVES S.A., se um empregado de chão de fábrica enxerga uma possível melhoria (autonomia), ele automaticamente a posiciona para seu supervisor direto (cooperação). Em seguida, todas as pessoas participantes no referido processo são envolvidas (agregação), para que se faça em conjunto uma análise do que foi proposto. Esse processo é realizado de maneira dinâmica e todos têm a liberdade de poder questionar, criticar e dar sugestões para que o processo seja melhorado (auto-organização). A AVES S.A. incentiva seus empregados a participar desse processo de melhoria e faz com que eles cultivem esta cultura.

Na AVES S.A. o PCP tem um papel fundamental no processo auto-organizante, conforme relata o gerente de planejamento:

O PCP tem a responsabilidade de mostrar, escancarar o problema, e buscar ações para que aquele problema seja resolvido. Mostrar para a organização onde mora o problema. Isso foi programado. Isso foi realizado. Aqui estão as diferenças. Isso não foi realizado. Deve-se buscar o responsável, que tem autoridade sobre o processo e cobrar 'O que você vai fazer para resolver esse problema'.

Percebe-se, pela fala do gerente de planejamento, um comportamento típico de um sistema complexo adaptativo, ao trabalhar um ponto de alavancagem, no caso, o ponto onde ocorreu um problema. O *input* no foco do problema vai produzir grandes e direcionadas mudanças, de maneira a corrigir o que não foi planejado e evitar que o mesmo problema aconteça no futuro.

Durante a pesquisa de campo percebeu-se também a existência do aprendizado em circuito duplo, cumprindo as condições colocadas por Morgan (1996) descritas no item 2.2.2.1, para que o sistema seja capaz de aprender. Dentro do processo produtivo, ao confrontar o realizado com o programado, o PCP procura entender as discrepâncias, verificar onde ocorreu o erro e quais os motivos que levaram ao desvio, e não apenas em corrigir o problema e retomar a rota original. Agindo desta maneira, novas experiências vão sendo incorporadas à prática do PCP, o que leva o sistema a um processo de evolução, de acordo com o aprendizado em circuito duplo.

O Quadro 17 apresenta um resumo de como os conceitos-chave de SCAs abordados neste trabalho e identificados na AVES S.A. se fazem presentes no PCP da empresa.

Quadro 17 - Resumo dos conceitos-chave de SCAs identificados na AVES S.A.

Autonomia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liberdade na tomada de decisões por parte dos funcionários, desde que dentro de suas alçadas de atuação. ▪ Redução de símbolos de status: ausência de divisórias no escritório, funcionários de diferentes níveis hierárquicos dividem mesmo ambiente de trabalho.
Cooperação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discussão das possíveis melhorias ou possíveis soluções para problemas entre um funcionário e seus pares. ▪ Cooperação entre funcionários de diferentes setores na resolução de problemas de um dos setores.
Agregação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envolvimento de todas as pessoas relacionadas a um processo na resolução de problemas ou na busca por melhorias neste processo. ▪ Defesa dos balizadores de cada setor por parte de seus funcionários, mas não entrando em conflito com os interesses da organização como um todo.
Auto-organização	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acionamento de pontos de alavancagem por parte do PCP. ▪ Processo dinâmico de melhoria contínua consolidado no sistema produtivo da empresa. ▪ Sistema de <i>feedback</i> para os fornecedores.
Circuito duplo de aprendizado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca dos motivos que levaram a um desvio de rota no planejamento ou na programação da produção.

Fonte: Autor, 2006.

4.2 TELEFONES S.A.

A empresa TELEFONES S.A. é pertencente ao setor de telecomunicações e possui duas unidades básicas de negócio, a fabricação de telefones e a fabricação de centrais telefônicas. O sistema produtivo é misto, sendo que uma parte é puxada por *kanban* e outra é empurrada através de ordens de produção. O fluxo de produção é contínuo para algumas linhas de produtos e em células para outras. O próximo item apresenta a estratégia de produção da empresa.

4.2.1 Estratégia de produção da TELEFONES S.A.

Em relação às tecnologias de produto e de processo, a estratégia da TELEFONES S.A. é a de estar sempre à frente no mercado, com a adoção de tecnologia de ponta. A empresa não desenvolve as tecnologias de produtos e de processos. Ela compra e absorve as tecnologias mais avançadas para serem instaladas na planta. Assim, existe uma série de processos de fabricação os quais a empresa foi pioneira na implementação dentro do país.

De acordo com o *site* da empresa, a capacidade produtiva mensal é de 500 mil telefones e de 15 mil centrais telefônicas. A demanda pelos produtos da empresa obedece a um sazonalidade, sendo que os períodos mais críticos são os meses de maio, outubro e novembro, enquanto os meses de baixa são janeiro e fevereiro. Porém, apesar dessa sazonalidade, a capacidade produtiva da empresa vem aumentando ano a ano. Em 2006, a empresa projeta aumentar sua capacidade produtiva a partir do mês de abril.

De acordo com os colaboradores da empresa entrevistados, não existem vantagens nem desvantagens significativas em relação à localização geográfica da empresa.

Um dos pontos fortes da TELEFONES S.A. é a política de recursos humanos, aspecto bastante valorizado pela empresa, que procura sempre proporcionar o melhor ambiente de trabalho possível a seus colaboradores. Existe uma política de encarecimento e de salários bem definida, além de programas de incentivo, através de ajuda de custo, para que os funcionários possam participar de cursos superiores. São poucos os funcionários da empresa que possuem nível de instrução abaixo do 2º grau.

A empresa pratica ainda uma política de recrutamento interno, valorizando as pessoas que ali trabalham. Se há uma vaga em aberto para algum cargo administrativo, o processo de seleção é aberto inicialmente para os próprios funcionários que, se estiverem aptos a desempenhar as funções requeridas, têm prioridade na contratação.

Em relação ao suprimento, a empresa trabalha com *global sourcing*, fazendo a prospecção com fornecedores de nível mundial, sendo que equipes são designadas para promover o desenvolvimento dos fornecedores. Realiza ainda um processo de qualificação e homologação dos fornecedores.

Quanto ao aspecto qualidade, a empresa possui certificação da norma ISO 9000 e se prepara para obter, ainda em 2006, a certificação da norma ISO 14000. Possui ainda as certificações de vários fornecedores, homologados pela empresa, que garantem a qualidade dos insumos. Além disso, é também certificada por vários clientes, que realizam auditorias internas periódicas para verificar a capacitação da empresa em produzir produtos de qualidade.

O Quadro 18 apresenta um resumo da estratégia de produção da TELEFONES S.A. para cada um dos componentes da estratégia.

Quadro 18 - Estratégia de produção da TELEFONES S.A.

Componente da estratégia de produção	Descrição
Tecnologia do produto e do processo	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia de estar sempre à frente no mercado, adotando tecnologia de ponta. • Não desenvolve a tecnologia, e sim compra e absorve.
Capacidade das instalações	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de 500 mil telefones/mês e 15 mil centrais telefônicas/mês. • Capacidade vem aumentando ano a ano, em 2006 projeta-se ampliação a partir do mês de abril.
Localização das instalações	<ul style="list-style-type: none"> • Não existem vantagens ou desvantagens significativas.
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Aspecto bastante valorizado pela empresa. • Política de encarecimento e de salários bem definida. • Política de recrutamento interno.
Suprimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia de trabalhar com fornecedores de nível mundial. • Trabalha com o desenvolvimento de fornecedores. • Qualificação e homologação de fornecedores.
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado ISO 9000, prepara-se para obter ISO 14000 em 2006. • Certificação de fornecedores e de clientes.

Fonte: Autor, 2006.

4.2.2 Descrição do PCP da TELEFONES S.A.

Na empresa TELEFONES S.A., o setor de PCP está subordinado ao departamento de Planejamento, que por sua vez também é responsável pelos setores de Abastecimento, Expedição, Logística e Almoxarifado. O Planejamento responde à Gerência Industrial, que responde diretamente à Presidência, conforme ilustra a Figura 17.

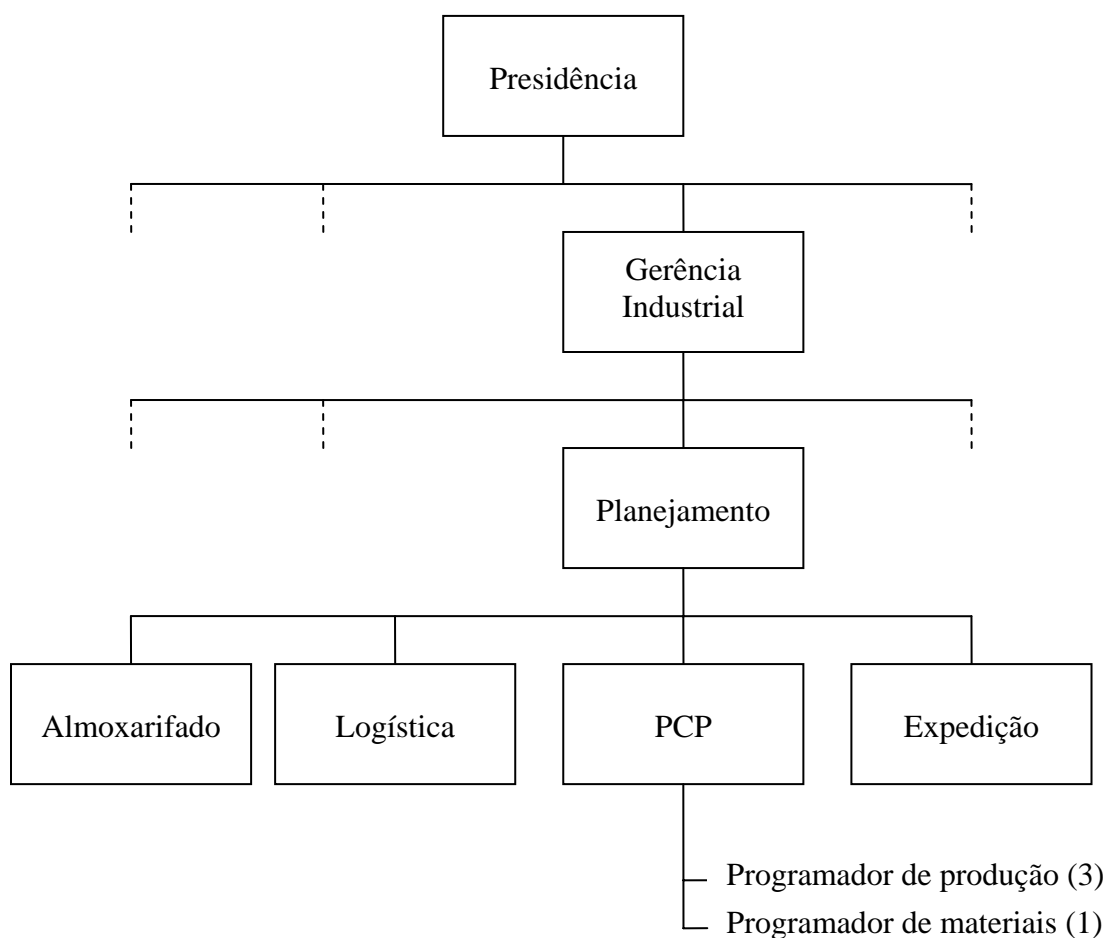


Figura 17 - Organograma do PCP na TELEFONES S.A.
Fonte: Autor, 2006.

4.2.2.1 Planejamento da produção

Na TELEFONES S.A. as etapas de projeto do produto e projeto de processo são integradas, seguindo os preceitos da engenharia simultânea, sendo que os novos projetos são trabalhados seguindo o conceito de times de projeto. Assim, o projeto de novos produtos e

processos envolve vários setores da organização: Marketing, Engenharia de Produto e Engenharia de Processo, além dos setores componentes do departamento de Planejamento.

O novo produto é desenvolvido através de idéias e demandas provenientes do mercado em que a empresa atua. A decisão de produzir, ou não, um novo produto é estratégica. A concepção do produto é realizada em sintonia com a diretoria da empresa. São discutidos o conceito do produto, o público-alvo, os custos envolvidos e o retorno esperado. Uma vez decidido o lançamento do novo item, monta-se o time de projeto.

Devido à política de manter-se sempre à frente no quesito tecnologia e às demandas do mercado em que a empresa atua, o lançamento de novos produtos acontece, freqüentemente, e as quantidades de novos itens vêm aumentando de maneira gradual.

As unidades de negócio da empresa são segmentadas por área de atuação: pedido ou varejo. A empresa possui escritórios espalhados por diversas regiões do país, onde os gerentes regionais de vendas atuam analisando as demandas de cada mercado. Desta maneira, é realizada a previsão da demanda através das análises feitas pelos gerentes de venda, que passam as informações para o setor de Marketing da empresa, que, por sua vez, consolida um orçamento de vendas.

A empresa trabalha com ferramentas de suporte à previsão da demanda, como CRM e banco de dados. Estuda-se também a implantação de *Business Intelligence* (BI), que também daria suporte ao processo.

Os horizontes de planejamento variam. No plano estratégico, o horizonte do planejamento de capacidade varia de seis meses a um ano, enquanto o horizonte da programação de materiais é de cerca de seis meses.

O Quadro 19 apresenta o resumo de como é a prática do planejamento da produção na TELEFONES S.A..

Quadro 19 - Planejamento da produção na TELEFONES S.A.

Planejamento da produção	Descrição
Projeto do produto	<ul style="list-style-type: none"> • Times de projeto. • Novos produtos desenvolvidos levando-se em conta as demandas mercadológicas.
Projeto do processo	<ul style="list-style-type: none"> • Intrinsecamente ligado ao projeto do produto, seguindo os preceitos da Engenharia Simultânea.

Definição de quantidades	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidação da previsão da demanda realizada pelo departamento de Marketing através das análises dos gerentes de vendas regionais. • Utilização de ferramentas de suporte à previsão da demanda (CRM, BI, Banco de Dados).
--------------------------	--

Fonte: Autor, 2006.

4.2.2.2 Programação e controle da produção

A primeira e a segunda etapa da programação, a definição de quantidades diárias e o cálculo de necessidade de materiais, são operacionalizadas através da técnica do MRP. Um Plano Mestre de Produção (PMP) é elaborado com os dados provenientes da previsão de demanda realizada pela empresa. O PMP contempla as necessidades de mão-de-obra, de equipamentos e de matéria-prima necessários para atender a demanda da empresa. O PMP vai alimentar o MRP para que sejam geradas as ordens de compra de matéria-prima.

O período de lançamento das ordens de montagem é diário, para que se tenha o horizonte de requisição de matéria-prima. Diversos parâmetros são considerados no MRP, realizando-se ajustes diários para que o Plano Mestre de Produção seja cumprido.

O seqüenciamento da produção depende do produto e da linha de atuação. Alguns produtos são montados apenas por pedido confirmado em carteira. A empresa trabalha com um misto entre os fluxos contínuo e celular de produção. A empresa considera os pedidos confirmados em carteira para realizar o seqüenciamento da produção, sendo que esses pedidos são priorizados. Por exemplo, se em determinado momento está sendo produzido um produto para estoque e há um produto em carteira na fila, as ordens de produção são invertidas para que se atenda ao pedido que já está confirmado em carteira.

O controle de quantidades produzidas é realizado pelos programadores de produção, que envia as quantidades diárias para os supervisores de cada linha de produção. No dia seguinte, é emitido um relatório, que compara o previsto com o realmente produzido. Este controle é realizado no sistema da empresa e também de maneira visual, através de quadros colocados em cada linha de produção. Estes quadros mostram o que foi produzido até determinado momento no dia, além do previsto versus o realizado do dia anterior.

A empresa possui um setor de qualidade que realiza o controle da qualidade, e trabalha também com Controle Estatístico do Processo (CEP). Existe uma equipe de auditoria interna de qualidade que realiza inspeção por amostragem diariamente. Assim, durante todo o

tempo os produtos são monitorados e avaliados para verificar se estão dentro das especificações requeridas.

Existem vários pontos de teste ao longo do processo, sendo que são realizados testes após cada etapa crítica e depois da montagem final do produto. Isso acontece para garantir que não haja retrabalho no final, decorrente de algum problema que tenha ocorrido no início do processo, destacando que esta é uma grande preocupação da empresa. No entanto, se forem encontrados problemas de qualidade, os lotes de produtos são retrabalhados para que as especificações de qualidade sejam atendidas.

O Quadro 20 apresenta o resumo de como é a prática da programação e controle da produção na TELEFONES S.A..

Quadro 20 - Programação e controle da produção na TELEFONES S.A.

Planejamento da produção	Descrição
Definição das quantidades de produtos finais	<ul style="list-style-type: none"> • O PMP, elaborado com os dados da previsão de demanda, contempla as necessidades de matéria prima, capacidade produtiva e mão-de-obra para a produção das quantidades finais.
Cálculo das necessidades de materiais	<ul style="list-style-type: none"> • MRP, alimentado pelo PMP, gera as ordens de compra de matéria-prima.
Definição de prazos capacidades e ajustes	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste fino realizado através das ordens de montagens diárias, para que se tenha o horizonte de requisição de matéria-prima.
Liberação de ordens	<ul style="list-style-type: none"> • Depende do produto e da linha de atuação, alguns itens são produzidos apenas por pedido. • Considera os pedidos confirmados em carteira para realizar o sequenciamento.
Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de quantidades: relatório comparando o previsto e o realizado é emitido diariamente; quadros visuais ao longo da linha de produção. • Controle de qualidade: trabalha com CEP; vários pontos de teste ao longo do processo.

Fonte: Autor, 2006.

4.2.3 O PCP da TELEFONES S.A visto como um SCA

4.2.3.1 Eventos não-lineares no PCP da TELEFONES S.A.

4.2.3.1.1 Fornecimento de matéria-prima

A TELEFONES S.A. trabalha com fornecedores de classe mundial, homologados pela empresa e, segundo os entrevistados, os problemas referentes ao recebimento de matéria-prima são sanados pela própria dinâmica de funcionamento da programação da produção, apoiada no MRP.

A empresa trabalha com o lançamento de ordens de montagem com período diário, para que se tenha o horizonte de planejamento de requisição de matéria-prima. Quando uma matéria-prima é retirada do estoque para montagem de algum produto, o colaborador que efetua esta tarefa dá baixa no sistema da empresa. Este procedimento é todo automatizado, realizado através de sistema de códigos de barras em cada item do estoque, eliminando-se a necessidade de emissão de papel.

Quando uma nova ordem de produção é emitida, sabe-se a quantidade de matéria-prima disponível em estoque e, apoiando-se no horizonte de planejamento de produção da empresa, são emitidas ordens de compra de insumos. Desta maneira, os problemas de fornecimento de matéria-prima são praticamente inexistentes, segundo os entrevistados.

4.2.3.1.2 Regras de seqüenciamento

Segundo os entrevistados da TELEFONES S.A., a maior parte do faturamento da empresa é realizada nos últimos dias do mês. Esta é uma característica comum entre as empresas do mesmo setor de atividade. Este fato pode ser um complicador para o PCP, pois os produtos devem ser montados no final do mês para que se possam entregar no prazo os pedidos que foram confirmados em carteira.

Para não ter a produção e, conseqüentemente, a entrega dos produtos finais para o cliente final comprometidas por esta característica, a empresa realiza um seqüenciamento da produção priorizando, neste período, os pedidos confirmados em carteira.

Assim, quando o seqüenciamento da produção dever ser refeito, os produtos que estavam sendo montados e destinados para estoque são reprogramados para serem montados logo após a produção dos itens confirmados em carteira. Através desta dinâmica, a produção não fica comprometida e os produtos são entregues para os clientes dentro do prazo estipulado inicialmente.

4.2.3.2 Aspectos de um SCA presentes na TELEFONES S.A.

O surgimento de aspectos típicos de sistemas complexos adaptativos nas práticas da TELEFONES S.A. remontam ao início da década de noventa, quando a empresa passou por uma grande crise.

Na década de oitenta, a empresa experimentou um período de grande crescimento, porém não destinava parte dos seus lucros para a melhoria do processo produtivo e da competitividade. Esse fato aliado à conjuntura econômica do país na época, com a abertura do mercado interno, no governo Collor, e às mudanças ocorridas no setor de telecomunicações, que modificaram muitos dos conceitos de mercado sobre os quais a empresa estava acostumada a operar, obrigou a organização a alterar sua linha de produtos e o seu mercado de atuação, para que se tornasse mais competitiva.

A empresa decidiu que o *downsizing* seria a solução inicial mais viável para tentar lidar com a crise que se instalou. O quadro de funcionários foi reduzido de 650 funcionários para 150 colaboradores.

A empresa percebeu que para atuar no mercado globalizado precisava oferecer produtos em massa, porém com altos índices de qualidade e preço competitivo. Os colaboradores que ficaram na empresa iniciaram programas intensivos de treinamento, envolvendo aspectos de administração da qualidade total e de *Just in time*, com a aplicação de técnicas e ferramentas destas filosofias, como *kanban*, melhoria contínua, círculos de controle da qualidade e 5S. O sistema produtivo da empresa também foi reorganizado, com a adoção das células de produção em grande parte do processo produtivo, que proporcionam menores tempos de ajuste e maior flexibilidade.

Entretanto, a principal medida tomada pela empresa foi uma mudança de mentalidade. O processo de gestão, antes centralizado e autoritário, do tipo ‘faça porque quem manda sou eu’, foi completamente revisto. Houve uma redução dos níveis hierárquicos dentro da empresa e foi adotado um sistema de gestão participativa, focado nas pessoas, que formaram um agregado cujo objetivo fundamental era reverter à situação em que a empresa se encontrava.

A empresa tem como valor a crença de que cada colaborador é uma pessoa especial e que deve encontrar em seu ambiente de trabalho condições adequadas para se desenvolver tanto como profissional quanto como pessoa. É a partir dessa mudança de mentalidade que emergem os aspectos típicos de sistemas complexos adaptativos nas práticas da empresa, sendo que podem ser identificados vários princípios da gestão autônoma dentro dessas práticas.

Um dos princípios dos SCAs mais fortes na TELEFONES S.A. é a autonomia. Esse princípio e as vantagens advindas dele são resultados da mudança do modelo de gestão autoritária, que marcou a empresa até a crise na década de noventa, para o modelo de gestão participativa. Os colaboradores, como são chamados os empregados da empresa, têm total liberdade para tomar decisões no que se refere à sua área de atuação dentro do processo produtivo.

O novo modelo de gestão diminuiu o número de níveis hierárquicos da empresa, de forma a encontrar a forma de organização mais ágil e eficaz. Essa redução de níveis hierárquicos legitimou a autonomia e trouxe vantagens para a empresa, tais como adaptabilidade, aumento da diversidade e solução de conflitos.

A adaptabilidade é resultado direto da organização mais ágil e eficaz advinda da redução dos níveis hierárquicos. Primeiramente porque a redução do número de pessoas em cargos de comando reduz custos, pois se diminuem as atividades que não agregam valor ao produto. E em segundo lugar porque um número menor de pessoas envolvidas em um processo aumenta a intensidade da relação entre elas (AGOSTINHO, 2003b). Esse fato pode ser observado na TELEFONES S.A. dentro das equipes responsáveis pelos processos de produção. A integração entre as pessoas é total, envolvendo colaboradores do PCP, dos setores de suprimento e expedição, do setor comercial e também dos operadores de chão de fábrica. Essa característica da empresa proporciona a ela uma maior adaptabilidade frente às mudanças.

O aumento da diversidade é outra característica proporcionada pela autonomia. De acordo com o *site* da empresa, é propiciado aos colaboradores um ambiente de trabalho que permite a eles utilizar todo o seu potencial criativo, aumentando-se, assim, a probabilidade de geração de novas idéias (AGOSTINHO, 2003b).

Na TELEFONES S.A., os colaboradores apresentam sugestões de melhorias para o processo com o qual trabalham. Estas sugestões de melhoria emergem da própria rotina de trabalho do colaborador, da troca de experiências com os seus pares e de sua própria base de conhecimento. As sugestões podem até não ser todas acatadas, mas todas são analisadas, pois a empresa valoriza as possíveis contribuições que podem vir de todos os seus colaboradores.

O exemplo de uma idéia que veio de um ferramenteiro da empresa ilustra esta característica. Este colaborador sugeriu que fosse feita uma simples alteração em um veículo de transporte de *palets*, aumentando-se o tamanho do garfo. Esta sugestão foi analisada e em seguida acatada, proporcionando à empresa um aumento de 100% de capacidade de transporte

do veículo. Apesar de ser uma idéia simples, nenhum engenheiro de produto ou de processo vislumbrou a oportunidade de melhoria.

Uma outra vantagem trazida pela autonomia é a solução local de conflitos, sem necessidade de que tal situação tome maior vulto. Segundo o gerente industrial entrevistado, essa prática é disseminada e bastante comum. Se há um problema envolvendo um grupo de trabalho, os colaboradores têm total autonomia para parar e discutir o processo com os colegas e com o supervisor da área, sem a necessidade de envolver outras pessoas.

As pessoas são encorajadas a falar e a escrever sugestões. Há um sistema de sugestões e reclamações envolvendo cartões. Qualquer problema que um colaborador tenha é comunicado ao seu supervisor e pode ser escrito em um cartão e pendurado em um painel, sendo que a pessoa que pendurou o cartão tem o direito de receber uma resposta ou uma solução efetiva. Se a solução envolver outros setores além da produção, o colaborador que escreveu a sugestão acompanha o supervisor em reuniões com outros setores, para que se encontre uma solução viável.

A maneira de olhar para o princípio da cooperação também sofreu uma grande alteração com a mudança do modelo de gestão da empresa. Com o modelo autoritário de gestão as pessoas desempenhavam suas funções porque assim lhes era ordenado a fazer e somente deste modo receberiam sua recompensa, ou seja, seus vencimentos no final do mês.

Com o novo modelo de gestão participativa e de valorização do recurso humano, os colaboradores tomaram consciência de que sua recompensa pessoal vem junto com o bom desempenho da organização, e que esse é um bom motivo para cooperar. De acordo com a empresa, os colaboradores que ali estão acreditam na empresa e querem colocar ali o seu comprometimento e a sua dedicação.

A política de valorização do colaborador que já está ali fortalece esse aspecto. A maior parte dos funcionários da TELEFONES S.A. foi desenvolvida ali mesmo e estes colaboradores crescem com os valores da empresa sedimentados em sua maneira de trabalhar. Este aspecto fortalece ainda mais a organização, já que possibilita a formação de fortes agregados que vão trabalhar buscando os melhores resultados possíveis para a organização.

Conforme afirma Agostinho (2003b, p.114), “o princípio da auto-organização estabelece que a direção da organização deve garantir que o resultado das ações seja reportado aos atores e que estes sejam capazes de compreendê-lo e de ajustarem seus comportamentos”. Esse fundamento do princípio da auto-organização é atingido através de mecanismos eficientes de *feedback*.

A TELEFONES S.A. tem mecanismos estabelecidos de *feedback* envolvendo tanto as pessoas quanto os processos. São vários os indicadores que avaliam a eficácia do processo produtivo. Um exemplo pode ser dado na etapa do controle das quantidades produzidas. A empresa adotou o uso de comunicação visual para mostrar aos colaboradores a existência de problemas no processo produtivo.

Quando as pessoas envolvidas no processo verificam que o planejado não foi cumprido no dia anterior, elas se agregam buscando compreender onde aconteceu o problema que impossibilitou o alcance da meta. Esse é um mecanismo que também potencializa a equipe, pois ao colocar certa pressão neste ponto de alavancagem, faz com que os colaboradores trabalhem melhor para evitar que no futuro o mesmo problema aconteça devido às mesmas causas.

No nível pessoal, a empresa realiza a denominada Avaliação 360°, em que o colaborador avalia os seus pares, avalia seus superiores e é avaliado pelos seus subordinados. Este processo é sempre acompanhado por alguém do departamento de recursos humanos, que vai contribuir para que o colaborador se desenvolva nos pontos que, eventualmente, forem considerados fracos em sua avaliação.

Segundo o gerente industrial da empresa, a mudança do modelo de gestão correspondeu a uma mudança de mentalidade dos que ali estavam e, para ele, a maior responsável pela virada da empresa diante da crise no início dos anos noventa foi “acreditar no potencial das pessoas que ficaram”. Ainda conforme este gerente, a organização nunca está satisfeita com o patamar em que se encontra. Ela sempre acredita que pode melhorar ainda mais, destacando, neste cenário, que todos os colaboradores da empresa concordam com esta postura. Desta forma, dentro dessa mudança de modelo de gestão, foi possível identificar várias características típicas de sistemas complexos adaptativos presentes na empresa.

O Quadro 21 apresenta um resumo de como os conceitos-chave de SCAs abordados neste trabalho e identificados na TELEFONES se fazem presentes na empresa.

Quadro 21 - Resumo dos conceitos-chave de SCAs presentes na TELEFONES S.A.

Autonomia	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de gestão participativa, com total liberdade de decisão para os colaboradores. • Liberdade de expressão. • Adaptabilidade: redução de níveis hierárquicos. • Aumento da diversidade: os colaboradores são estimulados a contribuir com seu potencial criativo. • Solução de conflitos de maneira local.
-----------	--

Cooperação	<ul style="list-style-type: none"> • Colaboradores discutem entre si as melhores soluções para os problemas e oportunidades de melhoria. • Colaboradores procuram atingir os melhores resultados para a empresa.
Agregação	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de colaboradores dentro da própria empresa, sedimentando os valores da empresa em cada colaborador. • Envolvimento de todas as pessoas relacionadas a um processo na resolução de problemas ou na busca por melhorias neste processo.
Auto-organização	<ul style="list-style-type: none"> • Feedback aos colaboradores através de avaliação 360°. • Acionamento de pontos de alavancagem por parte do PCP.

Fonte: Autor, 2006.

4.3 BANCO DE SOLUÇÕES PARA AS NÃO-LINEARIDADES

O objetivo deste item é compilar, de maneira mais geral, algumas das soluções adotadas pelas empresas pesquisadas para superar as não-linearidades emergentes no PCP. Com isso outras organizações obterão *insights* significativos na resolução de suas próprias não-linearidades. O Quadro 22 apresenta o banco de soluções para as não-linearidades elaborado pelo autor a partir da pesquisa realizada.

Quadro 22 - Quadro de soluções das não-linearidades incorporadas à prática do PCP

Etapa do PCP	Não-linearidade	Solução incorporada ao PCP
Planejamento da produção	Divergências entre o projeto do produto e o projeto do processo	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar o projeto do produto e do processo de maneira integrada, seguindo os preceitos da engenharia simultânea. • Trabalhar com times de projeto interdepartamentais.
	Capacidade de produção insuficiente para a demanda existente	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar a capacidade de produção na fase de projeto de um novo produto ou no horizonte de planejamento de longo prazo.
	Entrega de produtos fora do prazo estipulado pelo cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho sinérgico entre os setores comercial e de produção para evitar atrasos ou para não vender produtos além da capacidade de produção. • Oferecer uma nova solução para o cliente, como substituição por produtos similares em estoque.

Programação e controle da produção	Reprogramação das quantidades finais a produzir	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar com a construção de cenários futuros para definir a melhor solução.
	Paradas na produção devido a problemas de quebra de máquinas e equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar um intervalo de parada diária da produção devido à quebra de máquinas e equipamentos, no momento em que se realizar a programação.
	Atraso ou não conformidade no fornecimento de insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar com vários fornecedores. • Criar mecanismos de feedback para os fornecedores. • Trabalhar com certificação de fornecedores.
	Matéria-prima indisponível ou fora das especificações no início do processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar com uma margem de segurança nas ordens de compra de matéria-prima. • Automatizar o sistema de ordens de compra de matéria-prima.
	Regra de seqüenciamento não considera as prioridades de produção	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar um ajuste fino da produção e estabelecer regras de seqüenciamento que priorizem os produtos já em carteira. • Reprogramar produção de itens que estão sendo produzidos para estoque.
	Desvios entre a produção prevista e a produção realizada	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar com comunicação visual nas linhas de produção para alavancar o comprometimento dos funcionários com o cumprimento dos planos.

Fonte: Autor, 2006.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo apresenta as considerações finais e recomendações obtidas através da pesquisa realizada. As considerações finais foram realizadas confrontando-se a análise dos dados obtidos nas empresas e os objetivos traçados para a pesquisa. O item referente às recomendações finais apresenta algumas sugestões para pesquisas futuras abordando os temas principais deste trabalho.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi analisar o PCP através de uma nova abordagem, tendo como base os preceitos da Teoria da Complexidade. Dentro do cenário de rápida mudança ao qual as organizações estão submetidas, vislumbrar os sistemas como sendo abertos e em constante interação com seu ambiente é crucial para um melhor entendimento das relações e interconexões que regem o funcionamento destes sistemas.

Sob o ponto de vista da Complexidade, as organizações podem ser vistas como um fenômeno que emerge da ação e da interação dos agentes componentes de um sistema. Vislumbrar as organizações como SCAs permite buscar soluções para os problemas advindos da crescente complexidade em seu ambiente.

Abandona-se, desta maneira a linearidade herdada do paradigma mecanicista, que enfatiza a subdivisão do sistema em suas partes, em favor de uma visão mais integrada, em que a solução vem da dinâmica do sistema como um todo e emerge daí, e não da soma das ações isoladas das partes.

Aqui, é importante abrir um parêntese acerca do paradigma mecanicista. Este modelo ainda é e continuará sendo importante na análise de determinadas situações, não devendo ser, desta forma, descartado. O importante é discernir a situação em que o modelo se aplica e em que situações devem-se utilizar uma abordagem diferente. No caso específico deste trabalho, foi visto que o modelo mecanicista não funciona da maneira apropriada para realizar a análise do PCP, dado o grande número de relações e interações presentes neste sistema.

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, foram traçados cinco objetivos específicos. O primeiro objetivo foi descrever a estratégia de produção e do PCP das empresas estudadas, para desta maneira ter-se uma visão mais geral do sistema de produção da empresa. Neste ponto, foi interessante observar que os sistemas de produção se organizam de forma

diferente, de acordo com suas peculiaridades e suas necessidades, não existindo um modelo único de PCP, que funcione para todas as empresas.

Os segundo e terceiro objetivos específicos estão intrinsecamente ligados, por referirem-se à identificação das não-linearidades emergentes no PCP e suas respectivas soluções. Para atingir esses objetivos procurou-se, através das entrevistas e da observação direta, identificar os problemas que surgem na rotina de trabalho do PCP e a maneira como esses problemas foram contornados. Essas soluções são incorporadas à prática do PCP da empresa, evitando que o planejamento e a programação sejam afetados no futuro pelos mesmos problemas.

O quarto objetivo refere-se à identificação de características típicas de sistemas complexos adaptativos presentes na organização. Verificaram-se a presença de aspectos referentes à autonomia, cooperação, agregação, auto-organização e aprendizado por circuito duplo nas empresas pesquisadas, validando assim a abordagem do PCP visto como um SCA.

O quinto e último objetivo traçado é uma extensão dos objetivos anteriores. Foi compilado um banco de casos bem sucedidos, onde as soluções para as não-linearidades foram de fato incorporadas à prática do PCP. Esse quadro de soluções foi executado de maneira mais ampla, de forma que outras organizações identifiquem similaridades entre as não-linearidades encontradas no PCP das empresas pesquisadas e as não-linearidades em seu próprio PCP. Desta maneira, essas empresas podem basear-se nas soluções adotadas pelas empresas pesquisadas e resolver suas próprias não-linearidades.

Quanto ao objetivo geral do trabalho, que consistia em verificar como as não-linearidades emergentes no PCP das empresas vêm sendo tratadas, considera-se que foi um objetivo adequado e que foi cumprido na medida em que foram sendo cumpridos os objetivos específicos da pesquisa. Ressalta-se que as empresas reconheceram que os principais entraves ao bom andamento do trabalho no sistema de PCP referem-se aos problemas não esperados que acontecem no dia-a-dia, ou seja, referem-se às não-linearidades, o que mostra também a validade de se analisar o PCP através das lentes de um novo paradigma.

Deve-se salientar ainda que o caminho para a gestão autônoma de uma organização não é simples de se percorrer. Conforme destaca Agostinho (2003b), muitas vezes os administradores têm o receio de deixar o controle sair de suas mãos, o que é um obstáculo à auto-organização dos sistemas. Assim, os aspectos referentes aos sistemas complexos adaptativos podem ser mais desenvolvidos dentro das organizações, para que estas possam responder mais rapidamente às alterações que ocorrem em seu ambiente de operação.

Portanto, este trabalho encerra uma abordagem para estudos do PCP visto como sendo um SCA. É importante enfatizar que não há um sistema de PCP considerado universal, mormente diante dos preceitos da Complexidade. Porém, abordagens sucessivas dentro desta ótica permitirão contribuir para o enriquecimento e “complexificação” da teoria em PCP e nortear trabalhos futuros.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Estudos referentes à Teoria da Complexidade são relativamente recentes, principalmente estudos empíricos aplicados a sistemas organizacionais. Neste trabalho foi desenvolvida uma metodologia de coleta e análise de dados, aplicada ao sistema de PCP de duas empresas. Tem-se a expectativa de que este trabalho possa auxiliar de alguma maneira outros trabalhos abordando o mesmo tema. A seguir seguem-se algumas recomendações para pesquisas futuras, baseadas nas limitações encontradas pelo pesquisador para realizar o presente trabalho e também em percepções que o pesquisador teve durante a realização da pesquisa:

- Realização de pesquisas envolvendo os temas PCP e Complexidade com uma perspectiva longitudinal. Dado a complexidade existente em toda a cadeia produtiva de uma organização, a realização de uma pesquisa longitudinal, com uma duração de tempo maior e, preferencialmente, com a presença do pesquisador *in loco*, vai gerar um trabalho com resultados robustos, contribuindo ainda mais para a sedimentação do tema. Uma pesquisa transversal com dois cortes também contribui nesse sentido;
- Focar a pesquisa na etapa de controle do PCP. Por ser essa a etapa responsável por corrigir os desvios de rota do planejamento e da programação, estudos focando o controle vão gerar bons resultados de soluções para as não-linearidades emergentes no PCP;
- Apesar de o tema Complexidade ser relativamente novo, hoje em dia mais estudos envolvendo o assunto vêm sendo realizados. Desta forma, devem-se buscar na literatura outras abordagens, diferentes das utilizadas na presente pesquisa, envolvendo a Teoria da Complexidade;
- Realizar trabalhos quali-quantitativos envolvendo o tema. Uma sugestão é procurar mensurar em que nível de complexidade os sistemas estudados se encontram.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, M. C. E. Administração complexa: revendo as bases científicas da administração. **RAE eletrônica**, v.2, n.1, São Paulo, jan-jun/2003a.

_____. **Complexidade e organizações: em busca da gestão autônoma**. São Paulo: Atlas, 2003b.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1975.

BURBIDGE, J. L. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.

BOONEY, M. *Reflections on production planning and control (PPC)*. **Gestão e Produção**, v.7, n.3, São Carlos, 2000.

ÇAMBEL, A. B. *Applied chaos theory: a paradigm for complexity*. San Diego: Academic Press, 1993.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1996.

COELHO, C. C. S. R. **Complexidade e sustentabilidade nas organizações**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, PPGEP - Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

COLLINS, J. C. e PORRAS, J. I. **Feitas para durar: práticas bem-sucedidas de empresas visionárias**. Rio de Janeiro: Rocco, 1995.

CORRÊA, H. L. e GIANESI, I. G. N. *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

CORRÊA, H. L. *et al.* **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP, conceitos uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 1999.

CORRÊA, H. L. e CAON, M. **Gestão de serviços: lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes**. São Paulo: Atlas, 2002.

DOOLEY, K. J. *A complex adaptative systems model of organization change. Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences. Pewaukee*, v.1, n.1, 1997.

DRUCKER, P. F. **Administrando para o futuro: os anos 90 e a virada do século**. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

ERDMANN, R. H. **Organização de sistemas de produção**. Florianópolis: Insular, 1998.

_____ **Administração da produção: planejamento, programação e controle**. Florianópolis: Papa Livro, 2000.

GELL-MANN, M. **O quark e o Jaguar: as aventuras no simples e no complexo**. Rio de Janeiro: Rocco, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIOVANNINI, F. **As organizações e a complexidade: um estudo dos sistemas de gestão da qualidade**. Dissertação de Mestrado em Administração, FEA-USP, 2002.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 3, mai./jun. 1995.

HARDING, H. A. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.

JICK, T. D. - *Mixing qualitative and quantitative methods: triangulation in action*. Em: MANNEM, J. V. (Org). **Qualitative methodology**. Beverly Hills: SAGE Publications, 1983, p.135-148.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1980.

KLEIN, C. **Investigação do custo da má qualidade no processo de cortes de um frigorífico de aves: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGEP - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

KLEMENT, C. F. F. **Complexidade no sistema de produção de serviços: um estudo de caso no setor hoteleiro**. Dissertação de Mestrado em Administração, CPGA - Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1982.

_____ **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

LEITE, M. S. A.; BORNIA, A. C. e COELHO, C. C. S. R. Os conceitos de dialógica e sistema adaptativo complexo (SAC) aplicados à cadeia de suprimentos: uma contribuição da ciência da complexidade. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**. n.3, Itajubá, 2004.

MACHLINE, C. Evolução da administração da produção no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 34, n. 3, p. 91 – 101, mai./jun. 1994.

MARTINS, P. G. e LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento**. V.1. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MINAYO, M. C. de S; DESLANDES, S. F. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994.

MONKS, J. G. **Administração da produção**. São Paulo: McGraw Hill, 1987.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

MORGAN, G. **Imagens da organização**. São Paulo: Atlas, 1996.

MORIN, E. **O método 1**. A natureza da natureza. Portugal: Europa-América, 1977.

_____ **O método 3: o conhecimento do conhecimento**. Portugal: Europa-América, 1986.

_____ Epistemologia da complexidade. Em: SCHNITMAN, D. F. (Org). **Novos paradigmas, cultura e subjetividade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

NOBREGA, C. **Em busca da empresa quântica: analogias entre o mundo da ciência e o mundo dos negócios**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1996.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas, operacionais.** 6 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

PETERS, T. & WATERMAN JR., R. H. **Vencendo a crise: como o bom senso empresarial pode superá-la.** São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1983.

PETRAGLIA, I. C. Complexidade e auto-ética. **Eccos Revista Científica.** São Paulo, v.2, n.1, 2000.

REBELO, L. M. B. **A dinâmica do processo de formação de estratégias de gestão em universidades: a perspectiva da teoria da complexidade.** Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, PPGE - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

REZENDE, D. A. e ABREU, A. F. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas.** São Paulo: Atlas, 2000.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.

RUSSOMANO, V. H. **PCP: planejamento e controle da produção.** 5 ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

SANTANA, A. E. **Otimização do processo produtivo de um frigorífico de aves.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGE - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SERMANN, L. I. C. **Da estabilidade racional à complexidade substantiva: a busca da estabilidade em uma universidade.** Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, PPGE - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

SERVA, M. O paradigma da complexidade e a análise organizacional. **RAE – Revista de Administração de Empresas.** São Paulo, v.2, n.1, abril/junho, 1992.

SHENK, D. **Data smog: surviving the information glut.** London: Abacus, 1997.

SLACK, N., *et al.* **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

SMITH, D.; ELLIOTT, D. *Moving beyond denial: exploring the barriers to learning from crisis. Centre for Risk & Crisis Management*, 1999. Disponível em: <http://www.shef.ac.uk/~mcn/6810/reading/bjm-moving-beyond-denial.pdf#search='Denis%20Smith%20and%20Dominic%20Elliott'>.

SMITH, M. K. *Chris Argyris: theories for action, double-loop learning and organizational learning. The encyclopedia of informal education*, 2001. Disponível em: www.infed.org/thinkers/argyris.html.

STACEY, R. D. *The Chaos Frontier: creative strategic control for business. Oxford: Butterworth-Heinemann*, 1991.

STADNICK, K. T. **A complexidade e a produção de serviços: estudo do PCP do setor de análises clínicas do HU/ Universidade Federal de Santa Catarina. Trabalho de Conclusão de Estágio, CAD, UFSC**, 2004.

STAIR, R. M. e REYNOLDS, G. W. **Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

STRUMIELLO, L. D. P. **Proposta para o planejamento e controle da produção e custos para pequenas empresas do vestuário**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGE - Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

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

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TÔRRES, J. J. M. Teoria da complexidade: uma nova visão de mundo para a estratégia. In: Encontro Brasileiro de Estudos da Complexidade, 1, 2005, Curitiba. **Anais do 1 EBEC**.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. *Case research in operations management. In: International Journal of Operations & Production Management. Bradford*, v. 22, n. 2, p.195-219, 2002.

WHEATLEY, M. J. **A liderança e a nova ciência: aprendendo organização com um universo ordenado**. São Paulo: Cultrix, 1996.

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

ZACCARELLI, S. B. **Programação e controle da produção**. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 1979.

ZIMMERMAN, B. *Complexity science: a route through hard times and uncertainty*. **Health Forum Journal**. Mar/Apr, 1999.

APÊNDICE 01 – Termo de consentimento autorizado

Fernando Augusto Ferreira Dutra, engenheiro de controle e automação, mestrando em Administração e doravante denominado pesquisador, está desenvolvendo um trabalho de pesquisa que faz parte de sua dissertação de mestrado intitulada “Análise do planejamento e controle da produção visto como um sistema complexo adaptativo”.

A partir do exposto, eu, _____, aceito em nome de minha empresa, _____, doravante denominada apenas de pesquisada, participar voluntariamente deste trabalho.

Tanto eu como o pesquisador, prometemos guardar sigilo das informações obtidas no decorrer deste trabalho, preservando o anonimato de quem as forneceu. As informações de minha empresa, bem como das demais empresas pesquisadas, serão apresentadas no estudo através de letras ou números, preservando assim a fonte da informação. Também é de minha ciência que, ao final deste trabalho, minha empresa receberá uma cópia do estudo e, se assim desejar, saberá as letras e números referentes a ela, mas que sob hipótese nenhuma haverá a disponibilização das informações obtidas com as demais empresas.

Sei que minha empresa poderá obter benefícios subjetivos em decorrência de sua participação neste trabalho, mas estou ciente de que não obterá benefícios ou ônus financeiros advindos da mesma.

Eu discuti com o pesquisador sobre a participação da empresa neste trabalho e minhas dúvidas foram esclarecidas. Se caso sentir necessidade de maior esclarecimento sobre o mesmo, entrarei em contato com o pesquisador através dos telefones (48) 3028-7248 ou (48) 3331-7082 ou ainda pelo e-mail ferdutra@gmail.com. Uma vez que a participação da empresa é voluntária, estou informado de que poderei interromper a pesquisa a qualquer momento, se assim desejar.

Qualquer alteração no exposto acima deverá ter minha expressa autorização.

_____, ____ de _____ de 2006.

Nome legível:

Representante da empresa pesquisada

Fernando Augusto Ferreira Dutra
Mestrando em Administração

APÊNDICE 02 – Roteiro da entrevista semi-estruturada

1. **Fale sobre suas responsabilidades na empresa. Descreva a sua rotina de trabalho.**
2. **Quais são os principais entraves ou dificuldades que você encontra para realizar as suas tarefas? Como você procura contorná-las?**
3. **Como é a sua relação com a empresa? Como você se sente trabalhando aqui? Tem perspectivas de longo prazo?**
4. **Estratégia de produção (apenas para a gerência de produção).**
 - Quais as vantagens da localização geográfica da empresa? (proximidade do mercado, incentivos fiscais, proximidade de fornecedores...). E quais as desvantagens?
 - Qual o arranjo físico predominante?
 - Como acontece a manutenção dos equipamentos (corretiva, preventiva...)? Quais os principais problemas decorrentes de uma quebra de máquina? Que decisões são tomadas em relação a esses problemas?
 - Qual o nível de capacidade da produção? Existem perspectivas de alterá-la em médio ou longo prazo? O que seria necessário para tanto? Há aproveitamento das economias de escala?
 - Como a empresa lida com o surgimento de novas tecnologias de produção? Quando uma nova tecnologia (uma máquina, um software, um novo processo...) vai ser adotada, que procedimentos são tomados?
 - Qual o grau de automação e de flexibilidade de produção?
 - Como é o processo de seleção de empregados? Como são recrutados? Fale sobre os aspectos de desenvolvimento, avaliação e motivação dos empregados. Há alguma política de remuneração definida?
 - Qual a política de compras da empresa? Existem critérios definidos para a seleção de fornecedores?
 - Descreva o relacionamento com os fornecedores. É cooperativo? Quais as principais dificuldades?
 - Que controles ou normas de qualidade são utilizados? Quais são as principais dificuldades de se manter um padrão de qualidade? Existe um departamento responsável pela qualidade? Como ele se relaciona com os demais setores da produção?
5. **Categoria de análise 01 – Planejamento da produção**
 - 01 e 02. *Sobre as dimensões projeto do produto e projeto do processo*
 - Como é o processo de criação de um novo produto? Quais as pessoas envolvidas?
 - Qual é a frequência com que os produtos da empresa sofrem alterações ou melhorias? Como acontece esse processo? Quais as pessoas envolvidas?
 - Quanto à melhoria de produtos e processos, há incentivo à participação de todos os envolvidos no processo produtivo? Como as decisões são tomadas? De cima para baixo? Os operadores têm autonomia para tomar e executar decisões?
 - Como um novo produto é inserido dentro do processo de fabricação da empresa? Treinamento, consultoria, novos equipamentos? Quais as principais dificuldades

encontradas? Que soluções foram implementadas na rotina de trabalho para superar essas dificuldades?

- Este processo de inserção de um novo produto é documentado, para ser replicado no futuro?

03. Sobre a dimensão definição de quantidades

- Quais os principais problemas relativos à capacidade de produção da fábrica? Como esses problemas são contornados?
- Se a capacidade da fábrica não consegue atender a demanda, que procedimentos são tomados? Recusa-se pedidos? Trabalha-se com turnos extras?
- Como é o realizado o processo de previsão da demanda? Como o sistema reage a variações inesperadas na demanda por produtos?
- O que acontece quando surge um pedido inesperado ou urgente de um produto? Como o sistema produtivo reage? Quem toma as decisões quanto à solução para o problema?
- Se situações semelhantes acontecem novamente, o processo é repetido de maneira automática?

6. Categoria de análise 02 – Programação e controle da produção

01. Sobre a dimensão necessidades de produtos finais

- Como são estabelecidas as quantidades diárias?
- Como os funcionários sabem o que vai ser produzido no dia?
- Quais os procedimentos tomados se percebe que não será possível produzir as quantidades de produtos finais em um determinado período?

02. Sobre a dimensão necessidades de materiais

- Como ocorre a determinação dos materiais necessários, bem como das quantidades? São feitas compras mensais? O recebimento é com que frequência?
- Como se lida com as oscilações, quanto à obtenção dos materiais?
- Nos casos emergenciais, qual é o procedimento para a obtenção de matéria-prima não disponível nos estoques? Os materiais chegam quanto tempo depois de feito o pedido?

03. Sobre a dimensão definição de prazos, capacidades e ajustes.

- Como é determinada a data de entrega de um produto? O que é feito se não se consegue entregar os produtos dentro do prazo?
- Como se ajusta à capacidade à demanda?
- Quantos turnos de produção existem? Como os turnos se relacionam, são independentes ou trabalham conjuntamente?

04. Sobre a dimensão seqüenciamento da produção

- Qual a política de seqüenciamento da produção?
- Os operadores têm autonomia para decidir a prioridade das ordens de produção?
- Quais as principais dificuldades relativas ao seqüenciamento da produção?
- Na rotina de trabalho, quais são os problemas mais comuns no que se refere à liberação de ordens de compra/montagem/fabricação? Como são contornados?

- Que outros fatores podem impedir o início da produção? Como se procede nesses casos?

05. Sobre a dimensão controle da produção

- De que maneira é realizado o controle da produção, com relação à quantidade de unidades previstas e a produção efetiva?
- A utilização de matéria-prima é controlada?
- De que maneira é realizado o controle de qualidade? Quais os procedimentos se se encontram problemas de qualidade antes, durante ou após o processo produtivo?