

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UM MÉTODO MULTICRITERIAL DE  
AVALIAÇÃO E GESTÃO DE PROCESSOS  
PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE  
PROPRIEDADE CONTÍNUA

PETER BENT HANSEN

Dissertação para obtenção do título de  
mestre em engenharia

Porto Alegre, 4 de abril de 1996.

ESCOLA DE ENGENHARIA  
BIBLIOTECA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UM MÉTODO MULTICRITERIAL DE  
AVALIAÇÃO E GESTÃO DE PROCESSOS  
PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE  
PROPRIEDADE CONTÍNUA

PETER BENT HANSEN

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO  
DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DE PRODUÇÃO

Porto Alegre, 4 de abril de 1996.

# UM MÉTODO MULTICRITERIAL DE AVALIAÇÃO E GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA

PETER BENT HANSEN

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Francisco José Kliemann Neto, Dr.  
Orientador

Juan Luis Mascaró, Dr.  
Coordenador

## Banca Examinadora:

Afonso Carlos Fleury, Dr.  
Prof. PPGE - USP

Antonio Domingos Padula, Dr.  
Prof. PPGA - UFRGS

José Wagner Maciel Kaehler, Dr.  
Prof. PUCRS

Luis Henrique Rodrigues, Dr.  
Prof. PPGE - UFRGS

Porto Alegre, 4 de abril de 1996.

*Aos meus pais*  
**HANS e GERDA,**  
*pela conscientização sobre a*  
*importância da contínua evolução.*

*À minha esposa*  
**ALICE,**  
*pelo estímulo ao meu desenvolvimento*  
*pessoal.*

*Aos meus filhos*  
**JOANA e FELIPE,**  
*pela compreensão nas muitas horas de*  
*trabalho dispendidas.*

## AGRADECIMENTOS

Manifesto meus sinceros agradecimentos para:

- Prof. FRANCISCO JOSÉ KLIEMANN NETO, pela importante orientação dada ao longo de todo o presente trabalho;
- Prof. JOSÉ ANTÔNIO VALLE ANTUNES JÚNIOR, pelas várias observações fundamentais dadas para o direcionamento do trabalho;
- COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA - CEEE-RS, em cujos cerca de 12 anos de experiência profissional surgiram o estímulo e a motivação para o desenvolvimento do presente trabalho;
- Sr. LUIS FERNANDO NUNES VACILOTTO, pela colaboração prestada durante a formatação inicial do documento;
- Sra. NELI DATTEIN, pelas representações gráficas e trabalho de datilografia e acabamento realizado;
- Professores da Banca Examinadora, que através de seus valiosos comentários e sugestões permitiram aperfeiçoar o presente trabalho;
- Colegas professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS pelo apoio demonstrado;
- A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para o presente.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE QUADROS.....	xv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
<b>1. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUÇÃO .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	5
1.2.1 Objetivo Principal.....	5
1.2.1 Objetivos Secundários .....	5
1.3 METODOLOGIA .....	6
1.4 ESTRUTURAÇÃO .....	7
1.5 LIMITAÇÕES .....	9
<b>2. ANÁLISE DA DIFERENCIAÇÃO DOS PROCESSOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE.....</b>	<b>11</b>
2.1 FORMAS DE DIFERENCIAÇÃO.....	11
2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE.....	18
2.2.1 Características Históricas.....	18
2.2.2 Características de Concepção .....	20
2.2.3 Características Operacionais.....	24
2.2.4 Características Econômicas.....	31

2.2.4.1 Investimentos .....	31
2.2.4.2 Problemática de Custeio .....	32
2.2.4.3 Custos Característicos da Indústria de Propriedade Contínua .....	37
2.2.4.4 Estrutura de Custos - Princípios de Custeio .....	39
2.2.4.5 Custeio dos Produtos - Métodos .....	41
2.2.4.6 Análise Crítica dos Sistemas de Custeio .....	42
<b>2.2.5 Organização do Trabalho.....</b>	<b>43</b>
2.2.5.1 Análise Crítica da Organização do Trabalho.....	45
<b>2.2.6 Medidas de Desempenho .....</b>	<b>46</b>
2.2.6.1 Indústria de Propriedade Contínua .....	46
2.2.6.2 Indústria de Propriedade por Batelada .....	48
2.2.6.3 Análise Crítica dos Sistemas de Medição de Desempenho .....	49
<b>2.3 A INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE E AS DIMENSÕES COMPETITIVAS.....</b>	<b>50</b>
<b>2.3.1 Flexibilidade.....</b>	<b>51</b>
<b>2.3.2 Custos .....</b>	<b>52</b>
<b>2.3.3 Qualidade .....</b>	<b>53</b>
<b>2.3.4 Garantia de Atendimento .....</b>	<b>53</b>
<b>2.3.5 Inovação Tecnológica .....</b>	<b>54</b>
<b>2.4 SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E DIFERENCIAIS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE.....</b>	<b>54</b>
<b>2.4.1 Quanto à Diferenciação da Indústria de Propriedade .....</b>	<b>54</b>
<b>2.4.2 Quanto à Concepção da Indústria de Propriedade .....</b>	<b>55</b>
<b>2.4.3 Quanto à Operação da Indústria de Propriedade .....</b>	<b>55</b>
<b>2.4.4 Quanto aos Aspectos Econômicos da Indústria de Propriedade .....</b>	<b>56</b>
<b>2.4.5 Quanto à Organização no Trabalho da Indústria de Propriedade .....</b>	<b>56</b>
<b>2.4.6 Quanto à Medição de Desempenho da Indústria de Propriedade .....</b>	<b>57</b>
<b>2.4.7 Quanto às Dimensões Competitivas que Afetam a Indústria de     Propriedade .....</b>	<b>57</b>
<b>3. MODELOS ANALÍTICOS DE PROCESSOS PRODUTIVOS.....</b>	<b>58</b>
<b>3.1 ANÁLISE DE MODELOS VINCULADOS ÀS CARACTERÍSTICAS DA     INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE.....</b>	<b>58</b>
<b>3.2 APERFEIÇOAMENTO DOS PROCESSOS EMPRESARIAIS - APE .....</b>	<b>60</b>

3.2.1 Aspectos Conceituais da APE .....	60
3.2.2 Modelo Analítico da APE .....	61
3.2.3 Perdas Segundo a APE .....	64
3.2.4 Redução das Perdas Segundo a APE .....	68
3.2.5 Análise da Contribuição da APE para a Indústria de Propriedade Contínua .....	69
3.3 MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO - MFP .....	70
3.3.1 Aspectos Conceituais do MFP .....	70
3.3.2 Modelo Analítico do MFP .....	72
3.3.3 Perdas e Sua Redução Segundo o MFP.....	78
3.3.3.1 Perdas por Superprodução.....	79
3.3.3.2 Perdas por Transporte .....	80
3.3.3.3 Perdas no Processamento em Si .....	81
3.3.3.4 Perdas por Fabricação de Produtos Defeituosos.....	81
3.3.3.5 Perdas no Movimento.....	83
3.3.3.6 Perdas por Espera.....	83
3.3.3.7 Perdas por Estoque.....	84
3.3.4 Análise da Contribuição do MFP para a Indústria de Propriedade Contínua .....	84
3.4 CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E NÍVEL DE ATIVIDADE.....	86
3.4.1 Aspectos Conceituais.....	86
3.4.2 Modelo Analítico.....	87
3.4.3 Perdas.....	93
3.4.4 Análise da Contribuição para a Indústria de Propriedade Contínua .....	94
3.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES - TOC .....	94
3.5.1 Aspectos Conceituais da Teoria das Restrições.....	94
3.5.2 Modelo Analítico da Teoria das Restrições.....	95
3.5.2.1 Medições Globais.....	95
3.5.2.2 Medições Operacionais.....	96
3.5.3 Perdas Segundo a Teoria das Restrições.....	97
3.5.4 Redução das Perdas Segundo a Teoria das Restrições.....	99
3.5.5 Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições .....	100

<b>3.5.6 Contribuição da Teoria das Restrições e de seu Processo de Raciocínio para a Indústria de Propriedade Contínua</b> .....	103
<b>3.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - MPT</b> .....	104
<b>3.6.1 Aspectos Conceituais da MPT</b> .....	104
<b>3.6.2 Modelo Analítico da MPT</b> .....	104
<b>3.6.3 Perdas Segundo a MPT</b> .....	106
<b>3.6.4 Redução das Perdas Segundo a MPT</b> .....	109
<b>3.6.5 Implantação da MPT</b> .....	113
<b>3.6.6 Análise da Contribuição da MPT para a Indústria de Propriedade Contínua</b> .....	114
<b>3.7 ANÁLISE CRÍTICA DAS METODOLOGIAS ESTUDADAS</b> .....	115
<b>3.7.1 Análise Crítica da Abordagem do Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais</b> .....	115
<b>3.7.2 Análise Crítica da Abordagem do Mecanismo da Função Produção</b> .....	118
<b>3.7.3 Análise Crítica da Abordagem de Capacidade e Nível de Atividade</b> .....	122
<b>3.7.4 Análise Crítica da Abordagem da Teoria das Restrições</b> .....	126
<b>3.7.5 Análise Crítica da Abordagem da Manutenção Produtiva Total</b> .....	128
<b>3.8 ANÁLISE COMPARATIVA DAS METODOLOGIAS ESTUDADAS</b> .....	133
<b>3.8.1 Quanto ao Princípio de Análise</b> .....	135
<b>3.8.2 Quanto ao Objeto de Análise</b> .....	136
<b>3.8.3 Quanto à Finalidade da Análise</b> .....	137
<b>3.8.4 Quanto à Abrangência da Análise</b> .....	137
<b>3.8.5 Quanto à Metodologia de Análise</b> .....	138
<b>3.8.6 Quanto à Interpretação do Tempo</b> .....	140
<b>3.8.7 Quanto à Interpretação das Perdas</b> .....	141
<b>3.8.8 Quanto à Interpretação dos Custos</b> .....	142
<b>3.8.9 Quanto à Aplicabilidade da Análise aos Processos da Indústria de Propriedade</b> .....	143
<b>3.8.10 Pontos Comuns das Metodologias</b> .....	144

<b>4. MODELO ANALÍTICO DE PROCESSOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA.....</b>	<b>145</b>
4.1 OBJETIVOS DO MODELO.....	146
4.1.1 Relativamente às Entradas em Regime.....	146
4.1.2 Relativamente ao Volume de Produção.....	147
4.1.3 Relativamente à Qualidade dos Produtos.....	148
4.1.4 Identificação dos Objetivos.....	148
4.2 PRINCÍPIO DE ANÁLISE DO MODELO.....	150
4.3 INTERPRETAÇÃO DAS PERDAS.....	151
4.4 ANÁLISE DAS RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO VINCULADAS ÀS PERDAS DOS PROCESSOS PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE.....	158
4.4.1 Método Proposto para Análise das Relações de Causa e Efeito.....	158
4.4.2 Análise das Relações de Causa e Efeito.....	159
4.4.3 Identificação das Causas Raízes das Relações Vigentes.....	163
4.4.4 Entendimento das Relações Vigentes e Identificação das Novas Relações Destinadas à Redução de Perdas.....	165
4.4.5 Identificação dos Fatores Críticos da Indústria de Propriedade.....	173
4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE PERDAS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE.....	175
4.6 APLICABILIDADE DO MODELO ANALÍTICO.....	182
4.7 SÍNTESE DAS PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO MODELO ANALÍTICO.....	183
<b>5. CONCEITOS BÁSICOS DO MODELO DE GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA.....</b>	<b>184</b>
5.1 OBJETIVO DAS BASES CONCEITUAIS DO MODELO DE GESTÃO.....	184
5.2 ASPECTOS BÁSICOS VINCULADOS À GESTÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	185
5.2.1 Segmentos Afetados no Nível Externo.....	186
5.2.2 Segmentos Afetados no Nível Interno.....	187

5.3 ANÁLISE DA ESTRUTURA DA GESTÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA.....	188
5.4 UM FATOR CRÍTICO DA GESTÃO - O SISTEMA DE INFORMAÇÃO.....	191
5.4.1 Comunicação .....	193
5.4.2 Treinamento .....	193
5.4.3 Medidas de Desempenho .....	194
5.4.4 Feedback (Realimentação).....	197
5.5 PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO PARA A INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA .....	198
5.6 COMENTÁRIOS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DO MODELO DE GESTÃO APRESENTADO .....	202
5.7 SÍNTESE DAS PRINCIPAIS CONCLUSÕES DA PROPOSTA DO MODELO DE GESTÃO.....	204
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>205</b>
6.1 CONCLUSÕES.....	205
6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	213
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>215</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Seqüência e Localização do Trabalho.</i> .....	9
<i>Figura 2 - Classificação dos Processos Produtivos.</i> .....	15
<i>Figura 3 - Representação da Ativação-Desativação e Início- Parada de Produção dos Processos Produtivos.</i> .....	26
<i>Figura 4 - Variação Típica do Rendimento dos Processos de Produção de Energia Termoelétrica em Função do Nível de Utilização da Capacidade.</i> .....	27
<i>Figura 5 - Evolução dos Custos de Investimento Típicos de Central Termoelétrica Convencional.</i> .....	32
<i>Figura 6 - A Problemática de Custeio.</i> .....	36
<i>Figura 7 - Custos Totais de Manutenção Típicos de Processos Produtivos da Indústria de Propriedade.</i> .....	38
<i>Figura 8 - Evolução da Estrutura de Custos Típica de Central Termoelétrica Convencional.</i> .....	40
<i>Figura 9 - Variação Típica do Custo Unitário de Produção em Função do Nível de Utilização da Capacidade.</i> .....	41
<i>Figura 10 - Representação da Hierarquia dos Processos.</i> .....	62
<i>Figura 11 - Representação dos Fluxos de Trabalho e Exigências dos Processos.</i> .....	64
<i>Figura 12 - Representação da Avaliação do Valor Agregado.</i> .....	67
<i>Figura 13 - Visão Geral do Trabalho e Suas Formas.</i> .....	72
<i>Figura 14 - Representação da Rede de Processos e Operações - Mecanismo da Função de Produção.</i> .....	77
<i>Figura 15 - Visão Global das Perdas do Sistema Toyota de Produção.</i> .....	85
<i>Figura 16 - Representação Gráfica do Conceito de Tempo</i> .....	90
<i>Figura 17 - Representação Gráfica da Capacidade e Nível de Atividade.</i> .....	92

<i>Figura 18 - Conjunto de Medições Globais e Locais dos Processos Produtivos. ....</i>	97
<i>Figura 19 - Representação da CRT - Current Reality Tree ou Árvore da Realidade Corrente. ....</i>	101
<i>Figura 20 - Representação do Processo de Nuvem Evaporativa ou EC - Evaporating Cloud. ....</i>	102
<i>Figura 21 - Relações entre Entradas e Saídas dos Processos Produtivos. ....</i>	106
<i>Figura 22 - Taxa de Rendimento Global do Equipamento da MPT. ....</i>	107
<i>Figura 23 - Estrutura das Perdas dos Equipamentos. ....</i>	107
<i>Figura 24 - Interpretação da Estrutura das Perdas da Indústria de Propriedade Contínua. ....</i>	155
<i>Figura 25 - Interpretação e Vinculação das Perdas dos Processos da Indústria de Propriedade Contínua. ....</i>	157
<i>Figura 26 - Fluxo Lógico do Método Proposto para Análise das Relações de Causa e Efeito da Indústria de Propriedade Contínua. ....</i>	160
<i>Figura 27 - Representação da Árvore de Causas e Efeitos Vigentes, dos Processos Produtivos da Indústria de Propriedade Contínua. ....</i>	161
<i>Figura 28 - Identificação dos Conflitos entre as Visões Atual e Nova - Estratégia Empresarial. ....</i>	167
<i>Figura 29 - Identificação dos Conflitos entre as Visões Atual e Nova - Concepção do Processo. ....</i>	168
<i>Figura 30 - Identificação dos Conflitos entre as Visões Atual e Nova - Planejamento e Programação. ....</i>	169
<i>Figura 31 - Identificação dos Conflitos entre as Visões Atual e Nova - Confiabilidade da Instalação. ....</i>	171
<i>Figura 32 - Identificação dos Conflitos entre as Visões Atual e Nova - Função Controle. ....</i>	172
<i>Figura 33 - Identificação dos Fatores Críticos da Indústria de Propriedade Contínua visando a Redução das Perdas. ....</i>	176
<i>Figura 34 - Identificação das Perdas da Indústria de Propriedade Contínua - Analogia com o Processo de Suprimento de Água para Consumo. ....</i>	178
<i>Figura 35 - Vinculação entre as Causas Raízes do Modelo e os Estágios da Produção. ....</i>	182

<i>Figura 36 - Relação entre os Estágios da Produção e o Encadeamento dos Níveis da Gestão Empresarial. ....</i>	<i>189</i>
<i>Figura 37 - Representação da Vinculação entre as Características do Sistema de Medida de Desempenho e sua Aplicação aos Estágios da Produção dos Processos Produtivos da Indústria de Propriedade. ....</i>	<i>196</i>
<i>Figura 38 - Funções e Fluxo Lógico do Sistema de Informação da Indústria de Propriedade Contínua. ....</i>	<i>198</i>
<i>Figura 39 - Bases Conceituais da Proposta do Modelo de Gestão dos Processos da Indústria de Propriedade Contínua. ....</i>	<i>200</i>

## LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 - Resumo da Diferenciação Básica entre Indústrias de Forma e de Propriedade Contínua.</i> .....	19
<i>Quadro 2 - Síntese das Características de Concepção da Indústria de Propriedade Contínua.</i> .....	24
<i>Quadro 3 - Síntese das Características Operacionais da Indústria de Propriedade Contínua.</i> .....	31
<i>Quadro 4 - Síntese das Características Econômicas da Indústria de Propriedade Contínua.</i> .....	43
<i>Quadro 5 - Síntese das Características da Organização do Trabalho da Indústria de Propriedade Contínua.</i> .....	46
<i>Quadro 6 - Síntese das Características dos Sistemas de Medição de Desempenho da Indústria de Propriedade.</i> .....	50
<i>Quadro 7 - Síntese da Análise Crítica do Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais.</i> .....	118
<i>Quadro 8 - Síntese da Análise Crítica do Mecanismo da Função Produção.</i> .....	122
<i>Quadro 9 - Síntese da Análise Crítica da Abordagem de Capacidade e Nível de Atividade.</i> .....	125
<i>Quadro 10 - Síntese da Análise Crítica da Abordagem da Teoria das Restrições.</i> .....	129
<i>Quadro 11 - Síntese da Análise Crítica da Abordagem da Manutenção Produtiva Total.</i> .....	132
<i>Quadro 12 - Síntese da Análise Comparativa das Metodologias Estudadas.</i> .....	134
<i>Quadro 13 - Vinculação da Origem das Perdas com os Estágios da Produção da Indústria de Propriedade e seu Fluxo de Amplificação.</i> .....	179
<i>Quadro 14 - Síntese das Principais Conclusões do Modelo Analítico da Indústria de Propriedade Contínua.</i> .....	183
<i>Quadro 15 - Síntese das Principais Conclusões da Proposta do Modelo de Gestão da Indústria de Propriedade Contínua.</i> .....	204

## RESUMO

As últimas décadas têm apresentado significativas mudanças no cenário intercapitalista mundial. Especialmente após a popularização internacional das filosofias e técnicas japonesas de gestão, partindo do Sistema Toyota de Produção, muitos estudos e metodologias têm sido desenvolvidos na busca da racionalização dos processos produtivos. Basicamente estes estudos foram centrados nas características da indústria de forma, vale dizer, bens de capital e bens duráveis de consumo.

Neste sentido, surge um natural questionamento sobre a aplicabilidade destes conceitos e técnicas a outros tipos de processos produtivos, especialmente no caso da indústria de propriedade contínua, muitas vezes identificada como indústria de transformação (incluindo refino de petróleo, petroquímica, papel e celulose, energia elétrica e outras), pelas características específicas apresentadas pela mesma.

Assim, a presente dissertação analisa diferentes metodologias desenvolvidas para a indústria de forma, avaliando a possibilidade de aplicação de seus conceitos à indústria de propriedade contínua. Posteriormente, desenvolve um modelo analítico mais apropriado à realidade e característica deste tipo de indústria. A seguir, baseado nas conclusões do modelo analítico desenvolvido, estabelece os conceitos básicos de um modelo de gestão dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua.

Finalizando, são apresentadas as conclusões relativas à aplicação das diferentes metodologias, e em especial dos modelos desenvolvidos, à indústria de propriedade de produção contínua.

## ABSTRACT

The last decades have shown significant changes in the worldwide capitalist scenery. Specially after the international popularization of the Japanese production management concepts and techniques, starting from the Toyota Production System, several studies and methodologies have been developed searching for the productive processes rationalization. Basically these studies concerned the so called "form industry", or in other words, the production of capital goods (as machinery and others) and consumption lasting goods (as automobiles, electronics and household appliances).

Considering this situation, a natural question emerges about the applicability of the aforesaid concepts and techniques at different types of productive processes. Of special interest, is the case of the so called "property industry", many times also identified as transformation industry (including petroleum refining, petrochemical industry, paper and cellulose production, electrical energy production and others), due to its specific and particular characteristics.

Thus, the present dissertation analyses different methodologies proposed to the "form industry", evaluating its application possibilities by the "property industry". Subsequently, an analytical model suitable to the conditions and characteristics of this type of industry is developed. In the sequence, based upon the analytical model's conclusions the basic concepts of continuous "property industry" productive processes management model are established.

Finally, the conclusions related to the application to continuous property industry of the different methodologies, and specially of the models proposed, are here presented.

## 1. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

### 1.1 INTRODUÇÃO

A segunda metade deste Século XX tem marcado profundas alterações na ordem econômica internacional. Diversas foram as causas que conduziram a estas alterações, como o surgimento de novos competidores no mercado internacional entre os quais os "Tigres Asiáticos", a contínua descapitalização e o progressivo empobrecimento dos países do terceiro mundo, o avanço da recessão entre os países industrializados, as crises do petróleo, a guerra fria capitalista-comunista, entre outras, que acabaram por encaminhar um acirramento da concorrência intercapitalista em nível mundial.

Tais alterações refletiram-se, basicamente, na ampliação das dimensões da competitividade, que passaram a incorporar como requisitos fundamentais, além do custo, a qualidade, a flexibilidade, o atendimento ao cliente e a inovação tecnológica.

Na busca da manutenção do nível de competitividade frente ao novo contexto concorrencial, tem-se verificado significativas mudanças nos processos produtivos ao longo dos últimos anos, mormente no segmento industrial, relacionadas principalmente com alterações nas formas de organização e gestão do trabalho, e com a intensificação do desenvolvimento e uso da automação (de base micro-eletrônica, no planejamento e execução da produção).

Este cenário conduziu ao desenvolvimento de diversas metodologias de gestão e execução da produção que possibilitaram a melhoria dos resultados técnico-

econômicos dos empreendimentos, buscando o atingimento de um novo paradigma competitivo que contemplasse as emergentes dimensões da concorrência verificada. Neste panorama, destacam-se o *just-in-time* (produção justo-a-tempo), o *TQC - Total Quality Control*, o *TQM - Total Quality Management*, em nível de princípios gerais de produção, o Sistema Toyota de Produção - STP em nível de sistema de gestão da produção, além do KANBAN, do *MRP/MRP II - Manufacturing Resources Planning*, do *OPT - Optimized Production Technology* e posterior *TOC - Theory of Constraints* e do *TPM - Total Productive Maintenance*, em nível de técnicas de gerenciamento da produção.

Estas metodologias mencionadas dirigiram-se, fundamentalmente, à indústria de forma<sup>1</sup> (SALERNO, 1987, p.22-30). Tal fato deveu-se à crescente demanda verificada pelos produtos deste tipo de indústria no pós-guerra, por constituírem o principal foco concorrencial em nível internacional e, de forma associada, por terem sido o objeto de aplicação de grande parte da inovação tecnológica ocorrida. Neste tipo de indústria, os resultados alcançados pela aplicação das técnicas e metodologias mostraram-se, senão plenamente satisfatórios para o ambiente vivenciado, pelo menos substanciais, em termos de manutenção da sobrevivência e da competitividade empresariais.

Neste contexto, que contempla o grande avanço verificado no mercado internacional dos produtos japoneses, quer de bens duráveis, quer de bens de capital e, posteriormente, a popularização das técnicas modernas de gestão da produção, muitos aspectos tem sido estudados nos processos produtivos das economias ocidentais e particularmente naqueles voltados à indústria de forma.

---

<sup>1</sup> A indústria de forma, como adotada por SALERNO (1987, p.22), é a indústria tradicional de produção em alta série (automobilística, eletrodomésticos, eletrônica de consumo, etc...), séries pequenas e médias (mecânicas) ou por encomenda (certos tipos de bens de capital por exemplo), nas quais os aspectos formais (aspecto, forma, tipo, dimensões, etc....) têm importância fundamental. As especificações do produto traduzem-se por uma forma material.

Concomitantemente, a indústria de propriedade<sup>2</sup> (SALERNO, 1987, p.28), teve sua produtividade incrementada principalmente através do uso de automação de base micro-eletrônica, na forma de controladores integrados de processo e outros sistemas, além de outras melhorias marginais. No entanto, esta indústria, cada vez mais intensiva em capital, passou a progressivamente sofrer os reflexos das dimensões competitivas emergentes no cenário internacional, como o acirramento da concorrência baseada nos custos, tempo e qualidade, a variável ambiental, as questões referentes à saúde, segurança e condições de trabalho, além de outros aspectos.

As formas de evolução de produtividade apresentadas pela indústria de propriedade, porém, diferentemente da indústria de forma, e de uma forma geral, não implicaram em mudança das formas de gestão, organização e execução da produção até a presente data, tendo se restringido mais aos aspectos tecnológicos (automação e informatização), possivelmente devido às suas características específicas.

Observando-se ainda a indústria de propriedade, verifica-se que a mesma apresenta condicionantes que lhe são peculiares, as quais exigem análises específicas. Ela se caracteriza, geralmente, pela produção de um único produto (ou de uma família de produtos) em larga escala, cujas propriedades (do produto) constituem o aspecto mais importante. Como exemplo, pode-se identificar os derivados de petróleo, a petroquímica e a energia elétrica, entre outros.

Esta indústria é geralmente constituída por um complexo integrado e seqüencial de equipamentos que operam simultaneamente e, gradativamente, transformam a matéria-prima no produto final ou acabado. Via de regra, os processos apresentam condições de temperatura, pressão e outras, que inviabilizam a manipulação humana. Desta forma, os trabalhadores, ou operadores, não atuam no sentido da maximização

---

<sup>2</sup> A indústria de propriedade, também de acordo com SALERNO (1987, p.28), apresenta um processo de trabalho diferenciado em relação à indústria de forma (ou discreta). É o caso do refino de petróleo, petroquímica, cimento e outros, onde o que se almeja não é a forma, mas sim uma série de propriedades físico-químicas que o produto deve possuir.

do número de operações realizadas em determinado período de tempo, como na indústria de forma, mas sim intervindo quando necessário, ou melhor, em caso de mudanças de estado do processo em relação ao estipulado. Ainda, o volume de produção, geralmente, independe do ritmo ou quantidade de trabalho humano empregado, sendo função das características do processo e de sua capacidade instalada. Atualmente, estes processos apresentam um elevado grau de integração via automação, pela própria natureza de controle e operacionalização requeridos.

A produção da indústria de propriedade, na maioria dos casos, implica em altos custos de investimento e elevada parcela de custos fixos incidentes sobre os produtos finais. Outra grande parcela dos custos unitários finais é devida à matéria-prima. Por estas razões, estes processos costumam ser projetados para elevados fatores de utilização, nos quais apresentam custos competitivos e graus de eficiência adequados. Também, no caso de indústrias de propriedade de primeira geração, ou seja, cujos produtos finais constituem insumos para outros processos subseqüentes, os efeitos econômicos da interrupção da produção são bastante acentuados, para não dizer desastrosos, pela sua repercussão em toda a cadeia produtiva existente até o consumidor final.

Como outras características marcantes da indústria de propriedade, pode-se mencionar também o fato de que o tempo de preparação do equipamento é geralmente pequeno (ou inexistente) em relação ao tempo de operação, as máquinas ou equipamentos são agrupados de acordo com o produto que produzem, as capacidades dos equipamentos individuais que compõem o processo necessitam estar perfeitamente ajustadas/calibradas, as matérias-primas implicam, normalmente, em uma sistemática quase contínua de recebimento, a capacidade ociosa do processo como um todo é geralmente pequena, e a movimentação de material internamente ao processo é rápida, automática e contínua.

A consideração das características anteriores, típicas da indústria de propriedade, e que muitas vezes a diferenciam da indústria de forma em aspectos ou

dimensões competitivas como a flexibilidade, estrutura de custos, gestão da força de trabalho, porosidades operativas e outras, conduzem a um natural questionamento sobre a validade e aplicabilidade dos instrumentos popularizados e aplicados à indústria de forma ao longo das últimas décadas, aos processos da indústria de propriedade.

## 1.2 OBJETIVOS

A presente dissertação de Mestrado, propõe a discussão da utilização de princípios gerais, filosofias e técnicas de racionalização do trabalho na indústria de propriedade, a partir da análise das metodologias originalmente aplicadas à indústria de forma.

### 1.2.1 Objetivo Principal

Como objetivo principal, o presente trabalho pretende desenvolver os princípios gerais de produção para a indústria de propriedade contínua, bem como um modelo de avaliação e gestão de seus processos de produção. Para isto, este modelo busca construir as relações fundamentais entre causas e efeitos deste tipo de produção, no sentido de melhorar seus resultados, a partir da eliminação de perdas e desperdícios identificados.

### 1.2.2 Objetivos Secundários

Visando o objetivo principal, o trabalho demandará o atingimento preliminar de alguns objetivos operacionais secundários, quais sejam:

a) compreensão sistêmica das relações de causa e efeito dos processos da indústria de propriedade contínua, visando a interpretação dos fatores críticos e a operacionalização dos mesmos dentro das dimensões competitivas atuais;

b) compreensão das lógicas fundamentais que norteiam os princípios e técnicas de racionalização da indústria de forma hoje conhecidas e aplicadas, e seus reflexos sobre as dimensões e variáveis competitivas. Para tanto, serão buscados referenciais de diferentes correntes metodológicas, na busca de uma abordagem abrangente que cubra as questões estimadas como fundamentais dentro da atual consideração de competitividade;

c) compreensão da aplicabilidade dos princípios e técnicas anteriores à indústria de propriedade contínua, frente aos seus condicionantes específicos;

d) o trabalho também permitirá traçar um paralelo, mesmo que preliminar, entre as questões que envolvem a redução de perdas e melhoria de desempenho nos processos das indústrias de forma e de propriedade.

### 1.3 METODOLOGIA

Para elaboração da presente Dissertação, utilizou-se o seguinte método:

– Inicialmente, foi realizada uma análise dos processos genéricos da indústria de propriedade, buscando-se a identificação de princípios fundamentais e características destes processos, visando a construção de um modelo que permita a sua adequada interpretação, bem como a identificação dos fatores ditos "críticos" responsáveis pela sua otimização. Para tanto, lançou-se mão de bibliografia que discute a diferenciação e caracterização desta indústria, como a disponível em SALERNO (1987), OSÓRIO (1986), TAKAHASHI ; OSADA (1993), além de bibliografia específica disponível nas áreas petroquímica, refino de petróleo e energia elétrica, entre outras.

– Após, fez-se a análise da bibliografia existente relativamente às metodologias e técnicas de racionalização aplicadas aos processos de produção da indústria de forma, envolvendo diferentes enfoques e lógicas, como as inseridas no Mecanismo da

Função Produção (MFP) de SHINGO (1981, 1987, 1988), na Teoria das Restrições (TOC) de GOLDRATT ; FOX (1991), GOLDRATT ; COX (1992A), GOLDRATT (1992B), na Manutenção Produtiva Total (MPT) de NAKAJIMA (1989) e de TAKAHASHI ; OSADA (1993), na análise de capacidade e nível de atividade de OSÓRIO (1986) e no Aperfeiçoamento de Processos Empresariais (APE) de HARRINGTON (1993). Tais abordagens discutem e apresentam diferentes propostas de metodologias analíticas de melhorias e racionalização dos processos, em termos de redução de perdas e desperdícios.

– A utilização dos referenciais anteriores conduziu à construção de um modelo analítico e sistêmico dos processos da indústria de propriedade contínua, que buscou a compatibilização entre as dimensões de competitividade vigentes e as características inerentes a este tipo de indústria.

– Construído o referido modelo, buscou-se a formulação dos conceitos básicos de um modelo de gestão deste tipo de processo produtivo.

– Como decorrência são apresentadas as conclusões e recomendações a respeito do trabalho desenvolvido, relativamente à aplicabilidade de diferentes técnicas aos processos da indústria de propriedade, dos modelos desenvolvidos e sugestões sobre futuros trabalhos e estudos a serem conduzidos nesta área.

Foi considerado como um ponto básico na metodologia proposta, a construção de um modelo analítico dos processos da indústria de propriedade. Esta etapa preliminar foi fundamental para permitir a avaliação das relações de causa e efeito das variáveis envolvidas, o que possibilitou a formulação dos conceitos básicos de um modelo de gestão e controle dos mesmos.

#### 1.4 ESTRUTURAÇÃO

Para o presente trabalho, adotou-se a seguinte estrutura:

– No Capítulo I, o atual, é realizada a apresentação geral do trabalho, incluindo a introdução, os objetivos, a metodologia, a estrutura e os limites do mesmo.

– A seguir, no Capítulo II, foi desenvolvida uma caracterização básica dos processos de produção da indústria de propriedade, envolvendo os principais pontos que a diferenciam da indústria de forma e, após, seus aspectos intrínsecos como a concepção, o projeto, as formas operativas, as variáveis econômicas, as formas de organização do trabalho, as variáveis ambientais e os objetivos empresariais tradicionalmente buscados, frente às dimensões competitivas atualmente vigentes. Para tanto, foi analisada bibliografia existente relativamente à matéria.

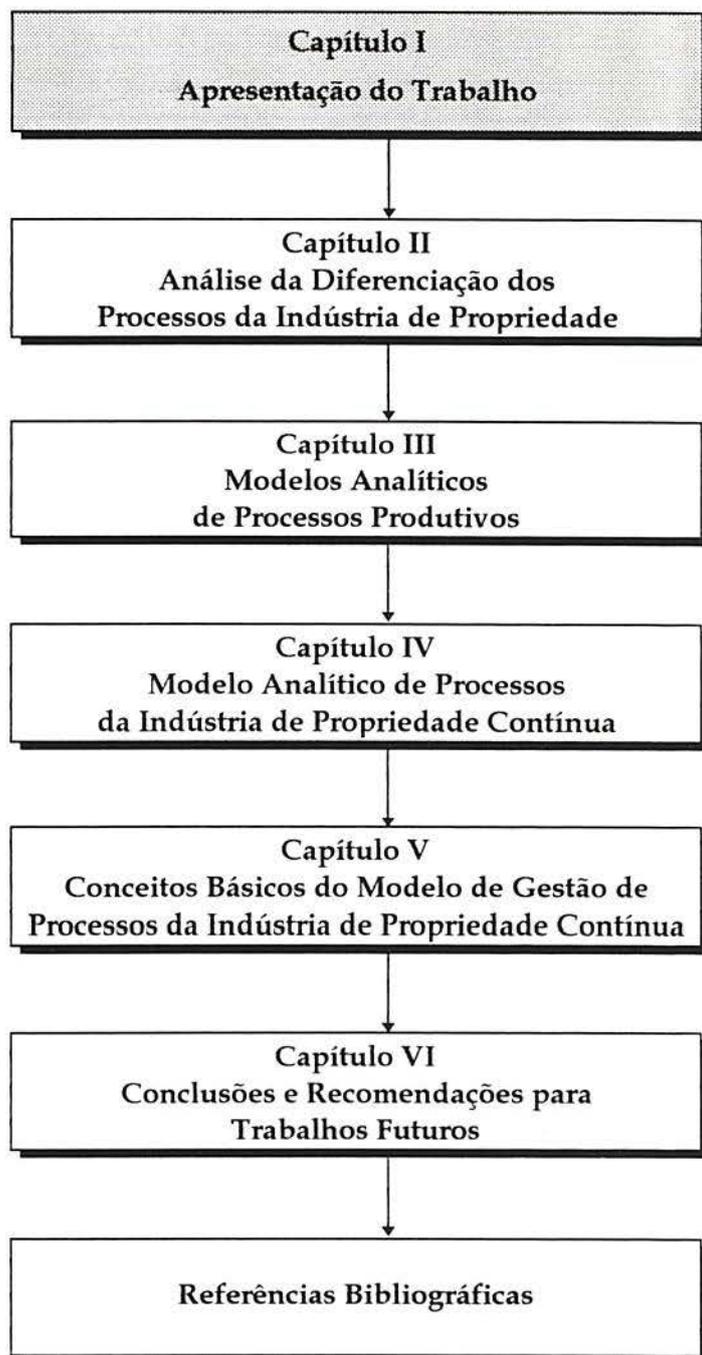
– Posteriormente, no Capítulo III, foi conduzida uma revisão bibliográfica relativa às técnicas e metodologias de racionalização e melhoria dos resultados da indústria de forma propostas ao longo dos últimos anos, buscando a análise de sua base conceitual, diferenciação de enfoques e vinculação às diferentes dimensões competitivas.

– No Capítulo IV, foi desenvolvido um modelo de análise e avaliação dos processos da indústria de propriedade contínua a partir das conceituações anteriores, voltado à maximização dos resultados e redução das perdas e desperdícios.

– O Capítulo V, apresenta a formulação dos conceitos básicos de um modelo de gestão, decorrente do modelo analítico anteriormente desenvolvido, voltado ao gerenciamento da melhoria de desempenho da indústria de propriedade.

– Finalizando, o Capítulo VI apresenta as conclusões relativas aos modelos apresentados, bem como recomendações e sugestões sobre estudos e trabalhos futuros nesta área.

A *Figura 1* detalha a sequência lógica de desenvolvimento do trabalho.



*Figura 1 - Seqüência e Localização do Trabalho.*

## 1.5 LIMITAÇÕES

Um ponto básico necessita inicialmente ser salientado. O presente trabalho pretende analisar e discutir os processos produtivos da indústria de propriedade hoje existentes. Assim, considerando as alterações verificadas na concorrência

intercapitalista, propõe uma metodologia de análise, avaliação e gestão destes processos visando a redução de perdas, eliminação de desperdícios e elevação da produtividade dos mesmos, que garanta uma posição competitiva no contexto das novas exigências dos mercados consumidores. Não constitui objeto do trabalho, o desenvolvimento de novas formas tecnológicas da indústria de propriedade, partindo da análise das características hoje vigentes dos mercados consumidores. Portanto, a pesquisa objetiva propor melhorias nos processos produtivos hoje existentes, e não propor novas tecnologias de produção.

Também deve ser salientado que a dissertação não pretende discutir detalhes técnicos específicos dos processos ou características funcionais de equipamentos diversos, até mesmo por tratar-se de um modelo de aplicação aos processos da indústria de propriedade contínua em geral.

O trabalho volta-se basicamente para a indústria de propriedade de produção contínua. No entanto, é eventualmente possível a generalização de boa parte dos conceitos propostos para a indústria de propriedade de produção em batelada, o que, no entanto, deverá ser objeto de avaliação mais específica e aprofundada.

Deve ainda ser mencionado que a dissertação não pretende esgotar o assunto em análise, não somente pela sua complexidade, mas também pela sua extensão e particularidades, propondo-se, isto sim, à formalização de conceitos gerais e regras básicas aplicáveis aos ditos processos da indústria de propriedade contínua.

## 2. ANÁLISE DA DIFERENCIAÇÃO DOS PROCESSOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE

Neste Capítulo, é realizada a caracterização dos processos de produção da dita indústria de propriedade. Inicialmente, foi buscada uma visualização dos critérios utilizados na identificação dos diferentes tipos de produção, fundamentais para sua conceituação, basicamente a partir de autores como CORIAT (citado por SALERNO, 1987) e SALERNO (1987).

Logo em seguida, através da análise de diversos aspectos característicos, foi buscada sua diferenciação em relação à indústria de forma, de modo que permitisse a avaliação dos aspectos determinantes a serem considerados na construção de um modelo analítico da indústria de propriedade. Para tanto, lançou-se mão de bibliografia específica e de abordagens como a da Manutenção Produtiva Total de acordo com TAKAHASHI ; OSADA (1993) e a da relação entre capacidade e nível de atividade de instalações industriais por OSÓRIO (1986).

Finalmente, foi feita uma abordagem dos principais fatores que afetam a indústria de propriedade, vinculados às dimensões competitivas que afetam este tipo de indústria.

### 2.1 FORMAS DE DIFERENCIAÇÃO

Os autores têm caracterizado os diferentes tipos de produção de maneiras diversas. Assim, será conveniente a análise de algumas abordagens, com a finalidade de esclarecer as diferenciações envolvidas.

Segundo SALERNO (1987, p.20), diversas conceituações têm sido formuladas para caracterizar os diferentes processos produtivos. O autor aborda a noção de processo contínuo em oposição à intermitente a partir de três outros autores:

Para BUFFA (citado por SALERNO, 1987, p.20), "a variável fundamental é a padronização de insumos e equipamentos. Os processos contínuos teriam "inputs" e equipamentos padronizados, e os processos intermitentes teriam equipamentos flexíveis."

Já WILD (citado por SALERNO, 1987, p.20) classifica os processos produtivos a partir do grau de repetitividade e volume de produção. Assim, "produção em alta série (ou em massa) seria semelhante à produção que os engenheiros químicos chamam de contínua; a produção unitária seria semelhante à produção intermitente."

De acordo com WOODWARD (citado por SALERNO, 1987, p.20), "os processos contínuos seriam padronizados, a produção sem interrupções no tempo e o equipamento com baixa flexibilidade."

Os enfoques apresentados acima, contemplam parcialmente as características dos processos de produção dita contínua. A baixa flexibilidade, a padronização e a produção sem interrupções, vinculam-se aos processos de transformação (mudança de estado ou composição físico-química), que envolvem instalações e parâmetros operacionais específicos, conduzindo à óbvia e referida padronização (um único produto ou uma pequena família), e busca de produção contínua em função das características de economia de escala. No entanto, não abordam os tipos e a diferenciação dos processos de trabalho, por exemplo, existentes entre uma indústria automobilística e uma refinaria de petróleo.

Retornando à SALERNO (1987, p.21), o autor cita SOHN-RETHEL, o qual introduziu o conceito de "economia de tempo" na análise dos tipos de produção, conceito segundo o qual se estuda "a relação entre o volume de produção e o tempo

de trabalho" A seguir, o autor enfoca a interpretação de CORIAT, o qual propõe, a partir deste conceito, que a diferenciação entre os tipos de produção pode ser melhor compreendida através da "noção de indústrias de Forma e de Propriedade". CORIAT (citado por SALERNO, 1987, p.21). Assim:

"As indústrias de forma são as indústrias tradicionais de produção em alta série (automobilística, eletrodomésticos, eletrônica de consumo, etc...), séries pequenas e médias (mecânicas) ou por encomenda (certos tipos de bens de capital por exemplo), nas quais os aspectos formais (dimensões, tipo de acabamento, etc...) têm importância fundamental: as especificações do produto traduzem-se por uma forma material. O que caracteriza o tipo de processo de trabalho nessas indústrias é que o volume de produção depende do ritmo do processo de trabalho: se o ritmo aumenta, a produção aumenta e vice-versa". (CORIAT citado por SALERNO, 1987, p.22).

"As indústrias de propriedade são as indústrias com um processo de trabalho diferenciado em relação às indústrias de forma (ou discretas), tendo uma rápida expansão a partir da década de 50. É o caso do refino de petróleo, petroquímica, cimento, setores da produção sucro-alcooleira, etc... .

'A característica de "propriedade" se refere a um valor de uso particular do produto, que se reveste de uma forma material, mas o que se almeja não é a forma, e sim uma série de propriedades que o produto deve possuir. Assim, por exemplo, não importa a "forma" ou a cor da gasolina, do etileno, do cimento, do adubo, desde que estes produtos tenham determinadas propriedades. O processo de trabalho, aqui, é caracterizado por estar baseado num complexo integrado de equipamentos, e este nível de integração significa que não há manipulação exterior, exceto em algumas cargas e descargas. Em termos de transformação, ocorre uma série de reações físico-químicas. Podemos caracterizar os processos de trabalho na indústria de propriedade como aqueles em que o volume de produção não depende do ritmo ou da quantidade de trabalho empregado. O que se requer dos operadores de processo não é a maximização do número de movimentos por minuto, mas sim a capacidade de intervir no processo, adequando as variáveis do processo real (temperatura,

pressão, vazão, etc...) às previstas teoricamente, quando surge algum imprevisto". (SALERNO, 1987, p.28-29)

Prosseguindo, SALERNO (1987, p.29) identifica que o volume de produção da indústria de propriedade depende de quatro fatores básicos:

- capacidade instalada;
- fator de utilização - relação entre a carga teórica e a carga real;
- duração das interrupções para carga - descarga e manutenção;
- capacidade dos operadores - de efetuarem as correções pertinentes para adequar o processo.

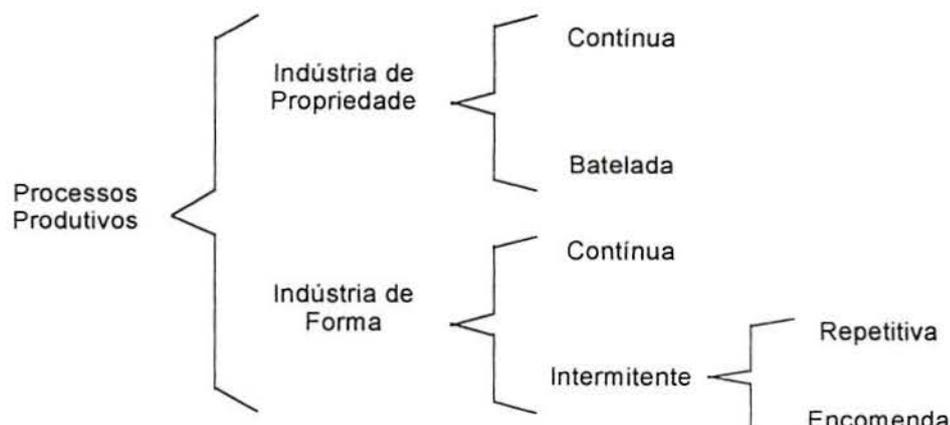
Ainda, o autor observa que:

"Retomando o conceito de "contínuo" adotado pelos engenheiros químicos, podemos considerar que uma indústria de propriedade pode não ser contínua, trabalhando em batelada. Porém, se a grosso modo podemos associar indústria de propriedade com processo contínuo ou fluxo contínuo, é preciso cuidado pois muitas vezes os termos fluxo ou processo contínuo são empregados para designar processos de forma (discretos) linearizados". (SALERNO, 1987, p.30).

A partir do exposto, pode ser visualizada a classificação dos processos produtivos como apresentado na *Figura 2*, adiante.

Considerando a abordagem de SALERNO (1987, p.20-30), baseada nas características do produto final (suas formas e suas propriedades), e na relação entre volume de produção e ritmo de trabalho, esta interpretação parece bastante mais adequada à realidade e ao objetivo do presente trabalho. No entanto, julga-se que

alguns aspectos adicionais podem ser analisados visando uma interpretação mais global.



*Figura 2 - Classificação dos Processos Produtivos.*

Assim, observando-se os processos da indústria de forma, verifica-se que nos mesmos a produção é realizada pelo homem e pela máquina por ele comandada, razão pela qual assume importância o controle do desempenho do trabalho humano, o qual tem conduzido aos enfoques de controle do trabalho através das noções de "tempo alocado"<sup>3</sup> (CORIAT citado por SALERNO, 1987, p.22-24) e, de "tempo imposto"<sup>4</sup> (CORIAT citado por SALERNO, 1987, p.22-24). Nos processos da indústria de propriedade, por sua vez, um complexo integrado e seqüencial de máquinas realizam a produção, cujos parâmetros são controlados e supervisionados, via de regra, sem manipulação humana direta, até mesmo devido às condições físicas e ambientais de trabalho.

<sup>3</sup> Por tempo alocado entende-se a alocação externa de tempo para cada operação do processo produtivo. Em outras palavras, o trabalhador guarda certa liberdade de, por exemplo, produzir acima ou abaixo do tempo previsto, ou ainda regular o ritmo de trabalho ao longo da jornada, de forma que sua produção total esteja de acordo com a prevista relativamente ao tempo alocado. Os exemplos clássicos de "tempo alocado" são as indústrias com organização produtiva de tipo funcional (seção de turnos), onde os postos de trabalho não estão interconectados por um sistema de transporte automático.

<sup>4</sup> O tempo imposto é o relativo às linhas de produção, montagem ou assemelhados, onde a velocidade da linha impõe o tempo de trabalho ao operário. Neste caso, o operário não pode, por decisão individual sua, variar seu ritmo ao longo da jornada de trabalho. É o caso das linhas de montagem em geral (televisores, automóveis, etc...).

Por outro lado, a indústria de forma tem sua quantidade produzida de forma discreta, ou melhor, medida em unidades de produto, ao passo que nos processos contínuos da indústria de propriedade a quantidade de produção realizada é geralmente medida em unidades padrão de volume, portanto, não unitariamente (SALERNO, 1987, p.20-30).

A produção na indústria de forma é atingida através de um somatório de atividades discretas independentes. Por atividades discretas independentes, entende-se aquelas que apresentam início, meio e fim bem determinados, em que uma matéria-prima ou produto semi-acabado em estado (ou configuração) estável sofre um processamento atingindo outro estado estável, cuja operação tem uma especificação e função diversa e independente das demais (anteriores e posteriores), e cujo resultado em termos quantitativos e qualitativos pode ser medido de forma unitária e individual. Também, tais atividades geralmente são controladas de forma individual, na busca do controle final de seu somatório, ou produto final do processo. Em contrapartida, a produção na indústria de propriedade é atingida pela contínua mudança de parâmetros (variáveis) de uma única atividade, que em realidade constitui o processo, o qual não apresenta divisibilidade em sub-etapas claramente definidas com controle unitário do resultado. Neste tipo de produção, o resultado em termos quantitativos e qualitativos é medido ao final do processo, havendo ao longo do mesmo o seu controle global, através do acompanhamento das variáveis que afetam esse resultado. Em outras palavras, a indústria de propriedade não apresenta produtos semi-acabados ou intermediários caracterizados como aqueles da indústria de forma, como tampouco controles específicos sobre estes produtos semi-acabados em estágios intermediários de processamento.

Também a indústria de forma, por ser constituída por um somatório de atividades discretas independentes, poderá ou não apresentar "porosidades" (tempos de não trabalho) ao longo do processo como um todo, o que torna a questão da busca da continuidade, via sincronização, um dos enfoques vitais para a otimização dos resultados da produção. Tal fato, entre outros, tem conduzido à uma progressiva

busca de transformação da disposição dos equipamentos do arranjo por função para o do arranjo por produto, dentro do novo paradigma produtivo *just-in-time*<sup>5</sup>.

Já a indústria de propriedade apresenta uma "sincronização natural", em função da continuidade do processo de transformação ser uma característica inerente sua a partir da concepção, o que implica sempre no arranjo dos equipamentos por produto (as características do processo de transformação do produto determinam a sequência do processo de produção e arranjo dos equipamentos).

Ainda, considerando a dependência do volume de produção no ritmo de trabalho na indústria de forma, o tempo de atravessamento ou *lead time* (tempo de produção entre entrada de matéria-prima e saída de produto final) claramente é dependente do ritmo de trabalho neste tipo de produção. Na indústria de propriedade, o *lead time* dos seus processos constitui um aspecto dependente da concepção e das características do processo de transformação, sendo independente do ritmo de trabalho direto (esforço físico) empregado no processo produtivo. Eventualmente, a proporcionalidade referida entre ritmo de trabalho e produção poderá existir nas atividades de apoio do processo produtivo em si, as quais possuam características discretas semelhantes as da indústria de forma.

Por fim, uma característica que parece relevante na diferenciação dos dois tipos de processos é aquela que diz respeito à entrada em regime da indústria de propriedade de transformação. Assim, dadas as condições físicas específicas (pressão, temperatura, vazão) em que se verifica a transformação físico-química da matéria-prima em produto final nestes processos, estes apresentam um retardo entre a ativação (colocação em funcionamento) e o efetivo início do regime produtivo

---

<sup>5</sup> A filosofia *just-in-time* (justo-a-tempo) se constitui em uma estratégia de competição industrial, desenvolvida inicialmente no Japão, objetivando dar uma resposta rápida às flutuações do mercado (orientado para o consumidor), associando a isto um elevado padrão de qualidade e custos reduzidos dos produtos. Seu princípio básico, em termos de administração da produção, é que não se deve fazer nada que não adicione valor aos produtos, considerando desta forma as perdas como representadas por estoques em geral, tempo de espera, movimentação de materiais, defeitos, máquinas paradas, etc..., as quais devem ser minimizadas ou, no limite, eliminadas.

(transformação), até que as condições estáveis de transformação sejam alcançadas. Por sua vez, na indústria de forma, geralmente, a ativação de um equipamento corresponde ao início do regime produtivo do mesmo. Note-se que aqui não está sendo considerado o processo da indústria de forma como um todo, mas apenas a atividade produtiva do próprio equipamento posto em marcha.

Os aspectos adicionais incluídos nesta conceituação, baseada na operacionalização interna dos processos produtivos, buscam torná-la mais adequada ao estudo das relações de causa e efeito, fundamentais que são para a construção de um modelo analítico da indústria de propriedade. Para uma melhor visualização do exposto, o *Quadro 1* adiante apresenta um resumo da análise anterior.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE

### 2.2.1 Características Históricas

A indústria de propriedade, conforme enfocada acima, desenvolveu-se, de forma não artesanal, a partir do advento da Revolução Industrial do Século XVIII. Assim, a siderurgia, a metalurgia, a produção de energia elétrica<sup>6</sup>, a fabricação de papel e derivados, a fabricação de cimento e, mais recentemente, o refino de petróleo e a petroquímica, além de outros processos, sofreram impulso ao longo dos séculos posteriores e principalmente do século XX, com a instalação de plantas de porte progressivamente maior, dentro do enfoque de economia de escala, e na perspectiva do crescimento dos mercados no período pós-guerra.

---

<sup>6</sup> A forma de produção de energia elétrica aqui referida, é a produção termoelétrica, incluindo a convencional a partir de combustíveis fósseis ou biomassa e a termonuclear. A geração hidroelétrica apresenta características diferenciadas.

**Quadro 1- Resumo da Diferenciação Básica entre Indústrias de Forma e de Propriedade Contínua.**

CARACTERÍSTICAS	INDÚSTRIA DE FORMA	INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA
• Característica básica do produto	Forma (aspecto, dimensão, etc...)	Propriedades para o uso
• Volume de produção	Dependente do ritmo de trabalho físico direto na produção	Independente do ritmo de trabalho físico direto na produção
• Execução da Produção	Homem e máquina realizam a produção	Máquina realiza a produção e homem controla e supervisiona
• Medição da produção	Unitária e discreta	Em volume (não unitária)
• Composição da produção	Somatório de atividades discretas independentes	Atividade contínua e única sem divisibilidade
• Controle da produção	Individualizado das atividades e do resultado	Controle global do resultado e supervisão do processo como um todo (parâmetros)
• Sincronização da produção	Existente ou não - dependente da gestão da produção	Inerente à concepção do processo
• Lead Time (tempo de atravessamento)	Dependente do ritmo de trabalho e da gestão da produção	Independente do ritmo de trabalho - inerente à concepção do processo
• Entrada em regime produtivo	Imediato (sem retardo) dos componentes	Com retardo - dependente dos parâmetros do processo de transformação
• Disposição dos equipamentos de produção	Por funções ou por produto	Somente por produto (característica produtiva)

No entanto, a essência dos processos de transformação da matéria-prima em produtos semi-acabados ou finais, ou seja, sua forma básica de operacionalização envolvendo reações físico-químicas, não sofreu virtualmente alteração, principalmente pelas limitações existentes em termos de materiais resistentes às variáveis de processo, como pressão e temperatura. Neste cenário de produção, que praticamente não envolve manipulação humana, os ganhos ou evoluções verificadas em termos de desempenho foram obtidos à custa de aumento de eficiência dos processos, em grande parte devido ao aprimoramento dos mecanismos de controle e supervisão, basicamente vinculados à expansão do uso da tecnologia de base micro-eletrônica.

Por outro lado, pelo fato de serem produzidos rejeitos poluentes oriundos do processo de transformação, este tipo de indústria passou a sofrer progressivas restrições operacionais do ponto de vista ambiental no presente século, principalmente, a partir dos anos setenta.

A seguir, será apresentada uma caracterização mais detalhada dos aspectos básicos destes processos, considerada necessária para a construção de um modelo de análise.

### 2.2.2 Características de Concepção

Considerando o enfoque apresentado por OSÓRIO (1986, p.30-41), este observa que os fatores determinantes da capacidade de produção são a disponibilidade dos recursos físicos, o uso máximo possível dos recursos disponíveis e a máxima eficiência produtiva. A respeito dos recursos físicos de produção, o autor observa:

“Normalmente estes meios físicos são os necessários para satisfazer uma demanda projetada a longo prazo, coincidente geralmente com a vida útil econômica do investimento, com ou sem oscilações cíclicas, determinada em termos de uma taxa interna de retorno definida como condicionante do investimento.”

‘Por razões tecnológicas, a satisfação desta demanda exige um equipamento cuja capacidade pode ser, em ocasiões, superior à demanda de curto prazo, o que supõe que durante um lapso mais ou menos prolongado de tempo possa antecipar-se uma capacidade ociosa ...’

‘São exemplos clássicos deste sobredimensionamento por razões tecnológicas, a indústria siderúrgica de alto forno, ..., as destilarias de petróleo e algumas indústrias de ponta, como a petroquímica, nas quais os reatores e as torres de destilação ou as instalações de cracking não são fabricadas sem uma capacidade mínima que permita sua operação econômica para abastecimento de mercados de grande dimensão”. (OSÓRIO, 1986, 55-56) (tradução nossa).

A descrição do autor apresenta uma das características básicas vinculadas à capacidade da indústria de propriedade, qual seja sua concepção sobredimensionada frente a flutuações de demanda, e sua aptidão para produção por períodos prolongados com fatores de utilização elevados, visando a competitividade econômica através da economia de escala.

Com relação ao uso possível dos recursos, o autor avalia:

“Em princípio, poderia dizer-se que o tempo de uso dos recursos físicos na atividade industrial deveria ser de 8.760 horas por ano, salvo limitações impostas pelo processo ou outras condicionantes técnicas; em outras palavras, é o tempo de uso para o qual foram desenhados os equipamentos. Isto se verifica quase sem exceção, naquelas atividades em que, por suas características especiais, é impedida, por razões tecnológicas, econômicas ou da produção, a detenção do processo produtivo; por exemplo, na siderurgia, indústria cimenteira, cerâmica e outras, nas quais o resfriamento de um forno pode produzir profundas deteriorações no investimento, ou em outros processos em que a perda de temperatura gera altos custos para depois da parada atingir-se novamente as temperaturas de trabalho necessárias”. (OSÓRIO, 1986, p.57) (tradução nossa).

Também aqui é abordada uma característica relevante da indústria de propriedade. Assim, dado que a mesma envolve elevadas temperaturas e pressões, condições diferentes das ambientais, o desvio destes parâmetros de transformação implica perdas econômicas devidas à redução da taxa de conversão ou mesmo à paralisação da produção, além de problemas técnicos vinculados à resistência dos materiais dos componentes do processo, fatos que impedem a sua parada instantânea ou em curto espaço de tempo. Os processos de produção contínua da indústria de propriedade são geralmente projetados para operação ininterrupta e estável em determinados regimes de carga, faixa na qual apresentam o melhor rendimento (taxa de conversão) do processo de transformação.

Ainda considerando a utilização dos recursos, o autor enfatiza:

“Não obstante, praticamente em todas as atividades se requer periodicamente uma interrupção do processo, para efetuar tarefas de manutenção corretiva, em muitas ocasiões por tempos relativamente prolongados, razão pela qual em nenhum dos processos contínuos pode-se dizer que o seu tempo de uso é de 8.760 horas/ano, sem que se deduza o tempo de parada para a realização de ações para manutenção da produção e durante o qual não se produz”. Continuando, “para estabelecer a capacidade deverá ter-se em conta também, considerando que incide na produção, a distinta eficiência no período de partida ou reinicialização da atividade logo após a parada, até alcançar-se o ritmo normal de operação”. (OSÓRIO, 1986, p.57-58) (tradução nossa).

Outro ponto inerente à indústria de propriedade é o relativo às paradas de manutenção programadas periódicas, devidas às condições operacionais envolvendo todos os equipamentos simultaneamente, que impedem serviços individuais e dificultam a avaliação do real estado dos componentes, quando os mesmos estão operando em altas temperaturas e pressões. Por outro lado, dado que o processo de transformação, conforme já dito, necessita de parâmetros específicos para sua adequada e eficiente operacionalização, a partida ou repartida destas instalações implica não produção ou baixos rendimentos durante períodos não desprezíveis de tempo.

Por outro lado, as matérias-primas principais destes processos são variadas (reagentes, comburentes, combustíveis, etc...), e combinam-se durante o processo de transformação para o fornecimento do produto final, implicando geralmente também a produção de subprodutos, resíduos e rejeitos, muitas vezes poluentes. Desta forma, seguidamente, estes processos são dotados de vários subprocessos simultâneos e encadeados, de cuja combinação resulta a transformação nos produtos finais.

Via de regra, os estoques de matérias-primas, produtos e resíduos, são relativamente pequenos se comparados aos volumes de materiais em processamento, correspondendo no máximo a alguns dias de produção. Dado que estes processos são necessariamente planejados em seu todo, todos os equipamentos apresentam

capacidade balanceada, e o fluxo de materiais internamente durante o processamento é contínuo e regular.

Caracteriza bem esta condicionante a abordagem apresentada por TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.15) com respeito às refinarias de petróleo, às indústrias petroquímica, química e de papel, quando cita que:

"Embora o tipo de processamento varie, dependendo do material de origem (gás, líquido ou sólido), nas indústrias de processo, as capacidades das linhas são, em geral, balanceadas. O fluxo entre tubos e condutores geralmente é regular. Existem alguns tanques intermediários entre os processos, mas estes são usados para controlar a irregularidade e qualidade da mistura, e não a armazenagem do produto. O excedente de materiais em processo dura apenas algumas horas e o número de locais de armazenagem intermediária é mínimo".

Os processos de produção da indústria de propriedade contínua são normalmente monoprodutores, ou destinados à produção de pequena variedade ou famílias de produtos, pelas próprias características de concepção. Em função desta condicionante, a qualidade dos produtos está praticamente ligada à sua conformidade com as especificações, além das condições de atendimento ao cliente final, que envolve o custo, a continuidade e regularidade de entrega. Também constitui uma condição vinculada à concepção, a fonte da matéria-prima e as características da mesma, para as quais geralmente a instalação é especificamente projetada. Por tal razão, a dependência da qualidade do produto e do rendimento do processo na qualidade da matéria-prima é muito grande, para não dizer quase total.

Com respeito à quantidade produzida, quando o processo é monoprodutor, a produção geralmente é contínua durante as campanhas operativas, sendo estocada para garantia de fornecimento durante os períodos de parada, ou suprida através de outra unidade de processo no caso do produto não permitir estocagem ou ser dirigido diretamente ao consumo. No caso de instalações que produzam uma família de produtos, geralmente a produção se verifica em bateladas, entremeadas por

períodos de ajustes e preparações das linhas e dos equipamentos que as compõem. Tais condicionantes têm relação direta com a concepção inicial dos processos produtivos.

O *Quadro 2* a seguir, apresenta uma síntese das características de concepção da indústria de propriedade contínua.

***Quadro 2 - Síntese das Características de Concepção da Indústria de Propriedade Contínua.***

CARACTERÍSTICAS DE CONCEPÇÃO DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade projetada (sobredimensionamento) para períodos contínuos de operação com elevado fator de utilização.</li> <li>• Parâmetros funcionais (pressão e temperatura) impedem variações bruscas de carga e interrupções de produção por razões técnicas e econômicas.</li> <li>• Paradas de manutenção implicam paralisação de todo o processo produtivo e da produção.</li> <li>• Partidas e repartidas apresentam rendimentos produtivos inferiores ao trabalho em regime.</li> <li>• Equipamentos no processo produtivo possuem capacidade balanceada.</li> <li>• Fluxo de materiais e transformação é contínuo e regular.</li> <li>• Estoques de matérias-primas, produtos acabados e resíduos são relativamente baixos comparados aos volumes em processamento (alguns dias de produção).</li> <li>• Indústria normalmente monoprodutora (produção contínua) ou com família de produtos (produção em bateladas).</li> <li>• Instalações normalmente projetadas para as matérias-primas.</li> <li>• Qualidade do produto bastante dependente da matéria-prima.</li> </ul>

### 2.2.3 Características Operacionais

A disponibilidade operacional, ou seja, a aptidão para produzir continuamente durante as campanhas produtivas, parece efetivamente constituir o objetivo mais importante buscado na gestão dos processos da indústria de propriedade contínua.

Neste sentido, TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.17) observam:

"Assim, o desafio dessas indústrias (complexos integrados da indústria petroquímica) é atingir a produção perfeita, sem absolutamente nenhuma avaria. O pessoal que lida com esse desafio, não pode tolerar nem mesmo duas ou três avarias por ano. É preciso garantir sua perfeita operação, com apenas uma paralisação anual para reparos, mantendo, ininterruptamente, a operação durante 330 dias ao ano".

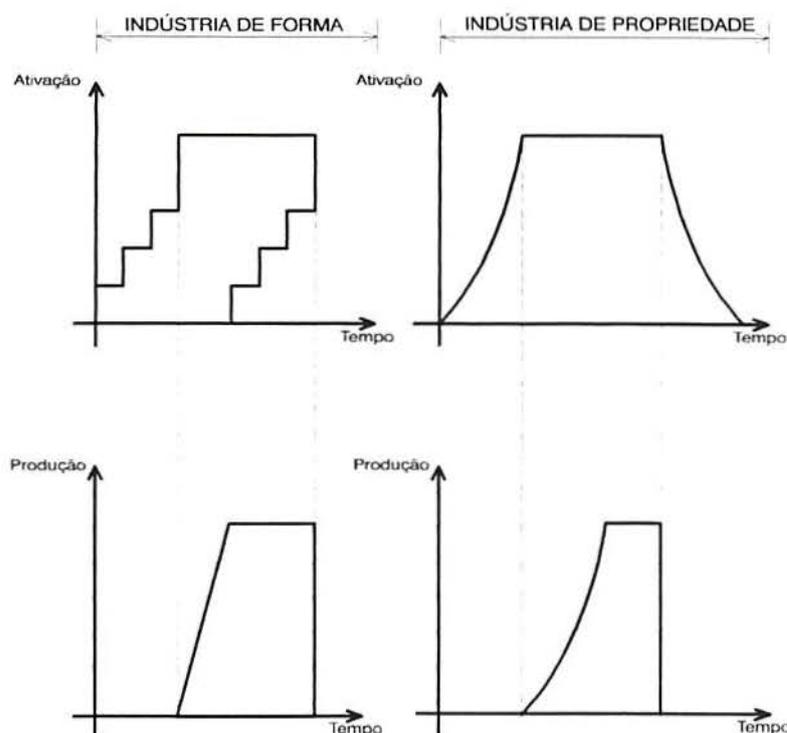
Também, COMBUSTION (1981, p.23-1) postula que:

"A disponibilidade de uma planta de produção de energia elétrica é um aspecto muito importante sob ambos os enfoques, o econômico e o de confiabilidade do sistema elétrico. Um incremento mesmo suave na disponibilidade, pode significar uma economia considerável em termos de investimento na reserva de capacidade de geração e no custo de substituição da energia não gerada".

Nestes termos, a disponibilidade, representada pela continuidade operacional sem restrições durante a "campanha produtiva", geralmente convencionada como um ano, constitui um dos pontos fundamentais da indústria de propriedade. Este fato se relaciona com duas características intrínsecas deste tipo de processo:

– Dado que as condições físicas (pressão, temperatura, vazão, etc...) geralmente verificadas nos processos da indústria de propriedade são bastante diversas das ambientais, por envolverem a transformação físico-química dos materiais e insumos, o atingimento dos parâmetros operacionais estáveis (partidas e entradas em regime) e o retorno às condições ambientais (paradas), implicam períodos de não produção significativos que, apesar disso, apresentam demanda de insumos. Além disso, diferentemente da indústria de forma onde a parada de equipamentos ou etapas da produção e o seu reinício constituem atividades praticamente isoladas e instantâneas, sem necessariamente apresentar repercussão sobre o produto final, a paralisação de um componente de um sistema produtivo na indústria de propriedade afeta

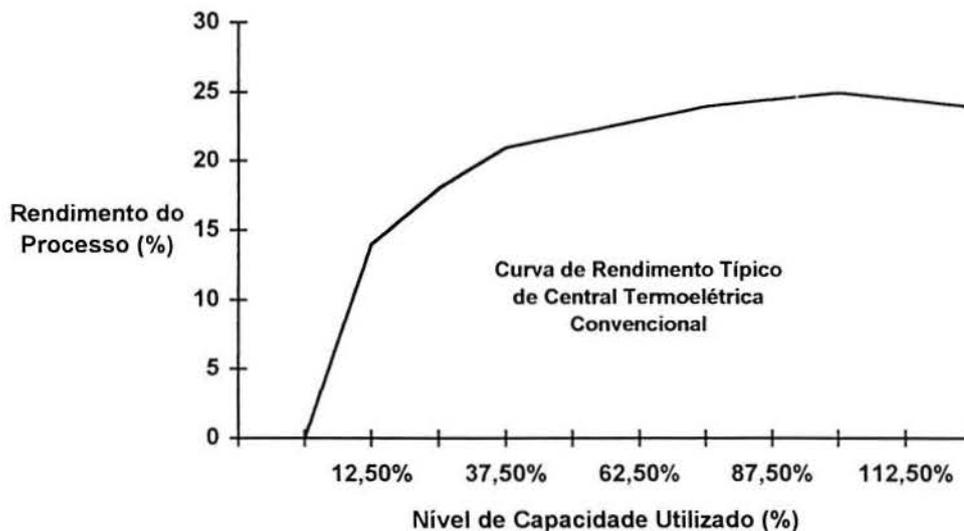
diretamente a produção global, além do que a descontinuidade não se restringirá à efetiva parada, mas também aos períodos de saída e reentrada em regime do processo de transformação. A *Figura 3* a seguir, apresenta uma representação esquemática da ativação-desativação e início-parada de produção dos processos produtivos.



*Figura 3 - Representação da Ativação-Desativação e Início- Parada de Produção dos Processos Produtivos.*

– Também diferentemente da indústria de forma, onde a ativação de um equipamento praticamente corresponde ao início de sua produção, e atingida a velocidade de trabalho a produção é, via de regra, diretamente proporcional ao tempo efetivo de trabalho, a indústria de propriedade apresenta diferentes taxas de conversão (rendimentos de transformação) dentro da faixa possível de trabalho, fazendo com que sua produção não seja diretamente proporcional ao tempo de trabalho, mas variando também em função do nível utilizado da capacidade máxima. Abaixo, na *Figura 4* pode ser vista uma representação típica da variação do

rendimento dos processos de transformação da indústria de propriedade contínua em função do nível de capacidade utilizado.



**Figura 4 - Variação Típica do Rendimento dos Processos de Produção de Energia Termoelétrica em Função do Nível de Utilização da Capacidade.**

Considerando-se estas características típicas, a maximização da produção implica, simultaneamente, na minimização das paradas (disponibilidade) e na continuidade operativa na faixa de melhor rendimento (produtividade) do processo de transformação.

Outra condicionante operacional relevante da indústria de propriedade, é a vinculada aos chamados "gargalos operacionais". Diferentemente da produção intermitente, porém, tais gargalos não são constituídos pelos equipamentos com menor capacidade nominal, uma vez que os processos contínuos apresentam necessariamente um balanceamento da capacidade dos seus componentes, mas sim pelos equipamentos com menor capacidade efetiva. Esta capacidade efetiva ou real está vinculada à severidade das condições de trabalho e ao desgaste a que estes equipamentos estão submetidos, via de regra, superiores aos demais da instalação. Como exemplos destes componentes, poderiam ser citados os alto-fornos das

siderúrgicas, os reatores de craqueamento das refinarias de petróleo e os geradores de vapor das usinas termoelétricas convencionais. Por outro lado, estes componentes, lembrando a característica de continuidade destes processos, realmente limitam a capacidade dos últimos, podendo até mesmo inviabilizar a produção em caso de sua paralisação.

Esta condição é largamente corroborada pela bibliografia, como, por exemplo, ficou demonstrado a partir de um estudo detalhado da COMBUSTION (1981, p.23-6), segundo o qual:

"A partir destes dados constatou-se que vazamentos nas paredes d'água de fornalhas, superaquecedores, reauecedores e economizadores de geradores de vapor de unidades termoelétricas convencionais respondem por 80 a 90 por cento de todas as paradas forçadas de operação destas usinas".

Deve ser mencionado que os componentes acima referidos, os quais muitas vezes constituem-se no "coração" das instalações, representam grande parcela do investimento inicial, impedindo, por razões econômicas, a existência de equipamentos reservas ou *stand by* (na espera para entrar em operação quando necessário).

As condições acima referidas conduzem, por razões óbvias, à busca da melhoria da sistemática e procedimentos de manutenção da instalação, visando o aumento de sua confiabilidade. De acordo com TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.19), "... a indústria siderúrgica, em particular, sempre enfatizou a manutenção" e, ainda, "... com o objetivo de evitar as perdas provocadas pelas avarias de máquinas, a indústria siderúrgica gasta grandes somas na manutenção anual". O objetivo maior buscado é o de eliminação de paradas forçadas, provocadas por imprevistos, e a minimização das paradas programadas, geralmente realizadas para permitir manutenções preventivas e mesmo corretivas.

No que concerne aos sistemas de supervisão e controle, estes também apresentam características peculiares na indústria de propriedade. Segundo SALERNO (1987, p.36-37).

"Numa instalação com processo produtivo integrado fisicamente como nas indústrias de processo contínuo (de acordo com a definição dos engenheiros químicos), onde, por exemplo, o resultado de uma operação num reator petroquímico é passada contínua e integradamente para outros vasos, onde serão realizadas outras operações, quaisquer alterações nos parâmetros de produção apresentam reflexos em operações anteriores e posteriores".

Assim, estes processos apresentam sofisticados sistemas, na maioria das vezes digitais, de controle e supervisão do processo de transformação, os quais atuam, de forma integrada, tanto sobre os insumos e matérias-primas como sobre os produtos e rejeitos ou resíduos, visando mantê-los dentro dos limites fixados. Neste cenário, que envolve também a já mencionada ausência de manipulação humana no processo, o papel dos trabalhadores, denominados operadores, é o de manter o processo de transformação sob controle, ou melhor, dentro dos parâmetros previstos. Desta forma, os refugos destes processos produtivos são restringidos a um mínimo, ocorrendo, quando muito, a perda relativa de algumas propriedades dos produtos. Por outro lado, os retrabalhos são praticamente inexistentes, pela sua inviabilidade técnica e econômica considerando-se a operacionalização do processo como um todo.

Lembrando também a continuidade dos processos em termos temporais, estes não apresentam tempos mortos devidos à pessoal ou outros fatores durante a campanha produtiva. Os trabalhadores executam suas atividades em escalas de revezamento, garantindo assim a operacionalização de todos os segmentos da instalação de forma ininterrupta.

No caso de indústrias que produzem famílias de produtos, vale dizer com propriedades levemente diferenciadas, ou que produzem quantidades fixas de cada

tipo de produto (produção em batelada), verificam-se paradas periódicas para ajuste e preparação do processo à produção do produto com características especificadas. Nestas paradas, previamente planejadas visando a minimização de sua duração, muitas vezes são executadas tarefas de manutenção que demandam a parada dos equipamentos.

Com relação aos estoques, estes também apresentam peculiaridades neste tipo de processo produtivo. Assim, tanto os estoques de matérias-primas como de produtos acabados são relativamente pequenos e destinam-se, geralmente, ao atendimento de emergências, mudanças de produtos e paradas periódicas previstas. Tal fato implica num suprimento quase contínuo ou discreto de alta frequência, tanto por parte de fornecedores externos (entre o estoque de matérias-primas e o processamento propriamente dito), como por parte dos clientes externos (estoque de produtos acabados). Por esta razão, o transporte é, quase sempre, automatizado e mecanizado, principalmente em função das quantidades envolvidas.

No caso dos processos da indústria de propriedade com mais de um produto, muitas vezes existem reservatórios de produtos básicos ou em transformação entre dois processos contínuos, nesta condição etapas de um processamento maior. Na situação de produção em bateladas, as atividades de ajustes e preparação de linhas de produção assumem uma importância significativa, em função dos períodos de paralisação vinculados, o que implica em existência de estoques de produtos acabados para atendimento da demanda.

As principais características operacionais da indústria de propriedade contínua são apresentadas no *Quadro 3* adiante.

**Quadro 3 - Síntese das Características Operacionais da Indústria de Propriedade Contínua.**

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A disponibilidade operativa é a principal meta operacional.</li> <li>• Há defasagem temporal entre a ativação-desativação dos equipamentos e o início-parada de produção dos processos produtivos.</li> <li>• A produção não é diretamente proporcional ao tempo transcorrido, sendo também influenciada pelo rendimento de transformação, dependente do nível de capacidade utilizado.</li> <li>• Os gargalos operacionais são constituídos pelos equipamentos de menor capacidade efetiva, determinados pela severidade das condições de trabalho.</li> <li>• A manutenção dos equipamentos constitui aspecto fundamental, uma vez que a parada de um componente afeta a produção de toda a instalação.</li> <li>• Considerando a característica de controle global dos parâmetros do processo produtivo, o sistema de controle e supervisão das instalações é sofisticado e automatizado.</li> <li>• Os trabalhadores (operadores) têm por função supervisionar e controlar os parâmetros e corrigi-los; não realizam manipulação direta dos insumos e produtos.</li> <li>• Os processos produtivos apresentam operação ininterrupta.</li> <li>• Estoques de matérias-primas e produtos são reduzidos para atender emergências e garantir continuidade de abastecimento.</li> <li>• A indústria de propriedade por batelada apresenta paradas de preparação de linhas para mudança de produto.</li> </ul>

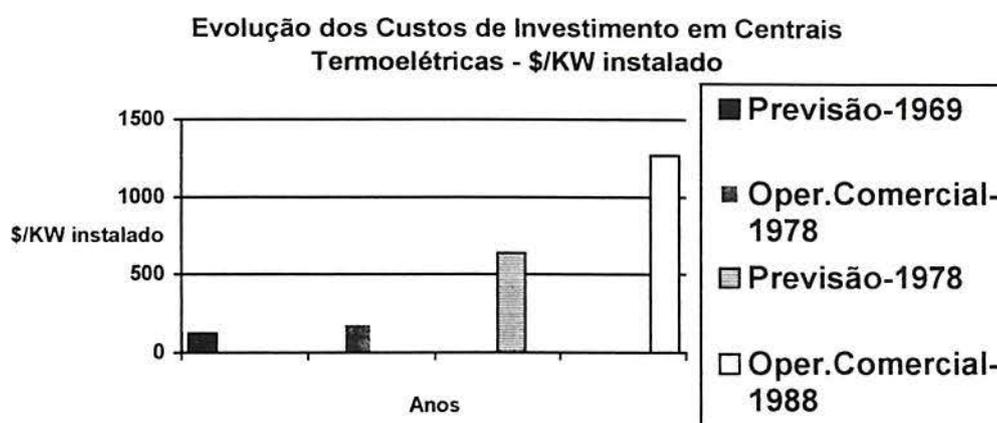
## 2.2.4 Características Econômicas

### 2.2.4.1 Investimentos

A indústria de propriedade contínua apresenta na maior parte dos casos vultosos investimentos iniciais. O desenvolvimento experimentado por estes processos ao longo deste século, mormente na automação dos sistemas de supervisão e controle, e no *scale up* ou crescimento de escala dos mesmos, tornaram-nos progressivamente intensivos em capital, dentro de um cenário de juros crescentes pela escassez de recursos disponíveis ao longo das últimas décadas. Ilustra bem esta condição a afirmação de FRIEDLANDER (1981, p.69-84), segundo o qual os custos fixos de capital de usinas termoelétricas a vapor cresceram de maneira acentuada, aumentando numa taxa sem precedentes de 128,5 % nos Estados Unidos, entre 1979 e 1981. Esta situação torna-os, tipicamente, objeto da filosofia de economia de escala,

isto é, busca de elevados fatores de utilização e de minimização das interrupções de produção com vistas à redução dos custos unitários dos produtos.

Abaixo, a *Figura 5* apresenta a evolução dos custos de investimento de planta termoelétrica convencional segundo COMBUSTION ENGINEERING (1981, p.23-6).



*Fonte: (COMBUSTION ENGINEERING, 1981, p.23-6).*

*Figura 5 - Evolução dos Custos de Investimento Típicos de Central Termoelétrica Convencional.*

#### 2.2.4.2 Problemática de Custeio

Para que seja possível uma análise mais detalhada dos custos da indústria de propriedade contínua, e sua adequada interpretação, há necessidade de uma compreensão prévia da atual problemática de custeio dos processos produtivos.

Neste sentido, a mudança do cenário competitivo ao longo das últimas décadas, conduziu, entre outras, a uma inadequação dos sistemas de custeio tradicionais - veja-se JOHNSON ; KAPLAN (1993).

Dentro deste enfoque, segundo KLIEMANN (1990), há que se analisar as questões envolvidas na problemática de custeio, ou seja, os princípios e os métodos de custeio. De acordo com o autor, existem três filosofias ou princípios básicos para o custeio dos produtos a saber:

a) custeio total (ou integral) - considera que a totalidade dos custos, incluindo os variáveis<sup>7</sup> e os fixos<sup>8</sup>, devem ser incorporados aos custos dos estoques dos produtos acabados e aos custos dos produtos vendidos;

b) custeio por absorção - considera que somente a parcela ideal (eficiente) dos custos totais (fixos e variáveis), deve ser incorporada aos custos dos estoques e dos produtos vendidos;

c) custeio variável (ou direto) - considera que apenas os custos variáveis devem ser incluídos nos custos dos estoques de produtos acabados e dos produtos vendidos, uma vez que os custos fixos são interpretados como periódicos e incluídos nas despesas periódicas de operacionalização do processo produtivo;

Também de acordo com KLIEMANN (1990) diversos métodos de custeio foram desenvolvidos, visando melhor atender os tipos de custos existentes nos diferentes processos produtivos. Estes métodos, baseiam-se em duas lógicas de alocação de custos, descritos como:

- custos diretos - aqueles custos que apresentam relação direta, ou de causa e efeito com os produtos finais produzidos, sendo portanto de fácil alocação - segundo

---

<sup>7</sup> O custo variável é diretamente proporcional ao volume de produção, variando com o mesmo e sendo constante por unidade produzida. Tipicamente caracteriza as matérias-primas, insumos, mão-de-obra direta e outros, variáveis com o nível de atividade.

<sup>8</sup> O custo fixo, por sua vez, é aquele que no curto prazo permanece constante qualquer que seja o volume de atividade da empresa, ou seja, independente do volume de produção. Caracteriza recursos como mão-de-obra indireta, serviços de apoio e outros.

o autor, “caso os produtos sejam produzidos, sabe-se onde foram incorridos os gastos para obtê-los” (KLIEMANN, 1990);

– custos indiretos - aqueles custos que não apresentam relação direta com os produtos finais produzidos, sendo de difícil alocação por estarem, muitas vezes, vinculados à complexidade ou estrutura do processo produtivo que os produziu. Tipicamente são custos de empresa, como os vinculados aos recursos humanos, contabilidade, questões fiscais, legais e outras;

O entendimento dos métodos de custeio expostos a seguir, constitui aspecto importante na medida em que se verifica, ao longo das últimas décadas, o progressivo deslocamento do maior peso dos custos totais, da parcela de custos variáveis diretos para a parcela de custos fixos indiretos, como amplamente abordado por JOHNSON ; KAPLAN (1993) e OSTRENGA (1993). Tal fato verificou-se, tanto na indústria de forma como na indústria de propriedade.

Considerando agora os métodos de custeio, desenvolvidos visando atender os tipos e condições de custos existentes nos diferentes processos produtivos, e suas alterações recentes, tem-se (KLIEMANN, 1990):

a) método do custo padrão - de origem americana, este método destina-se a estabelecer padrões concernentes à eficiência de utilização dos meios de produção diretos (custos diretos), envolvendo basicamente a mão-de-obra direta e a matéria-prima (lógica do custeio por absorção); os custos indiretos fixos são tratados como parcela percentual dos custos diretos (lógica do custeio integral);

b) método dos centros de custos - de origem alemã, este método destina-se a alocar todos os custos da empresa (repasse) aos produtos finais (lógica do custeio integral); assim, a empresa é dividida em centros de custos comuns, auxiliares e produtivos, a partir dos quais os custos são transferidos, progressivamente, por bases

de rateio diretas, dos centros comuns aos auxiliares e destes aos produtivos, de onde são alocados aos produtos que atravessam os mesmos;

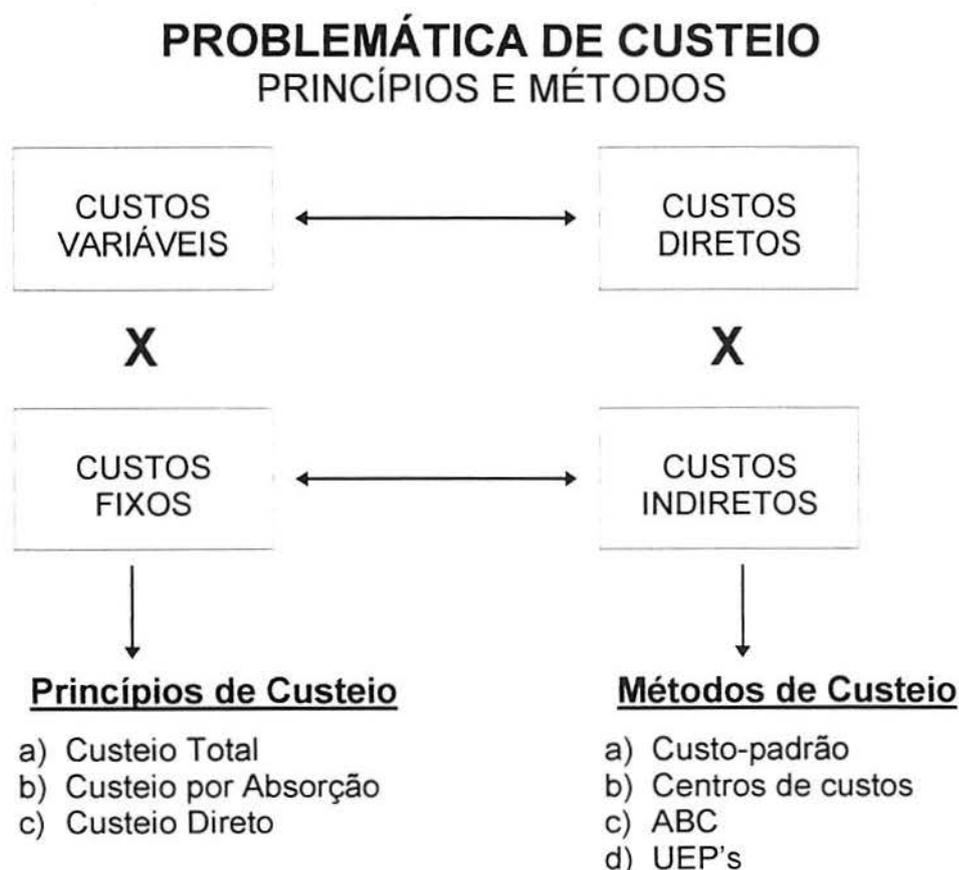
c) método do custeio baseado em atividades - surgido nos anos oitenta nos Estados Unidos, este método parte do princípio de que a empresa é uma composição de processos produtivos, os quais contribuem em grau diferenciado para a obtenção dos produtos finais; em outras palavras, "os produtos consomem atividades, que consomem recursos, os quais geram custos". Portanto, a partir da análise dos processos empresariais, busca identificar quais processos agregam valor ao produto final e quais não agregam (lógica do custeio por absorção). Este método também é conhecido por *ABC - Activity Based Costing* (JOHNSON ; KAPLAN, 1993);

d) método das unidades de esforço de produção (UEP's) - desenvolvido no Brasil por Franz Allora nos anos setenta, a partir da teoria originalmente desenvolvida na França na década de cinquenta por Georges Perrin, este método cria uma unidade abstrata de valoração da produção, a "UEP". A partir da comparação entre centros produtivos (postos operativos) e de um produto característico (produto-base), atribui, proporcionalmente, aos demais centros produtivos, o seu consumo de recursos, determinando desta forma os custos incorridos (lógica do custeio por absorção). Com relação aos custos indiretos fixos, é utilizado o "método das rotações" (KLIEMANN, 1990).

Finalmente, os sistemas de custeio adotados nos processos produtivos e empresariais, constituem-se no acoplamento de princípios e métodos de custeio. Em outras palavras, os sistemas de custeio traduzem-se na definição dos tipos de custos que serão alocados aos produtos e na forma como essa alocação será realizada. Ao longo das últimas décadas, o sistema de custeio que geralmente tem sido aplicado aos processos produtivos e empresariais é o que utiliza o princípio do custeio integral com alocação de custos pelo método dos centros de custos.

Por outro lado, o acirramento da concorrência intercapitalista, a adoção de novos paradigmas produtivos e o crescimento da parcela dos custos fixos indiretos ao longo dos últimos anos, tem conduzido à uma progressiva mudança dos sistemas de custeio aplicados, com acentuada tendência de utilização do princípio de custeio por absorção (busca de focalização da eficiência), associado ao uso dos métodos do custo-padrão e das UEP's (para a parcela de custos diretos) e do método ABC (para a parcela dos custos indiretos).

Uma apresentação gráfica da problemática de custeio indicada acima, pode ser vista na *Figura 6* adiante.



*Fonte: (KLIEMANN, 1990).*

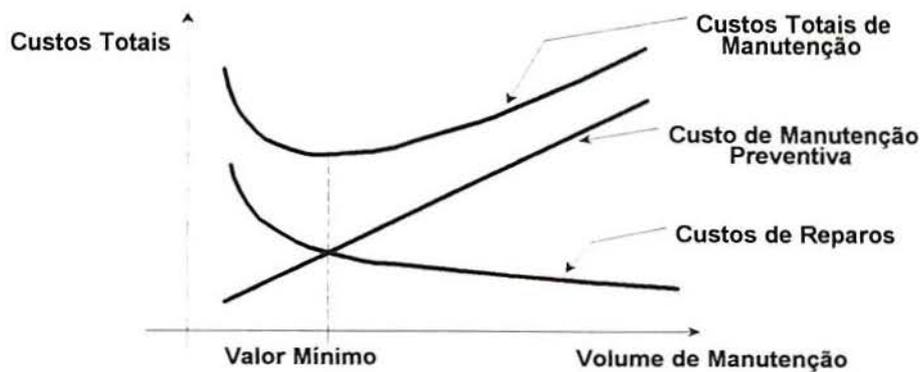
*Figura 6 - A Problemática de Custeio.*

### 2.2.4.3 Custos Característicos da Indústria de Propriedade Contínua

Uma classificação característica dos custos da indústria de propriedade contínua é a sua divisão segundo a aplicação dos gastos, em operação, manutenção e gastos de capital. Por operação, entende-se todas as atividades destinadas a garantir a produção do processo produtivo, envolvendo matérias-primas, insumos, consumíveis, pessoal direto, parcela da administração e outros. A manutenção, por sua vez, engloba as atividades destinadas a garantir a continuidade operacional, como pessoal de apoio, serviços externos e de terceiros, aquisições, componentes sobressalentes, parcela da estrutura administrativa e demais congêneres.

Por fim, os custos de capital envolvem o gasto financeiro vinculado ao investimento inicial, incluindo a amortização do principal e dos juros, taxas, impostos e outros, além da depreciação da instalação.

Dentre os custos de operação e manutenção (incluídos entre os custos fixos a menos das matérias-primas e consumíveis), deve ser destacado que os custos de manutenção apresentam condicionantes peculiares, tendendo a serem fixos ao longo da campanha produtiva e elevados durante os períodos de paradas, pela contratação de terceiros especializados para tarefas corretivas e revisões gerais. Também, dada a influência das paralisações da instalação, motivadas por quebras ou avarias de equipamentos, sobre o seu desempenho global, a manutenção preventiva tem sido enfatizada neste tipo de produção, na busca do custo mínimo de manutenção, composto pelo somatório dos custos da prevenção e da correção de defeitos ou reparos de danificações. Este fato é bem conhecido dos estudiosos da manutenção, sendo geralmente representado por um gráfico como o da *Figura 7*.



*Figura 7 - Custos Totais de Manutenção Típicos de Processos Produtivos da Indústria de Propriedade.*

Outra característica típica dos processos da indústria de propriedade contínua é o fato dos mesmos serem planejados para uma vida útil relativamente longa, basicamente devido ao elevado investimento inicial implicado. Assim, visando a competitividade do(s) produto(s), os períodos de amortização são geralmente longos, vale dizer de dez a quinze anos e a taxa de retorno do capital é normalmente baixa, com o intuito de reduzir a incidência da parcela fixa de capital sobre o custo unitário total do produto final. Geralmente dentro desta vida útil econômica, verificam-se reparos e substituições de componentes de vulto, via de regra, os submetidos às mais severas condições operacionais e desgastes.

Ainda dentro dos custos de operação e manutenção, um outro aspecto merece ser salientado. A contínua evolução tecnológica e o *scale up* (crescimento de escala) das instalações em análise, tornaram as funções de operação, supervisão e controle dos processos progressivamente complexas, implicando numa continuada elevação do grau de capacitação dos trabalhadores, identificados como operadores. Tal situação é bem ilustrada por TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.17), quando, referindo-se à indústria petroquímica e siderúrgica, afirma que:

"Por exemplo, o controle das condições da fábrica pode parecer uma tarefa simples; entretanto, envolve a previsão de um pequeno defeito em instalações gigantescas e a manutenção da segurança durante um longo período de tempo. Essas operações são altamente complexas e exigem

integração máxima entre o cérebro humano e o computador. Com a mecanização, automatização e ampliação das instalações, os operadores devem aprender seus princípios e estruturas funcionais. Talvez precisem de aptidões e conhecimentos comparáveis aos de um piloto de avião ou de um engenheiro de vôo".

Esta constatação evidencia a tendência de utilização de profissionais progressivamente qualificados e preparados, com claras repercussões sobre o custo da mão-de-obra, na busca de um melhor planejamento e execução da produção, que redunde numa minimização dos custos de insumos, de manutenções e de reparos.

#### 2.2.4.4 Estrutura de Custos - Princípios de Custeio

Considerando os princípios de custeio, a indústria de propriedade contínua apresenta a seguinte estrutura típica de custos:

- custos fixos - aqueles que independem do nível de produção; são representados, por um lado, pelos custos de capital, oriundos do investimento inicial (amortização, depreciação, retorno sobre o investimento, juros e outras parcelas) e, por outro, pelos custos de operação e manutenção (pessoal, material, serviços e outros); geralmente representam a maior parcela dos custos totais;

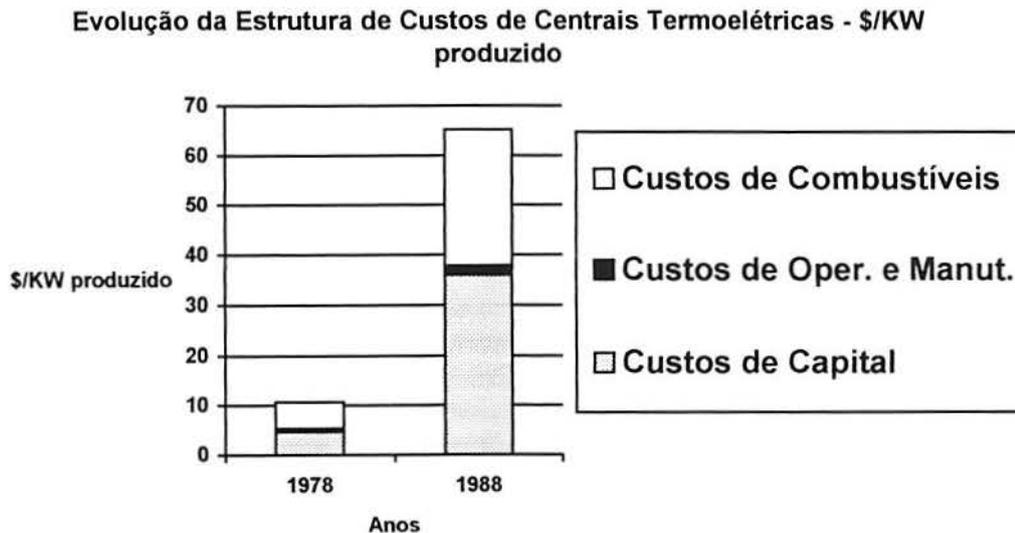
- custos variáveis - aqueles que variam diretamente com o nível de produção da instalação; são representados pelos insumos e matérias-primas; via de regra representam a menor parcela dos custos totais, considerando a divisão entre fixos e variáveis;

Lembrando que o volume de produção não apresenta relação direta com o ritmo de trabalho empregado, os custos relativos ao pessoal não representam, via de regra, parcela significativa do custo total, além de constituírem parcela integrante, de forma genérica, dos custos fixos. Corrobora este fato a interpretação de SALERNO

(1987, p.29-30), quando observa, referindo-se às indústrias de propriedade, que "... o aumento do volume produzido não significa aumento proporcional na energia e muito menos na mão-de-obra utilizada, pois os mesmos operadores que produzem 15.000 toneladas/mês podem produzir 20.000 toneladas/mês".

Deve ser salientado, no entanto, que ambas as parcelas, custos fixos e variáveis, apresentam tendências crescentes. No caso dos custos fixos, pelas condições já mencionadas, de agregação da evolução tecnológica aos processos, e no caso dos custos variáveis, pela elevação de custos das matérias-primas e progressivas pressões exercidas pelas questões ambientais.

A *Figura 8* abaixo mostra a evolução da estrutura característica de custos de uma planta termoelétrica convencional de acordo com COMBUSTION ENGINEERING (1981, p.23-6).



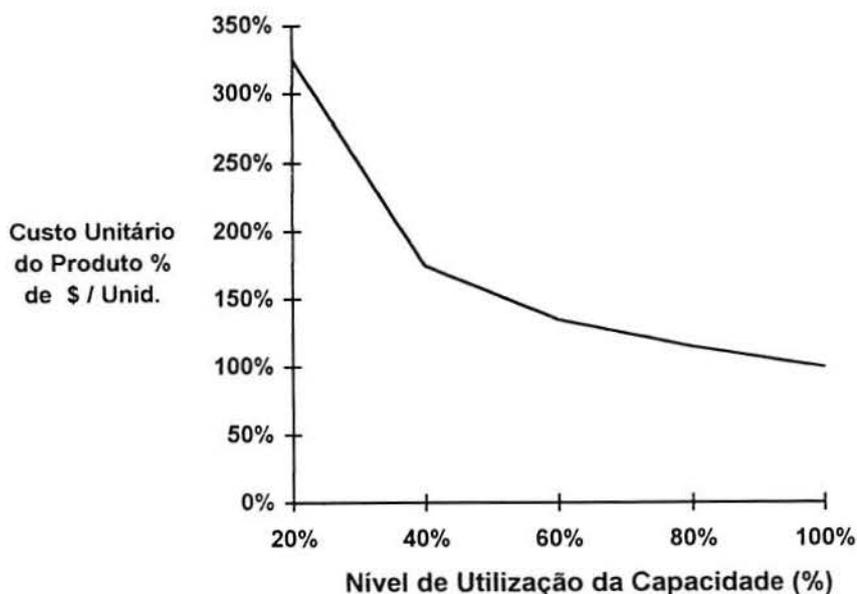
*Observações do autor: Custos variáveis = combustíveis  
Custos fixos = oper. e manut., capital*

*Fonte: (COMBUSTION ENGINEERING, 1981, p.23-6).*

**Figura 8 - Evolução da Estrutura de Custos Típica de Central Termoelétrica Convencional.**

Sobre a estrutura de custos anteriormente apresentada, via de regra, é aplicada a filosofia de custeio integral, ou seja, o rateio de todos os custos fixos e variáveis, independentemente da eficiência de utilização dos recursos envolvidos, aos produtos finais produzidos.

Em decorrência, considerando-se sua característica monoprodutora ou de família de produtos, o custo unitário do produto final reduz-se a medida que aumenta o percentual de utilização da capacidade nominal da instalação. Tal fato também está relacionado com a sua coincidência com as faixas de melhor rendimento do processo de transformação. A *Figura 9* a seguir, apresenta uma representação esquemática do comportamento do custo unitário total do produto em função do percentual da capacidade máxima utilizada.



*Figura 9 - Variação Típica do Custo Unitário de Produção em Função do Nível de Utilização da Capacidade.*

#### 2.2.4.5 Custeio dos Produtos - Métodos

De forma análoga à indústria de forma, onde, na maior parte dos casos, é utilizado o princípio do custeio integral e métodos de rateio da totalidade dos custos

aos produtos acabados, a indústria de propriedade de produção contínua, de uma forma geral, adota o "método de centros de custos". Desta maneira, a unidade produtora normalmente é dividida em centros de custos, a partir dos quais são rateados desde a estrutura administrativa e órgãos de apoio até os centros produtivos finais, sendo os custos totais então repassados aos produtos.

#### 2.2.4.6 Análise Crítica dos Sistemas de Custeio

Considerando a questão de alocação de custos, que tem suscitado intensas discussões ao longo dos últimos anos em função da crescente participação dos custos indiretos fixos nos custos totais de produção - veja-se JOHNSON ; KAPLAN (1993) e outros autores, verifica-se que a indústria de propriedade apresenta uma situação específica neste particular. Assim, lembrando que este tipo de indústria é geralmente monoprodutora ou produtora de pequena família de produtos e que, via de regra, não há variação dos equipamentos e instalações utilizados na produção, a alocação dos custos indiretos (compostos por todos os custos que não matérias-primas e mão-de-obra direta) aos produtos, não possui as mesmas dificuldades que as apresentadas pelos processos multiprodutores.

No entanto, outra questão torna-se progressivamente significativa. Lembrando que o custo unitário do produto (por exemplo: custo do kwh de energia elétrica e do litro de gasolina ou diesel) tem sido uma medida comumente utilizada para avaliação dos custos da indústria de propriedade de produção contínua, a divisão dos custos totais pela produção realizada (filosofia de custeio integral), dentro do princípio da economia de escala, tem conduzido à não evidenciação dos custos da não qualidade, ou seja, daqueles decorrentes das perdas e desperdícios.

Em outras palavras, há necessidade, neste tipo de indústria, de uma maior consideração dos custos vinculados à ineficiência e ociosidade, apropriados através

da filosofia de custeio por absorção, no sentido da efetiva avaliação das perdas e desperdícios, que possibilitariam sua redução ou eliminação.

Para operacionalização de tal princípio (ou filosofia), poderia ser lançado mão do *ABC - Activity Based Costing* ou custeio baseado em atividades, através de uma análise dos processos internos de trabalho na busca da identificação do grau de agregação de valor das atividades de apoio e indiretas.

Na sequência é apresentado o *Quadro 4*, que resume os tópicos abordados no item Características Econômicas.

***Quadro 4 - Síntese das Características Econômicas da Indústria de Propriedade Contínua.***

CARACTERÍSTICAS ECONÔMICAS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os investimentos e os custos de capital apresentam tendências crescentes para o futuro.</li> <li>• A classificação característica de custos divide-se em custos de operação, manutenção e capital.</li> <li>• A questão econômica impulsiona no sentido do melhor planejamento e execução da produção através da maior qualificação da mão-de-obra.</li> <li>• Estrutura de custos - custos fixos (operação, manutenção e capital) - custos variáveis (matérias-primas e insumos).</li> <li>• Custos fixos - representam a maior parcela.</li> <li>• Geralmente são longos os prazos de amortização dos investimentos.</li> <li>• Adota princípio do custeio integral.</li> <li>• Utiliza geralmente o método dos centros de custos.</li> </ul>

### 2.2.5 Organização do Trabalho

Tipicamente, a organização do trabalho nos processos da indústria de propriedade contínua é feita por funções ou especialidades. Assim, normalmente as instalações apresentam seu corpo funcional distribuído entre os segmentos de engenharia, operação, manutenção e administração geral.

A função operação é dotada de trabalhadores que atuam em escala de revezamento visando garantir a produção ininterrupta durante o período da campanha produtiva. Por outro lado, considerando a mencionada complexidade destes processos, os operadores são submetidos a treinamento e preparação de longo prazo a partir da sua admissão no empreendimento. Constitui um fato reconhecido nesta área a necessidade de períodos de cerca de quatro a cinco anos para formação de um operador com o adequado e necessário conhecimento. Em vista disso, estes elementos tornam-se bastante especializados neste tipo de atividade. Também deve ser considerado que a progressiva utilização da automação de base micro-eletrônica, apesar de fundamental neste tipo de processo, obriga a uma reciclagem dos trabalhadores desta função, dentro de sua atribuição de supervisão e controle de desvios dos parâmetros em relação ao estipulado. Em termos de atuação concreta, os operadores geralmente acham-se distribuídos de acordo com os principais equipamentos do processo, sobre os quais têm responsabilidade, supervisionados por uma coordenação geral.

O segmento de manutenção, na maior parte dos casos, apresenta uma coordenação própria, desvinculada da ação direta dos demais segmentos. Normalmente está distribuída por especialidades, como mecânica, elétrica, eletrônica, instrumentação e civil. Ao longo dos últimos anos, sua atuação vem se restringindo a serviços e reparos durante a campanha produtiva, sendo objeto de contratação de terceiros a execução de serviços e revisões nas paradas programadas periódicas (muitas vezes anuais), pela inviabilidade de manutenção de um elevado *staff*<sup>9</sup> dentro do próprio quadro de pessoal para utilização esporádica. Considerando a grande variedade existente de componentes nos processos contínuos, verifica-se uma tendência generalista destes trabalhadores, o que também tem contribuído, de certa forma, para uma terceirização da execução de atividades específicas. Em termos de atuação, a menos de procedimentos preventivos, a mesma se verifica a partir de

---

<sup>9</sup> *Staff* tem o sentido das equipes de recursos humanos de suporte e apoio às atribuições e atividades básicas desenvolvidas.

solicitações dos segmentos de operação e de programação, esta parte da administração geral.

A área de programação de produção, algumas vezes também identificada como planejamento, ou ainda engenharia, executa uma função similar ao PCP - Planejamento e Controle da Produção tradicional, constituindo-se no elo de ligação gerencial entre os demais segmentos. Via de regra, é composta pelos trabalhadores mais experientes e qualificados e destina-se ao desenvolvimento sistemático de todo o plano de trabalho periódico ou anual, envolvendo volume de produção, produtos a fabricar, prazos, paradas programadas e demais atividades correlatas. A seu encargo, normalmente, também encontra-se a função de controle e avaliação de resultados.

Por fim, a área administrativa encarrega-se dos trâmites vinculados a fornecedores e clientes externos e aos procedimentos administrativos internos. Geralmente, mantém-se à margem das atividades internas da produção, sem uma vinculação direta com sua operacionalização.

De uma forma geral, as unidades produtoras da indústria de propriedade contínua encontram-se vinculadas a estruturas empresariais maiores que as suportam, que se encarregam das funções estratégicas e táticas do negócio. Não raro, o distanciamento do segmento empresarial da produção propriamente dita, acarreta entraves burocráticos através da estrutura hierárquica, que dificultam a agilização necessária destes processos, principalmente considerando-se sua característica de operacionalização ininterrupta.

#### 2.2.5.1 Análise Crítica da Organização do Trabalho

Considerando a importância emprestada a continuidade operacional deste tipo de indústria, fato evidenciado pelas análises anteriores e pela meta de disponibilidade operacional buscada, julga-se que a organização do trabalho por especialidades,

efetivamente, não seja a mais adequada. Em outras palavras, dada a dependência da disponibilidade operacional e da otimização de desempenho na integração das atividades de programação, operação e manutenção, a organização do trabalho por processos tenderia a evidenciar a focalização de resultados globais e não setoriais. Dito de outra forma, a reunião das diferentes atividades em torno de um determinado componente do processo produtivo, promoveria a melhoria de sua disponibilidade operacional, e não a otimização isolada da programação, operação ou manutenção do componente.

A seguir, o *Quadro 5* apresenta a síntese das características da organização do trabalho da indústria de produção contínua.

*Quadro 5 - Síntese das Características da Organização do Trabalho da Indústria de Propriedade Contínua.*

CARACTERÍSTICAS DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organização do trabalho normalmente por especialidades ou funções.</li> <li>• Foco setorializado dos resultados.</li> <li>• Operação e manutenção como atividades independentes.</li> </ul>

## 2.2.6 Medidas de Desempenho

De uma forma geral, é a busca da continuidade de produção, ou de sua não interrupção, que norteia a gestão da produção da indústria de propriedade. No entanto, dependendo das características específicas de cada processo, diversos enfoques se apresentam.

### 2.2.6.1 Indústria de Propriedade Contínua

Na situação de monoprodução direta para o consumo, como é o caso da produção de energia elétrica que não apresenta possibilidades de estocagem, a disponibilidade da instalação, ou melhor, sua aptidão para produzir à plena carga ao

longo do tempo, constitui um elemento fundamental, no sentido de atendimento do mercado consumidor num regime *just-in-time* quase por excelência. Assim, dado que não há um pulmão de amortecimento (representado pelo estoque de produto acabado) entre produção e consumo, a disponibilidade da capacidade produtiva torna-se vital para atender as flutuações quase instantâneas de demanda, as quais apresentam uma previsão satisfatória mas não exata. De acordo com COMBUSTION (1981, p.23-1 a 23-2), são quatro os principais fatores de avaliação de performance de plantas termoeletricas convencionais, as quais são extensíveis à outros tipos de unidades produtoras de energia elétrica: fator de capacidade, fator de disponibilidade, disponibilidade equivalente e taxa de paradas forçadas.

De acordo com esta fonte tem-se:

“Fator de disponibilidade - relação entre horas disponíveis e horas do período, onde horas disponíveis são aquelas nas quais o equipamento está em condições de produzir, mesmo que não esteja produzindo efetivamente; este fator anual estabelece o percentual do tempo durante um ano no qual a unidade estava apta a produzir energia; ele mede somente a capacidade da unidade para produzir energia, porém numa faixa entre 0 e 100 % da capacidade nominal.”

‘Disponibilidade equivalente - relação entre horas equivalentes disponíveis (horas disponíveis descontadas as paradas forçadas e programadas parciais e totais) e horas do período; este fator apresenta a percentagem do tempo do ano em que a unidade é capaz de produzir à plena carga; no entanto, não indica se as paradas devem-se a causas forçadas (não previstas ou não programadas) ou programadas.’

‘Taxa de paradas forçadas - relação entre horas de paradas forçadas e horas de operação mais horas de paradas forçadas; este fator mede, de forma mais efetiva, o desempenho real da unidade, por identificar aquelas interrupções não previstas que impedem a continuidade operacional; no entanto, não identifica as causas destas paralisações.’

‘Fator de capacidade - relação entre a produção total bruta e as horas do período multiplicadas pela capacidade máxima; tal índice identifica a produção frente à capacidade potencial,

sendo assim o mais realista dos indicadores do processo, apesar de não considerar não produção por questões anti-econômicas ou por falta de demanda do mercado." (tradução nossa).

No que diz respeito à qualidade do produto, deve ser notado que a energia elétrica apresenta limites de conformidade bastante estreitos, implicando em sistemas de supervisão e controle contínuos que impedem a produção e o fornecimento fora dos padrões estipulados (parâmetros com limite superior e inferior).

Desta forma, busca-se, através dos indicadores mencionados, a maximização da produção e a concomitante redução dos custos, pela minimização das paradas (perdas de produção), pela maximização da utilização dos fatores produtivos, pela busca da operação contínua na melhor faixa de rendimento e, em última instância, pela eliminação das perdas. Constitui, em realidade, uma sistemática de avaliação baseada na comparação do desempenho verificado com o teórico possível.

#### 2.2.6.2 Indústria de Propriedade por Batelada

Por sua vez, na situação de processos de indústria de propriedade que produzem uma família de produtos, os quais atingem o consumidor final após a estocagem de produtos acabados, como por exemplo é o caso da indústria de papel e celulose, a medição de desempenho do processo assume uma forma um pouco diferenciada. Assim, algumas empresas desse ramo específico têm acompanhado o seu desempenho a partir de índices como o índice de continuidade operacional, índice de produção e percentual de qualidade, que representam respectivamente:

– índice de continuidade operacional - relação entre o tempo total de operação (tempo real de operação de cada unidade operacional) e o tempo disponível (tempo cronológico diário sem interrupções, independentemente, da capacidade);

- índice de produção - relação entre a produção verificada e a produção objetivada (programada); não avalia a produção realizada frente à capacidade da instalação;

- percentual de qualidade - escala que avalia individualmente os produtos frente a um padrão respectivo de qualidade do produto ou de utilização dos insumos.

Muitas vezes, também é feito o acompanhamento de padrões de consumo de insumos e consumos específicos do processo, de forma semelhante ao que é verificado no caso anterior, o da energia elétrica.

A partir dos índices anteriores, constata-se que a sistemática de avaliação de desempenho baseia-se também na comparação dos resultados alcançados com padrões buscados, que neste caso não constituem a capacidade nominal ou teórica, mas sim os níveis de produção programados. Deve ser salientado ainda que, ao longo dos últimos anos, o crescimento de importância da variável ambiental através da regulamentação da legislação pertinente, tem levado à interrupção da produção dos processos produtivos pela ultrapassagem dos limites permitidos de emissão de poluentes, o que tem conduzido à criação e acompanhamento de índices de desempenho ambiental por parte das empresas.

### 2.2.6.3 Análise Crítica dos Sistemas de Medição de Desempenho

Em ambos os casos analisados, o sistema de medição de desempenho se baseia na comparação de resultados alcançados contra padrões estabelecidos. No caso da indústria de propriedade contínua, tal padrão é o atendimento imediato do mercado consumidor. Já no caso da indústria de propriedade por batelada, o padrão consiste na realização da produção programada. A questão chave que garante a obtenção dos

resultados buscados nas duas situações, vincula-se à disponibilidade operacional ou de produção.

Por outro lado, a medição apresenta caráter eminentemente quantitativo em qualquer das situações, sendo o aspecto qualitativo tratado de forma independente.

Também, nas duas situações visualizadas, o sistema de medição de desempenho não explicita a busca ou pesquisa das causas do eventual não atingimento do padrão de desempenho estabelecido.

No *Quadro 6* a seguir, são resumidas as características dos sistemas de medição de desempenho deste tipo de indústria.

***Quadro 6 - Síntese das Características dos Sistemas de Medição de Desempenho da Indústria de Propriedade.***

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medição baseada na comparação dos resultados alcançados com padrões estabelecidos.</li> <li>• Medição de caráter quantitativo.</li> <li>• Medição qualitativa independente.</li> <li>• A disponibilidade operacional é o fator chave para atingimento dos resultados.</li> <li>• Padrões (metas) de desempenho são diversos na indústria de propriedade contínua e por batelada.</li> <li>• A medição de desempenho não enfoca as causas dos desvios entre realizado e programado.</li> </ul>

### 2.3 A INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE E AS DIMENSÕES COMPETITIVAS

A partir da caracterização da indústria de propriedade, tópico analisado neste Capítulo, é conveniente que se aborde e avalie as dimensões competitivas que afetam

este tipo de indústria. Assim, apesar de reconhecer que poderia ser elencado um grande número de variáveis competitivas pertinentes, a análise se restringirá a alguns itens considerados fundamentais neste enfoque, quais sejam as dimensões de flexibilidade, custos, qualidade, garantia de atendimento e inovação tecnológica. Tal análise, constitui também um dos aspectos básicos para permitir a construção de um modelo analítico da indústria de propriedade, que busque a melhoria dos resultados da mesma a partir da ótica de eliminação de perdas e desperdícios.

### 2.3.1 Flexibilidade

Para a indústria de forma, a flexibilidade em suas diversas formas, entre as quais a flexibilidade de mudanças de produtos (alteração das características), de *mix*<sup>10</sup> de produtos produzidos, e flexibilidade de ajuste rápido de equipamentos, tem constituído uma das tônicas da competitividade ao longo das últimas décadas. Considerando-se, por outro lado, a indústria de propriedade com produção contínua, na qual o processo é organizado física e funcionalmente por produto ou famílias de produtos, a flexibilidade como desenvolvida na indústria de forma não representa uma questão básica, uma vez que não há possibilidade de mudança de produtos em relação à concepção inicial a menos de reinvestimento ou alteração física das plantas e do próprio processo produtivo em si. Observando-se agora a indústria de propriedade com produção em bateladas, a flexibilidade traduz-se como rápida preparação ou ajuste de linhas para alteração dos produtos produzidos, cujo equivalente na indústria de forma é o *set-up*<sup>11</sup> rápido. Efetivamente, aqui, esta noção de flexibilidade é básica, quer do ponto de vista de sua consideração em nível de concepção, quer do ponto de vista de gestão e operacionalização dos processos, na

---

<sup>10</sup> *Mix* de produtos produzidos constitui a família ou o conjunto de produtos produzidos a partir das características e capacidades do processo produtivo. A definição da adequada combinação dos produtos produzidos, que otimize o processo produtivo em seus diversos aspectos, representa hoje um dos focos da racionalização da indústria de forma.

<sup>11</sup> O *set-up* dos equipamentos do processo produtivo representa o tempo necessário ao ajuste e preparação destes equipamentos para produção de um produto diferenciado ou com características diversas do que foi fabricado até a parada da máquina ou da produção.

busca de melhor desempenho e redução de custos via redução de ociosidade e de estoques.

No entanto, uma outra interpretação de flexibilidade para a indústria de propriedade parece fundamental. Lembrando os vultosos investimentos aplicados, e o rápido desenvolvimento tecnológico verificado em termos de automação de base micro-eletrônica, bem como a evolução das restrições ambientais, parece constituir um ponto relevante a flexibilidade dos processos industriais em termos da concepção dos mesmos permitir sua atualização e mesmo sua melhoria tecnológica, com um mínimo de reinvestimento e de interrupções produtivas. Assim, representaria uma condição a ser prevista desde a concepção inicial ou mesmo de fácil execução para aquelas unidades já instaladas.

### 2.3.2 Custos

A dimensão custos permanece constituindo uma variável competitiva importante, senão fundamental, até mesmo do ponto de vista da sobrevivência das organizações, incluída aí a indústria de propriedade. Como visto anteriormente, tanto no caso da produção contínua como no da produção em bateladas, e dentro da lógica ainda vigente da economia de escala típica destes processos, a maximização da produção e a redução de interrupções e falhas conduz à redução do custo unitário do produto, objetivo maior geralmente buscado pelas empresas. A redução dos custos globais e a melhoria da relação custo-benefício está vinculada à uma lógica geral de eliminação de perdas e desperdícios aplicada a este tipo de indústria, ou, em outras palavras, "fazer mais utilizando menos". Neste sentido, a utilização da filosofia de custeio por absorção em lugar da de custeio integral tradicionalmente utilizada, parece constituir uma poderosa ferramenta para análise das possibilidades de reduções de perdas e desperdícios e, conseqüentemente, dos custos.

### 2.3.3 Qualidade

Considerando as características básicas da indústria de propriedade, a dimensão qualidade assume conotações específicas. Tomando por base as oito dimensões da qualidade propostas por GARVIN<sup>12</sup> (1987, p.101-109), pode-se visualizar como relevantes para este tipo de indústria, a conformidade no que tange às propriedades do produto, a disponibilidade no que se refere ao suprimento (principalmente em termos de cadeia produtiva), a segurança do processo produtivo (envolvendo os aspectos ambientais) e de uso do produto, incluindo sua adequada utilização pelos consumidores. Assim, a qualidade representa um objetivo permanente e progressivamente significativo para a indústria de propriedade.

### 2.3.4 Garantia de Atendimento

A questão relativa à garantia de atendimento para a indústria de propriedade, vincula-se mais aos aspectos de tempo e quantidade, isto é, atendimento dos prazos e das quantidades de fornecimento previstas. Desta forma, dado que a indústria de propriedade geralmente é integrante de uma cadeia produtiva mais extensa, o atendimento das programações ou contratações com os clientes constitui aspecto fundamental em termos desta dimensão. Tal condição fica bem configurada através da observação do processo de refino de petróleo e da extensão de seu mercado consumidor. No caso da indústria de propriedade que atende diretamente ao consumidor final, a garantia de suprimento confiável é também aspecto fundamental, como por exemplo no caso da energia elétrica.

---

<sup>12</sup> GARVIN propõe o desdobramento da qualidade em oito dimensões básicas, que deverão estar vinculadas ao gerenciamento estratégico, envolvendo a performance das características de utilização do produto, as capacidades adicionais e complementares do produto, a confiabilidade de funcionamento do produto, a conformidade do produto aos padrões, a durabilidade do produto em termos de sua vida útil, a assistência técnica que acompanha o produto, sua estética e a qualidade percebida em termos de seu reconhecimento e reputação junto aos consumidores.

### 2.3.5 Inovação Tecnológica

A importância da inovação tecnológica como variável competitiva vem crescendo ao longo das últimas décadas no cenário mundial. No que diz respeito à indústria de propriedade, a inovação tecnológica não se refere ao produto como ocorre na indústria de forma, uma vez que as instalações são geralmente projetadas para um produto específico. Diz respeito, isto sim, à uma contínua e sistemática atualização dos componentes do processo em si, principalmente no que se refere aos sistemas de supervisão e controle na busca de melhoria do desempenho do processo, e ao atendimento das progressivas questões legais e institucionais, como é o caso das variáveis ambientais.

## 2.4 SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E DIFERENCIAIS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE

A partir do que foi evidenciado neste Capítulo, há necessidade de salientar-se algumas características principais e diferenciais da indústria de propriedade contínua, que deverão ser obrigatoriamente consideradas quando de sua confrontação com as técnicas aplicadas à indústria de forma, e, posteriormente, na construção de um modelo analítico específico.

Neste sentido, julgam-se fundamentais as seguintes características:

### 2.4.1 Quanto à Diferenciação da Indústria de Propriedade

- volume de produção independente do ritmo do trabalho humano empregado;
  
- característica básica do produto é a propriedade para o uso;

- produção realizada pelos equipamentos com supervisão e controle pelos trabalhadores;

- a produção constitui uma atividade contínua e única sem divisibilidade;

- controle da produção global com supervisão dos parâmetros operacionais;

- produção projetada de forma sincronizada e balanceada;

- existência de retardo entre ativação dos equipamentos e início de produção.

#### **2.4.2 Quanto à Concepção da Indústria de Propriedade**

- capacidade projetada para períodos contínuos de operação com elevado fator de utilização;

- parâmetros funcionais impedem variações bruscas de carga e interrupções da produção;

- paradas de manutenção implicam paralisação da produção de todo o processo;

- fluxo contínuo de transformação e circulação de materiais;

- qualidade do produto bastante dependente da qualidade da matéria-prima.

#### **2.4.3 Quanto à Operação da Indústria de Propriedade**

- o volume de produção não é diretamente proporcional ao tempo de produção;

- o rendimento do processo de transformação varia com o nível de utilização da capacidade;
- os gargalos operacionais são constituídos pelos equipamentos submetidos às condições mais severas de trabalho;
- a manutenção dos equipamentos constitui aspecto vital visando a continuidade operacional;
- os processos produtivos apresentam operação ininterrupta;
- a produção de resíduos poluentes é inerente aos processos.

#### **2.4.4 Quanto aos Aspectos Econômicos da Indústria de Propriedade**

- os custos fixos geralmente representam a maior parcela dos custos totais;
- utilização do custo unitário dos produtos como uma variável de controle de desempenho;
- importância do planejamento e programação da produção como forma de garantir a continuidade operacional e redução de custos totais unitários - lógica da economia de escala;
- utilização geral do princípio de custeio integral e do método dos centros de custos.

#### **2.4.5 Quanto à Organização no Trabalho da Indústria de Propriedade**

- estruturação por especialidades ou funções.

#### **2.4.6 Quanto à Medição de Desempenho da Indústria de Propriedade**

- medição baseada na comparação dos resultados com padrões estabelecidos;
- medição de caráter principalmente quantitativo;
- sem identificação explícita das causas dos desvios.

#### **2.4.7 Quanto às Dimensões Competitivas que Afetam a Indústria de Propriedade**

- flexibilidade - de atualização e melhoria tecnológica do processo;
- custos - busca de sua redução;
- qualidade - conformidade, disponibilidade para suprimento, segurança do processo e do uso dos produtos;
- garantia de atendimento - prazos e quantidades de produção programados;
- inovação tecnológica - adequação aos crescentes requisitos do mercado e da legislação.

### 3. MODELOS ANALÍTICOS DE PROCESSOS PRODUTIVOS

Neste Capítulo, são analisados alguns dos principais modelos analíticos dos processos produtivos, que apresentam conceitos básicos dos novos paradigmas de organização do trabalho e de produção da indústria de forma. Tais modelos analíticos, que constituem formalizações de práticas que deram certo, têm sido objeto de progressivos estudos e debates, principalmente a partir do acirramento da concorrência intercapitalista em nível mundial, e da popularização das formas ditas japonesas de gestão da produção, envolvendo, por exemplo, a Produção *Just-In-Time* e o Controle da Qualidade Total. Após esta abordagem inicial das diferentes metodologias apresentadas, será realizada uma análise crítica das mesmas, bem como uma análise comparativa entre elas, visando uma abordagem mais estruturada da adequabilidade dos conceitos envolvidos à indústria de propriedade.

#### 3.1 ANÁLISE DE MODELOS VINCULADOS ÀS CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE

A aplicação das novas formas de organização e gestão da produção, em ambientes sócio-econômicos distintos e sistemas produtivos com características diversas, encontra-se na dependência de uma adequada compreensão das bases analíticas e conceituais destas novas lógicas produtivas.

Assim, serão analisados modelos preliminarmente julgados como pertinentes às características dos processos da indústria de propriedade, e cuja metodologia aborde questões chaves dos mesmos, na busca da identificação da aplicabilidade dos conceitos envolvidos. Dentro desta abordagem, e inicialmente considerando a

necessária integração das diversas funções envolvidas, bem como a forma típica de organização do trabalho da indústria de propriedade, uma análise a ser realizada é a relativa ao desempenho dos processos que suportam a operacionalização deste tipo de indústria, o que é feito utilizando-se a abordagem do Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - APE proposta por HARRINGTON (1993).

A seguir, considerando a lógica de eliminação de perdas e desperdícios, um tópico também julgado importante nos processos produtivos da indústria de propriedade, é o referente ao mapeamento de suas etapas de execução e dos fatores envolvidos, bem como a interpretação das relações internas de causa e efeito que afetam os resultados alcançados, o que é buscado através da análise do Mecanismo da Função Produção - MFP proposto por SHINGO (1981, 1987, 1988).

Na seqüência, lembrando a importância da disponibilidade e continuidade operacional na indústria de propriedade, é analisada a questão referente a capacidade dos processos da indústria de propriedade e o nível de utilização da mesma, bem como suas dependências e inter-relações, para o que é utilizado o enfoque de OSÓRIO (1986).

Por outro lado, considerando que a restrição operacional de um componente dos processos produtivos da indústria de propriedade afeta toda a produção, julga-se importante a análise das restrições operacionais deste tipo de indústria, para o que será lançado mão da Teoria das Restrições (*TOC - Theory of Constraints*) de (GOLDRATT ; FOX, 1991) (GOLDRATT ; COX, 1992A) (GOLDRATT, 1992B). Ainda dentro da lógica de identificação de restrições, será também abordado o Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints Thinking Process*), que constitui a sistemática de análise que conduziu a esta teoria.

Por fim, será abordado outro aspecto significativo na indústria de propriedade que é o referente à importante relação existente entre o desempenho dos equipamentos e máquinas e os resultados produtivos associados, razão pela qual será

também analisado o enfoque da Manutenção Produtiva Total - MPT, segundo as visões de NAKAJIMA (1989), TAKAHASHI ; OSADA (1993) e TAKASAN (1992).

### 3.2 APERFEIÇOAMENTO DOS PROCESSOS EMPRESARIAIS - APE

#### 3.2.1 Aspectos Conceituais da APE

A metodologia de "Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - APE" (HARRINGTON, 1993), constitui uma sistemática de apoio à otimização dos processos empresariais das organizações e, por via de consequência, dos processos produtivos aí incluídos.

A sua concepção surgiu a partir da análise do desenvolvimento histórico das organizações empresariais ao longo do presente século, durante o qual verificou-se uma acentuada departamentalização (divisão) das empresas, o que por sua vez "conduziu à divisão da responsabilidade pela execução dos processos de trabalho entre muitos setores, à criação de novos controles internos, crescimento da burocracia e perda de foco no cliente final" (HARRINGTON, 1993). Tal condição levou os processos de trabalho à relativa ineficiência, tornando-os desatualizados, complicados, demorados e intensivos em mão-de-obra.

Por outro lado, o surgimento de "novos paradigmas produtivos", popularizados através da divulgação das técnicas ditas japonesas de gestão da produção, permitiram a constatação de que os processos de trabalho administrativos não evoluíram com o ambiente competitivo, além do que a produtividade das atividades administrativas permaneceu muito inferior à produtividade das atividades de produção.

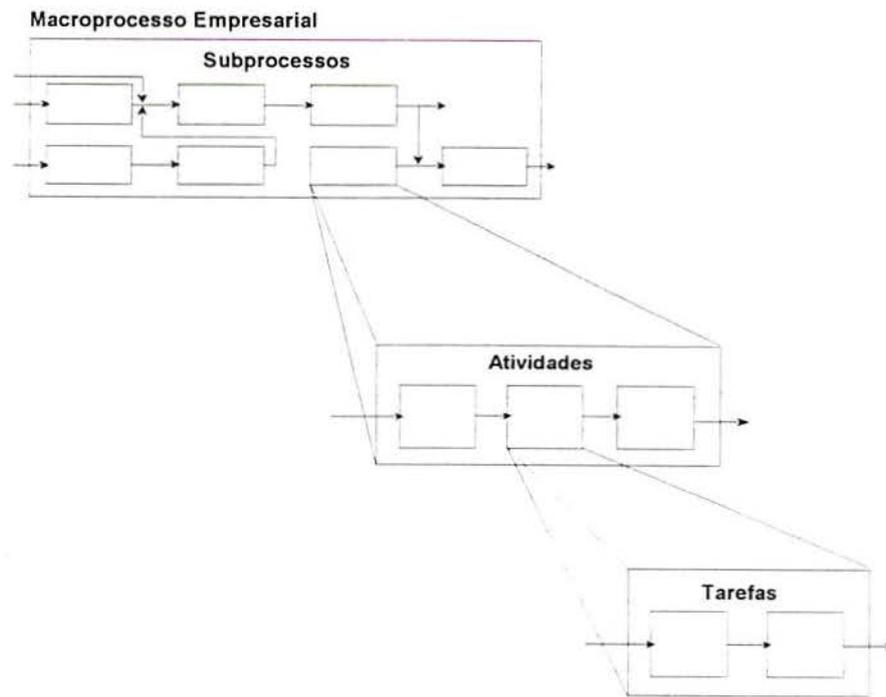
Neste contexto, a APE interpreta que a questão básica envolvida na competitividade dos processos empresariais é decorrente da dualidade "organizações

com hierarquias e especialidades verticais versus processos internos de trabalho horizontais" (HARRINGTON, 1993, p.15-17). Esta situação real, acarreta o aparecimento de lacunas, superposições, duplicidades, vazios, atrasos, erros e outras condicionantes, que constituem as reais perdas cuja eliminação deve ser buscada.

### 3.2.2 Modelo Analítico da APE

Visando permitir a interpretação dos processos empresariais, a APE propõe a construção de um modelo de análise dos fluxos internos de trabalho das organizações, buscando um verdadeiro mapeamento dos processos e de sua produção. Assim, a organização é vista com um conjunto de processos operando simultaneamente, através da agregação da valor à matéria-prima recebida (entrada) de um fornecedor, transformado-a em um produto final (saída) entregue a um cliente. Segundo HARRINGTON (1993, p.34), "os macroprocessos são as atividades-chave gerais necessárias para administrar e/ou operar uma organização". Também de acordo com este autor, os macroprocessos complexos são divididos em vários subprocessos, os quais, por sua vez, são constituídos de um determinado número de atividades, estas compostas por uma certa quantidade de tarefas. A *Figura 10* adiante, apresenta uma representação gráfica esquemática da hierarquia dos processos como acima exposto (HARRINGTON, 1993, p.34).

Os macroprocessos empresariais inter-relacionam-se, sendo complementares, na medida em que alguns apresentam clientes e fornecedores externos, enquanto outros possuem clientes e fornecedores internos, constituindo-se em suporte aos primeiros. Através destas relações, forma-se uma verdadeira rede de processos empresariais que garantem a efetiva operacionalização da empresa. Por outro lado, os processos empresariais apresentam limites, estipulados de acordo com o enfoque da análise realizada. Tais limites, que envolvem os fornecedores e clientes (limites inicial e final) e as relações com os outros processos (limites superior e inferior), nem sempre são de fácil identificação, porém constituem um ponto básico no entendimento claro e na caracterização dos processos.



Fonte: (HARRINGTON, 1993, p.34).

*Figura 10 - Representação da Hierarquia dos Processos.*

Neste sentido, HARRINGTON (1993, p.135) define como principais características dos processos os seguintes aspectos:

- fluxo - os métodos de transformar entradas em saídas;
- eficácia - o grau com que as expectativas do cliente são atendidas;
- eficiência - o grau de aproveitamento dos recursos para gerar uma saída;
- tempo de ciclo - tempo necessário para transformar uma entrada em uma saída;
- custo<sup>13</sup> - dispêndio de todo o processo de transformação.

<sup>13</sup> O custo aqui identificado por HARRINGTON talvez fosse melhor descrito como gasto, uma vez que tem o significado de alocação de todas as despesas incorridas - lógica de custeio integral, e não alocação de uma parcela ideal e eficiente das despesas - lógica de custeio por absorção.

Paralelamente à caracterização dos processos, a identificação de seus elementos constitutivos é um aspecto igualmente importante, na medida em que na parte dos mesmos, ou no todo, situam-se as eventuais perdas cuja visualização é buscada. Tais elementos são: o processamento propriamente dito (procedimentos, atividades, tarefas), as entradas e saídas, os fornecedores e clientes, além dos recursos utilizados na transformação (humanos, financeiros e físicos).

Na avaliação dos processos como interpretada acima, uma questão fundamental a ser considerada é a oposição de sentido existente entre o fluxo (de trabalho) do processo através dos diversos setores envolvidos, e os fluxos de necessidades e de expectativas dos setores deste mesmo processo. Desta forma, as necessidades e expectativas do cliente externo são transferidas gradativamente através das diversas etapas do processo até o fornecedor garantindo a eficácia sistêmica, enquanto o fluxo de trabalho se verifica do fornecedor para o cliente.

Este enfoque implica um fluxo de comunicação entre clientes e fornecedores internos, que perpassa a estrutura hierárquica e de especialidades, transformando a conotação de atividades isoladas na integração das partes com os objetivos e metas do processo como um todo. Esta conotação também obriga uma noção clara dos diferentes tipos de clientes do processo, os quais, segundo HARRINGTON (1993, p.85-87), em ser identificados como:

a) clientes primários - são os clientes que recebem diretamente as saídas do processo;

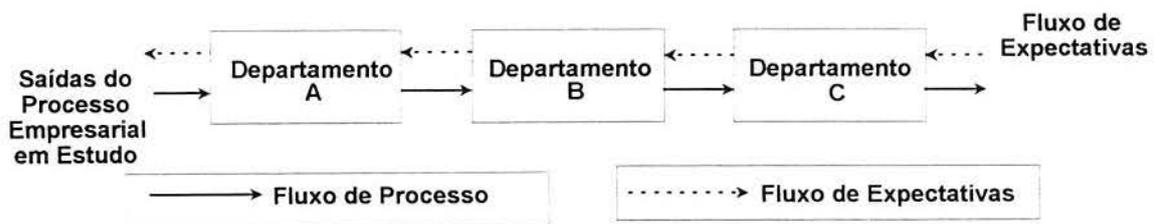
b) clientes secundários - são os órgãos da organização fora dos limites do processo e que recebem as suas saídas, saídas essas que não são necessárias para a missão do processo em estudo;

c) clientes internos - são clientes de dentro da organização (mas fora dos limites do processo), que não recebem diretamente a saída do processo, mas são afetados caso o processo gerar saídas erradas ou atrasadas;

d) clientes externos - são clientes de fora da organização, que recebem o produto ou serviço (saída) final;

e) consumidores - são os clientes externos indiretos que fazem uso do produto (saída) final.

O conhecimento das necessidades e expectativas de toda a cadeia de clientes é básico para que o processo em epígrafe atinja o resultado proposto. A *Figura 11* apresenta uma representação esquemática da interpretação dos fluxos de trabalho e de exigências ou expectativas nos processos empresariais (HARRINGTON, 1993, p.92).



Fonte: (HARRINGTON, 1993, p.92).

*Figura 11 - Representação dos Fluxos de Trabalho e Exigências dos Processos.*

### 3.2.3 Perdas Segundo a APE

A consideração deste modelo de análise proposto por HARRINGTON é que conduz à lógica de identificação das perdas nos processos, que se localizam nos seus elementos constitutivos (processamento propriamente dito, entradas e saídas, e

recursos utilizados na transformação), e afetam negativamente as suas características (fluxo, eficácia, eficiência, tempo de ciclo e custo). Segundo o autor, "a Avaliação do Valor Agregado (AVA) é um princípio essencial para o processo de aperfeiçoamento" (HARRINGTON, 1993, p.167).

De acordo com este raciocínio, HARRINGTON (1993, p.168) formula o conceito a partir do qual é possível a identificação das perdas de uma forma geral e abrangente, as quais poderão posteriormente ser detalhadas e especificadas. Assim, "valor agregado, é o valor depois do processamento menos o valor antes do processamento", onde valor é definido do ponto-de-vista do cliente final ou do processo empresarial, uma vez que as atividades devem ser realizadas para atender às exigências do cliente.

A análise do trabalho realizado nas atividades que compõem o processo, assume então três formas básicas, cuja distinção é fundamental no ataque às perdas. São elas (HARRINGTON, 1993, p.168-170):

a) atividades com Valor Real Agregado (VRA) - são aquelas que quando observadas pelo cliente, são necessárias para gerar as saídas que o mesmo está aguardando;

b) atividades com Valor Empresarial Agregado (VEA) - são aquelas que, apesar de não agregarem valor do ponto de vista do cliente, são necessárias para a empresa, para garantia própria e de execução das atividades VRA;

c) atividades Sem Valor Agregado (SVA) - são aquelas que não contribuem para o atendimento das exigências do cliente e poderiam ser eliminadas, sem comprometer a integridade do produto e/ou serviço; estas se dividem em dois tipos:

- atividades que existem porque o processo foi projetado inadequadamente ou porque o processo não está funcionando como projetado;

- atividades não exigidas pelo cliente ou processo e atividades que poderiam ser eliminadas sem afetar a saída para o cliente.

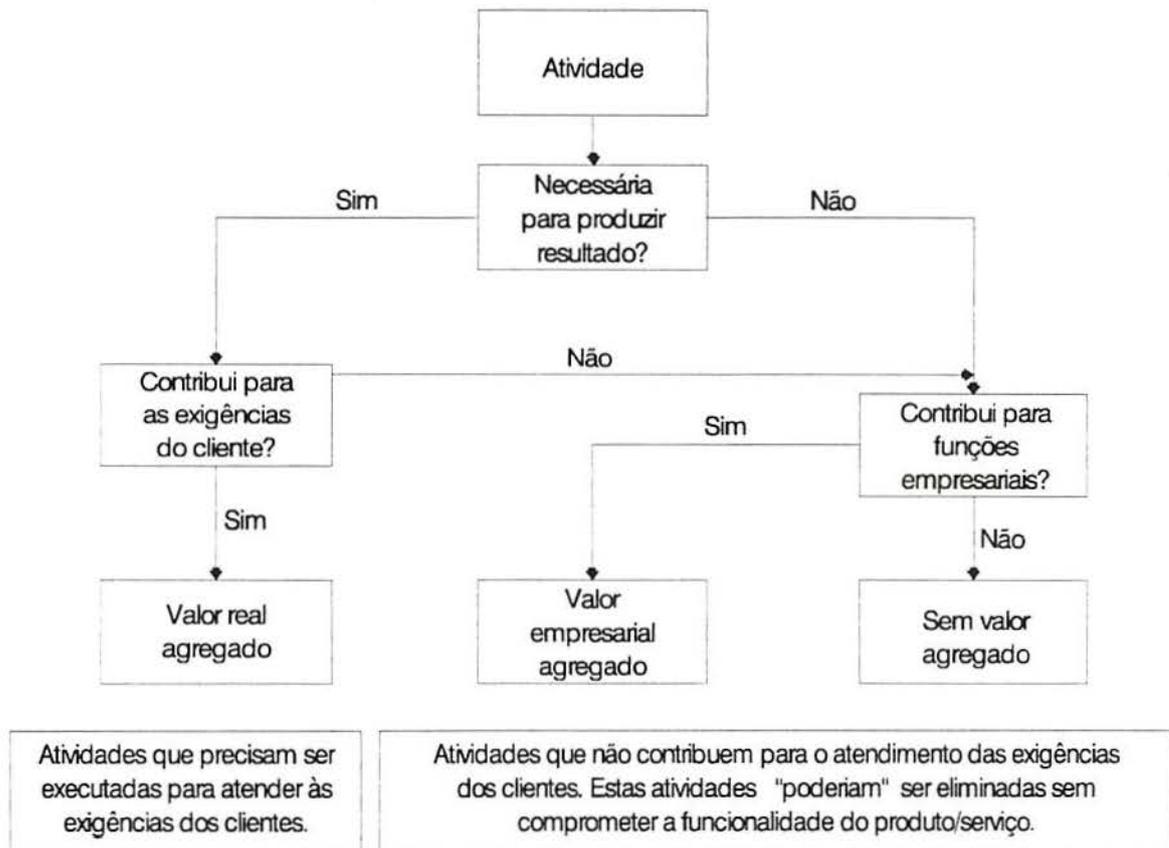
Dentro deste enfoque, HARRINGTON (1993, p.169) propõe o ataque às perdas através da AVA, atuando no sentido de otimizar as atividades com VRA, racionalizar as atividades com VEA, e minimizar ou eliminar as atividades SVA.

A *Figura 12* adiante, apresenta uma visualização da Avaliação do Valor Agregado segundo o autor (HARRINGTON, 1993, p.170).

Para identificação concreta das perdas qualificadas como acima, o autor sugere a utilização de indicadores de desempenho dos processos, basicamente voltados para a avaliação de suas características básicas. Assim:

- medição da eficácia do processo;
- medição da eficiência do processo;
- medição do tempo de ciclo do processo;
- comparação do tempo de processamento e do tempo de ciclo do processo;
- medição do custo do processo;
- medição do custo / tempo de ciclo do processo.

## Avaliação do Valor Agregado



Fonte: (HARRINGTON, 1993, p.170).

*Figura 12 - Representação da Avaliação do Valor Agregado.*

Para avaliação dos referidos indicadores, o autor formula a diferenciação entre tempo de ciclo e tempo de processamento. Assim, tempo de processamento é o período decorrido na efetiva execução das atividades VRA e VEA, enquanto tempo de ciclo é o período total decorrido entre a entrada (início) e saída (fim) do processo em análise, incluindo as atividades SVA, como atrasos, esperas, estoques, retrabalhos e outras.

### 3.2.4 Redução das Perdas Segundo a APE

A partir da identificação das perdas, HARRINGTON (1993, p.158-196) formula um conjunto de "Princípios Gerais de Aperfeiçoamento" dos processos, destinado à eliminação das perdas e melhoria dos mesmos. Este conjunto de princípios, apresenta a seguinte seqüência:

a) eliminação da burocracia - remoção das tarefas administrativas, aprovações e circulação de documentos;

b) eliminação da duplicidade - remoção de atividades idênticas, executadas em segmentos diferentes do processo;

c) avaliação do valor agregado - avaliação das atividades do processo para determinar sua contribuição para o atendimento das exigências do cliente;

d) simplificação - redução da complexidade do processo;

e) redução do tempo de ciclo do processo - busca de formas de compressão do tempo total de ciclo do processo;

f) tornar o processo à prova de erros - redução das possibilidades de execução errônea das atividades;

g) modernização - uso efetivo do equipamento e ambiente de trabalho para melhoria do desempenho;

h) linguagem simples - redução da complexidade da comunicação para aumento do nível de compreensão dos envolvidos;

i) padronização - seleção de uma única forma de execução e garantia de sua adoção por todos os envolvidos;

j) parcerias com fornecedores - busca da melhoria das saídas do processo a partir da melhoria das suas entradas;

k) aperfeiçoamento do quadro geral - ferramenta destinada à obtenção de mudanças radicais no processo e na organização;

l) automação e/ou mecanização - utilização de ferramentas e computadores para execução de tarefas rotineiras, com liberação dos empregados para atividades criadoras e melhorias.

### **3.2.5 Análise da Contribuição da APE para a Indústria de Propriedade Contínua**

Considerando a importância da disponibilidade operacional para a indústria de propriedade contínua, obtida através da redução das paradas de produção (para manutenção ou forçadas), das restrições operacionais e das variações de carga (que afetam o rendimento), verifica-se a necessidade de integração das funções organizacionais envolvidas (programação, operação, manutenção e outras).

Por outro lado, de uma forma geral, a indústria de propriedade contínua apresenta uma estrutura organizacional dividida por especialidades, que não favorece a integração mencionada.

Assim, a utilização da metodologia de Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais, poderia permitir a análise dos processos de trabalho envolvidos, na busca de redução dos tempos de ciclo, dos custos e do aumento da eficiência,

associado a uma maior focalização da questão da disponibilidade do processo produtivo.

### 3.3 MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO - MFP

#### 3.3.1 Aspectos Conceituais do MFP

Segundo ANTUNES JÚNIOR (1993B):

“O chamado Sistema Toyota de Produção (STP) pode ser compreendido como uma potente estratégia de competição no campo interorganizacional.’

‘Seu objetivo central consiste em capacitar plenamente a organização para responder com rapidez as constantes flutuações do mercado através do atingimento das dimensões da competitividade, tais como: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovatividade.’

‘Do ponto de vista econômico, a lógica do Sistema Toyota de Produção consiste em aumentar a velocidade de rotação do capital, associando a isto uma grande redução de capital de giro obtido via uma drástica redução dos estoques de matéria-prima, materiais em processo, produtos acabados e dos insumos de forma geral.’

‘No Sistema Toyota de Produção propõe-se que a organização adote um enfoque integrado de marketing, desenvolvimento de produtos e processos, planejamento e controle da produção, materiais e desenvolvimento de pessoal.’

‘Para isto torna-se essencial a transformação do projeto das fábricas tradicionais, cuja concepção original remonta historicamente ao padrão taylorista/fordista baseado em ganhos de economia de escala, para fábricas que tenham capacidade de flexibilizar sua infra-estrutura no que concerne as dimensões de desenvolvimento de novos produtos, volume, “mix” de produção, rotação e pessoal” (ANTUNES JÚNIOR, 1993B).

Considerando o Sistema Toyota de Produção, verifica-se que o mesmo assenta-se sobre um modelo conceitual básico abrangente, centrado na busca da eliminação de todas as formas de desperdício. Para tanto, objetiva a identificação de todas as fontes de perdas do processo:

"Para implementar o Sistema Toyota de Produção em nosso próprio negócio, deve haver uma total compreensão das perdas. A menos que todas as fontes das perdas sejam detectadas e eliminadas, o sucesso irá sempre tornar-se apenas um sonho". (OHNO citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993A, p.10).

Seguindo esta lógica, OHNO propõe a necessidade de compreender-se com clareza a composição do trabalho nas organizações industriais, observando que é necessário dividir o movimento dos trabalhadores em suas dimensões diversas: a do trabalho e a das perdas.

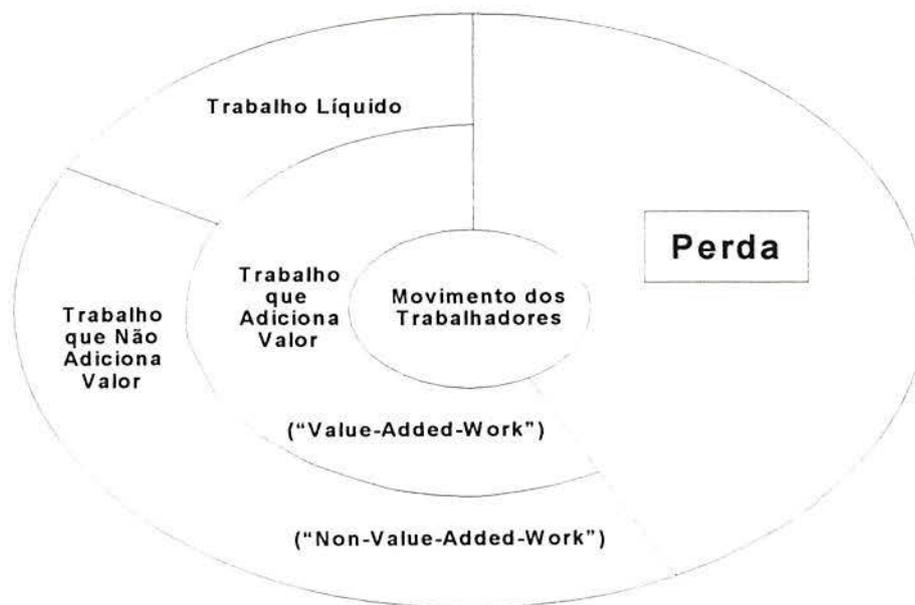
Em outras palavras (OHNO citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.11-13):

- trabalho que adiciona valor - trabalho efetivo - atividades que geram custo e adicionam valor ao produto;
- trabalho que suporta o trabalho efetivo - trabalho adicional - atividades que são necessárias para suportar e garantir o trabalho efetivo;
- trabalho que não adiciona valor - perdas - atividades conceitualmente não necessárias.

Segundo OHNO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.16), o real significado do trabalho representa restringir-se a executar os processos, no sentido de elaborar as tarefas necessárias do ponto de vista da adição de valor. Portanto, a idéia básica e central consiste em abolir completamente as perdas (perda zero) minimizar o

trabalho adicional e maximizar o trabalho efetivo. Ou seja, nos sistemas produtivos e industriais, há uma capacidade de produção potencial escondida nas perdas do sistema.

A *Figura 13* a seguir, apresenta graficamente a visão geral do trabalho e suas formas segundo OHNO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.13).



Fonte: (OHNO citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p. 13).

*Figura 13 - Visão Geral do Trabalho e Suas Formas.*

### 3.3.2 Modelo Analítico do MFP

A partir da identificação da necessidade de eliminação das perdas dos processos produtivos, como forma de redução de custos e manutenção da competitividade, SHINGO (1987, p.161) aborda a diferenciação constatada entre a capacidade potencial e a capacidade real (presente) de produção dos sistemas. Para a compreensão de tal diferencial, SHINGO (1981, p.3-6) identifica a necessidade de uma análise sistêmica dos processos produtivos, envolvendo, de um lado, a eficiência e eficácia das atividades (operações) e, de outro, a eficiência e eficácia da linha de produção

(processo), bem como um aspecto visualizado como fundamental: a articulação entre as atividades e linha de produção com base na melhoria da função processo.

Tal concepção surgiu a partir da experiência profissional de SHINGO, quando analisou as atividades de manutenção nas oficinas da rede ferroviária de Taiwan. Neste processo, o autor, a princípio, "julgou-se inapto a definir se as esperas verificadas ao longo das sucessivas operações dos guindastes, constituíam atrasos ou tempos de espera pelos guindastes ?", ou melhor ainda, "se constituíam atrasos temporários ou atrasos de processo?" (SHINGO, 1987, p.161) (tradução nossa). Após uma análise mais aprofundada da questão, SHINGO concluiu que, contrariamente aos conceitos então vigentes, segundo os quais a análise de pequenas unidades de trabalho constituíam análise de operações, e a análise de grandes unidades de trabalho constituíam análise de processos, diferenciadas, portanto, basicamente pela escala, necessitava ser bem compreendido o fato de que "as operações e os processos não se encontravam em um mesmo eixo de análise, mas sim que a produção é composta por uma rede de processos (eixo y) e de operações (eixo x)" (SHINGO, 1987, p.419) (tradução nossa).

Sob este enfoque, existem duas óticas básicas que permitem a observação e análise dos fenômenos que ocorrem na produção, seja ela industrial ou de serviços (ANTUNES JÚNIOR, 1993A, p.4-6):

– processo - refere-se ao fluxo de materiais ou produtos de um trabalhador para outro nos diferentes estágios de transformação gradativa das matérias-primas em produtos acabados, ou "o fluxo de transformação dos materiais para os produtos, que modifica-se de acordo com o curso simultâneo do tempo e do espaço" (SHINGO, 1981, p.3) (tradução nossa);

– operação - refere-se à análise dos diferentes estágios nos quais os trabalhadores e máquinas podem estar trabalhando em diferentes produtos, ou seja, representa uma análise do comportamento humano na produção, ou ainda,

"operadores e máquinas que modificam-se de acordo com o curso simultâneo e gradativo da produção no tempo e no espaço" (SHINGO, 1981, p.3) (tradução nossa).

Este discernimento dos fenômenos por SHINGO foi enriquecido e consolidado a partir dos estudos anteriores de FRANK GILBRETH, publicados no *Journal of the American Society of the Mechanical Engineering* de 1921, os quais postulavam a assertiva de que os processos produtivos podem ser decompostos em quatro etapas (fenômenos) básicas, de Processamento, de Inspeção, de Transporte e de Estocagem (ANTUNES JÚNIOR, 1993A, p.4).

Tais etapas básicas podem ser melhor compreendidas como abaixo (ANTUNES JÚNIOR, 1993A, p.8-9):

- processamento, ou trabalho em si, significa basicamente o trabalho executado na transformação das matérias-primas em produtos acabados, semi-acabados ou montagens;

- inspeção significa basicamente a comparação de materiais ou produtos com determinados padrões;

- transporte significa basicamente determinada mudança de posição ou de localização dos materiais;

- estocagem significa basicamente os períodos de tempo onde não está ocorrendo nenhum tipo de processamento, transporte ou inspeção. Por sua vez, a estocagem ou espera, apresenta quatro subcategorias qualitativamente distintas, envolvendo as esperas entre processos distintos (espera de processo), as esperas devidas aos tamanhos dos lotes (espera de lote), a armazenagem de matérias-primas, e a armazenagem de produtos acabados.

Considerando este detalhamento, SHINGO concluiu que,

"Quando a produção esta sendo realizada através de operações em lote, a espera de processo ocorre quando itens dirigidos a um processo aguardam até que o processamento do lote anterior tenha sido concluído. De forma similar, a espera de lote ocorre quando, enquanto um item de um lote esta sendo processado, os itens restantes aguardam sua vez. Os dois tipos de esperas, precisam necessariamente ser distinguidos, pelas suas características inerentes, quando se busca a melhoria da produção através da redução das suas perdas" (SHINGO, 1987, p.162) (tradução nossa).

Assim, SHINGO avaliou que:

"As esperas de processos começam a desaparecer quando os processos são sincronizados, e as esperas de lote não podem ser resolvidas a menos que os tamanhos de lote do processamento, da inspeção e do transporte sejam tornados unitários". (SHINGO, 1987, p.162) (tradução nossa).

No que se refere às operações, estas apresentam como elementos constitutivos básicos as preparações, as operações principais, as folgas ligadas ao pessoal e as não ligadas ao pessoal (SHINGO, 1981, p.61-63). Em termos de interpretação qualitativa, estas podem ser identificadas como (ANTUNES JÚNIOR, 1993A, p.10-14):

a) preparação e ajuste posterior à operação - refere-se basicamente às mudanças de ferramentas e dispositivos nas máquinas;

b) operação principal, pode ser dividida em duas subcategorias - as operações essenciais e as operações auxiliares:

– operações essenciais - constituem-se na execução do trabalho de produção em si, incluindo operação essencial de processamento, de inspeção, de transporte e de estocagem;

- operações auxiliares - constituem-se na execução de atividades que se encontram imediatamente antes e após a realização das essenciais, envolvendo operação auxiliar de processamento, de inspeção, de transporte e de estocagem;

c) folgas não ligadas a pessoal, cujas causas não estão ligadas à ação direta das pessoas, subdividindo-se em:

- folgas na operação - refere-se a trabalhos irregulares ligados diretamente à operação sendo executada.

- folgas entre operações - refere-se a trabalhos irregulares que ocorrem entre operações consecutivas.

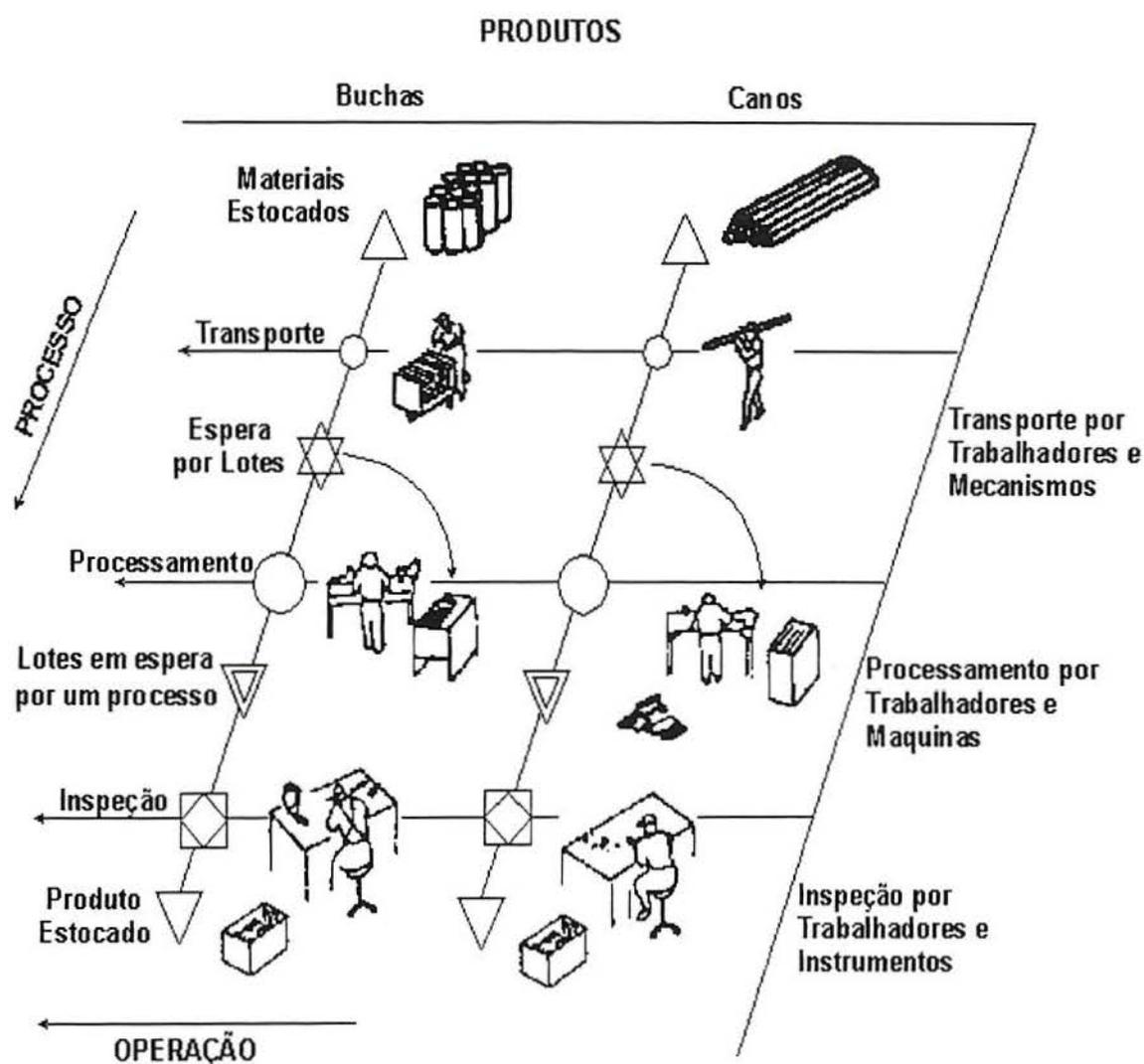
d) folgas ligadas à pessoal, caracterizadas por trabalhos irregulares ligados diretamente as pessoas, divididas em duas subcategorias gerais:

- folgas por fadiga - relacionadas à necessidade de recuperação da fadiga de ordem física;

- folgas físicas (higiênicas) - relacionadas à satisfação das necessidades fisiológicas.

Seguindo esta concepção sistêmica, baseada no modelo de produção constituído por uma rede de processos e operações enunciado por SHINGO, tornou-se possível uma análise mais detalhada das perdas dos processos produtivos e de suas formas dentro da rede, a partir do que puderam ser identificadas melhorias objetivas, cuja implantação prática se deve em grande parte à OHNO, e que se encontram materializadas no Sistema Toyota de Produção. A esta rede de processos e operações envolvendo as tipificações mencionadas, SHINGO denominou de Mecanismo da Função Produção.

A *Figura 14* a seguir, apresenta uma representação esquemática ilustrativa de uma rede de processos e operações, e que constitui um sistema de produção, de acordo com a visão de SHINGO (SHINGO, 1981, p.1).



### Estrutura de Produção

Fonte: (SHINGO, 1981, p.1).

*Figura 14 - Representação da Rede de Processos e Operações - Mecanismo da Função de Produção.*

### 3.3.3 Perdas e Sua Redução Segundo o MFP

Assim, OHNO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.18) e SHINGO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.18), detalham o conceito de perdas da produção dentro da lógica do Sistema Toyota de Produção, identificando um conjunto de sete (7) grandes perdas qualitativamente diferenciadas, as quais são objeto de análise e de proposição de melhorias, a saber:

- perdas por superprodução;
- perdas por transporte;
- perdas no processamento em si;
- perdas por fabricação de produtos defeituosos;
- perdas no movimento;
- perdas por espera;
- perdas por estoque.

A proposta de SHINGO é de que estas sete perdas devam ser atacadas de forma simultânea e articulada. Propõe, também, que elas podem ser melhor identificadas e visualizadas a partir do "Mecanismo da Função Produção". Por outro lado, o autor salienta que "a ênfase das atividades de melhorias deve ser transferida do enfoque das operações para o dos processos" (SHINGO, 1988, p.419) (tradução nossa).

A seguir, passa-se a apresentar a conceituação básica das referidas perdas, relacionando-as com o foco do Mecanismo da Função Produção.

### 3.3.3.1 Perdas por Superprodução

De acordo com OHNO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.20), as perdas por superprodução constituem o pior inimigo dos processos produtivos, pois "elas ajudam a esconder outros tipos de perdas", uma vez que atuam como uma garantia do sistema. Por sua vez, SHINGO propõe que este tipo de perda pode possuir duas naturezas distintas, a superprodução no sentido da quantidade (superprodução quantitativa), e a superprodução no sentido de produzir antecipadamente as necessidades dos estágios subseqüentes da produção e consumo (superprodução antecipada). A ilustração do primeiro caso, pode ser feita através da superprodução destinada a cobrir uma determinada taxa de refugos na inspeção final dos produtos acabados, visando garantir o volume de entrega para o consumo. A exemplificação do caso posterior pode ser visualizada a partir da antecipação da produção, por diferentes razões, sazonalidade por exemplo, em relação à data de entrega para consumo (ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.20).

Para SHINGO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.19-21), de acordo com a lógica exposta, é fundamental a eliminação completa da perda por superprodução quantitativa, e a busca da minimização da perda por superprodução antecipada. Neste sentido, propõe as seguintes ações gerais:

- melhorias no processo de estocagem, através do nivelamento das quantidades, balanceamento da capacidade das máquinas, sincronização entre os processos e busca do lote unitário de produção, visando a eliminação dos estoques intermediários;

- melhorias na operação de preparação e ajuste das máquinas ou *set-up*, na busca de reduzir os tempos de atravessamento da produção ou *lead-time*, e de reduzir os longos tempos de preparação que impõem a necessidade de grandes lotes.

Neste sentido, SHINGO (1981, p.63-80) propicia uma contribuição significativa, através das técnicas sugeridas como *SMED - Single Minute Exchange of Die* (troca de ferramenta em poucos minutos), e na progressiva transformação de *IED - Inside Exchange of Die* (troca interna de ferramenta, com parada de operação da máquina) para *OED - Outside Exchange of Die* (troca externa de ferramenta, sem parada de operação da máquina).

### 3.3.3.2 Perdas por Transporte

As perdas por transporte referem-se a todas as atividades de movimentação de materiais e produtos, que geram custos e não adicionam valor aos produtos. Neste aspecto, SHINGO (1981, p.36-38) enfoca que as perdas no processo de transporte são completamente diferenciadas daquelas do trabalho de transporte. Assim, enquanto as melhorias no processo de transporte implicam a eliminação da necessidade de movimentação de materiais tanto quanto possível, as melhorias na operação de transporte estão vinculadas à utilização, por exemplo, de mecanização ou correias transportadoras.

Dentro da lógica de análise, as melhorias das perdas por transporte implicam no ataque das causas fundamentais de forma sequencial e priorizada, através de:

- ações concentradas nas melhorias em nível de *layout* (eliminação da necessidade de transporte);
- execução de melhorias no sentido da mecanização dos trabalhos de transporte (melhoria do transporte).

### 3.3.3.3 Perdas no Processamento em Si

Estas perdas são constituídas por aquelas atividades de processamento que não contribuem para que o produto adquira suas características básicas de qualidade (ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.23-24). Elas estão relacionadas a dois aspectos básicos, quais sejam o tipo de produto a ser produzido, e o método a ser utilizado no seu processamento. Ambas as questões acham-se vinculadas às lógicas das técnicas de Engenharia e Análise de Valor e de Engenharia de Produção (SHINGO, 1981, p.10-11). Do ponto de vista de eliminação de suas causas fundamentais, SHINGO postula a execução das melhorias em dois estágios:

- primeiro estágio - melhorias do ponto de vista da engenharia e análise de valor, no sentido da definição do tipo e das características do produto;
- segundo estágio - melhorias baseadas na engenharia de produção, no sentido da definição das melhores formas de sua produção.

### 3.3.3.4 Perdas por Fabricação de Produtos Defeituosos

As perdas por fabricação de produtos defeituosos consistem nas peças, subcomponentes e produtos que não atendem as especificações de qualidade requeridas. Tal questão vincula-se basicamente à chamada função "inspeção". Neste enfoque, SHINGO (1981, p.17-18) propõe uma abordagem elementar, consistindo na diferenciação entre "a inspeção para detectar defeitos" e "a inspeção para prevenir defeitos". Segundo o autor, a "inspeção para detectar defeitos" constitui um tipo de inspeção por julgamento, na qual julga-se a existência ou não de defeitos de um produto comparativamente a um padrão. Neste caso, dado que os defeitos são oriundos do processamento, "o incremento da confiabilidade da inspeção, não terá qualquer efeito sobre o controle da percentagem de defeitos" (SHINGO, 1981, p.17) (tradução nossa).

Assim, através da postura da "inspeção para prevenir defeitos", que envolve o *feedback* da função "inspeção", através da "imediata transmissão da informação às etapas anteriores do processamento assim que um defeito é encontrado", permite corrigir rapidamente as causas que estão levando ao aparecimento de defeitos, prevenindo o alastramento dos mesmos. Duas afirmativas de SHINGO (1981, p.19-22) ilustram bem sua lógica de análise, segundo a qual "como a inspeção é realizada após os defeitos serem produzidos, porque não realizar as inspeções para prevenir defeitos?", e a consideração de que "a inspeção por amostragem constitui a racionalização do método de inspeção, mas não a racionalização da garantia da qualidade ou ausência de defeitos" (tradução nossa).

Neste contexto, o autor propõe sistemas básicos de inspeção para prevenir defeitos, constituídos por:

– sistema de inspeção sucessiva - este sistema consiste em que o trabalhador do processo subsequente inspecione os produtos fabricados no processo anterior, formando uma cadeia de informações para prevenir o alastramento de defeitos; tal sistemática oferece boa probabilidade de sucesso, pela tendência de redução dos defeitos nos estágios iniciais de processamento;

– sistema de auto-inspeção - tal sistema consiste na inspeção dos produtos pelo próprio operador que está processando o material; este procedimento, no entanto, apesar de conceitualmente superior ao anterior, apresenta alguns riscos inerentes, relativos à eventual tendência de negligenciar os padrões de inspeção, ou uma inspeção deficiente involuntária. Para este caso, SHINGO (1981, p.26-33) sugere outra contribuição significativa, qual seja de utilização de meios de detecção física de defeitos, com mecanismos denominados *poka-yoke*<sup>14</sup> (a prova de defeitos);

---

<sup>14</sup> *Poka-yoke* é a denominação dada à dispositivos físicos de detecção de defeitos, os quais se inserem na lógica de sistema de inspeção de defeitos na fonte dos mesmos, visando eliminar a desvantagem resultante da realização do trabalho de inspeção pelo próprio operário que processou o material ou realizou a operação. São também conhecidos como dispositivos à prova de falhas.

– sistema de inspeção na fonte - esta forma consiste na prevenção dos defeitos através do controle das causas que afetam a qualidade dos produtos; aqui, o controle acurado das variáveis e fatores internos do processamento, constitui um ponto essencial, implicando na necessidade de evitar-se o controle através da sensibilidade dos trabalhadores.

#### 3.3.3.5 Perdas no Movimento

As perdas no movimento estão diretamente associadas aos "movimentos desnecessários ou improdutivos" dos trabalhadores para a execução das operações principais. Neste aspecto, SHINGO vale-se dos estudos desenvolvidos por GILBRETH, postulando que nenhuma redução profunda nos tempos é possível sem analisar as razões causais das atividades, que relacionam-se com a melhoria dos movimentos em si mesmo e com as condições de trabalho necessárias para a execução destes movimentos de forma racionalizada (ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.29-32). De uma forma geral, a lógica básica consiste em primeiramente promover-se a "melhoria das operações" e, posteriormente, a "melhoria dos equipamentos".

#### 3.3.3.6 Perdas por Espera

Estas perdas estão vinculadas aos períodos de tempo nos quais os trabalhadores e equipamentos (máquinas) não estão sendo utilizados de forma produtiva, portanto, não agregando valor aos produtos, apesar de representarem simultaneamente custos incorridos. Entre as principais causas que concorrem para estas perdas, identificam-se os elevados tempos de preparação de máquinas, a falta de sincronização da produção e falhas não previstas do sistema. Neste caso, SHINGO (1981, p.63-71) propõe, dentro da lógica geral, a aplicação da sistemática de troca rápida de ferramentas através do "Sistema SMED" anteriormente relacionado, a utilização de técnicas que facilitem a sincronização da produção como o Sistema *Kanban*<sup>15</sup>, e procedimentos que

---

<sup>15</sup> *Kanban*, em sua tradução literal, significa um registro visual, como um cartão. Na prática o sistema *kanban* consiste de uma sistemática de sincronização da produção através de cartões, onde a etapa

incrementem a confiabilidade do sistema produtivo, como a “MPT - Manutenção Produtiva Total” (*TPM - Total Productive Maintenance*).

### 3.3.3.7 Perdas por Estoque

As perdas por estoques são constituídas pela existência de estoques elevados de matérias-primas, material em processo e produtos acabados, que acarretam ônus aos sistemas produtivos. A existência de estoques deve-se, fundamentalmente, ao desbalanceamento existente entre o período de entrega dos produtos e o período de produção dos mesmos, mantendo assim relação com diversas outras perdas incluindo as por superprodução. Para SHINGO (1988, p.419), a proposição básica na busca da racionalização e eliminação de perdas dos processos produtivos, consiste na "produção sem estoques". O equacionamento desta problemática, envolve o nivelamento da quantidade, sincronização da produção, busca do fluxo de lotes unitários de produtos, troca rápida de ferramentas e confiabilidade do fluxo produtivo.

A *Figura 15* apresenta uma visão global das sete (7) grandes perdas do Sistema Toyota de Produção, elaborada a partir da conceituação de SHINGO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p. 37).

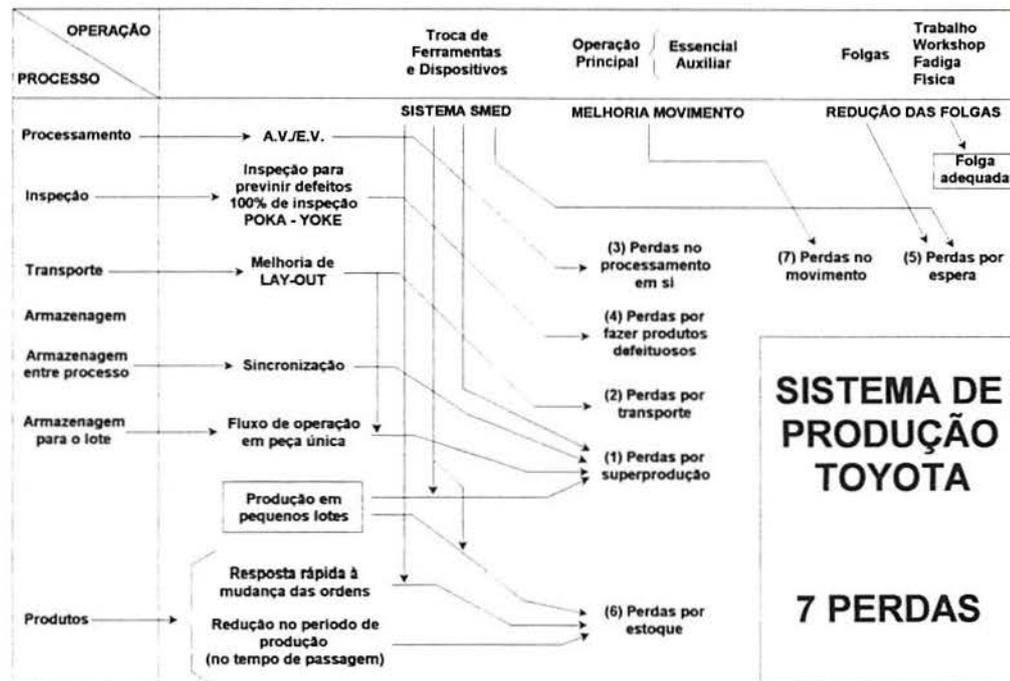
### 3.3.4 Análise da Contribuição do MFP para a Indústria de Propriedade Contínua

A indústria de propriedade contínua, conforme analisada no Capítulo I, não apresenta divisibilidade de seu processo produtivo em atividades independentes como a abordada por SHINGO no Mecanismo da Função Produção, e que constitui o ponto de partida para sua análise e posterior identificação das perdas.

---

posterior informa a anterior sobre suas necessidades de materiais ou produtos, evitando assim a independência ou dessincronização entre as mesmas e a desnecessária formação de estoques intermediários. Constitui, também, uma forma de “puxar” a produção, uma vez que o fluxo de informação é contrário ao da produção, no sentido das etapas finais para as iniciais, etapa por etapa.

Consequentemente, sua lógica de redução de custos (redução de perdas), através da eliminação de estoques intermediários e das esperas de diferentes tipos, da sincronização da produção, da redução de tempos de preparação de máquinas e dos lotes em produção, têm aplicabilidade restrita na indústria de propriedade contínua como pode ser depreendido.



Fonte: (SHINGO citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993B, p.37).

*Figura 15 - Visão Global das Perdas do Sistema Toyota de Produção.*

Por outro lado, a lógica de construção das inter-relações dos fatores que afetam a produção com as respectivas perdas, constitui uma análise que contribui significativamente para a construção de um modelo analítico similar para a indústria de propriedade. Também, apesar das diferenciações já referidas entre as indústrias de forma e de propriedade, há um conjunto de perdas tipificadas no Mecanismo da Função Produção que apresentam boa similaridade com aquelas da indústria de propriedade, podendo constituir um bom subsídio para a construção do modelo analítico deste tipo de indústria.

### 3.4 CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E NÍVEL DE ATIVIDADE

#### 3.4.1 Aspectos Conceituais

Ao avaliar-se o desempenho dos processos produtivos, assume importância a análise da capacidade e do nível de atividade verificado nos mesmos. Neste sentido, constata-se uma diferenciação entre os termos, básica para a correta compreensão das possibilidades de gerenciamento da produção, a saber (OSÓRIO, 1986, p.45-46):

“Capacidade - é a possibilidade máxima que tem um sistema de gerar um ou mais produtos, em função das características de seu processo de transformação (agregação de valor) em um determinado período de tempo; constitui um conceito *ex ante*<sup>16</sup>, determinado previamente’ (tradução nossa).

‘Nível de atividade - é o grau de uso da capacidade máxima de produção, que depende de uma decisão da organização, livre, imposta ou condicionada, em um determinado período de tempo; constitui um conceito *ex post*<sup>17</sup>, verificado a posteriori” (tradução nossa).

Dentro desta ótica, OSÓRIO (1986, p.13-41) avalia os fatores que determinam a produção como compostos por:

- fatores determinantes da capacidade (fixos estruturais) - estes determinam o limite máximo de produção, os investimentos iniciais e a tecnologia utilizada, as estruturas de administração e de direção, os níveis de qualidade dos produtos e o mercado atingido, sendo também variáveis de longo prazo e de difícil modificação;

---

<sup>16</sup> O conceito *ex ante* refere-se a valores e quantidades definidas previamente à produção propriamente dita, vale dizer, condições ditas nominais, independentemente dos valores efetivos atingidos na prática.

<sup>17</sup> O conceito *ex post* refere-se a valores e quantidades efetivamente atingidos na produção propriamente dita da instalação, e portanto resultantes do grau de uso verificado do sistema produtivo.

– fatores determinantes do nível de atividade (fixos operacionais) - estes constituem os fatores fixos operacionais, sendo função da decisão de utilização dos fatores fixos estruturais, apresentando variação, direta ou com retardo, com o nível de produção, e são caracterizados basicamente pela força de trabalho própria ou de terceiros;

– fatores produtivos (variáveis operacionais) - estes fatores são função direta da produção real, variando com certa proporcionalidade com a mesma, sendo dependentes da natureza dos insumos do processo produtivo, do nível de produção, das características qualitativas dos fatores fixos, dos métodos de produção, da tecnologia utilizada e da eficiência de utilização dos recursos; geralmente representam os insumos do processo produtivo.

Esta interpretação conduz o autor a conceituar a produção como (OSÓRIO, 1986, p.43) :

"A produção é a conseqüência da combinação racional dos fatores fixos estruturais e operacionais com os fatores variáveis necessários e disponíveis, por meio da aplicação de uma técnica determinada" (tradução nossa).

### 3.4.2 Modelo Analítico

Visando melhor analisar a participação dos diferentes componentes que configuram a produção, OSÓRIO aborda as diferentes formas assumidas pela capacidade, a saber (OSÓRIO, 1986, p.49-54):

a) capacidade máxima teórica - constitui a produção possível de alcançar por um sistema produtivo em um período definido, trabalhando cem por cento (100 %) do tempo cronológico em condições de absoluta eficácia e eficiência; esta condição não considera paradas e manutenções programadas, esperas por materiais ou insumos, demoras no processo para troca de equipamentos, preparações e ajustes, paradas

para troca de operários, paradas por questões legais, variação de qualidade dos insumos e outros aspectos correlatos;

b) capacidade máxima prática - constitui a utilização possível dos meios físicos disponíveis de produção, considerando as interrupções de operação tomadas como normais; nesta condição, são considerados tempos para reparos, manutenção preventiva, preparação e ajustes de equipamentos, problemas de suprimento de materiais, questões trabalhistas, legais e outras, conduzindo à incorporação de "tempos mortos normais" e "ineficiência previsível". Este nível de capacidade é resultado de uma decisão prévia ligada à concepção do processo e ao investimento inicial realizado, a qual poderá ser alterada mediante nova decisão, geralmente baseada no aspecto econômico.

Neste ponto, o autor ressalta que "a capacidade prática do sistema produtivo está condicionada ao potencial do centro ou componente de menor capacidade real do conjunto" (OSÓRIO, 1986, p.52). Como será visto adiante, este conceito constitui a base de desenvolvimento da Teoria das Restrições (*TOC - Theory of Constraints*) (GOLDRATT, 1992A).

Definida como acima, a capacidade encontra-se na dependência de alguns elementos fundamentais que a determinam (OSÓRIO, 1986, p.54-89):

a) Disponibilidade de recursos físicos (meios de produção) - os meios de produção são definidos a partir da concepção do processo e são geralmente projetados para satisfazer a demanda de longo prazo; certos sistemas produtivos apresentam um sobredimensionamento da capacidade com relação à demanda por questões tecnológicas, vinculadas à capacidade mínima que possibilite uma operação econômica (podem ser citadas como exemplo as refinarias de petróleo, a indústria petroquímica e a indústria siderúrgica).

b) Tempo de utilização dos recursos - este aspecto, constitui um fator primordial na definição da capacidade máxima de produção; o tempo de utilização apresenta diferenciações para os diferentes tipos de produção: nos processos de produção da indústria de propriedade, o período disponível para produção é, via de regra, maior que nos processos da indústria de forma (em função dos turnos de revezamento ininterruptos), sendo que a indústria de propriedade também apresenta paradas programadas (periódicas) de manutenção.

Considerando-se agora em maior detalhe a variável tempo, constata-se que ela apresenta uma subdivisão importante para fins de análise, segundo o autor. Em outras palavras, a capacidade máxima prática de produção envolve a consideração de tempos não utilizados para a produção, ou seja (OSÓRIO, 1986, p.60-63):

- paradas por questões legais - envolvem aspectos como substituição, trabalho contínuo e descanso de trabalhadores;

- paradas por questões técnicas - ligadas às características operacionais dos equipamentos, como número máximo de horas de operação ininterrupta;

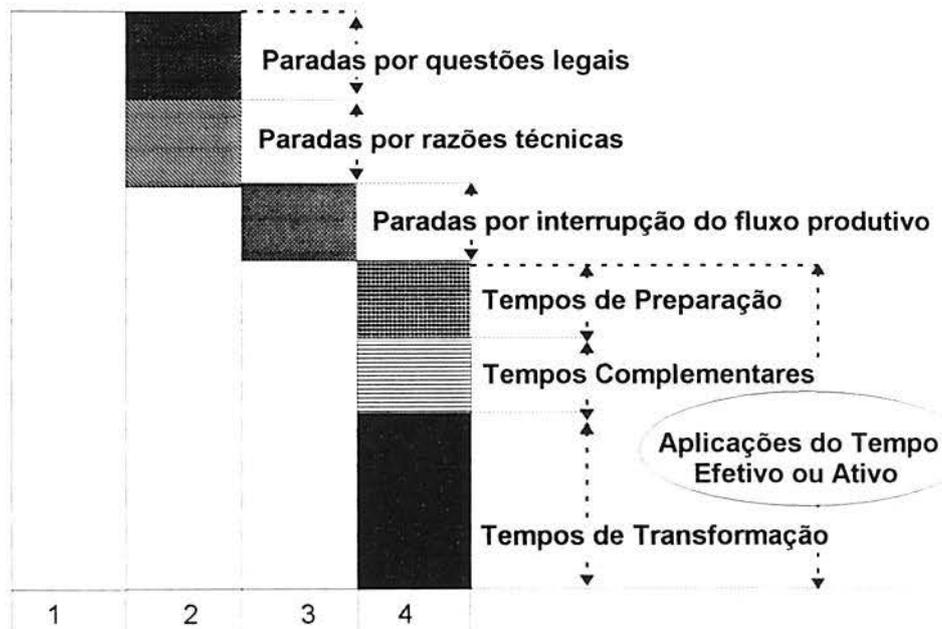
- interrupções do fluxo produtivo - ligadas às características do processo propriamente dito, como cargas, descargas e mudanças de produtos, ou devidas a deficiências da programação de produção, como suprimento de matérias-primas.

Por outro lado, o tempo utilizado para produção (tempo efetivo ou ativo), também apresenta subdivisões, a saber (OSÓRIO, 1986, p.63-67):

- tempo de preparação - destinado a deixar os meios de produção em condições de trabalho;

- tempo complementar - destinado à limpeza ou desativação dos meios de produção;
- tempo de transformação (produção) - utilizado na produção real.

A *Figura 16* adiante, apresenta uma representação gráfica do conceito de tempo como abordado por OSÓRIO (OSÓRIO, 1986, p.65).



Fonte: (OSÓRIO, 1986, p.81).

*Figura 16 - Representação Gráfica do Conceito de Tempo*

c) Produtividade técnica - este fator constitui a produção alcançada na unidade de tempo, considerando um conjunto de recursos físicos disponíveis ou fatores de produção fixos; "ele reflete a intensidade e racionalidade no uso dos fatores fixos em termos de produto obtido por unidade de tempo" (OSÓRIO, 1986, p.81) (tradução nossa).

A produtividade técnica envolve os aspectos vinculados à produção, ou seja:

- definição dos produtos;
- qualidade dos produtos;
- matérias-primas utilizadas;
- *mix* ótimo de produção;
- grau de ocupação dos meios produtivos;
- programação da produção;
- planejamento dos insumos;
- abastecimento dos insumos.

Já no que se refere ao nível de atividade, considerando a análise anterior, este consiste no uso possível de alcançar do processo produtivo em relação à capacidade máxima prática, sendo dependente de uma combinação conveniente da disponibilidade dos recursos físicos, tempo de utilização e da produtividade técnica (OSÓRIO, 1986, p.89-94).

De maneira semelhante à capacidade, o nível de atividade também se apresenta sob diferentes formas, a saber:

a) Nível de atividade previsto - representa o grau de uso que se espera fazer da capacidade máxima prática em um determinado período de tempo; constitui um conceito *ex ante*. Este nível de atividade define o uso dos fatores fixos estruturais e operacionais, podendo definir decisões futuras de investimento, tendo como limite a capacidade máxima prática. O mesmo pode ser subdividido em:

– nível de atividade normal - possui caráter genérico e exige definição prévia da situação de normalidade, a qual variará de caso para caso (em função do mercado e da estratégia empresarial); implica uma capacidade ociosa antecipada;

– nível de atividade de curto prazo - geralmente vinculado a reduções do nível de atividade e baseado em reduções da jornada de trabalho; também implica capacidade ociosa, além de taxas elevadas de custos fixos.

Segundo a consideração do autor, ambos os tipos são errôneos para fixação da base de dados de avaliação e comparação.

b) Nível de atividade real (verificado) - constitui o grau de uso verificado da capacidade máxima prática, o qual poderá ser distinto do nível de atividade previsto; é um conceito *ex post*. Tal nível de atividade é condicionado pelo tempo de utilização e produtividade técnica verificados, e é limitado pelo componente do sistema de menor capacidade produtiva.

A *Figura 17* visualiza a representação gráfica da capacidade e nível de atividade segundo OSÓRIO (OSÓRIO, 1986, p.111).



Fonte: (OSÓRIO, 1986, p.111).

*Figura 17 - Representação Gráfica da Capacidade e Nível de Atividade.*

Observando-se a *Figura 17* e relacionando-a com a *Figura 16* anterior, o autor indica que:

- a barra vertical branca com índice 1 da *Figura 16*, corresponde à capacidade máxima teórica;
- a barra vertical branca com índice 2 da *Figura 16*, corresponde à capacidade máxima prática;
- a barra vertical branca com índice 3 da *Figura 16*, corresponde ao nível de atividade previsto;
- a barra vertical preta com índice 4 da *Figura 16*, corresponde ao nível de atividade real, o qual também é afetado pela produtividade técnica, não identificada graficamente na figura.

### 3.4.3 Perdas

A partir da avaliação anterior, OSÓRIO (1986, p.97-112) analisa que a capacidade ociosa total, ou desaproveitamento dos fatores de produção, corresponde à parcela da capacidade de produção não utilizada. Esta parcela constitui a diferença entre a produção que poderia ser realizada e a que foi efetivamente executada. Por outro lado, a Capacidade Ociosa Total subdivide-se em:

- a) capacidade ociosa antecipada - representada pela diferença entre a capacidade máxima prática e o nível de atividade previsto; esta parcela representa um conceito *ex ante*;
- b) capacidade ociosa operacional - representada pela diferença entre o nível de atividade previsto e o nível de atividade verificado; constitui um conceito *ex post*;

Por fim, o autor salienta que a capacidade ociosa total é grandemente dependente do tempo de utilização dos recursos e da produtividade técnica do processo produtivo.

#### **3.4.4 Análise da Contribuição para a Indústria de Propriedade Contínua**

A análise da capacidade e do nível de atividade conduzida por OSÓRIO, permite constatar a influência tanto de fatores externos como de fatores internos à produção sobre a mesma e seus resultados. Também evidencia a dependência dos processos produtivos e de seus desempenhos em condições anteriores à produção (conceito *ex ante*) e posteriores à mesma (conceito *ex post*), oferecendo uma visão bastante ampla sobre a utilização dos recursos disponíveis.

Neste sentido, e considerando as características da indústria de propriedade, boa parte das quais afetadas por fatores externos à produção, como a concepção da instalação, a estruturação das funções de apoio, a importância do planejamento e programação da produção e a necessidade de fluxos contínuos de matérias-primas (visando evitar interrupções de operação, variações de carga e repartidas que afetam a continuidade operacional), constata-se que esta abordagem apresenta significativa contribuição visando a construção de um modelo analítico dos processos produtivos da indústria de propriedade, que considere todos os fatores envolvidos.

### **3.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES - TOC**

#### **3.5.1 Aspectos Conceituais da Teoria das Restrições**

A Tecnologia da Produção Otimizada (*OPT - Optimized Production Technology*) e a Teoria das Restrições (*TOC - Theory of Constraints*) constituem duas técnicas de gestão industrial mundialmente difundidas. Ambas foram criadas pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt. A difusão de suas idéias em nível mundial deu-

se a partir da edição de seu livro "A Meta" em 1986 (no Brasil em 1992) (GOLDRATT; COX, 1992A). As metodologias foram desenvolvidas visando a otimização dos processos produtivos, via de regra, indústrias de forma, em termos principalmente dos ganhos econômicos resultantes. A metodologia OPT, constitui uma aplicação dirigida especificamente aos processos produtivos (chão-de-fábrica). A TOC por sua vez, constitui uma generalização da OPT que busca enfocar a empresa como um todo.

Para construção desta metodologia, GOLDRATT ; COX (1992A), GOLDRATT, (1992B) parte do princípio de que a "meta" das empresas com fins lucrativos é a obtenção do lucro monetário. Em outras palavras, "a meta da empresa é fazer dinheiro (*to make money*), tanto no presente como no futuro" (GOLDRATT, 1992B, p.11).

### 3.5.2 Modelo Analítico da Teoria das Restrições

Para apoiar e auxiliar o atingimento da meta da empresa como um todo, GOLDRATT propõe a utilização de um conjunto de medidas globais, "...ou melhor, dois medidores propriamente ditos e uma situação necessária", destinados à verificar as condições de desempenho do sistema em análise dentro da conceituação apresentada. Este conjunto de medidas envolve (GOLDRATT citado por RODRIGUES, 1991, p.4):

#### 3.5.2.1 Medições Globais

a) Lucro líquido - trata-se de um medidor absoluto. O lucro líquido mede o quanto de dinheiro, em termos absolutos, a empresa está gerando. Convém salientar que o conceito de lucro líquido para GOLDRATT é diverso do lucro líquido contábil tradicional;

b) retorno sobre o investimento - o retorno sobre o investimento dimensiona o esforço necessário da empresa para o atingimento de um determinado nível de lucro. Este indicador, portanto, constitui um medidor relativo que relaciona o lucro ao investimento necessário para gerá-lo;

c) caixa - o caixa, isto é, o fluxo de caixa, constitui uma situação necessária para a sobrevivência da empresa. De acordo com um trocadilho de GOLDRATT (citado por RODRIGUES, 1991, P.4), “para uma empresa que possua caixa suficiente, caixa não é importante, mas se a empresa não o possuir, nada será mais importante do que o caixa”;

Os parâmetros acima mencionados constituem medições globais ao nível dos gerenciamentos tático e estratégico de uma empresa, na avaliação do alcance de sua meta. No entanto, GOLDRATT (citado por RODRIGUES, 1991, p.5-7) constata que há necessidade de tradução das mesmas ao nível operacional, envolvendo as decisões do dia-a-dia do sistema produtivo. Segundo o autor, as decisões deste nível são geralmente norteadas pelo caráter intuitivo ou pela visão de custos, via de regra contraditórias, e falhas como critério de apoio à tomada de decisões locais. Assim, GOLDRATT define os elementos de ligação, ou parâmetros operacionais que auxiliam no direcionamento das ações rumo à meta da empresa (GOLDRATT citado por RODRIGUES, 1991, p.5).

### 3.5.2.2 Medições Operacionais

a) *Throughput* (valor econômico agregado) - é definido como a taxa na qual o sistema produtivo gera dinheiro através das vendas. É obtido pela diferença entre o valor líquido das vendas e o valor da matéria-prima empregada;

b) inventário - é definido como sendo todo o dinheiro que a empresa investe na compra de coisas com a possibilidade de vender no futuro. Neste sentido,

equipamentos, máquinas, estoques e outros são considerados inventário, conceituação, portanto, mais ampla que a definição tradicional de inventário;

c) despesa operacional - é definido como sendo todo o dinheiro que a empresa gasta na transformação de inventário em *throughput*.

Esses conjuntos de medições globais e locais, mantêm íntimas relações entre si, as quais são mostradas na *Figura 18* abaixo. De uma forma geral, de acordo com GOLDRATT, as decisões locais, dentro do possível, devem ser norteadas pelo aumento do *throughput*, aliado à uma redução de inventário e de despesas operacionais (RODRIGUES, 1991, p.6).



Fonte: (GOLDRATT, 1991).

*Figura 18 - Conjunto de Medições Globais e Locais dos Processos Produtivos.*

### 3.5.3 Perdas Segundo a Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições (TOC) poderia ser encarada como uma ampliação da conceituação da OPT, pois utiliza-se em grande parte de sua teoria. Entretanto, GOLDRATT afirma que a TOC é mais geral do que a OPT, englobando-a (citado por RODRIGUES, 1991, p.14). A TOC, constitui uma sistemática de análise e de identificação das poucas restrições críticas que efetivamente limitam o sucesso de um sistema inteiro, seja ele produtivo ou empresarial, para, a seguir, propor formas de

atuação sobre estas restrições que assegurem soluções efetivas ao nível de sistema geral, e não de forma individualizada. Neste sentido, GOLDRATT identifica uma restrição como sendo qualquer coisa que limite o sistema produtivo na busca do atingimento de sua meta. Para tanto, parte de um raciocínio sistêmico, envolvendo alguns princípios básicos:

- primeiramente, o desempenho do sistema como um todo é afetado por todos os seus componentes;
- em segundo lugar, as partes do sistema (componentes) são interdependentes e se afetam mutuamente;
- finalmente, o agrupamento das partes do sistema, formando subgrupos, também estará sujeito às regras anteriores.

Desta forma, GOLDRATT (1992B, p.46), afirma que se o desempenho de um componente do sistema for individualmente maximizado, o sistema como um todo não irá apresentar os melhores resultados possíveis. Por outro lado, se um determinado sistema apresenta o melhor resultado possível, não mais que um de seus componentes apresenta também este comportamento. Portanto, a Teoria das Restrições dirige-se a um quadro de análise mais amplo. Ao invés de ver o sistema em termos de componentes discretos, trata-o como uma corrente ou rede de correntes interconectadas, onde qualquer esforço para fortalecer qualquer elo que não o mais fraco, nada fará para melhorar o desempenho global da corrente. Somente quando o elo mais fraco for reforçado é que torna-se produtivo se concentrar em outros elos fracos. A Teoria das Restrições interpreta este “elo mais fraco” como a restrição do sistema. A atuação sobre esta restrição, é que possibilitará alterações mensuráveis na saída do sistema. De forma contrária, enquanto esta restrição não for atingida, nenhum resultado apresentado pelo sistema poderá ser vinculado a ações sobre outros pontos do mesmo. Ainda, uma vez que a restrição em análise seja eliminada, algum outro elo fraco passará a constituir a nova restrição que limita este sistema, a

qual deverá então ser objeto de atuação, dentro de uma lógica de melhorias contínuas.

#### 3.5.4 Redução das Perdas Segundo a Teoria das Restrições

Para conduzir a abordagem proposta, GOLDRATT (1992B, p.54-57) desenvolveu um roteiro constituído de cinco passos para guiar o processo de melhoramento. Assim:

a) identificar as restrições do sistema em análise (seus elos mais fracos), objetivando apenas o “elo mais fraco”;

b) decidir como explorá-lo (eliminá-lo ou no mínimo melhorá-lo); torná-la, a restrição, tão efetiva e produtiva quanto possível;

c) subordinar todos os demais componentes do sistema à decisão anterior, apoiando a máxima eficácia da restrição;

d) elevar ou maximizar a restrição, aumentando o ganho através da mesma;

e) a partir da constatação da eliminação da restrição, voltar ao passo um, buscando a restrição seguinte dentro da nova configuração do sistema, evitando que a inércia provoque a estagnação do processo de melhoria.

De um maneira geral, o autor considera que a eficiência no alcance da meta da empresa, dependerá, em grande parte, do sucesso da administração do seu sistema de restrições.

### 3.5.5 Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições

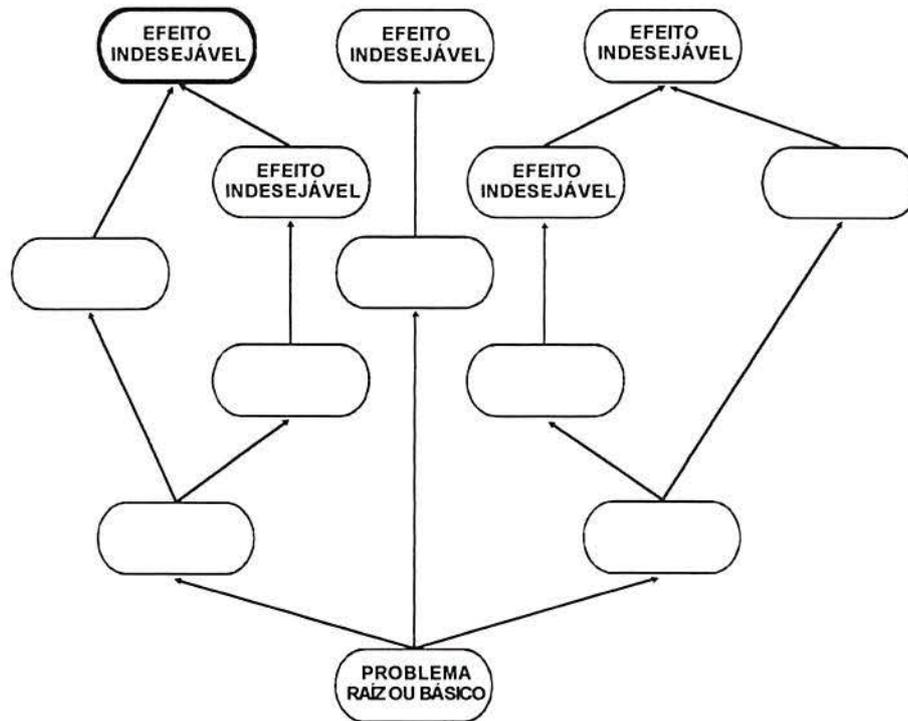
Toda a metodologia desenvolvida por GOLDRATT, baseia-se, segundo o autor, em uma lógica ou processo de raciocínio fundamental que a suporta.

“O processo de raciocínio da TOC constitui uma abordagem racional de análise de problemas, a qual assume que o mundo é ordenado e que os problemas que nele ocorrem, podem ser resolvidos por um processo lógico e sistemático. A principal característica dessa abordagem é a análise efeito-causa-efeito, a qual é usada para compreender porque as coisas estão acontecendo prioritariamente a como as coisas estão ocorrendo. Os efeitos indesejáveis de uma situação são identificados, e as causas destes efeitos são sugeridas por raciocínio indutivo. A legitimidade das causas é verificada por um processo exaustivo de análise que questiona a relação entre causa e efeito, e que outros efeitos seriam esperados se a suposta relação não existisse. Uma vez que a causa raiz tenha sido identificada, então recomendações para seu melhoramento ou remoção poderão ser formuladas ou implementadas” (MACKNESS ; RODRIGUES, 1993, p.3) (tradução nossa).

Este processo de raciocínio que suporta a TOC, é baseado em três questões fundamentais (MACKNESS ; RODRIGUES, 1993, p.4-17):

a) O que mudar - o primeiro passo do processo é a busca dos elementos que causam a maior parte dos problemas do sistema atual. Geralmente, as pessoas encontram-se tão envolvidas com o sistema que elas não podem perceber a causa real da ineficiência do mesmo, lidando somente com suas conseqüências. Esta etapa é suportada por uma técnica denominada Árvore de Realidade Corrente (*CRT - Current Reality Tree*). A CRT utiliza relações efeito-causa-efeito para explicar porque efeitos particulares estão ocorrendo, com o propósito de localizar um problema central e básico. Esta árvore é construída utilizando-se as expressões “se” e “então”, da base para o topo através de setas de união, até atingir-se os Efeitos Indesejáveis (*UDE's - Undesirable Effects*), estes situados no topo. A *Figura 19* a seguir, apresenta

um modelo da referida árvore (GOLDRATT citado por MACKNESS ; RODRIGUES, 1993, p.12).

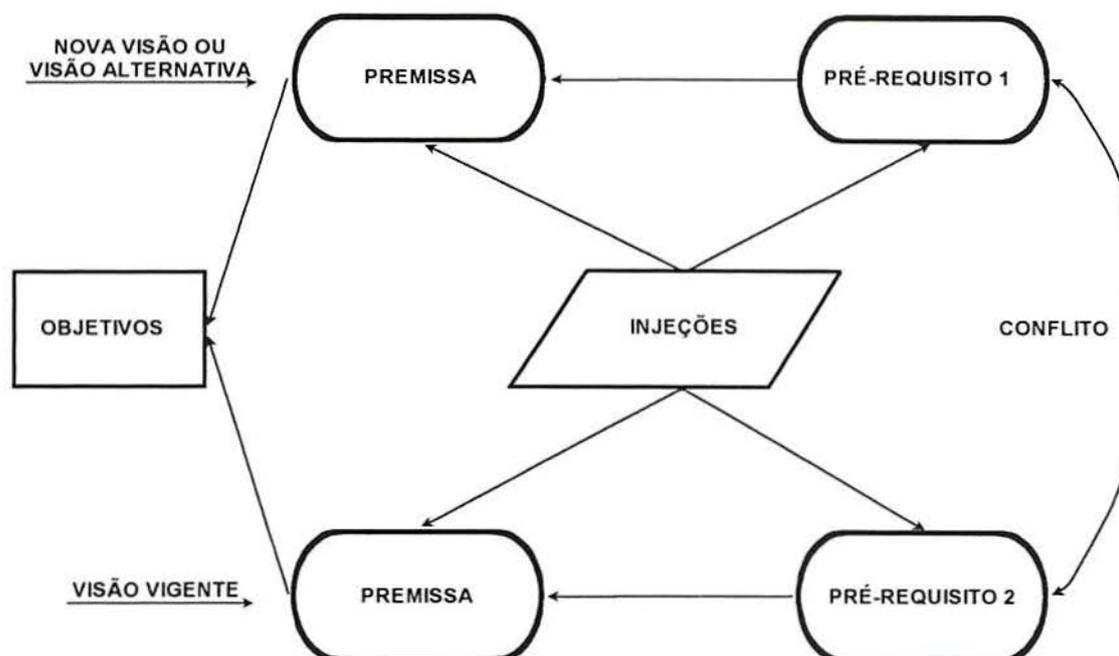


Fonte: (GOLDRATT citado por MACKNESS ; RODRIGUES, 1993, p.12).

**Figura 19 - Representação da CRT - Current Reality Tree ou Árvore da Realidade Corrente.**

b) Para o que mudar (para que situação mudar) - o principal objetivo deste estágio é definir primeiramente uma idéia de ruptura que irá resolver o problema básico ou raiz. Esta ruptura é denominada de injeção ou nova idéia. Este estágio é suportado por duas técnicas: a Nuvem Evaporativa (*EC - Evaporating Cloud*) e a Árvore de Realidade Futura (*FRT - Future Reality Tree*). A técnica da Nuvem Evaporativa é um processo de raciocínio que habilita a pessoa a identificar qualquer conflito que está perpetuando o problema básico. A busca de uma solução é então feita pela contestação das premissas, o que conduz à identificação do conflito. Constitui um aspecto importante a verbalização do conflito e de seus pré-requisitos e premissas, no sentido de possibilitar a definição de uma injeção (nova idéia) que possa romper o conflito. Estas injeções constituem ações que, quando combinadas,

irão transformar os Efeitos Indesejáveis (*UDE's*) em Efeitos Desejáveis (*DE's - Desirable Effects*), levando à criação da Árvore de Realidade Futura (FRT). A *Figura 20* abaixo, apresenta um esquema simplificado de Nuvem Evaporativa (GOLDRATT citado por MACKNESS ; RODRIGUES, 1993, p.13)



Fonte: (GOLDRATT citado por MACKNESS ; RODRIGUES, 1993, 13).

**Figura 20 - Representação do Processo de Nuvem Evaporativa ou EC - Evaporating Cloud**

c) Como causar a mudança - o principal objetivo desta etapa é a de construir uma estrutura suporte para a implementação das injeções identificadas no estágio anterior. Aqui são considerados os obstáculos para implementar tais mudanças na organização. Usando uma abordagem "socrática"<sup>18</sup>, este estágio busca superar estas barreiras, usualmente através de um debate dirigido às condições para sua remoção. Este estágio é suportado por duas técnicas: a Árvore de Pré-requisitos (*PR - Prerequisite Tree*) e a Árvore de Transição (*TT - Transition Tree*). A primeira árvore é construída a partir das injeções desejadas e definição dos obstáculos a serem encontrados na sua implementação. Cada obstáculo gerará um objetivo

<sup>18</sup> A abordagem "Socrática" constitui um processo de raciocínio sistemático e indutivo orientado por um conjunto de etapas sucessivas de análise, componentes de uma metodologia lógica e estruturada.

intermediário, o qual será suficiente para vencer o respectivo obstáculo. Após a definição destes objetivos intermediários, a próxima ação se constituirá na definição de um detalhado plano de ação, o qual é representado pela Árvore de Transição.

Estas representam as etapas do mecanismo de raciocínio da Teoria das Restrições, sistemática que, de acordo com GOLDRATT, permitiu o desenvolvimento de sua teoria de melhoramento dos sistemas, tanto produtivos quanto empresariais.

### **3.5.6 Contribuição da Teoria das Restrições e de seu Processo de Raciocínio para a Indústria de Propriedade Contínua**

A interpretação de GOLDRATT dos processos produtivos como uma corrente de diversos elos individuais independentes, na qual deve ser buscada a otimização global do processo e não a maximização dos componentes individuais, abordagem aliás bastante lógica, denota uma focalização das características da indústria de forma. Considerando ainda sua aplicação ao chão-de-fábrica, o que constitui a metodologia OPT, as restrições são identificadas em termos de capacidade de produção dos componentes, questão que, em princípio, não afeta a indústria de propriedade devido ao projetado balanceamento da capacidade dos seus equipamentos desde a concepção dos mesmos.

A abordagem mais ampla deste enfoque através da TOC, apresenta certa aplicabilidade na indústria de propriedade, lembrando-se que seu processo produtivo geralmente possui gargalos operacionais representados pelos equipamentos submetidos às condições mais severas de funcionamento.

No que tange ao sistema de medição de desempenho (alcance da meta), envolvendo medidas globais e medições locais, a análise de sua adequação mereceria um maior detalhamento, o que não será feito aqui por não constituir objeto da presente dissertação.

Por fim, considerando o processo de raciocínio da Teoria das Restrições, este apresenta uma contribuição bastante significativa para a construção de um modelo analítico da indústria de propriedade. A partir da construção das relações de causa e efeito que vinculam os fatores que afetam este tipo de indústria, poderá ser desenvolvida uma visão mais clara das perdas e desperdícios existentes, suas origens e repercussões.

### 3.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - MPT

#### 3.6.1 Aspectos Conceituais da MPT

A Manutenção Produtiva Total - MPT (*Total Productive Maintenance - TPM*), constitui um importante elemento do Sistema Toyota de Produção, considerando sua concepção básica de eliminação de perdas e desperdícios. Dentro deste princípio, alicerçado nos objetivos "Defeito Zero", "Estoque Zero" e "Quebra Zero", o MPT constitui uma metodologia que busca garantir o último destes objetivos.

Segundo NAKAJIMA (1989, p.1), "o TPM representa uma forma de revolução, pois conclama a integração total do homem x máquina x empresa, onde o trabalho de manutenção dos meios de produção passa a constituir a preocupação e a ação de todos".

Este enfoque grandemente dirigido aos meios de produção, entendidos como os componentes físicos, é bem evidenciado por TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.1), segundo o qual "o equipamento é o principal meio de produção em uma fábrica".

#### 3.6.2 Modelo Analítico da MPT

Para atingimento do objetivo enunciado acima por NAKAJIMA, a MPT busca, através de sua implantação (TAKASAN, 1992, p.11):

- a) alcançar o máximo rendimento dos equipamentos (eficiência global);
- b) construir um sistema total de prevenção de manutenção considerando a vida útil dos equipamentos;
- c) obter o envolvimento de todos os departamentos (órgãos funcionais -projeto, operação e manutenção) na manutenção dos equipamentos;
- d) obter a participação de todos os funcionários, desde a alta administração até os operários de primeira linha;
- e) administrar com motivação, promovendo a prevenção da manutenção através de atividades voluntárias desenvolvidas por pequenos grupos.

Através das formas de atuação apresentadas acima, a MPT busca inserir-se, de forma significativa, nos métodos de gerenciamento globais dos processos produtivos (fábricas), visando a melhoria da "produtividade" dos mesmos, através da maximização de resultados (*outputs*) com a concomitante minimização dos insumos (*inputs*), segundo a ótica de NAKAJIMA (1989, p.1-7). Estes métodos de gerenciamento dos processos produtivos identificam as diversas relações entre os fatores que afetam seus resultados (produtividade), as quais podem ser melhor visualizadas a partir da representação sugerida por TAKASAN (1992, p.21) incluída na *Figura 21* adiante.

De acordo com TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.28):

"Ao examinar-se a Figura 21 e percorrer-se a coluna a partir do fator de entrada máquina, podemos observar que o elemento de ligação entre o fator de entrada e os fatores de saída, que permite obter resultados eficazes, é a manutenção produtiva total".

Saída \ Entrada	Dinheiro			Método de Administração
	Mão-de-obra	Máquina	Material	
Produção (P)	→			Controle da Produção
Qualidade (Q)	→			Controle da Qualidade
Custo (C)	→			Controle do Custo
Entrega (E)	→			Controle da Entrega
Segurança (S)	→			Segurança e Poluição
Moral (M)	→			Relações Humanas
	Alocação de mão-de-obra	Engenharia e Manutenção da Fábrica	Controle do Inventário	$\frac{\text{Saída}}{\text{Entrada}} = \text{Produtividade}$

Fonte: (TAKASAN, 1992, p.21).

*Figura 21 - Relações entre Entradas e Saídas dos Processos Produtivos.*

Assim, a MPT visa melhorar a performance operacional das máquinas, na busca de maximizar cada uma das saídas afetadas por ela: Produção (P), Qualidade (Q), Custo (C), Entrega (E) (ou prazo), Segurança (S) e Moral (M) ou PQCESM.

Para maximização da performance operacional das máquinas, a MPT desenvolve o conceito de Taxa de Rendimento Global do Equipamento, vinculada à saída Produção, que segundo TAKASAN (1992, p.29), pode ser enunciada como apresentado na *Figura 22* adiante.

### 3.6.3 Perdas Segundo a MPT

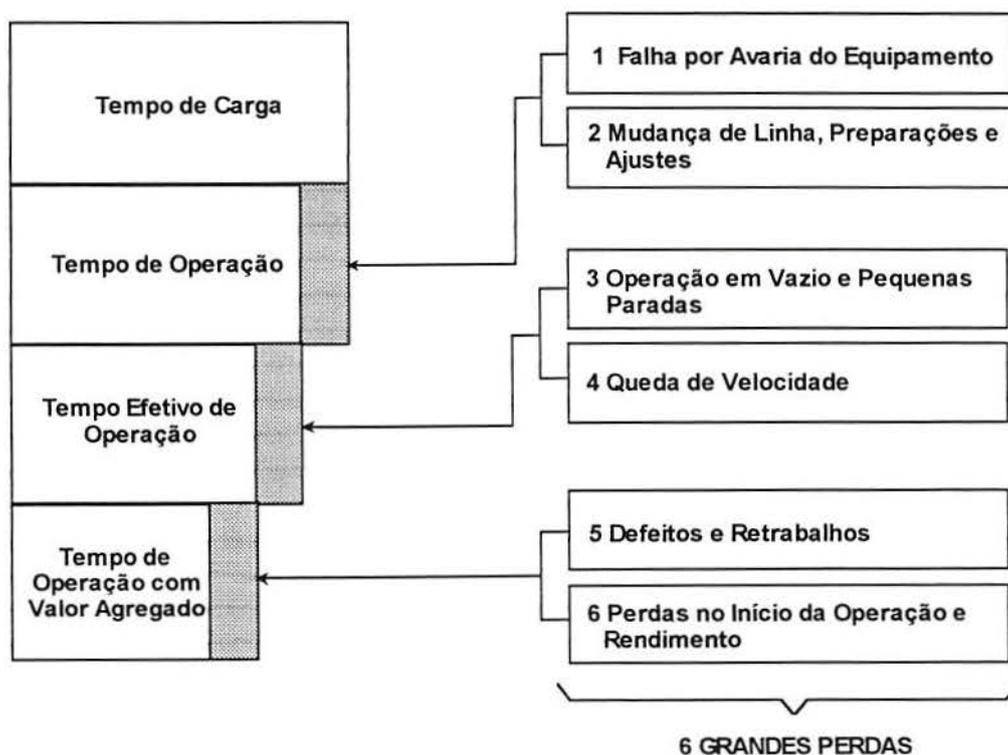
As diferentes parcelas da Taxa de Rendimento Global do Equipamento apresentadas acima, destinam-se a avaliar componentes específicos das perdas verificadas nos equipamentos.

$$\text{Taxa de Rendimento Global do Equipamento} = \underbrace{\text{Tempo Operacional}}_{\text{Disponibilidade}} \times \underbrace{\text{Velocidade Operacional}}_{\text{Performance}} \times \underbrace{\text{Índice de Qualidade do Produto}}_{\text{Índice de Qualidade}}$$

Fonte: (TAKASAN, 1992, p.29).

Figura 22 - Taxa de Rendimento Global do Equipamento da MPT.

A Figura 23 adiante, apresenta a Estrutura das Perdas dos Equipamentos, como interpretada na MPT, e que constitui ponto básico e fundamental para todo o desenvolvimento da metodologia, de acordo com NAKAJIMA (1989, p.25).



Fonte: (NAKAJIMA, 1989, p.25).

Figura 23 - Estrutura das Perdas dos Equipamentos.

Assim, as perdas indicadas acima, com repercussões sobre a saída Produção conforme dito, correspondem a progressivas reduções de produção do processo que, para efeito de quantificação, são convertidas em termos de tempo em relação ao total disponível. Por outro lado, estas perdas também apresentam relações claras com as outras saídas do processo, como pode ser visualizado na *Figura 21* anterior, razão pela qual será importante compreender as relações existentes entre a MPT e todas as saídas do processo produtivo dentro de sua ótica de modelo abrangente.

As perdas anteriormente listadas, são qualificadas como:

a) avarias - representam quebras ou interrupções (paradas) de operação bruscas dos equipamentos. São quantificadas através da parcela “disponibilidade da taxa de rendimento global do equipamento”;

b) preparações e ajustes - representam paradas de operação para regulagens, preparações e ajustes dos equipamentos visando a execução da produção. São quantificadas também através da parcela “disponibilidade da taxa de rendimento global do equipamento”;

c) paralisações rápidas e operações ociosas - representam paradas de pequena monta e operações em vazio dos equipamentos, decorrentes de erros operacionais ou mau funcionamento dos mesmos. São quantificadas através da parcela “performance da taxa de rendimento global do equipamento”;

d) queda de velocidade - representa perdas por operação do equipamento com velocidade abaixo da nominal, por razões diversas. São também quantificadas através da parcela “performance da taxa de rendimento global do equipamento”;

e) defeitos e retrabalhos - representam perdas na forma de produtos defeituosos que não podem ser entregues, implicando refugos e/ou retrabalhos. São

quantificadas através da parcela "índice de qualidade de produtos da taxa de rendimento global do equipamento";

f) perdas no início de operação e queda de rendimento - representam perdas decorrentes da queda de rendimento de transformação ou de serviços do processo devidas aos equipamentos (desgaste). Também são quantificadas através da parcela "índice de qualidade de produtos da taxa de rendimento global do equipamento".

#### 3.6.4 Redução das Perdas Segundo a MPT

A forma pela qual a MPT propõe atuar no sentido de redução das perdas identificadas e melhoria da Taxa de Rendimento Global do Equipamento pode ser melhor visualizada através das relações existentes entre o equipamento e as diversas saídas dos processos produtivos. Assim, segundo TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.43-145):

a) Relação entre produção e equipamento - entendida como a busca da melhoria de desempenho pela análise da forma de utilização e prevenção contra falhas do equipamento. Neste aspecto os pontos básicos constituem-se na confiabilidade operacional e na produtividade do equipamento.

No que diz respeito à confiabilidade, esta poderá ser avaliada e melhorada a partir da análise detalhada do histórico de funcionamento do equipamento de forma integrada pelas equipes de planejamento, produção e manutenção, na busca da caracterização das causas de eventuais desvios verificados pois, como afirma TAKAHASHI ; OSADA, (1993, p.47), "o equipamento não quebra só porque é antigo". Assim a MPT propõe a análise das avarias e mau funcionamento dos equipamentos, na busca de minimizar o tempo de paralisação dos mesmos e estender sua vida útil, de forma dirigida principalmente aos componentes considerados críticos do processo, ou seja", o equipamento ou linha de produção que exigem gerenciamento crítico no que se refere à produção e qualidade para aumentar os efeitos da manutenção

preventiva" (TAKAHASHI ; OSADA, 1993, p.61). O instrumento fundamental para a análise das melhorias possíveis, constitui-se no acompanhamento do indicador Tempo Médio Entre Falhas - TMEF (*Mean Time Between Failures - MTBF*).

Com relação à produtividade do equipamento, este parâmetro está grandemente vinculado ao anterior, como também a algumas das outras saídas do processo, razão pela qual constituirá um reflexo da aplicação global da MPT, como será melhor compreendido adiante. Porém, a disponibilidade do equipamento tem grande influência sobre sua produtividade, pelo que a minimização das paradas e execução eficiente dos serviços de manutenção durante as mesmas é vital. Sob este enfoque, a MPT propõe a avaliação sistemática das atividades de manutenção através do indicador Tempo Médio de Execução de Reparos - TMER (*Mean Time of Repair Execution - MTRE*).

A partir de uma análise sistemática destes enfoques, envolvendo a execução de manutenção em todos os intervalos verificados de produção, a MPT busca formas de aumento da Taxa de Rendimento Global do Equipamento.

b) Relação entre qualidade e equipamento - neste tópico a MPT interpreta como fundamental a relação existente entre as deficiências na qualidade do produto e as condições funcionais e deteriorações do equipamento de produção. Assim, "deve-se esclarecer a relação entre os pontos-chave na produção de itens de qualidade dependentes do equipamento e as modalidades de falhas do equipamento" (TAKAHASHI ; OSADA, 1993, p.87), no sentido de garantir a qualidade do produto através da melhoria da qualidade do equipamento de produção. Este enfoque é baseado no treinamento e na integração das equipes de produção e manutenção, pois interpreta que os técnicos de manutenção devem compreender profundamente as tecnologias associadas à produção, e os técnicos de produção devem compreender as tecnologias associadas à manutenção. Neste sentido, a MPT enfatiza a sistematização de metodologias de "análise máquina-qualidade" e de "análise da árvore de defeitos", na busca de obtenção de melhorias de qualidade através do equipamento ou linha de

produção, buscando a avaliação de componentes da qualidade diretos e indiretos, e as causas relacionadas ao equipamento e aos recursos humanos. A MPT também interpreta como fundamental na busca de maior qualidade, a utilização associada de técnicas como o *poka-yoke* japonês (sistemas ou mecanismos à prova de falhas), no sentido da preparação das áreas-chave do equipamento ou dos processos operacionais para evitar os erros provocados por descuidos ou esquecimento dos operários.

c) Relação entre custo e equipamento - neste ponto, a MPT defende que "a simples redução do custo de manutenção não é necessariamente a melhor política" (TAKAHASHI ; OSADA, 1993, p.105). Por outro lado, reconhece-se que os custos de manutenção e reparos podem representar parcelas significativas dos custos totais dos produtos. Portanto, neste caso, as melhorias serão oriundas da análise de investimentos e despesas em prevenção de manutenção, com posterior repercussão em termos de desempenho e produtividade dos equipamentos do processo produtivo, através do gerenciamento da manutenção baseado no TMEF e TMER.

Também o desenvolvimento tecnológico verificado ao longo dos últimos anos, que conduziu os processos produtivos a tornarem-se progressivamente intensivos em capital, leva à necessidade de avaliações mais aprofundadas baseadas nos instrumentos da MPT relativamente à substituição de equipamentos e manutenção de estoques de sobressalentes, em função dos reflexos destes fatores sobre as saídas do processo. Este aspecto introduz a necessidade de análise dos custos sobre o enfoque do "Custo do Ciclo de Vida - CCV"<sup>19</sup> (*Life Cycle Cost - LCC*) (NAKAJIMA, 1989, p.16), que busca evidenciar a análise e o gerenciamento dos custos, não nos curtos horizontes dos exercícios fiscais e legais, mas sim ao longo de períodos maiores que considerem a vida útil dos equipamentos de produção.

---

<sup>19</sup> Segundo NAKAJIMA, os custos de manutenção e suas repercussões não são adequadamente considerados, por não levarem em conta as parcelas incorridas ao longo de toda a vida útil dos equipamentos. Assim, o Custo do Ciclo de Vida - CCV ( ou *LCC - Life Cycle Cost*), abrange os custos de aquisição e operação da máquina no decorrer da vida útil prevista, cuja minimização deverá visualizar o período todo e não etapas parciais menores, envolvendo, por exemplo, somente o custo de operação.

d) Relação entre entrega (prazo) e equipamento - segundo TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.113), "a entrega é o fator que associa mais diretamente uma fábrica a seus clientes, independente da fábrica trabalhar ou não com itens por encomenda ou produção em massa". A questão das datas de entrega, ou melhor, dos cronogramas de produção, não pode ser equacionada a não ser que os padrões de gerenciamento do processo produtivo sejam aprimorados, estando envolvidos aí todas as saídas do mesmo. Dentro do enfoque da MPT, a melhoria deste parâmetro está na dependência de uma sistemática de análise das causas de não cumprimento dos prazos de produção que, em grande parte das vezes, são provocadas pelo equipamento, por avarias do mesmo, ou por problemas de qualidade vinculados também a ele. Sob esta ótica, a MPT propõe a adoção das metodologias de prevenção de manutenção, como forma de maior garantia dos cronogramas e prazos de produção.

e) Relação entre segurança e equipamento - inicialmente deve ser esclarecido que a MPT interpreta a saída segurança de forma ampla, incluindo em seu escopo a segurança propriamente dita, a proteção ambiental e o controle da poluição, todos aspectos importantes no gerenciamento de uma fábrica. Esta interpretação é resultante da constatação de que "as máquinas atualmente constituem os principais meios de produção das fábricas, razão pela qual os problemas do equipamento estão diretamente relacionados à segurança, aos acidentes e às questões ambientais do processo...." (TAKAHASHI ; OSADA, 1993, p.115). Assim, propõe-se uma visão global de segurança do equipamento (do pessoal e do processo), considerando-a como um sistema que enfatiza a avaliação de sua importância e confiabilidade, através de uma metodologia sistemática denominada "Avaliação da Segurança da Fábrica - ASF". Este método incorpora questões abrangentes do gerenciamento da fábrica, como a utilização de formas de prevenção de acidentes ao invés de meros mecanismos de medição dos mesmos, a busca do combate às anormalidades corriqueiras dos equipamentos até as ocorrências de desastres, a incorporação de aprimoramentos de segurança às atividades de manutenção, treinamento integrado das equipes de produção e manutenção, a busca de atendimento dos cronogramas de produção visando evitar horas extraordinárias e outros pontos relevantes.

f) Relação entre moral e equipamento - esta relação busca a integração e o comprometimento dos trabalhadores com os objetivos do processo produtivo (a produtividade), através do seu envolvimento com o equipamento e sua forma de utilização. Para tanto, a MPT encara como fundamental o enfoque do Programa dos 5S's<sup>20</sup>, uma vez que não é possível melhorar a produtividade do equipamento sem adequadas condições de organização, arrumação e limpeza, de acordo com TAKAHASHI ; OSADA (1993, p.123-145). O "Programa dos 5S's", por sua vez, implica, geralmente, uma mudança de comportamento dos trabalhadores, quer de produção, quer de manutenção, através de uma adesão geral do corpo funcional da fábrica ao programa, aspecto que introduzirá todos os envolvidos nos fundamentos do processo de manutenção. Através deste programa, busca-se uma progressiva educação do corpo funcional com relação à prevenção da manutenção, numa seqüência que envolve a disciplina no ambiente de trabalho, a criação de um ambiente de trabalho limpo, e o gerenciamento visual do ambiente de trabalho. Assim, poderá gradativamente ser incrementado o moral, orgulho e respeito próprio dos funcionários pelo seu ambiente de trabalho e pelos resultados alcançados.

### 3.6.5 Implantação da MPT

Visando o equacionamento das perdas identificadas, e a otimização das diversas saídas dos processos produtivos, a MPT propõe uma atuação sistêmica sobre os processos envolvendo as atividades listadas abaixo, identificadas como "pilares" de implantação da metodologia (TAKAHASHI ; OSADA, 1993, p.36) . São elas:

a) implantação do método dos 5S's e da manutenção voluntária (pelos funcionários);

---

<sup>20</sup> O Programa 5S's constitui uma metodologia participativa e de envolvimento dos trabalhadores em seu ambiente de trabalho buscando o incremento da organização, limpeza, disciplina, segurança e moral de forma coletiva. A denominação 5S's deve-se às etapas envolvidas, ou seja, *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que significam respectivamente: organização, arrumação, limpeza, higiene pessoal e disciplina.

- b) desenvolvimento de recursos humanos - treinamento de aptidões;
- c) manutenção especializada - planejamento e gerenciamento de manutenção;
- d) manutenção de qualidade - obtenção de qualidade através das instalações;
- e) melhoria na eficiência da produção e melhorias individuais;
- f) tecnologias do equipamento - previsão de facilidades de manutenção no projeto e consideração do "Custo do Ciclo de Vida - CCV".

### **3.6.6 Análise da Contribuição da MPT para a Indústria de Propriedade Contínua**

Lembrando-se uma característica básica da indústria de propriedade contínua, a da realização da produção pelos equipamentos com supervisão humana, e alguns fatores importantes que afetam seu desempenho, como a redução das interrupções e repartidas na busca do atingimento da disponibilidade e continuidade operacionais, constata-se que a Manutenção Produtiva Total apresenta grande contribuição para este tipo de indústria, na busca de eliminação das suas perdas e desperdícios.

Por outro lado, apesar de não abordar a integração das funções organizacionais (planejamento, operação e manutenção) com o foco dos "processos" proposto pela APE, (HARRINGTON, 1993), visualiza diversas relações internas que afetam as saídas do processo produtivo, e que são aplicáveis as condições da indústria de propriedade.

No entanto, devido à sua acentuada focalização sobre o fator produtivo equipamento, a utilização de sua lógica deverá ser apoiada por outros modelos, de

forma a permitir uma visão mais abrangente dos processos produtivos da indústria de propriedade.

### 3.7 ANÁLISE CRÍTICA DAS METODOLOGIAS ESTUDADAS

#### 3.7.1 Análise Crítica da Abordagem do Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais

Considerando a metodologia de Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - APE, segundo a abordagem formulada por HARRINGTON (HARRINGTON, 1993), verifica-se que a mesma possui um enfoque geral e amplo, dirigido a processos empresariais em geral. Assim, se por um lado apresenta conceituações largamente aplicáveis, por outro não analisa em detalhe aspectos específicos de processos produtivos industriais como os da indústria de propriedade, perdendo assim um pouco de profundidade no questionamento de aspectos técnicos e de gestão existentes na prática.

Para análise dos processos empresariais, parte do desmembramento dos mesmos em seus elementos constitutivos básicos, interpretados por um conjunto de macroprocessos simultâneos, subdivididos progressivamente em etapas menores, constituídas pelos subprocessos, atividades e tarefas, buscando nesta composição a identificação das causas das perdas existentes. A lógica de divisão dos processos empresariais em seus elementos constitutivos, baseia-se na identificação das principais funções executadas pela empresa. Portanto, utiliza uma lógica de mapeamento e questionamento dos processos empresariais, e não de análise pura e simples dos resultados alcançados frente aos potencialmente atingíveis, como forma de interpretação dos desvios. Esta lógica de divisão dos processos em etapas independentes e consecutivas apresenta uma maior focalização nas características da indústria de forma e segmento de serviços.

Visando a conceituação das perdas dos processos, utiliza a noção de "Valor Agregado", a qual é visualizada tanto no enfoque do cliente como no contábil-financeiro. O valor agregado é interpretado como o conjunto de atividades pelas quais o cliente está disposto a pagar, e que apresentam valor monetário superior aos dispêndios efetuados na sua produção. Portanto, trata-se de uma metodologia basicamente centrada no conceito de eficácia dos processos, buscando o aperfeiçoamento através da análise do trabalho segundo tal conceito. A fim de localizar as perdas referidas, divide o trabalho executado em atividades com valor real agregado, valor empresarial agregado e sem valor agregado, permitindo uma caracterização bastante completa. Por sua vez, a avaliação do valor agregado poderá conduzir à uma remodelagem completa do processo de trabalho, dentro de uma interpretação bastante semelhante à da Reengenharia<sup>21</sup> (HAMMER ; CHAMPY, 1994).

Além do conceito de eficácia, ligada à avaliação do resultado pelo cliente do processo, lança mão também do conceito de eficiência, vinculado à relação interna entre entradas e saídas do processo, e do conceito de adaptabilidade, o qual pode ser interpretado como a "flexibilidade" do processo em se adaptar às contínuas mudanças de exigências dos clientes internos e externos à organização. Tal enfoque justifica-se dentro do atual contexto de acirramento da competitividade e acelerada evolução tecnológica.

Desta forma, as perdas são buscadas no interior dos processos, bem como na interface dos mesmos, dentro da lógica de eficácia e eficiência da organização como um todo. Também uma questão relevante neste contexto é a visualização das exigências da cadeia de clientes até o consumidor final e não somente do cliente direto do processo, o que induz a uma maior objetividade na busca das metas da

---

<sup>21</sup> A Reengenharia, conforme proposta por HAMMER ; CHAMPY (1994), busca a reanálise completa das atividades desenvolvidas por um processo produtivo, seja ele empresarial ou industrial, dentro de uma lógica bem ilustrada pela máxima "Afim por que fazemos o que fazemos?" Em outras palavras, propõe o abandono das formas tradicionais de gestão, e um questionamento completo da organização relativamente a "o que" produzir, "como" produzir, "quem" deverá produzir, "quanto e onde" produzir, a partir da identificação das necessidades e requisitos dos clientes.

organização como um todo. Tal fato fica bem evidenciado pela consideração do fluxo de exigências e/ou expectativas dos clientes, em sentido contrário ao do trabalho, numa semelhança bastante acentuada com a lógica *just-in-time* de produção.

Um aspecto relevante é a busca da quebra da lógica tradicional de organização do trabalho por especialidades, ou segmentos específicos, através da estruturação da organização por processos, que efetivamente são os responsáveis pelos resultados.

A partir da análise da metodologia, pode ser constatado também que a mesma não aborda a questão do planejamento de forma específica.

Ainda merece ser salientada a interpretação dada pela APE ao item custo. Assim, como já mencionado, o dispêndio de todo o processo de transformação, que constitui efetivamente o gasto, é interpretado como custo, o qual realmente deveria caracterizar o dispêndio na produção de bens sem incluir despesas fixas estruturais eventualmente não utilizadas. Apesar disso, a APE dirige-se para a lógica do custeio por absorção (alocação aos produtos de uma parcela ideal e eficiente dos custos totais), apesar de não propô-la, na medida em que promove a confrontação dos custos totais das atividades e processos com a avaliação de seu valor agregado.

De uma forma geral, a proposta da APE de caracterização dos processos de trabalho através do fluxo, eficácia, eficiência, tempo e custo, dá-lhe uma conotação de metodologia ampla de eliminação de desperdícios, sem uma identificação específica das perdas existentes nos processos produtivos atuais. No que tange aos recursos humanos, estes também são entendidos como vitais para o sucesso dos aprimoramentos, apesar da consideração da necessidade de uma sistemática *top-down* (de cima para baixo) para sua implantação, como forma de vencer a resistência à mudança inerente à cultura organizacional.

○ *Quadro 7* a seguir apresenta uma síntese da análise anterior.

**Quadro 7 - Síntese da Análise Crítica do Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais.**

ANÁLISE CRÍTICA DO APERFEIÇOAMENTO DOS PROCESSOS EMPRESARIAIS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologia de caráter amplo - não dirigida à processos específicos (como os industriais).</li> <li>• Pressupõe a divisibilidade dos processos em atividades independentes.</li> <li>• Utiliza o mapeamento dos processos empresariais para localização de perdas e desperdícios, baseado nas funções executadas.</li> <li>• Caracteriza os processos através do fluxo, eficácia, eficiência, tempo e custo.</li> <li>• Utiliza a avaliação de valor agregado para identificação das perdas.</li> <li>• Enfoca indiretamente a qualidade.</li> <li>• Baseia-se principalmente na eficácia - também em eficiência e adaptabilidade.</li> <li>• Considera os requisitos da cadeia de clientes.</li> <li>• Focaliza as metas da organização como um todo e não as setoriais.</li> <li>• Propõe a quebra da lógica tradicional de organização do trabalho por especialidades.</li> <li>• Interpreta gasto como custo - busca a redução de custos (gastos) através da avaliação de valor agregado.</li> </ul>

### 3.7.2 Análise Crítica da Abordagem do Mecanismo da Função Produção

O Mecanismo da Função Produção - MFP, conforme proposto por SHINGO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993A), constitui-se numa sistemática de análise baseada na divisão dos processos produtivos em seus elementos estruturais ou, em outras palavras, no mapeamento dos processos produtivos (a partir da análise de GILBRETH), aplicado à produção intermitente ou indústria de forma conforme proposição original. Assim, a partir da constatação da existência de diferenças entre a capacidade potencial de trabalho e o trabalho realizado, que constituem as perdas, constata a necessidade de uma análise sistêmica dos processos produtivos. Após, através de sua decomposição, identifica as relações de causa e efeito que conduzem a essas perdas, propondo medidas para sua redução.

Por outro lado, o MFP insere-se (como a MPT) dentro do contexto do Sistema Toyota de Produção, principalmente no que diz respeito ao objetivo de "Estoque

Zero", e também de "Defeito Zero", visando a redução das perdas e, conseqüentemente, dos custos associados.

O referido mapeamento dos processos produtivos proposto pelo MFP, leva à estruturação dos mesmos em uma rede de processos (seqüência de transformação da matéria-prima em produto final) e de operações (atividades executadas por homens e máquinas nas diversas etapas da transformação), onde as perdas são analisadas no contexto dos processos, das operações e nas suas interfaces, dentro de uma lógica mais complexa que a da APE. Para montagem desta rede, o autor utiliza dois conceitos, em nosso entender fundamentais, para a compreensão dos processos produtivos: o objeto do processo produtivo (a transformação da matéria-prima em produto final) e o sujeito do processo produtivo (homens, máquinas e procedimentos que interferem na transformação).

Uma avaliação mais detalhada da constituição desta rede permite visualizar o conceito de "o que" ou eficácia, envolvido no enfoque processo e, o conceito de "como" ou eficiência, envolvido no enfoque operações. Isto confere uma boa abrangência de análise e avaliação dos processos, uma vez que envolve não somente a eficiência de uso dos recursos disponíveis mas a própria eficácia do processo como um todo, incluindo aí sua estruturação, não mais passivamente aceita como inerente, mas que passa a ser analisada como forma de otimização do desempenho global.

A divisão dos processos em seus elementos estruturais básicos (a partir da análise conduzida por GILBRETH) envolvendo processamento, inspeção, transporte e estocagem, e sua definição de forma independente e específica, demonstra o seu direcionamento para as características da indústria de forma, o que aliás é comentado por SHINGO em um de seus textos, quando aborda o questionamento que se fez relativamente as "esperas" verificadas no processo produtivo onde atuava profissionalmente. Assim, apesar de teoricamente expansível a outros tipos de processos produtivos, sua aplicação prática poderá não trazer os benefícios esperados, como no

caso da indústria de propriedade onde o processo produtivo não apresenta a divisibilidade prática representada por SHINGO.

Para construção do modelo de análise do trabalho, o MFP lança mão do conceito de agregação de valor, a partir do qual define as diferentes formas assumidas pelas atividades realizadas, ou seja trabalho efetivo, trabalho adicional e perdas. A noção de valor agregado está assentada basicamente na concepção de eficácia, razão pela qual a metodologia propõe a supremacia dos processos (eficácia) sobre as operações (eficiência) na busca da otimização da produção. Dentro desta ótica, propõe o ataque aos problemas localizados da produção de "forma simultânea", buscando a otimização do processo produtivo através da eliminação de perdas, tanto quantitativas como qualitativas, identificadas pragmaticamente na rede de processos e operações.

Uma questão conceitual merece ser observada no contexto do MFP. Segundo a visão geral do trabalho e suas formas, formulada por OHNO, o trabalho realizado se divide em efetivo, adicional e perdas. Porém, o detalhamento do conceito de perdas de acordo com SHINGO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993, p.18), e a identificação das sete grandes perdas típicas dos processos produtivos, define como perdas algumas atividades que tipicamente configurariam trabalho adicional, tais como movimento e transporte. Acredita-se que a interpretação dada por SHINGO, seja a de dividir o processo de transporte e a operação de movimento por sua vez, também em trabalho efetivo, adicional e perdas, identificando assim as perdas aí localizadas.

A metodologia, por sua vez, baseia-se em um processo de raciocínio norteado pelo entendimento do *status quo* (situação vigente) e suas relações de causa e efeito para identificação das perdas existentes. Neste sentido, os recursos humanos são interpretados como fundamentais à aplicação da metodologia, não somente por sua influência nas operações (concepção de eficiência), como também como fonte de melhorias contínuas, através da compreensão do "como" (*know how*) e do "porque" (*know why*) dos objetivos dos aperfeiçoamentos. Considerando o desenvolvimento

tecnológico verificado ao longo dos últimos anos, e a rápida expansão da automação de base micro-eletrônica, esta interpretação é de fundamental importância para a otimização dos processos.

Também, a introdução de mecanismos à prova de falhas (*poka-yoke*) e de execução de preparações e manutenções com interrupções da ordem de minutos, ou com os equipamentos em operação sem interrupção dos fluxos produtivos, são aspectos importantes da metodologia de tratamento global das perdas dos processos produtivos, principalmente da indústria de forma, na busca de eliminação das suas "porosidades", bem como na melhoria da sincronização e da continuidade da produção. Por outro lado, dada a ênfase do MFP para a prevenção, parece curiosa a utilização do termo "inspeção" na função controle da produção.

Toda a proposta do MFP voltada para a identificação de perdas e sua posterior redução ou eliminação, está, na essência, dirigida à uma lógica de redução de custos totais, visando a manutenção da competitividade empresarial.

Ainda, considerando a formulação da metodologia em análise, constata-se que a mesma está orientada basicamente para a operacionalização da produção no chão-de-fábrica, e não dirigida às etapas de planejamento e programação da produção.

Verifica-se, assim, que o MFP constitui-se em uma metodologia de análise dos processos produtivos, basicamente para a indústria de forma, que identifica perdas quantitativas (tempo e volume) e qualitativas (defeitos e refugos) através de um mapeamento da produção, sob os enfoques de eficácia e eficiência dos mesmos. A análise das condições de mercado não constitui foco de sua atenção.

Abaixo, o *Quadro 8* mostra um resumo da análise crítica acima.

### **Quadro 8 - Síntese da Análise Crítica do Mecanismo da Função Produção.**

ANÁLISE CRÍTICA DO MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologia de análise e de operacionalização da redução das perdas dirigida aos processos da indústria de forma.</li> <li>• Adota a premissa da divisibilidade dos processos em processamento, inspeção, transporte e estocagem.</li> <li>• Baseia-se na análise do trabalho realizado, identificando: trabalho efetivo, adicional e perdas.</li> <li>• Interpreta os processos produtivos como uma rede de processos (objeto da produção) e operações (sujeito da produção).</li> <li>• Baseia-se na análise da eficácia - e após na da eficiência.</li> <li>• Enfoca diretamente a qualidade.</li> <li>• Identifica, pragmaticamente, 7 tipos de perdas nos processos produtivos.</li> <li>• Analisa também as características do produto (visão do cliente) e as formas de sua produção.</li> <li>• Propõe diferentes formas de inspeção como forma de prevenir o surgimento de defeitos.</li> <li>• A redução das perdas está dirigida à redução de custos.</li> <li>• Não aborda as questões de planejamento e programação da produção.</li> </ul>

### **3.7.3 Análise Crítica da Abordagem de Capacidade e Nível de Atividade**

A análise da questão Capacidade e Nível de Atividade, apresentada de acordo com o enfoque de OSÓRIO (1986), baseia-se numa lógica de interpretação dos resultados dos processos produtivos com base no volume de produção alcançado, pela conjugação das variáveis capacidade (ou seu nível de atividade) e tempo de utilização. A partir da produção realizada, comparativamente àquela teoricamente possível, estabelece a identificação das perdas, na forma de capacidade ociosa (em relação à capacidade teórica máxima), tanto antecipada quanto operacional. Tais formas de perdas, segundo o autor, estão vinculadas a três fatores básicos, a saber:

- disponibilidade dos recursos físicos - este fator está vinculado à concepção e ao planejamento de utilização dos recursos disponíveis;

– tempo de utilização dos recursos - esta variável considera tanto a realização da produção propriamente dita, como também a sua programação;

– produtividade técnica - por sua vez, este fator envolve todas as etapas temporais de um processo produtivo, como a concepção e planejamento (definição dos produtos, sua qualidade, insumos e matérias-primas), a programação (grau de ocupação, *mix* ótimo de produção e programação propriamente dita) e a execução efetiva da produção (abastecimento, produção e resultados).

Desta forma, a análise conduzida torna-se bastante completa e adequada, por considerar não somente os aspectos vinculados à produção propriamente dita, mas também os fatores empresariais externos à ela (principalmente os anteriores).

Por outro lado, o desempenho do processo é avaliado com base nos resultados atingidos ou previstos, sem a análise das relações internas de causa e efeito que conduzem aos mesmos. Neste sentido, a abordagem centra-se na questão da eficiência de utilização dos recursos produtivos, na medida em que aceita a capacidade máxima prática como um parâmetro básico e inicialmente estabelecido, cujo uso deve ser otimizado. Constitui, assim, um enfoque quantitativo da produção, sem uma interpretação qualitativa do mesmo. Este enfoque basicamente quantitativo é devido, acredita-se, ao fato da abordagem de capacidade e nível de atividade ser originalmente destinada à alocação dos custos incorridos nos sistemas produtivos.

Deve ser lembrado que este autor defende o princípio do rateio dos custos indiretos fixos aos produtos e, por tal razão, aborda os aspectos estruturais ou externos à produção. No entanto, tal fato não invalida a análise conduzida sobre os fatores anteriores à produção (conceito *ex ante*) e a produção propriamente dita e seus resultados (conceito *ex post*).

Retornando ao modelo analítico e considerando o fator capacidade, o autor encara que a diferenciação existente entre os máximos teórico e prático da capacidade

é devida a paradas não elimináveis, qualificadas como "tempos mortos normais" e a questões ligadas aos meios produtivos, qualificadas como "ineficiência previsível", aspectos que são aceitos e interpretados como inerentes à produção. Neste aspecto, não há um questionamento das causas, ou mesmo uma análise de alternativas de arranjo dos fatores estruturais da organização, que conduzem às paradas (perdas) identificadas.

Por outro lado, um ponto relevante é a diferenciação apresentada entre capacidade e nível de atividade, na qual o último constitui a utilização que se faz do primeiro. Assim, o nível de atividade encontra-se na dependência de aspectos operacionais, envolvendo a programação e execução da produção propriamente dita, e de aspectos estruturais, envolvendo o planejamento e a concepção da produção, constituindo uma visão ampla que envolve não somente a gestão da produção, mas também do processo produtivo como um todo. No entanto, não discute suas possibilidades de melhoria, e a redução de custos daí decorrentes

Com relação ao fator tempo, desdobra-o a partir do período cronológico, abordagem bastante completa, na medida em que considera tanto a participação de fatores estruturais, externos à produção, como fatores operacionais, internos à produção, no uso do tempo transcorrido.

No que diz respeito à produtividade técnica, esta é interpretada como dependente de questões estruturais e operacionais, como efetivamente o é. No entanto, estes aspectos também não são analisados em maior detalhe, de forma a permitir uma visão clara das vinculações e relações de causa e efeito existentes.

Outro aspecto a ser salientado é aquele que identifica o nível de atividade do sistema produtivo como limitado pelo centro de trabalho ou componente de menor capacidade, enfoque que sugere a análise mais detalhada e a concentração de esforços sobre este componente na busca de otimização da produção, abordagem convergente

com a Teoria das Restrições (*TOC - Theory of Constraints*) de Eliyahu M. Goldratt (GOLDRATT ; FOX, 1991) (GOLDRATT ; COX, 1992A) (GOLDRATT, 1992B).

Conforme visto, a abordagem realizada por OSÓRIO (capacidade e nível de atividade), apesar de não analisar as relações de causa e efeito dos processos produtivos, aborda todos os períodos temporais e estágios dos mesmos, permitindo, neste sentido, uma abordagem geral dos fatores envolvidos e não restritos somente à etapa de operacionalização.

O *Quadro 9* abaixo, permite uma visualização da análise crítica anterior.

***Quadro 9 - Síntese da Análise Crítica da Abordagem de Capacidade e Nível de Atividade.***

ANÁLISE CRÍTICA DA ABORDAGEM DE CAPACIDADE E NÍVEL DE ATIVIDADE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemática de análise baseada na diferenciação entre resultados potenciais e alcançados - que identificam as perdas (capacidade ociosa).</li> <li>• As perdas estão vinculadas a 3 etapas temporais (estágios) da produção:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concepção;</li> <li>- Planejamento e programação;</li> <li>- Execução.</li> </ul> </li> <li>• Realiza análise basicamente quantitativa dos resultados possíveis e atingidos.</li> <li>• Não realiza a análise das relações de causa e efeito dos processos produtivos e suas perdas.</li> <li>• Não enfoca a questão da qualidade.</li> <li>• Análise baseada na eficiência - não aborda (explicitamente a eficácia).</li> <li>• Análise destinada à alocação de custos (autor defende rateio dos custos fixos estruturais).</li> <li>• Diferenciação entre capacidade e nível de atividade.</li> <li>• Consideração do tempo cronológico - abordagem ampla.</li> <li>• Capacidade total limitada pelo centro produtivo de menor capacidade.</li> </ul>

### 3.7.4 Análise Crítica da Abordagem da Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições, constituiu-se numa generalização dos conceitos básicos expostos por (GOLDRATT ; FOX ,1991) (GOLDRATT ; COX, 1992A) (GOLDRATT, 1992B) através da Tecnologia de Produção Otimizada (*Optimized Production Technology - OPT*)". Por sua vez, a OPT está voltada diretamente para a problemática dos processos produtivos industriais, envolvendo aspectos fundamentais como o balanceamento da capacidade dos componentes, o ataque às suas restrições, e a eliminação de porosidades operacionais através da sincronização da produção.

Desta forma, a Teoria das Restrições constitui uma sistemática de análise baseada tanto no mapeamento dos processos produtivos, como na avaliação do desempenho do processo como um todo, principalmente sob o enfoque econômico-financeiro. O mapeamento dos processos, na forma dos seus componentes ou etapas, representa um aspecto básico do processo de raciocínio, na medida em que a mesma é fundamental para a identificação das restrições, as quais serão objeto de ação de melhoria ou eliminação. A avaliação de desempenho é baseada na relação existente entre as medidas locais (operacionais) e globais, identificadas a partir da conceituação da meta da empresa como sendo gerar dinheiro agora e no futuro.

Por sua vez, a avaliação do atingimento da meta da empresa (desempenho), esta baseada nos conceitos de eficácia, retratado através da medição operacional *throughput* e dos medidores globais: **lucro líquido** e **retorno sobre o investimento**; e de eficiência, focado pelas medições operacionais: **inventário** e **despesa operacional**. Segundo GOLDRATT, a eficácia é priorizada em relação à eficiência.

O sistema de medição definido, avalia também fatores externos à produção propriamente dita (veja-se a interpretação de **inventário** e **despesa operacional**), sem no entanto buscar a análise de suas relações de causa e efeito ou propor formas

específicas de atuação sobre os mesmos. Especificamente, a concepção dos processos não é abordada.

Assim, a abordagem de otimização da capacidade do processo produtivo é global, não buscando melhorias individuais cujo somatório conduza a um melhor resultado do processo, mas sim buscando identificar as restrições do sistema que afetam seu desempenho global. Tal fato é oriundo da lógica de análise envolvida na TOC, segundo a qual o balanceamento do fluxo produtivo através do sistema (balanceamento das capacidades) é mais significativo para o seu desempenho que a maximização de capacidades individuais de componentes do sistema. Este enfoque, similar à dos elos de uma corrente, confere-lhe uma abordagem bastante abrangente.

Esta abordagem proposta, demonstra sua focalização nos processos produtivos da indústria de forma, uma vez que o balanceamento da capacidade dos componentes não constitui questão básica, por exemplo, da indústria de propriedade.

A Teoria das Restrições constitui-se, então, numa metodologia de análise que, basicamente, considera fatores quantitativos. Partindo da busca de fluxo continuado do processo produtivo, que implica no balanceamento de capacidade dos componentes, interpreta que todas as descontinuidades internas, temporais ou quantitativas, representam perdas com repercussões finais sobre a meta da empresa de gerar dinheiro. Dentro desta lógica as questões qualitativas são consideradas em menor grau.

O envolvimento da força de trabalho igualmente não constitui um dos pilares da Teoria das Restrições, pelo menos como originalmente apresentada.

Considerando-se agora a interpretação da “meta” da empresa como abordada pela TOC, verifica-se que os diferentes fatores internos da produção enfocados na metodologia, efetivamente traduzem-se em reflexos econômicos, ou seja, afetam a “geração de dinheiro” do processo produtivo. No entanto, outros fatores externos,

como as exigências de mercado (clientes), e internos, como os fatores estruturais e os insumos, também têm influência sobre a referida “meta” da empresa, sem estarem explicitamente incluídos na lógica de análise da TOC.

Um aspecto também relevante é a proposta de melhorias contínuas embutida na TOC quando, a partir da eliminação da restrição básica, passa-se a atacar a restrição seguinte, oriunda da nova configuração atingida pelo sistema.

Por outro lado, o processo de raciocínio da TOC constitui uma metodologia bastante completa na busca de causas dos problemas (perdas) e de formas de encaminhamento para os mesmos. Esta baseia-se numa contínua busca das relações de causa e efeito que conduzam à situação vigente, realizando uma completa ligação entre efeitos resultantes e a sua causa raiz ou básica. A sistemática de busca das causas dos problemas, de identificação dos conflitos envolvidos nas premissas da situação vigente e da melhoria buscada, e a utilização de novas idéias para o rompimento dos obstáculos encontrados, permite uma abordagem consistente dos problemas existentes, dentro da lógica de redução de perdas e aumento de ganhos.

O *Quadro 10* adiante apresenta uma síntese da análise crítica da Teoria das Restrições.

### **3.7.5 Análise Crítica da Abordagem da Manutenção Produtiva Total**

A abordagem da Manutenção Produtiva Total - MPT, conforme apresentada pelos autores NAKAJIMA (1989), TAKAHASHI ; OSADA (1993) e TAKASAN (1992), contém um enfoque diferenciado da análise da capacidade e seu nível de utilização. Como parte integrante do Sistema Toyota de Produção, a MPT insere-se dentro do novo paradigma produtivo *just-in-time*, cuja filosofia visa a produção da "quantidade certa, na hora certa e na qualidade adequada". Esta lógica de produção

apresenta como metas principais da produção, a "Quebra Zero" o "Estoque Zero" e, o "Defeito Zero".

**Quadro 10 - Síntese da Análise Crítica da Abordagem da Teoria das Restrições.**

ANÁLISE CRÍTICA DA ABORDAGEM DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologia de análise baseada no mapeamento do processo produtivo (divisão em componentes) e na medição de seu resultado global.</li> <li>• Pressupõe a divisibilidade do processo produtivo.</li> <li>• As perdas são identificadas como as restrições que afetam o resultado global.</li> <li>• As restrições são analisadas basicamente segundo o enfoque de capacidade (OPT).</li> <li>• Metodologia voltada principalmente às características da indústria de forma.</li> <li>• Realiza avaliação da eficácia do sistema (medidores globais) e eficiência interna (medições operacionais).</li> <li>• Analisa basicamente aspectos quantitativos e não qualitativos.</li> <li>• Avalia fatores externos à produção (medições operacionais) sem analisá-los em profundidade.</li> <li>• Não considera o envolvimento da força de trabalho.</li> <li>• Lógica de melhorias contínuas.</li> <li>• Processo de raciocínio baseado na relação causa e efeito - prioriza o entendimento do porquê ao entendimento do como.</li> </ul>

Neste contexto, a MPT volta-se à busca da "Quebra Zero", razão pela qual é orientada para o equipamento, o qual interpreta como principal meio de produção. Em outras palavras, a MPT propõe o gerenciamento global dos recursos e insumos do processo produtivo voltado ao aumento de produtividade dos equipamentos de produção, analisando todas as relações vinculadas a estes.

Assim, a interpretação de que o objetivo maior dos processos produtivos é a produtividade (entendida como saídas/entradas), identifica o gerenciamento dos equipamentos como um dos pilares básicos na busca da otimização entre as entradas

(dinheiro, materiais, homem e máquina) e as saídas (produção, qualidade, custo, entrega, segurança e moral), dentro de uma abordagem bastante operacional. Neste sentido, constitui um enfoque basicamente voltado à eficiência de utilização dos equipamentos, não abordando a análise de questões estruturais de concepção e de planejamento da produção, aspectos também importantes na busca de melhoria dos resultados. Comparativamente à análise da capacidade e nível de atividade de OSÓRIO, acha-se mais voltada para a otimização do nível de atividade, ou seja, dirigida às perdas internas da produção.

A avaliação do processo é baseada na comparação entre o potencial de produção teórico e o realizado para, a partir daí, desenvolver a noção de perdas, e definir pragmaticamente suas formas e suas origens. Considerando este aspecto, apresenta um enfoque abrangente, avaliando como fatores básicos que conduzem às perdas, a variável tempo, a capacidade ou seu nível de utilização (expresso na forma de rendimento), além da qualidade dos produtos, dentro da sistemática de avaliação denominada Taxa de Rendimento Global dos Equipamentos. Note-se que as perdas abordadas são exclusivamente aquelas vinculadas aos equipamentos.

No que diz respeito aos custos, a MPT busca sua redução, propondo para tanto a utilização do conceito de "Custo do Ciclo de Vida" nas decisões relativas aos equipamentos, dentro de um enfoque de longo prazo, em contraposição às metas de curto prazo dos processos produtivos geralmente utilizadas. Deve ser salientado que a abordagem de custos realizada pela MPT, refere-se exclusivamente aos custos relacionados aos equipamentos e sua utilização, envolvendo a aquisição, manutenção, operação (não incluindo matérias-primas e mão-de-obra) e substituição parcial ou total, constituindo, portanto, um enfoque limitado que não considera outras importantes parcelas dos custos incorridos nos processos produtivos.

No que se refere ao conceito do custo de ciclo de vida, este nada mais é que outra denominação para a vida econômica dos equipamentos, sem dúvida um aspecto importante considerando-se a tendência de elevação dos investimentos

iniciais dos processos industriais. Assim, a lógica de custos aqui proposta, retrata a busca do atingimento do ponto de mínimo custo total composto pelo somatório do custo de manutenção e do custo de recuperação do capital investido no equipamento. Em outras palavras, trata-se do cotejo entre os custos de prevenção e falhas.

Dentro da sistemática de avaliação dos processos apresentada, um ponto importante é o que diz respeito à consideração do fator tempo. Assim, a MPT avalia o rendimento dos equipamentos dentro do período de tempo em que os mesmos encontram-se disponíveis para operação, não incluindo neste segmento o período de ociosidade devido às questões estruturais, de concepção, de planejamento e vinculadas ao mercado, que compõem o tempo cronológico total.

Desta forma, restringe-se à análise do desempenho no período parcial em que os equipamentos estão submetidos a condições operacionais internas. Tal análise de desempenho, válida do ponto de vista dos equipamentos, parece insuficiente do ponto de vista do processo produtivo como um todo, por não avaliar outras questões significativas como fatores estruturais, planejamento, fluxos e outros, incluídas na gestão da produção.

Um outro aspecto que merece alusão é o que se refere a um relativo conflito existente entre o período de disponibilidade para operação dos equipamentos e a noção de tempo de sua avaliação a partir do conceito de Custo do Ciclo de Vida. Enquanto o período de avaliação do desempenho (disponibilidade) sugere ciclos anuais, de acordo com o que geralmente ocorre com os processos produtivos, o conceito do ciclo de vida sugere períodos mais longos de avaliação, o que poderia levar a Taxa Global de Rendimento à uma relatividade ainda maior, se considerado o somatório dos períodos ociosos por causas não internas ao processo no longo prazo.

Outra questão não bem identificada na metodologia MPT é aquela que diz respeito a "onde" realizar a avaliação da Taxa de Rendimento Global dos equipamentos, se nos componentes de menor capacidade, se em outros componentes,

ou se no sistema produtivo como um todo. Tal situação careceria de uma melhor visualização, para que os objetivos da metodologia sejam atingidos de forma mais consistente, envolvendo os aspectos gerenciais.

No que se refere a questão organizacional, a abordagem da MPT, apesar de basicamente voltada aos equipamentos, apresenta um enfoque consistente, na medida em que propõe uma atuação e análise conjunta dos diversos segmentos organizacionais envolvidos (produção, manutenção e programação), dentro de uma visão sistêmica voltada para a melhoria de desempenho.

Assim, a busca de resolver questões existentes na interface dos segmentos especializados, e a interpretação de que a operação dos equipamentos e sua manutenção constituem parcelas quase indivisíveis de um todo maior, a produção, constitui um ponto importante como ferramenta de gestão dos processos produtivos. No entanto, não desenvolve a questão a ponto de propor a análise e estruturação por processos de trabalho.

Abaixo, o *Quadro 11* apresenta uma síntese da análise crítica anterior.

***Quadro 11 - Síntese da Análise Crítica da Abordagem da Manutenção Produtiva Total***

ANÁLISE CRÍTICA DA ABORDAGEM DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologia de análise baseada na comparação dos resultados potenciais e realizados.</li> <li>• Os equipamentos são interpretados como o principal meio de produção.</li> <li>• Define a principal meta dos processos produtivos como a sua produtividade (saída/entrada).</li> <li>• Define todas as perdas como vinculadas aos equipamentos segundo três fatores: tempo, capacidade e qualidade.</li> <li>• Propõe atuação sobre as perdas nas relações entre os equipamentos e as saídas do processo produtivo: produção, qualidade, custo, entrega, segurança, moral.</li> <li>• Metodologia voltada à eficiência de utilização dos recursos.</li> </ul>

continua

<b>ANÁLISE CRÍTICA DA ABORDAGEM DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL</b> (Continuação)
--

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisa aspectos quantitativos e qualitativos.</li> <li>• A avaliação é restrita aos equipamentos.</li> <li>• Adota o conceito de custo do ciclo de vida (vida econômica).</li> <li>• Aborda o tempo disponível para operação e não o tempo total (cronológico).</li> <li>• Não analisa questões externas à produção (estruturais e de apoio).</li> <li>• Não avalia as etapas de concepção, planejamento e programação da produção.</li> <li>• Propõe a integração das funções organizacionais, mas não adota a lógica dos processos de trabalho.</li> </ul> |
|--|

### 3.8 ANÁLISE COMPARATIVA DAS METODOLOGIAS ESTUDADAS

Uma comparação dos enfoques anteriormente descritos permite identificar alguns pontos julgados importantes em termos de premissas e conceituações utilizadas nas diferentes abordagens, quais sejam:

- Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - APE;
- Mecanismo da Função Produção - MFP;
- Análise da Capacidade e Nível de Atividade;
- Teoria das Restrições - TOC;
- Manutenção Produtiva Total - MPT.

Para permitir uma visualização mais clara da comparação entre as características das diferentes metodologias, o *Quadro 12* a seguir apresenta um resumo das diferentes abordagens segundo diversos critérios.

**Quadro 12 - Síntese da Análise Comparativa das Metodologias Estudadas.**

ITEM	CRITÉRIOS DE COMPARAÇÃO	METODOLOGIAS ABORDADAS				
		APE	MFP	CAPACIDADE E NÍVEL DE ATIVIDADE	TOC	MPT
3.8.1	PRINCÍPIO DE ANÁLISE	Avaliação do valor agregado (AVA)	Análise das formas de trabalho	Comparação entre teórico e realizado	Efeito das restrições sobre o resultado global	Comparação entre potencial e realizado
3.8.2	OBJETO DE ANÁLISE	Processos empresariais	Processos produtivos industriais	Fatores fixos e variáveis da produção	Processos produtivos industriais	Relação entre equipamentos e resultados dos processos industriais
3.8.3	FINALIDADE DA ANÁLISE	Sistemática de avaliação e melhoria dos processos empresariais	Sistemática de redução de perdas dos processos industriais - JUST-IN-TIME	Análise dos fatores de produção para alocação de custos	Sistemática de avaliação e gestão dos processos produtivos p/ alcance da "meta"	Metodologia de otimização do desempenho dos equipamentos
3.8.4	ABRANGÊNCIA DE ANÁLISE	Grande abrangência - voltada aos processos empresariais	Boa abrangência - dirigida aos processos produtivos da ind. de forma	Grande abrangência - mais voltada a processos produtivos	TOC - dirigida à ind. de forma/Processo de raciocínio - grande abrangência	Abrangência restrita - voltada à equipamentos industriais
3.8.5	METODOLOGIA DE ANÁLISE	Divisão do processo produtivo em processos de trabalho	Divisão do processo produtivo em uma rede de processos e operações	Análise da diferença sob os enfoques tempo e capacidade	Divisão do sistema em seus componentes	Análise da diferença convertida em parcelas de tempo
3.8.6	INTERPRETAÇÃO DO TEMPO	Variável básica para análise e identificação das perdas	Variável básica para análise e identificação das perdas	Considera o tempo cronológico total - variável básica	Variável básica para otimização dos resultados	Considera somente o tempo disponível para operação
3.8.7	INTERPRETAÇÃO DAS PERDAS	Caracteriza perdas com base no tempo, custo e qualidade	Caracteriza perdas específicas dos processos e operações	Perdas inerentes (estruturais) e perdas elimináveis (operativas)	Caracteriza perdas como as restrições do sistema (capacidade)	Caracteriza perdas específicas vinculadas aos equipamentos
3.8.8	INTERPRETAÇÃO DOS CUSTOS	Busca da redução dos custos diretos pelo uso da AVA	Lógica do "não-custo" - busca de redução dos custos diretos	Realiza a análise visando a alocação dos custos totais	Busca simultânea da redução dos custos e aumento da receita	Busca de redução dos custos dos equipam. - vida econômica
3.8.9	APLICABILIDADE À INDÚSTRIA DE PROPRIIDADE	Aplicável na análise das funções e processos que suportam a produção	Analogia das perdas é aplicável - definição do objeto e do suj. da prod.	Aplicável na análise dos fatores externos e internos à produção	Processo de raciocínio aplicável à construção de modelo analítico	Diretamente aplicável pela importância dos eqips. p/ a produção
3.8.10	PONTOS COMUNS	DEPENDÊNCIA EM UM AMPLO SISTEMA DE INFORMAÇÃO E MEDIÇÃO DE DESEMPENHO				

### 3.8.1 Quanto ao Princípio de Análise

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - a APE utiliza a conceituação de agregação de valor, porém com um enfoque centrado nas exigências e necessidades do cliente, para definir as atividades com valor real agregado, valor empresarial agregado e sem valor agregado ou perdas, para as quais busca a eliminação.

– Mecanismo da Função Produção - SHINGO vale-se, de acordo com a conceituação de OHNO de que "agregar valor é processar", da divisão dos tipos de trabalho realizados segundo sua agregação de valor ao processo produtivo, em trabalho efetivo, adicional e perdas, na busca de identificação destas últimas dentro da lógica de eliminação de desperdícios.

– Capacidade e Nível de Atividade - a análise realizada por OSÓRIO baseia-se na comparação da capacidade potencial teórica de produção do processo com a prevista ou realizada, identificando, a partir da diferença, as perdas existentes.

– Teoria das Restrições - a TOC baseia-se na avaliação da contribuição das partes para o todo como forma de análise do processo produtivo, princípio que pode ser observado tanto pela busca da eliminação das restrições do sistema, como pela relação entre os medidores locais e globais de atingimento da meta de "fazer dinheiro no presente e no futuro".

– Manutenção Produtiva Total - a MPT baseia-se na comparação da capacidade nominal de produção dos equipamentos com a verificada, para identificação das perdas e as possibilidades de sua eliminação.

### 3.8.2 Quanto ao Objeto de Análise

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - a APE enfoca os processos empresariais de uma forma mais genérica, identificando múltiplos processos simultâneos (fluxos simultâneos) que interagem para o produto final.

– Mecanismo da Função Produção - o MFP centra sua análise especificamente sobre os processos produtivos, ou em outras palavras, sobre o processo de transformação das matérias-primas em produtos acabados (fluxo principal ou processo) e as atividades necessárias para realização ou suporte deste processo (operações).

– Capacidade e Nível de Atividade - a análise da capacidade e nível de atividade busca visualizar a relação entre os fatores fixos de produção (estruturais e operacionais) e fatores variáveis de produção (somente operacionais), com as limitações de capacidade e definição do nível de atividade do processo produtivo, envolvendo etapas anteriores (*ex-ante*) e posteriores (*ex-post*) à produção propriamente dita, visando a alocação de custos totais.

– Teoria das Restrições - a TOC apresenta como objeto de análise o sistema ou processo produtivo industrial em si, composto por diversos componentes inter-relacionados (inclusive as restrições), cuja melhoria global constitui o resultado buscado.

– Manutenção Produtiva Total - a MPT analisa a relação existente entre o equipamento, principal meio de produção, e sua relação com as entradas (insumos) e as saídas (produtos) do processo produtivo, na busca de identificação das causas de desvios, após a realização da produção.

### 3.8.3 Quanto à Finalidade da Análise

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - o APE trata-se de uma forma de avaliação e gestão de processos, neste caso mais voltada para os aspectos empresariais e orientada para a eliminação das perdas e desperdícios, através da busca da eficácia e eficiência.

– Mecanismo da Função Produção - o MFP constitui uma sistemática de avaliação e gestão de processos produtivos, norteado pela eliminação das perdas e desperdícios de acordo com as noções de trabalho efetivo, adicional e perdas.

– Capacidade e Nível de Atividade - a análise de capacidade e nível de atividade constitui uma sistemática de avaliação dos processos produtivos, a partir dos fatores de influência sobre os mesmos, visando uma forma de alocação de custos aos processos e produtos.

– Teoria das Restrições - a partir da identificação da meta da organização, a TOC propõe-se a ser uma metodologia que, através dos passos sugeridos permita atingir o resultado buscado para a empresa como um todo, de uma forma bastante específica e objetiva.

– Manutenção Produtiva Total - a Manutenção Produtiva Total, como o próprio nome revela, constitui uma metodologia de gerenciamento dos equipamentos dos processos produtivos, voltada à busca da melhoria de desempenho destes pela redução das perdas.

### 3.8.4 Quanto à Abrangência da Análise

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - o APE apresenta uma conceituação mais genérica e abrangente, sem no entanto descer ao nível de

detalhamento talvez exigível, agregando, porém, conceitos importantes com relação aos objetivos das organizações empresariais.

– Mecanismo da Função Produção - a conceituação do MFP mostra-se mais específica e detalhada com relação aos processos produtivos (a partir da bibliografia disponível), permitindo, em tese, a expansão de seus conceitos para processos mais complexos e diferenciados. Basicamente volta-se à indústria de forma.

– Capacidade e Nível de Atividade - o enfoque de OSÓRIO é bastante abrangente e, em termos, bastante adequado, na medida que aborda aspectos estruturais externos à produção, portanto, vinculados ao negócio e à sua gestão, e aspectos internos à produção propriamente dita.

– Teoria das Restrições - o processo de raciocínio que suporta a TOC é bastante abrangente, propondo uma sistemática de identificação das causas dos problemas, das premissas específicas que conduzem aos últimos e das formas de encaminhamento para remoção dos obstáculos, inclusive culturais. Mais ampla que a própria Teoria das Restrições, parece representar uma metodologia extensível a diferentes tipos de empreendimentos. No que tange à TOC especificamente, esta mostra-se mais dirigida à indústria de forma.

– Manutenção Produtiva Total - por seu lado, a MPT apresenta uma abordagem mais restrita, vinculada aos equipamentos e seus aspectos operacionais.

### **3.8.5 Quanto à Metodologia de Análise**

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - a metodologia de Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais adota o mapeamento dos processos empresariais para dirigir a avaliação, sendo, no entanto, sua lógica de divisão a das funções executadas pela organização, o que conduz aos macroprocessos,

subprocessos, atividades e tarefas, desvinculados da divisão clássica do trabalho por especialidades.

– Mecanismo da Função Produção - o Mecanismo da Função Produção propõe o mapeamento dos processos produtivos para conduzir sua análise dos tipos de trabalho empregados. Para tanto, adota - talvez o aspecto mais importante desta concepção - a lógica de divisão do processo produtivo segundo o objeto da transformação, representado pelo processo (transformação da matéria-prima em produto acabado), e segundo o sujeito da transformação, representado pelas operações (atividades executadas por homens e máquinas na transformação).

– Capacidade e Nível de Atividade - a partir da constatação da diferença entre os resultados alcançados e os teoricamente possíveis, esta é decomposta em termos de tempo e de capacidade. Sob o enfoque tempo, são analisadas as questões vinculadas às diferentes parcelas, como paradas por razões legais, razões técnicas e outras. Sob o enfoque capacidade, a análise centra-se na identificação dos fatores internos e externos à produção vinculados ao diferencial existente entre a capacidade máxima teórica e o volume real de produção.

– Teoria das Restrições - GOLDRATT adota a divisão do sistema nos seus componentes para permitir a identificação de descontinuidades e desbalanceamentos de capacidade de componentes do processo em relação aos demais e ao sistema como um todo, como forma de conduzir a análise sobre as melhorias possíveis e desejáveis no sentido de atingir a meta da empresa.

– Manutenção Produtiva Total - a MPT analisa o processo produtivo a partir da diferenciação entre os resultados possíveis e os alcançados. Tal diferencial é convertido em parcelas de tempo equivalentes, as quais são atribuídas às diferentes formas de perdas.

### 3.8.6 Quanto à Interpretação do Tempo

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - para HARRINGTON, a variável tempo constitui um dos pilares da metodologia, juntamente com os custos, o fluxo, a eficácia e a eficiência. Sua metodologia encara a análise temporal como básica à obtenção de melhorias dos processos empresariais.

– Mecanismo da Função Produção - a MFP empresta uma importância significativa à variável tempo, como um dos aspectos importantes para a eliminação das perdas e desperdícios. Dentro da metodologia proposta, este fato pode ser visualizado através das proposições contidas no *SMED - Single Minute Exchange of Die* (troca rápida de ferramentas), nas operações multifuncionais dos trabalhadores, e no próprio *poka-yoke* (mecanismos à prova de falhas) que busca evitar a repetição de tarefas ou retrabalhos, que conduzem aos tempos mortos de produção.

– Capacidade e Nível de Atividade - a análise da capacidade e nível de atividade de OSÓRIO avalia o tempo total envolvido em um processo produtivo, vale dizer o tempo cronológico, constituindo-se numa visualização bastante completa desta variável. No entanto, não enfoca a questão do longo prazo diretamente, mencionando apenas a diferenciação entre os níveis de atividade de médio e de curto prazos, e suas repercussões sobre os custos.

– Teoria das Restrições - na TOC a variável tempo também constitui um ponto essencial, apesar de talvez não tão explicitada como em outras sistemáticas. Assim, a sincronização da manufatura e o balanceamento do processo produtivo, e os pulmões aí incluídos, estão, sem dúvida nenhuma, vinculados ao tempo de utilização dos componentes do sistema visando sua otimização global.

– Manutenção Produtiva Total - a Manutenção Produtiva Total, por sua vez, enfoca apenas o tempo em que o equipamento está disponível para produção, não abordando o tempo ligado a questões legais, técnicas e interrupções do fluxo

produtivo, ou seja, externas à produção, sendo assim uma avaliação parcial. Apesar de considerar a importância do longo prazo, a partir do conceito de “Custo do Ciclo de Vida”, não o vincula diretamente à metodologia de avaliação proposta através da Taxa de Rendimento Global do Equipamento.

### 3.8.7 Quanto à Interpretação das Perdas

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - a metodologia identifica as perdas nas diferentes fases dos processos e nas suas interfaces, considerando as mesmas passíveis de minimização ou mesmo eliminação. Para tanto, baseia-se na conceituação de valor agregado. A partir desta conceituação, busca a melhoria do fluxo do processo (continuidade) bem como de sua qualidade, adequado atendimento dos prazos e minimização de custos.

– Mecanismo da Função Produção - o MFP utiliza como lógica básica de identificação de perdas a avaliação de valor agregado, dividindo o trabalho em efetivo, adicional e perdas. Para localização das perdas no interior do processo produtivo, lança mão de sua divisão segundo os dois eixos principais da produção: o do processo e o das operações.

– Capacidade e Nível de Atividade - OSÓRIO interpreta as perdas vinculadas às questões estruturais como aceitáveis e inerentes, propondo o tratamento das perdas vinculadas às questões operacionais dos processos produtivos. Em outras palavras, interpreta as perdas como diretamente vinculadas ao nível de atividade.

– Teoria das Restrições - para GOLDRATT, a identificação das perdas é global, fato bem retratado através da relação entre medidores econômico-financeiros globais e locais. Assim, o balanceamento e a sincronização do processo produtivo constitui o grande objetivo da produção, de forma que as perdas são representadas por todos os empecilhos à continuidade de fluxo do processo, ou seja, as restrições.

– Manutenção Produtiva Total - a MPT, propõe e orienta o ataque a todas as perdas operacionais dos processos produtivos vinculadas diretamente aos equipamentos, não observando outras formas de perdas.

### 3.8.8 Quanto à Interpretação dos Custos

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - dentro da sistemática de análise proposta por HARRINGTON, os custos (principalmente diretos) constituem um dos medidores mais significativos na busca de eliminação das perdas. Em outras palavras, representam um instrumento fundamental na melhoria dos processos empresariais. Não propõe a utilização do custeio por absorção.

– Mecanismo da Função Produção - um dos princípios conceituais da lógica proposta por SHINGO é o do “não-custo”, ou seja, a busca de sua redução possível. Tal fato é bem ilustrado pela busca da multifuncionalidade dos trabalhadores, como pela troca rápida de ferramentas e busca de eliminação de estoques. Ainda, a abordagem do MFP relativamente aos custos incorridos na produção é mais dirigida aos custos diretos dos fatores envolvidos no processo produtivo, isto é, materiais, máquinas e trabalhadores.

– Capacidade e Nível de Atividade - a abordagem de OSÓRIO busca a análise da participação dos diferentes fatores na produção, com vistas à adequada alocação de custos aos produtos.

– Teoria das Restrições - a questão econômica onde estão também incluídos os custos, é um aspecto tratado objetiva e explicitamente pela TOC, a principiar pela definição da meta de gerar dinheiro agora e no futuro. Para GOLDRATT, o enfoque econômico-financeiro é o que melhor retrata o desempenho da organização dentro de sua abordagem conceitual, o que fica bem demonstrado nos indicadores locais e

globais propostos, onde se busca a redução dos custos diretos e indiretos e o aumento da geração de receita.

– Manutenção Produtiva Total - a MPT enfoca os custos de produção de forma genérica, sendo mais específica apenas no que concerne aos equipamentos e sua utilização, onde visa a redução dos custos vinculados.

### **3.8.9 Quanto à Aplicabilidade da Análise aos Processos da Indústria de Propriedade**

– Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - a atuação proposta pela APE, dirigida a processos empresariais de forma genérica, encontra aplicabilidade na indústria de propriedade, porém de forma mais dirigida às funções e processos que apóiam e suportam a produção propriamente dita. Assim, tendo o processo de transformação como eixo principal, todos os processos paralelos, importantes e necessários, permitem abordagem adequada pela metodologia sugerida por HARRINGTON.

– Mecanismo da Função Produção - as aplicações estudadas do MFP proposto por SHINGO voltam-se mais a processos produtivos intermitentes da indústria de forma. No entanto, a divisão dos processos produtivos em seus objetos (processos de transformação) e sujeitos (operações realizadas), constitui uma lógica básica amplamente aplicável à indústria de propriedade, na busca de interpretação das ações de racionalização, em termos de sua eficácia e eficiência.

– Capacidade e Nível de Atividade - a aplicabilidade desta metodologia aos processos da indústria de propriedade vincula-se à análise da importância de fatores internos (operacionais) e externos (fixos e estruturais) à produção sobre a capacidade e nível de atividade do processo, no sentido de uma interpretação global do processo produtivo e não restrita ao enfoque da operacionalização da produção.

– Teoria das Restrições - no que diz respeito à TOC, esta, conforme originalmente enfocada, apresenta-se mais dirigida aos processos da indústria de forma. Sua aplicabilidade à indústria de propriedade implicaria na adequação dos conceitos de restrições baseadas nas capacidades, uma vez que a capacidade dos componentes neste tipo de indústria é por projeto balanceada. No entanto, a lógica de busca das restrições dos sistemas, e o processo de raciocínio que sustenta a TOC, parecem plenamente aplicáveis aos processos da indústria de propriedade na busca de sua racionalização operacional.

– Manutenção Produtiva Total - considerando a importância dos equipamentos da indústria de propriedade para seu desempenho, principalmente pelo fato de qualquer equipamento constituir-se em componente essencial para a produção, a aplicabilidade da MPT parece constituir aspecto fundamental, não em termos de avaliação do processo, mas sim visando garantir a confiabilidade da instalação.

### **3.8.10 Pontos Comuns das Metodologias**

Um aspecto comum a ser observado em todas as metodologias estudadas, é o fato das mesmas basearem-se na existência de um abrangente sistema de informações, envolvendo questões como comunicação, treinamento, medidas de desempenho e realimentação. Em outras palavras, as metodologias pressupõem a disponibilidade de um sistema de informações como acima mencionado, para permitir sua aplicabilidade.

De uma forma geral, a constatação possível a respeito da aplicabilidade à indústria de propriedade das metodologias e técnicas estudadas é de que a mesma é possível e até mesmo desejável, observando-se que não se trata da aplicação generalizada dos modelos, mas sim sua aplicação à segmentos ou partes do sistema como um todo, até mesmo de forma complementar ou sinérgica.

#### 4. MODELO ANALÍTICO DE PROCESSOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA

Neste Capítulo será apresentada a formulação de um modelo de análise dos processos da indústria de propriedade contínua. Para tanto, serão tomados como base a caracterização dos processos da indústria de propriedade abordada no Capítulo II, bem como os modelos analíticos de processos produtivos apresentados e discutidos no Capítulo III.

Inicialmente, são identificados o objetivo do modelo, seu princípio de análise e a interpretação a respeito das perdas neste tipo de indústria. Após, é apresentada uma sistemática de análise das relações de causa e efeito destes processos, que conduzem ao desempenho e resultados finais apresentados pelos mesmos. Esta etapa é de fundamental importância para a construção do modelo, na medida em que permitirá a identificação das causas que conduzem a problemas (resultados indesejáveis), bem como a visualização sistêmica do processo como um todo.

Como etapa posterior, são identificados os fatores considerados críticos ao desenvolvimento dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, e que portanto deverão ser objeto de acompanhamento por um modelo de gestão. Finalizando, é buscada a identificação dos principais tipos de perdas dos processos aqui estudados.

## 4.1 OBJETIVOS DO MODELO

Considerando a multiplicação das dimensões competitivas verificada ao longo das últimas décadas no cenário intercapitalista mundial, a formulação de um modelo analítico de processos produtivos, sejam eles da indústria de forma, sejam eles da indústria de propriedade, que é o caso presente, deverá necessariamente contemplar o atendimento das dimensões específicas que os afetam.

Observando-se a indústria de forma, constata-se que o popularizado e difundido modelo *just-in-time* de gestão da produção busca alcançar as principais dimensões competitivas vigentes, basicamente, a redução de custos, a melhoria da qualidade, a redução dos tempos de produção, o aumento da flexibilidade produtiva, e tudo isto a partir de uma lógica de eliminação de perdas e desperdícios.

Enfocando agora a indústria de propriedade, verifica-se que as dimensões competitivas mencionadas assumem conotações próprias. Em outras palavras, há algumas questões que merecem uma análise específica, se comparadas às condições da indústria de forma, as quais são abordadas a seguir.

### 4.1.1 Relativamente às Entradas em Regime

Considerando os períodos de entrada em regime da indústria de propriedade contínua, durante os quais não há produção apesar do consumo de insumos e matérias-primas, a utilização de uma lógica de produção *just-in-time*, ou seja, “produção da quantidade certa, na hora certa e na qualidade certa”, no que tange à produção puxada pela demanda, poderá não ser aplicável em grande parte dos casos. Isto tanto pela impossibilidade de partidas e paradas sucessivas (inércia) dos processos de transformação, tanto por razões técnicas, como pelas questões econômicas envolvidas com o consumo sem produção. Portanto, sob este ponto de

vista, a melhoria operacional deste tipo de processo vincula-se diretamente ao planejamento e programação da produção, e não à sua execução no chão-de-fábrica.

#### 4.1.2 Relativamente ao Volume de Produção

Ainda dentro da lógica *just-in-time*, a questão relativa à quantidade certa, ou seja, redução dos *lead-times* através da sincronização da produção, redução dos tamanhos de lote e agilização dos tempos de preparação de máquinas (*set-ups*), visando a redução dos estoques de produtos intermediários, de matérias-primas e de produtos acabados, e dos custos daí decorrentes, também apresenta uma avaliação diferenciada nos processos da indústria de propriedade contínua.

No caso da indústria de propriedade monoprodutora, esta somente apresenta preparação de máquinas no início da campanha produtiva, sendo ainda naturalmente sincronizada, e sem razão para a redução de tamanhos de lotes (neste caso volumes) de produção, por ainda trabalhar dentro de uma lógica de economia de escala. A avaliação da questão de redução de estoques de matérias-primas e produtos acabados (nestes processos não se verificam estoques de produtos semi-acabados ou intermediários), será dependente de uma confrontação dos custos de tais estoques versus aqueles decorrentes das entradas em regime das instalações.

No caso de processos que produzem uma família de produtos em regime de batelada, a lógica *just-in-time* aproxima-se mais da condição operacional vigente, no que se refere aos tempos de preparação e aos estoques. No entanto, os tamanhos de lotes estarão condicionados também às entradas em regime dos processos, tanto do ponto de vista técnico como do econômico, inviabilizando assim a lógica de lote unitário. Estes processos são também geralmente sincronizados, não carecendo de atuação neste sentido. Novamente nesta situação, a melhoria dos processos da indústria de propriedade parece estar mais vinculada à questão de planejamento e programação da produção do que às atividades em nível de chão-de-fábrica.

### 4.1.3 Relativamente à Qualidade dos Produtos

No que se refere ao aspecto qualidade certa envolvida no *just-in-time*, significando metodologias de inspeção humana de caráter preventivo ao longo das etapas individuais do processo produtivo (e não somente de caráter corretivo ao final do mesmo) da indústria de forma, esta lógica igualmente mostra-se diferenciada em termos de indústria de propriedade contínua. Neste tipo de indústria, o processo de transformação geralmente mostra-se único e contínuo entre a matéria-prima e o produto final, sem etapas individuais e isoladas, demandando, por esta razão, um sistema de supervisão e controle integrado sobre os parâmetros do processo, sistema este, via de regra, automatizado. Dentro deste enfoque, a qualidade será assegurada pelo atendimento dos parâmetros da transformação, com intervenção humana somente em casos de desvios dos padrões, num grau muito menor de envolvimento físico direto dos trabalhadores, senão mesmo inexistente. Desta forma, no tipo de processo produtivo em análise, o processo de controle implica não na inspeção particular de etapas individuais do processo, mas sim na interpretação e compreensão do processo de transformação como um todo por parte dos operários, envolvendo o controle simultâneo de múltiplas variáveis.

### 4.1.4 Identificação dos Objetivos

Considerando os pontos abordados relativos à especificidade dos processos da indústria de propriedade contínua, e as dimensões competitivas que afetam este tipo de indústria analisados no Capítulo II, pode-se interpretar os objetivos a serem buscados por um modelo de otimização dos processos da indústria de propriedade como sendo:

a) continuidade operacional - a continuidade operacional constitui um dos maiores objetivos da indústria de propriedade de produção contínua, pelas implicações que apresenta sobre seus resultados. Assim, a continuidade operacional

conduz à redução dos custos fixos (pela maximização da utilização dos fatores estruturais). Este fator também afeta outros resultados, como a possibilidade de atingimento do volume de produção previsto e de atendimento dos prazos de produção estipulados. Por fim, por afetar os dois últimos aspectos acima, a continuidade operacional afeta também a receita produzida;

b) redução dos custos - os custos de produção continuam representando uma das principais dimensões competitivas vigentes, senão a mais significativa. Desta forma, a redução dos custos constituirá um dos objetivos do modelo analítico a ser desenvolvido, porém, a ser atingido provavelmente de forma diferenciada da metodologia proposta para a indústria de forma;

c) maximização da receita - naturalmente a maximização da receita constitui um objetivo claro de qualquer tipo de processo produtivo, no sentido de sua sobrevivência e expansão;

d) qualidade da produção - a melhoria da qualidade do produto/serviço, aqui interpretada na forma de conformidade às especificações (uma vez que as propriedades dos produtos são sua característica maior), constitui outro dos objetivos do modelo analítico. O atendimento ao consumidor em termos de assessoria quanto ao uso deste produto, representa um objetivo situado em nível corporativo ou empresarial;

e) volume adequado de produção - considerando o funcionamento dos processos da indústria de propriedade por campanhas produtivas, tanto nas empresas de produção contínua como nas de produção em bateladas, o atingimento da produção quantitativa prevista ou programada, principalmente em função das dificuldades existentes de estocagem de produtos (em grande parte dos casos), e da não proporcionalidade direta entre tempo de operação e volume de produção, constitui outro objetivo do presente modelo;

f) atendimento de prazos de produção - lembrando a inércia produtiva já referida dos processos em análise, a variável tempo, também fundamental da indústria de forma, assume importância capital na indústria de propriedade. Assim, considerando que a busca da maximização dos períodos operativos é um dos aspectos críticos deste tipo de indústria, além de sua necessidade de paradas de manutenção periódicas, o atingimento dos prazos de produção representa igualmente um dos objetivos do modelo de análise a ser formulado;

g) níveis aceitáveis de poluição ambiental - uma das principais condicionantes operacionais da indústria de propriedade verificada ao longo dos últimos anos, é a variável ambiental. Esta assume uma posição muito mais relevante nesta indústria que na de forma, pelos processos físico-químicos envolvidos e condições, via de regra, diferentes das ambientais. Assim, este aspecto também constitui um dos objetivos do modelo de análise.

Estes pontos indicados, acredita-se, representam as principais condicionantes competitivas que afetam os processos produtivos da indústria de propriedade em seu estágio atual, razão pela qual constituem os objetivos a serem buscados pelo modelo analítico.

#### 4.2 PRINCÍPIO DE ANÁLISE DO MODELO

Para construção do modelo objeto do presente Capítulo, o "princípio" a ser utilizado será o de busca e identificação dos fatores que afetam negativamente os objetivos acima propostos, portanto, interpretados como perdas e, subseqüentemente, sua minimização e/ou eliminação. Assim sendo, sua lógica geral segue a mesma linha das metodologias abordadas e analisadas no Capítulo III anterior, ou seja, redução de perdas e desperdícios. O diferencial existente, neste caso, refere-se aos fatores identificados como perdas e desperdícios e sua relação com os

objetivos propostos, dadas as especificidades dos processos da indústria de propriedade.

### 4.3 INTERPRETAÇÃO DAS PERDAS

As formas de interpretação das perdas propostas por OHNO (citado por ANTUNES JÚNIOR, 1993A), SHINGO (1981) e, HARRINGTON (1993), respectivamente, de divisão do trabalho em trabalho efetivo, adicional e perdas no primeiro caso, e de divisão em atividades com valor real agregado, com valor empresarial agregado e sem valor agregado (perdas) no segundo caso, além de bastante próximas e similares, são bastante abrangentes e em princípio aplicáveis à qualquer processo produtivo, industrial ou de serviços. Ambas as abordagens buscam uma análise sistêmica do trabalho realizado a partir dos conceitos de eficácia (preponderante) e eficiência (complementar), tomando por base o conceito de agregação de valor, para identificar as atividades desnecessárias ou inadequadamente executadas, sobre as quais se propõe atuação no sentido da melhoria dos resultados do processo produtivo. Este princípio geral é perfeitamente aplicável aos processos da indústria de propriedade contínua.

Porém, a diferenciação das abordagens acima, aspecto que deverá ser levado em conta nos processos da indústria de propriedade contínua, concentra-se na divisão dos processos em segmentos para fins de análise. Assim, SHINGO divide o processo produtivo segundo dois eixos distintos, como já referido, o eixo principal do "processo" e o eixo das "operações". Já HARRINGTON, considera a existência de "macroprocessos" simultâneos, subdivididos em segmentos menores, os "subprocessos, atividades e tarefas".

Considerando-se os processos da indústria de propriedade, a lógica de SHINGO, no que se refere à divisão da produção propriamente dita, parece mais adequada, ou seja, um processo de transformação básico, apoiado por operações

necessárias. No entanto, o referencial de divisão do “processo” em si, em “processamento, inspeção, estoque e transporte”, apesar de retratar também as condições da indústria de propriedade, apresenta dificuldades para sua operacionalização prática. Assim, por exemplo, a separação e mensuração independente das etapas de transporte e processamento no processo de transformação de água em vapor em uma caldeira, não é exequível. Tal fato apresenta situação semelhante no caso da utilização da lógica de HARRINGTON, a menos da consideração dos macroprocessos (geração de vapor na caldeira), o que, no entanto, tornaria a análise muito difícil, pelo grande número de variáveis de influência no resultado final. Conforme já referido, este tipo de processo não apresenta divisibilidade entre uma dada matéria-prima e seu produto final de transformação, condição somente verificada entre processos independentes e sucessivos.

Buscando uma análise mais clara do desenvolvimento destes processos, que permita formular uma lógica de perdas, usar-se-á uma analogia com o suprimento de água para consumo doméstico. O primeiro aspecto envolvido é o circuito instalado da tubulação de água e seus acessórios, como tanques, bombas, válvulas e outros, análogos à concepção do processo produtivo em si.

A seguir, para permitir o consumo final do fluido, não bastará a abertura do registro de saída. Uma série de etapas e atividades prévias serão necessárias para garantir o suprimento, envolvendo, por exemplo, a programação de enchimento de tubulações e de partidas da bomba, o planejamento da periodicidade de inspeções e limpezas que não inviabilize o consumo, a operação propriamente dita envolvendo a sucção da água pela bomba na tomada junto à fonte primária, o enchimento da tubulação e o aumento de pressão da água para vencer a resistência do circuito, o enchimento do reservatório de consumo até o nível que garantirá o suprimento para o consumo. Desta forma, dada a natureza do processo, o mesmo apresenta uma “inércia produtiva”, que impede o consumo instantâneo simultâneo com o início do processamento. Tal condição é análoga ao planejamento da produção e às entradas

em regime dos processos produtivos da indústria de propriedade, que envolvem o atingimento dos parâmetros de transformação antes do início da produção em si.

Posteriormente durante o período de bombeamento inicial (enchimento da tubulação), verifica-se utilização de insumos (pela bomba) sem produção (suprimento de água) para consumo.

Por outro lado, o controle do processamento e produto final, exige o acompanhamento simultâneo de diversas variáveis inter-relacionadas do ciclo, incluindo funcionamento da bomba, pressão da água no circuito, abertura de válvulas, nível do reservatório e outras, não individualizadas ou diretamente ligadas ao trabalho humano. Esta condicionante é bastante análoga ao controle dos parâmetros como pressão e temperatura dos processos da indústria de propriedade. A garantia das condições de funcionamento dependerá de procedimentos periódicos de manutenção envolvendo praticamente a paralisação de todo o sistema, numa situação também bastante semelhante aos processos produtivos da indústria de propriedade contínua. Neste contexto exemplificado, o comportamento da demanda (do consumo de água) definirá os padrões operacionais.

Considerando-se agora uma situação teórica e ideal, o fluxo regular e contínuo do processo de transformação (processo produtivo) constitui a forma de produção desejável. Em outras palavras, o fluxo regular de matérias-primas e insumos dos fornecedores, seguindo através das operações de processamento até o produto final e atingindo os consumidores, numa condição semelhante à imaginada por PLOSSL<sup>22</sup> (1993), constituiria a produção ideal. Voltando ao exemplo ilustrativo, ter-se-ia um “cano reto” de suprimento de água da fonte ao consumo. Sob este enfoque, qualquer “**descontinuidade do processamento**”, constitui uma perda. Tal perda, tem origem “*estrutural*” (externa ao processamento propriamente dito), de ordem “*física*”

---

<sup>22</sup> Segundo PLOSSL, a essência do processo de produção é constituído pelos materiais que fluem desde os fornecedores, através das empresas fabricantes, até os clientes. Assim, o que é essencial para o sucesso da empresa é o fluxo desses materiais e produtos finais.

(vinculada à concepção), como circuito sinuoso, existência de válvulas e reservatórios intermediários, grades, proteções, filtros e outros, ou de ordem “organizacional” (organização do processamento), como necessidade de acionamento manual, de inspeções e limpezas periódicas, de deslocamento de pessoal e ferramental ou limitações legais. Mesmo considerando-se que algumas destas perdas não sejam “elimináveis” dentro do atual estado-da-arte da tecnologia, a sua não visualização impedirá uma abordagem abrangente da questão que permita a otimização dos processos produtivos. Claramente, este conceito de descontinuidade vincula-se à lógica de eficácia do processamento visando o atendimento da demanda do consumidor.

A seguir, assumindo-se que um determinado nível de descontinuidade do processamento é inerente ao estágio tecnológico e sócio-econômico atual, um outro ponto relevante é o referente à melhor prática de utilização dos recursos produtivos disponíveis, sejam eles humanos, físicos ou monetários. Esta melhor prática de utilização apresenta estágios ou etapas diferenciadas. A primeira etapa, vincula-se ao planejamento ou programação de produção, estágio fundamental nos processos da indústria de propriedade, em função da mencionada inércia produtiva. A etapa seguinte é a de execução efetiva do processamento associada ao seu controle e realimentação (*feedback*). Em outras palavras, trata-se da questão da **performance** da produção em si, em uma interpretação semelhante à do nível de atividade comparativamente à capacidade disponível.

Desta forma, a performance subdivide-se em “*performance prevista*”, vinculada à programação da produção, e em “*performance realizada*”, relacionada à execução da produção em si. Este desempenho (performance), poderá ser decorrente da descontinuidade de fluxo anteriormente referida (fatores externos à produção) ou vinculada a fatores puramente operacionais (fatores internos à produção).

No caso de uma performance deficiente comparada ao nível de descontinuidade assumido para o processamento (capacidade potencial), a diferença evidenciada

representa uma forma de perda, a qual pode ser relacionada às três dimensões intrinsecamente envolvidas com o processo produtivo: o tempo, a quantidade e a qualidade.

A perda vinculada à performance temporal pode ser exemplificada como a ociosidade, a espera não operativa, as paradas produtivas e outras formas (como parada de manutenção da bomba).

A perda relacionada à performance quantitativa apresenta-se como volume de produção não atingido (como vazão insuficiente de água).

Por fim, a perda vinculada à performance qualitativa pode ser representada pela produção não conforme com as condições de consumo (como pressão, existência de impurezas no líquido, etc...).

A interpretação da estrutura das perdas acima apresentada, pode ser melhor visualizada na *Figura 24* abaixo.



**Figura 24 - Interpretação da Estrutura das Perdas da Indústria de Propriedade Contínua.**

A observação da *Figura 24* anterior, permite visualizar uma analogia com os conceitos de capacidade e nível de atividade formulados por OSÓRIO (1986) em sua análise dos sistemas produtivos.

Uma questão fundamental nesta lógica de perdas enunciada é o seu efeito amplificador ou multiplicador. Em outras palavras, sua repercussão sobre o processo é cumulativa e não independente ou isolada. Assim, a existência de uma descontinuidade de processamento inerente ao sistema (perda devida à concepção do processo), será ampliada através de uma performance prevista deficiente (programação de produção inadequada), e subseqüentemente amplificada por uma performance realizada ineficiente (execução desconforme com a programação).

Em termos ilustrativos, caso o suprimento de água para o uso demande um certo tempo para enchimento do reservatório de consumo (por projeto ou concepção), tal performance poderá ser piorada por uma programação de acionamento da bomba ou regulagem da válvula de nível do reservatório errônea, e deteriorada ainda mais por atrasos no acionamento da bomba ou em procedimentos não previstos para sua manutenção.

Por outro lado, considerando a seqüência de atividades envolvidas em um processo produtivo, incluindo concepção e estruturação, programação e execução, o equacionamento das perdas existentes em um estágio determinado, por exemplo a melhoria da performance realizada na execução, não apresenta como resultado repercussão sobre os estágios anteriores, por exemplo, a nível de melhorias de programação da produção ou de estruturação do processo.

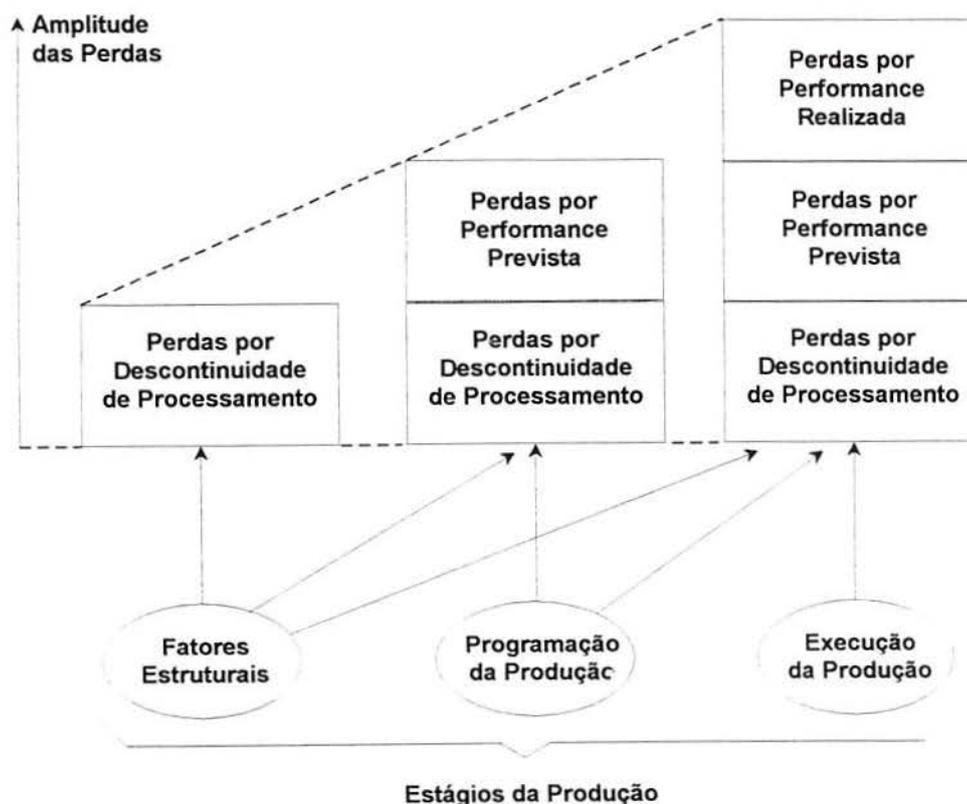
Esta abordagem das perdas nos processos da indústria de propriedade evidencia bem o caráter absoluto das perdas vinculadas à descontinuidade de processamento assumida, e o caráter progressivamente relativo das perdas ligadas às

performances prevista e realizada. Também enseja uma discussão obrigatória sobre a “agregação ou não de valor” dos diferentes estágios do processo produtivo.

O equacionamento das perdas aqui identificadas, buscando a melhoria dos processos produtivos da indústria de propriedade, está na dependência da identificação de suas relações de causa e efeito, muitas vezes não individuais nem diretas.

Assim, a busca das causas básicas das perdas, e a apresentação de uma metodologia de encaminhamento de alternativas, constituindo o modelo analítico proposto, são pontos abordados no próximo item.

A *Figura 25* adiante, ilustra a abordagem de vinculação das perdas acima apresentadas.



*Figura 25 - Interpretação e Vinculação das Perdas dos Processos da Indústria de Propriedade Contínua.*

#### 4.4 ANÁLISE DAS RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO VINCULADAS ÀS PERDAS DOS PROCESSOS PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE

A identificação das relações de causa e efeito vinculadas às perdas dos processos produtivos constitui a essência do modelo analítico aqui proposto para a indústria de propriedade. A partir da construção da rede de relações internas, será possível sugerir uma formulação de alternativas na busca da redução e, se possível, eliminação das perdas e desperdícios verificados, de acordo com a interpretação anteriormente apresentada.

##### 4.4.1 Método Proposto para Análise das Relações de Causa e Efeito

Visando possibilitar a construção do modelo, foi utilizado um método resultante da sinergia de dois conjuntos de princípios apresentados no Capítulo III anterior: o Mecanismo da Função Produção proposto por SHINGO (1987), e o Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições (*The Theory of Constraints Thinking Process*) proposto por GOLDRATT (citado por MACKNESS ; RODRIGUES, 1993). Assim, partindo basicamente da estrutura desta última, e agregando aspectos significativos da primeira, foi elaborada um “Método de Análise” cujas etapas são apresentadas a seguir:

- a) identificação dos resultados indesejáveis, decorrentes das perdas internas existentes;
- b) identificação das causas básicas destes referidos resultados, quase sempre através de várias e sucessivas relações de causa e efeito;
- c) identificação de relações cruzadas entre os diversos resultados e as diferentes causas (efeitos colaterais) e, de causas básicas comuns a diversos resultados (causas básicas vinculadas a múltiplos objetivos);

- d) construção de uma árvore de relações representativa da situação presente;
- e) entendimento do *status quo*, envolvendo as premissas das relações de causa e efeito vigentes;
- f) identificação das novas relações a serem obtidas visando melhoria dos resultados, e de formas das relações que permitam atingir objetivos sistemáticos e múltiplos;
- g) identificação dos conflitos oriundos das diferenças entre as relações vigentes e as novas relações pretendidas;
- h) identificação das alterações necessárias para rompimento dos conflitos e atingimento de objetivos intermediários de novas relações, bem como as premissas aí envolvidas.

A *Figura 26* adiante apresenta o fluxo lógico do método proposto.

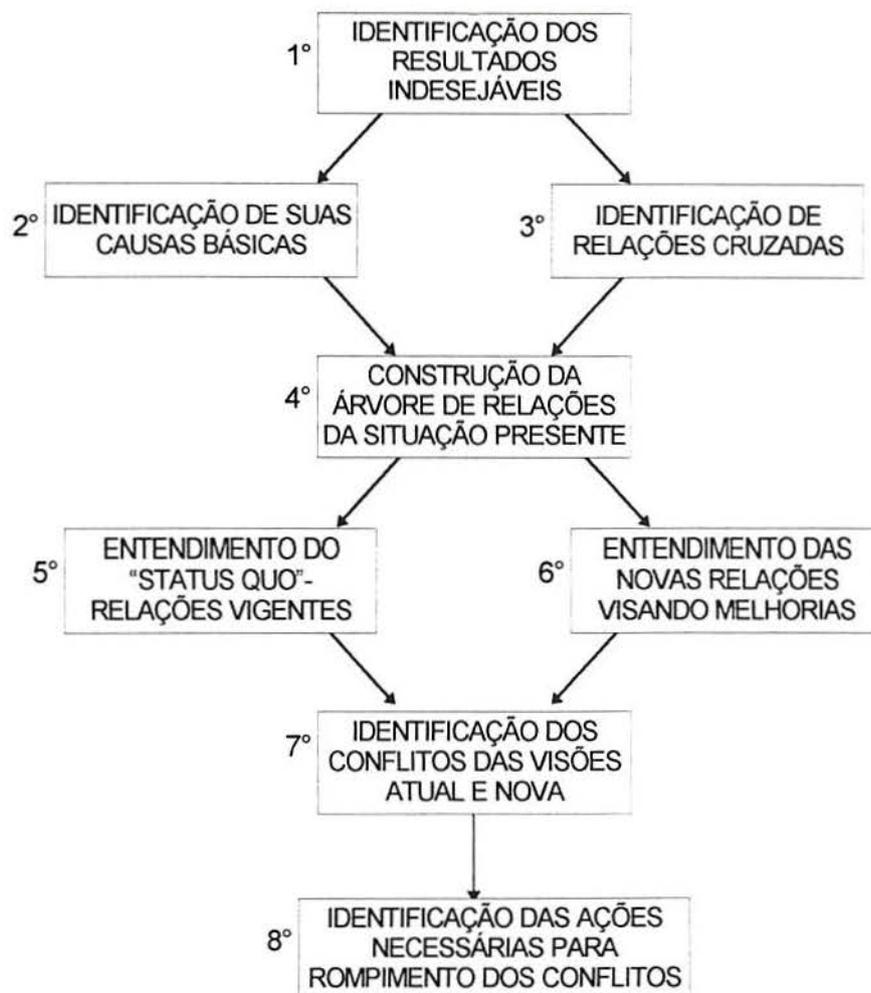
#### 4.4.2 Análise das Relações de Causa e Efeito

A partir da estruturação do método, torna-se possível a análise propriamente dita. Inicialmente, são fixados como resultados indesejáveis o não atingimento dos objetivos dos processos da indústria de propriedade contínua anteriormente elencados, vale dizer, interrupção de produção, custo elevado, perda de receita, volume de produção insuficiente, qualidade de produção não conforme, prazo de produção não atendido e poluição ambiental acima dos padrões estipulados.

Para cada um destes parâmetros são construídas suas relações de causa e efeito, até o atingimento da causa básica ou raiz da situação vigente. Verifica-se que, dada a complexidade e volume de variáveis envolvidas, a árvore representativa da situação

corrente apresenta-se bastante ramificada, além de possuir diversas causas intermediárias comuns a diferentes resultados, como aliás seria de se supor.

Também foi utilizada uma lógica sistêmica de análise, que permitisse a identificação de causas raízes com influência sobre múltiplos objetivos ou resultados.



**Figura 26 - Fluxo Lógico do Método Proposto para Análise das Relações de Causa e Efeito da Indústria de Propriedade Contínua.**

A Figura 27 adiante mostra uma visualização esquemática, similar à forma sugerida por GOLDRATT (citado por MACKNESS ; RODRIGUES, 1993), das relações de causa e efeito que representam a Árvore das Relações Vigentes dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua.

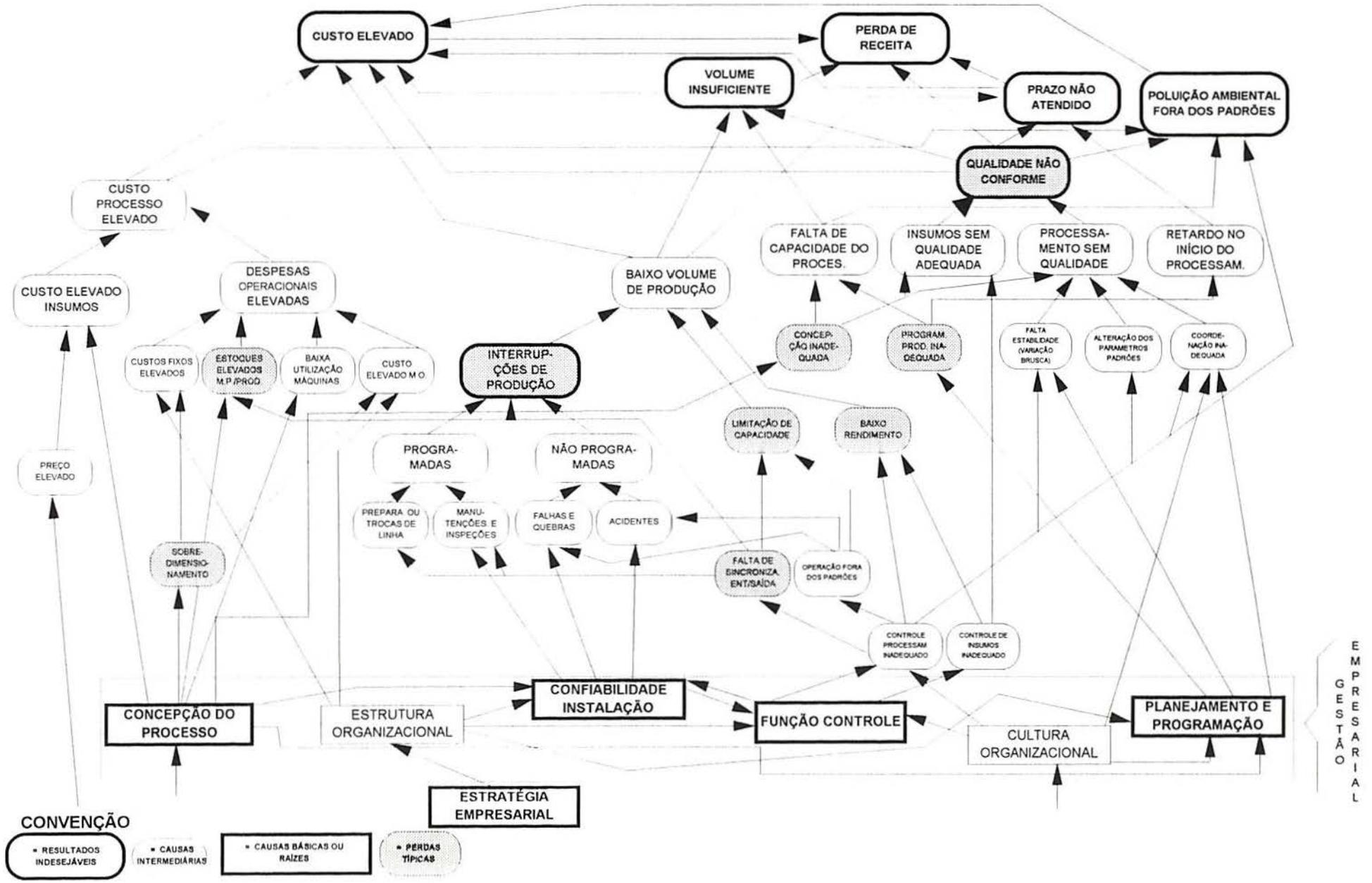


Figura 27 - Representação da Árvore de Causas e Efeitos Vigentes, dos Processos Produtivos da Indústria de Propriedade Contínua.

Como pode ser visualizado na árvore de relações vigentes, todas as dimensões dos resultados indesejáveis tenderão a afetar negativamente os custos e a receita, razão pela qual estes permanecem representando dois dos principais objetivos em termos competitivos. Por outro lado, constata-se que a interrupção de produção afeta diversos efeitos indesejáveis, razão pela qual torna-se clara a preocupação com esta variável como expressa na Caracterização dos Processos da Indústria de Propriedade no Capítulo II anterior. De uma forma geral, as relações apresentadas mostram-se auto-explicativas. No entanto, alguns comentários são relevantes em termos de uma melhor compreensão do exposto:

a) interrupção de produção - este efeito indesejável tem repercussão sobre diversos outros resultados finais do processo, estando principalmente vinculado à variável tempo e, por decorrência, capacidade;

b) custo elevado - além da dependência dos outros objetivos, os custos poderão apresentar um valor elevado como resultado de custos variáveis elevados (insumos e matérias-primas) ou por despesas operacionais elevadas, envolvendo tanto questões estruturais do empreendimento como concepção do processo, quanto questões operacionais como baixa utilização de maquinário, falta de sincronização, interrupções de produção, falhas de controle da qualidade e outras;

c) perda de receita - tal efeito indesejável é dependente de vários outros efeitos, inclusive dos próprios custos, constituindo assim uma condição fundamental a ser enfocada também neste tipo de indústria. Assim, encontra-se vinculada a todos os estágios da produção;

d) volume de produção insuficiente - por sua vez, o volume de produção encontra-se na dependência de aspectos vinculados à concepção propriamente dita do sistema, envolvendo sua capacidade, aspectos operacionais como interrupções de

produção e baixo rendimento, aspectos relativos à programação de produção, ou ainda, relativos à execução da produção propriamente dita;

e) prazos (de produção) não atendidos - a questão de prazos ou cronogramas de produção, de forma semelhante ao caso anterior, apresenta dependência no volume de produção, na execução do controle desta, e em atividades vinculadas ao planejamento e programação da mesma, além, é claro, dos aspectos relacionados à qualidade de produto propriamente dita;

f) qualidade não conforme - a falta de conformidade da produção mostra dependência nas etapas de concepção do processo, de programação da produção, e na execução da função controle do processo, envolvendo aí os insumos e o processamento em si;

g) poluição ambiental fora de padrões (além de limites) - a poluição ambiental constitui uma forma específica da dimensão qualidade sendo, portanto, praticamente uma decorrência desta em seu sentido mais amplo. Assim, a dimensão ambiental possui dependência na concepção inicial, no custo de produção, na função controle dos insumos e do processamento, além da qualidade do próprio produto considerando-se sua natureza de processo de transformação.

#### **4.4.3 Identificação das Causas Raízes das Relações Vigentes**

A partir das relações construídas e apresentadas como exposto acima, e considerando a lógica de busca de causas raízes com reflexos simultâneos sobre diferentes dimensões dos objetivos, foram identificadas as causas que se encontram na base dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, os quais são enunciados como:

- estratégia empresarial;

- concepção do processo;
- confiabilidade da instalação;
- planejamento e programação (da produção);
- função controle (do processo).

Em um nível intermediário, encontram-se a estrutura organizacional e a cultura organizacional, aspectos diretamente vinculados à estratégia empresarial.

Estes fatores, que representam as causas raízes das relações de causa e efeito internas, as quais, por sua vez, conduzem aos resultados dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, possuem significados próprios e específicos neste tipo de indústria. Assim:

a) estratégia empresarial - a estratégia empresarial, em realidade, constitui o alicerce dos demais fatores, por partir deste, em princípio, definições como a missão, as diretrizes, as políticas, as estratégias, os objetivos e as formas de atuação da organização do empreendimento como um todo. Conforme já mencionado, à estratégia empresarial vinculam-se diretamente a estrutura e a cultura organizacionais. Os demais fatores elencados também apresentam dependência, ao menos teórica, da estratégia empresarial;

b) concepção do processo - este fator constitui uma das causas raízes do desempenho dos processos da indústria de propriedade, não somente pelo alto investimento inicial envolvido neste tipo de instalação, como pelo fato das instalações serem previstas para produtos específicos, não possuindo flexibilidade para alterações físicas futuras que não as dependentes de elevados reinvestimentos ou longos períodos de paralisação;

c) planejamento e programação da produção - considerando-se a inércia da indústria de propriedade e os períodos necessários às suas entradas em regime, evidencia-se a importância deste fator, pela impossibilidade dos procedimentos de partidas e paradas sucessivas da indústria de propriedade;

d) confiabilidade da instalação - a relevância deste fator vincula-se à dependência da operacionalização dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua nos equipamentos instalados, responsáveis em grande parte pela produção, uma vez que a atuação humana restringe-se, via de regra, às atividades de supervisão e controle, sem manipulação direta;

e) função controle - diferentemente da noção de inspeção da indústria de forma, a função controle dos processos da indústria de propriedade abrange uma sistemática de supervisão e acompanhamento global e simultâneo de diversos parâmetros do processo de transformação, constituindo aspecto fundamental para o atingimento da continuidade operacional, qualidade do produto e coordenação das demais funções desenvolvidas internamente ao processo.

Considerando-se o “método de análise” anteriormente proposto, o estágio presente engloba os quatro primeiros passos enunciados, sendo representada pela Árvore das Relações Vigentes da *Figura 27*, anterior.

#### **4.4.4 Entendimento das Relações Vigentes e Identificação das Novas Relações Destinadas à Redução de Perdas**

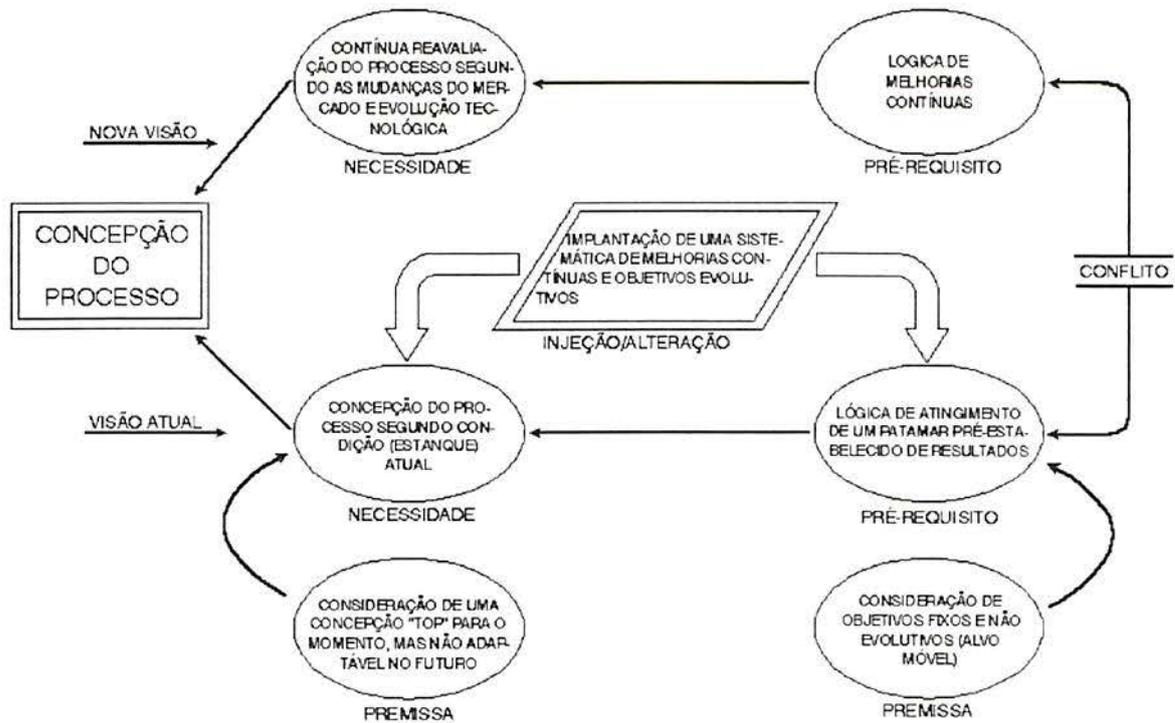
Na seqüência, há necessidade de compreensão do *status quo*, vale dizer, das premissas, requisitos e condicionantes vigentes, que conduzem à manutenção das causas raízes e das relações de causa e efeito existentes. Tal abordagem permitirá a identificação dos fatores críticos a sofrerem atuação, no sentido da transformação dos resultados indesejáveis em efeitos competitivos no cenário concorrencial atual.

Desta forma, considerando-se a estratégia empresarial, verifica-se que a mesma acha-se voltada para o atendimento de todas as “necessidades da organização” a partir do pressuposto de que todas as necessidades e/ou atividades do empreendimento tem a mesma importância. Tal situação, baseia-se em aspectos históricos envolvendo até mesmo a rápida expansão das organizações ao longo deste século, o que acabou conduzindo à uma acentuada especialização e departamentalização das mesmas, provocando uma perda do foco no processo produtivo em si, e aumentando a relevância das funções de apoio.

A partir da constatação das características inerentes aos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, parece natural que a estratégia empresarial deva se voltar primordialmente ao processo produtivo em si, numa lógica de “objeto da produção” semelhante àquela adotada por SHINGO (1987), priorizando-a na busca de otimização dos resultados empresariais, e subordinando as demais especialidades e funções à suas necessidades de acordo com a estratégia da organização. Esta visão, que implica uma reorganização da empresa para por processos dentro da lógica de agregação de valor, representa um certo “conflito” se comparada à visão vigente, cujo encaminhamento dependerá de uma alteração da estratégia visando atingir um novo estágio das relações de causa e efeito. A implementação desta alteração representará um dos fatores críticos na busca da melhoria dos resultados da indústria de propriedade. A *Figura 28* permite uma visualização mais clara da questão acima apresentada.

Considerando agora a causa raiz concepção do processo, vê-se que este fator, fundamental dentro dos processos da indústria de propriedade, geralmente é conduzido no sentido da busca de um modelo de processo que reflita o que há de mais avançado no estado-da-arte, em termos tecnológicos, principalmente tendo em vista os altos investimentos iniciais implicados. Desta forma, visa-se o atingimento de um patamar pré-estabelecido de resultados que garantam os retornos previstos dos investimentos, dentro de uma lógica de objetivos e metas fixas. Lembrando agora a acentuada evolução tecnológica verificada ao longo dos últimos anos, inicialmente em termos de automação de base micro-eletrônica, e mais recentemente as mudanças





**Figura 29 - Identificação dos Conflitos entre as Visões Atual e Nova - Concepção do Processo.**

Abordando a seguir o planejamento e a programação da produção da indústria de propriedade, e sua importância em função da inércia destes processos que impedem regimes de partidas e paradas sucessivas, esta causa básica igualmente representa ponto relevante dentro da otimização dos resultados dos mesmos. A ótica vigente relativamente a este fator, via de regra, enfoca a maximização da capacidade e da continuidade operativa da instalação durante a campanha de produção, dentro da lógica de economia de escala.

Assim, o planejamento e a programação da produção, centram-se no período produtivo propriamente dito. No entanto, a otimização do desempenho da instalação, deve avaliar o tempo cronológico global, incluindo-se aí os períodos de não operação por diferentes razões, como interrupções do fluxo produtivo, paradas de manutenção e outras.

Por outro lado, considerando o grande volume de variáveis envolvidas simultaneamente em processos desta natureza, constata-se a necessidade de uma



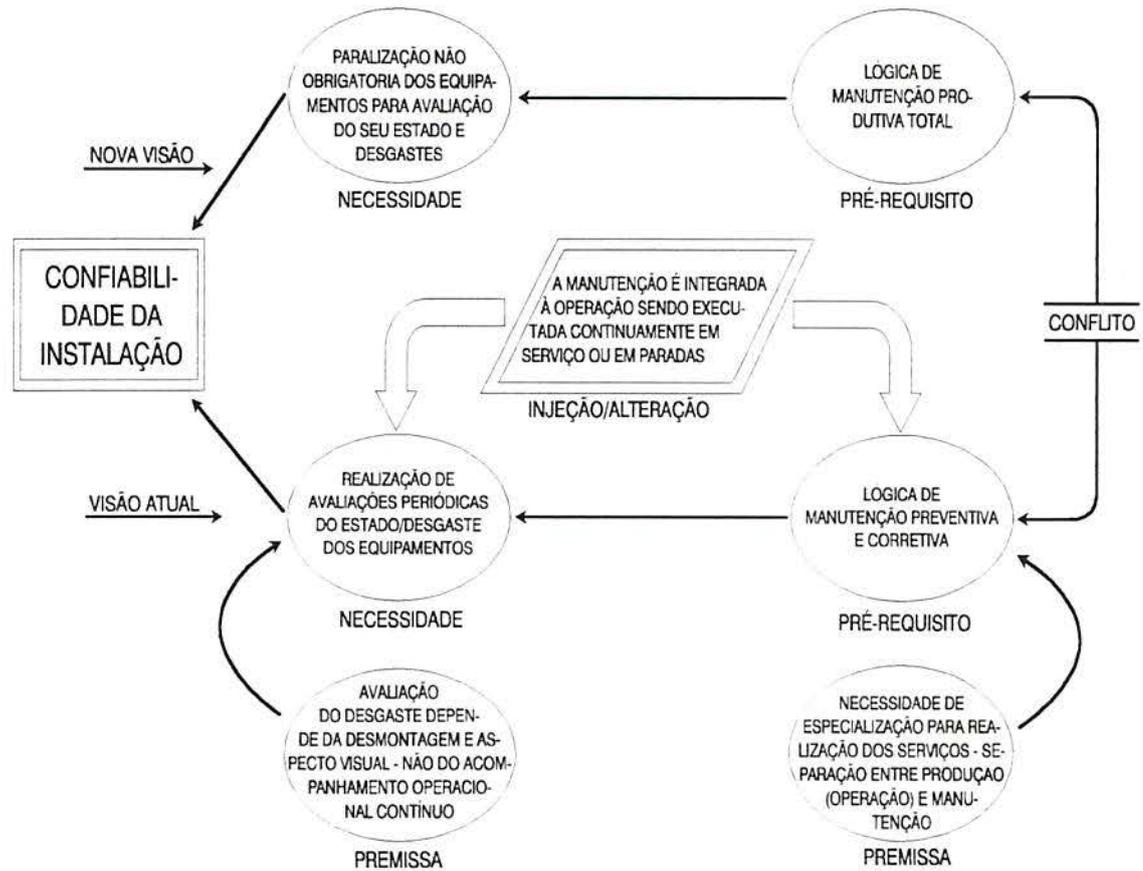
Outra causa raiz a ser abordada é a confiabilidade da instalação. Este fator constitui uma questão relevante, quando se considera que a intervenção humana neste tipo de processo se limita a correções de desvios, à supervisão operacional em si e à manutenção de componentes, além do fato da operação simultânea de diversos componentes e equipamentos constituir característica inerente das instalações.

Assim, a confiabilidade, dentro das práticas vigentes, tem se baseado na realização de avaliações periódicas de desgaste e estado físico de equipamentos, a partir de uma lógica de manutenção preventiva.

Este tipo de visão implica na necessidade de especialização das atividades de manutenção, conduzindo a uma separação organizacional entre esta atividade e a de operação (controle e supervisão da produção em si), como tradicionalmente verificado.

Neste segmento, a nova visão implica na busca de uma lógica de manutenção produtiva total, onde as atividades de operação e manutenção encontram-se integradas como partes da produção como um todo, sendo os serviços realizados contínua e constantemente, com os equipamentos preferencialmente em operação ou durante pequenas paralisações, e não significando paradas específicas para serviços programados.

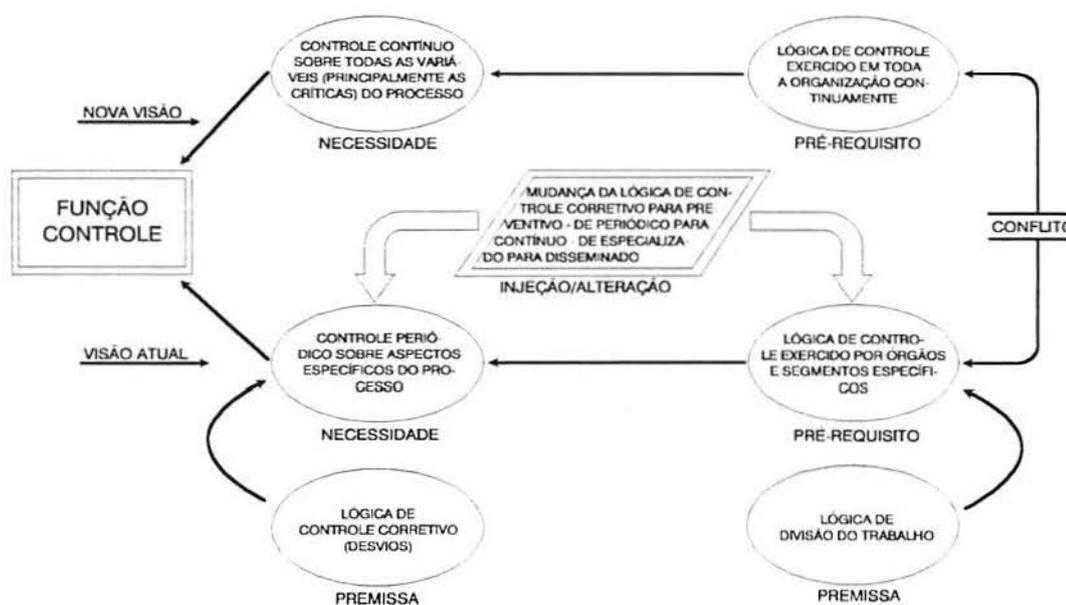
Novamente esta diferenciação entre as visões também representa um conflito, que implicará na implantação de alteração no sentido de modificar as relações de causa e efeito existentes e, por conseqüência, dos resultados indesejáveis. Os pontos acima mencionados, podem ser observados na *Figura 31* a seguir.



**Figura 31 - Identificação dos Conflitos entre as Visões Atual e Nova - Confiabilidade da Instalação.**

Por fim, a última causa raiz a ser enfocada é a relativa à função controle. Tipicamente os processos da indústria de propriedade apresentam operação praticamente contínua, ao menos durante as campanhas produtivas, fato que implica numa sistemática de controle dos processos de transformação igualmente contínua. No entanto, as demais funções necessárias, vinculadas ao processo, vale dizer, manutenção, administração, insumos, consumíveis e outros, via de regra, possuem uma sistemática de controle periódico sobre aspectos determinados do processo global, a partir da lógica tradicional de divisão do trabalho e de controle corretivo dos desvios. Neste cenário, em oposição à situação vigente, deveria ser adotada uma lógica de prevenção dos desvios (problemas) de forma contínua, não somente para a produção em si, mas também para as demais funções vinculadas, integrando as funções em uma sistemática de controle global.

Nesta conceituação de controle integrado, está envolvida também a alteração da forma tradicional de organização do trabalho, na busca de propiciar a execução da função controle por todos os segmentos do processo produtivo. Entre as duas visões apresentadas, verifica-se também a existência de um conflito, que implicará igualmente na implementação de uma alteração, a qual constituirá outro fator crítico na alteração das relações de causa e efeito vigentes na busca de melhoria dos resultados. A *Figura 32* adiante apresenta os pontos abordados acima sobre a função controle.



*Figura 32 - Identificação dos Conflitos entre as Visões Atual e Nova - Função Controle.*

Lembrando ainda o “método de análise” proposto no item 4, os tópicos apresentados acima contemplaram do quinto ao sétimo passos.

A partir das abordagens anteriores, a etapa seguinte do presente modelo de análise dos processos da indústria de propriedade será um enfoque mais detalhado dos fatores críticos relacionados às causas básicas identificadas.

#### 4.4.5 Identificação dos Fatores Críticos da Indústria de Propriedade

Seguindo o método proposto, o oitavo passo constitui a identificação das alterações necessárias para rompimento dos conflitos e atingimento de objetivos intermediários que conduzam a novas relações de causa e efeito, aspectos estes que constituem os fatores críticos para aplicação do método à indústria de propriedade contínua.

Como visto anteriormente, à cada causa raiz corresponde uma alteração necessária que, através da mudança provocada nas relações de causa e efeito conduzirá a modificações nos efeitos indesejáveis, transformando-os em variáveis competitivas para o sistema produtivo. Tais alterações representam os fatores críticos do modelo analítico proposto. Assim:

a) Fator crítico vinculado à estratégia empresarial - a passagem da visão vigente para a nova visão relativamente à estratégia empresarial, implica na implantação de uma alteração que “volte a atenção primordialmente para o processo produtivo em si, interpretando-o como o cliente maior das demais funções da organização”. Esta alteração estará na dependência da superação de um obstáculo, o da compreensão da importância básica do bom desempenho do processo produtivo para a organização, e do atingimento de um objetivo intermediário, o da clareza das diretrizes, objetivos e formas de atingimento dos resultados.

Vale dizer que a estratégia empresarial deverá refletir claramente a priorização do processo produtivo e suas necessidades como forma de atingimento das metas organizacionais. Ela desdobra-se em dois fatores fundamentais que também requerem alteração na visão vigente: a estrutura e a cultura organizacionais. A estrutura organizacional deverá ser objeto de alteração, no sentido de vencer-se o obstáculo que impede a “compreensão das funções organizacionais de acordo com sua agregação de valor para o processo produtivo em si”, a partir do objetivo intermediário de análise dos processos internos de trabalho que conduza a uma

estruturação empresarial por processos. No que diz respeito à cultura organizacional, será necessária a eliminação do obstáculo vinculado à divisão clássica de trabalho, através do objetivo intermediário de flexibilização das relações internas de poder que conduzam à uma lógica de participação e comprometimento do corpo funcional, de forma similar ao que é sugerido pelo *TQC - Total Quality Control* japonês, conforme abordado por CAMPOS (1993).

b) Fator crítico vinculado à concepção do processo - a mudança da visão vigente para a nova visão proposta implica na implementação de uma alteração que substitua a ótica de instalações no mais avançado estado-da-arte tecnológico existente, por instalações com grande flexibilidade de adaptação e adequação às inovações tecnológicas e mudanças nas dimensões competitivas. Neste caso, haverá necessidade de vencimento do obstáculo representado por objetivos fixos e patamares de desempenho pré-fixados, transformando-os numa sistemática de melhorias contínuas e objetivos evolutivos pela compreensão do novo ambiente competitivo, que constitui o objetivo intermediário a ser atingido.

c) Fator crítico vinculado ao planejamento e programação da produção - a transformação da visão atual para a nova visão, encontra-se na dependência da compreensão de que o planejamento e a programação da produção devem focar a sincronização ao longo do tempo cronológico do fluxo produtivo como um todo. Para tanto, haverá necessidade de eliminação do obstáculo representado pelo foco no período produtivo exclusivamente e busca de sua maximização, passando a interpretar as diferentes etapas através de sua relação com o período cronológico total, que poderão representar restrições. O objetivo intermediário a ser atingido aqui é a compreensão da importância de todas as etapas, buscando a sincronização dos períodos de interrupções, entradas e saídas de operação, com a produção propriamente dita, na busca da melhoria dos recursos globais.

d) Fator crítico vinculado à confiabilidade da instalação - o atingimento da nova visão a partir da visão atual implica em uma alteração que conduza à compreensão

de que a operação e a manutenção dos equipamentos componentes do processo constituem etapas quase indivisíveis de uma mesma atividade, a produção, e não tarefas especializadas e distintas. O objetivo intermediário a ser atingido é representado pela aproximação entre as atividades de operação e manutenção, dentro da lógica da “Manutenção Produtiva Total - MPT”.

e) Fator crítico vinculado à função controle - relativamente à questão da função controle, a passagem para a nova visão implica no vencimento de um obstáculo, representado pela compreensão de que o controle integrado é parte do processo e de todas as suas etapas, e não atribuição de segmentos ou setores. Neste enfoque, o objetivo intermediário a ser atingido é o da difusão da função controle ao longo de todo o processo, buscando a implantação do controle preventivo e contínuo em todos os segmentos da organização.

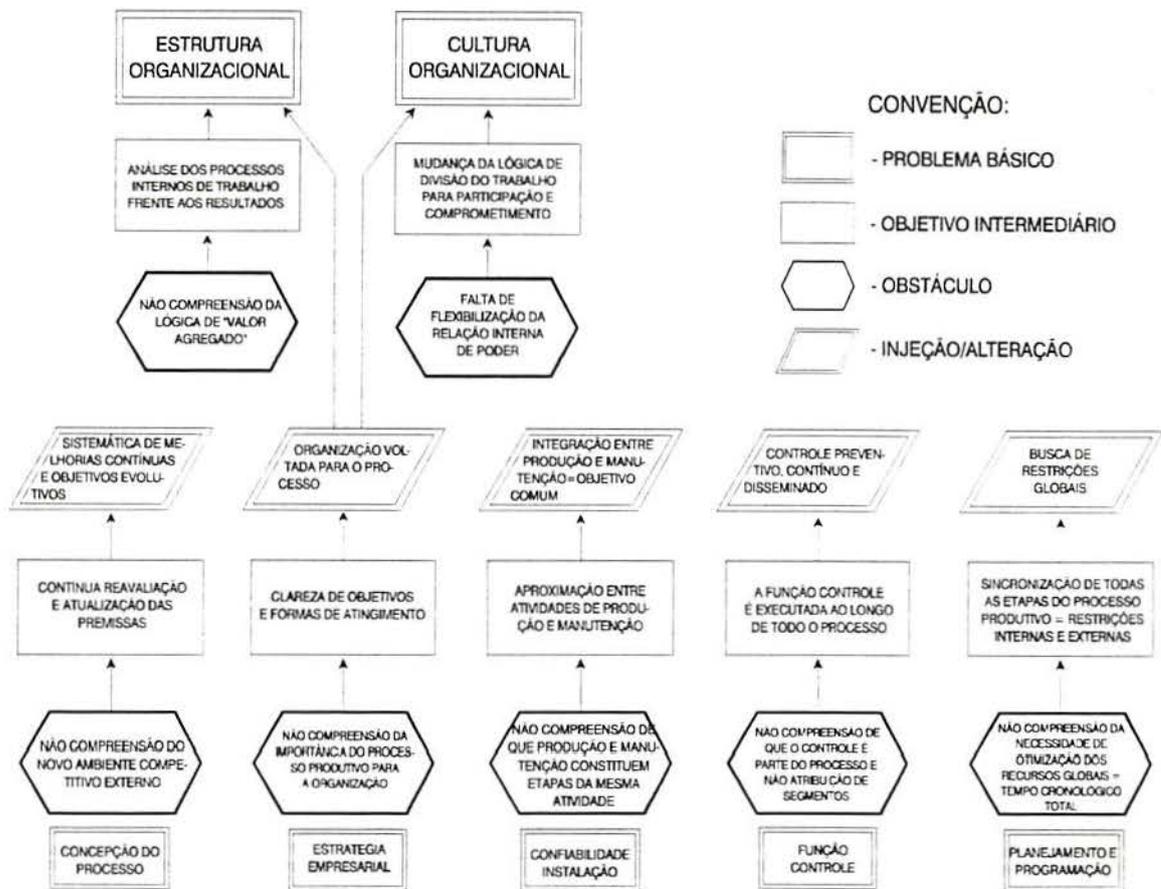
A *Figura 33* adiante, contém uma representação gráfica esquemática dos fatores críticos da indústria de propriedade contínua.

Apesar de não explicitamente indicado como um fator crítico dos processos da indústria de propriedade, os sistemas de informação constituem um aspecto fundamental deste tipo de indústria, como também dos demais, no sentido de possibilitar tanto a adequada construção das relações de causa e efeito vigentes, como implementações de alterações que conduzam à transformação dos resultados indesejáveis em fatores competitivos para o processo produtivo.

#### 4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE PERDAS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE

Considerando-se novamente a conceituação apresentada no item 4.3 anterior - Interpretação das Perdas, a identificação das perdas pode ser feita a partir da visualização de qualquer tipo de descontinuidade do processamento de

ordem estrutural (física ou organizacional), ou de performance, nas dimensões tempo, quantidade ou qualidade.



**Figura 33 - Identificação dos Fatores Críticos da Indústria de Propriedade Contínua visando a Redução das Perdas.**

Lembrando também o exemplo lá referido, de suprimento de água para consumo doméstico, este poderá facilitar a compreensão dos tipos de perdas possíveis, pela analogia já referida. Desta forma, pode-se identificar:

a) concepção inadequada - esta perda inclui aspectos relativos à concepção inicial, envolvendo *layouts*, disposição física, trajetos e falta de capacidade entre outros, que poderiam apresentar uma configuração diversa da existente. Lembrando o exemplo referido, esta perda poderia ser representada por uma tubulação de água excessivamente sinuosa, com curvas, desníveis e outros trajetos, que eventualmente implicam em perdas de carga excessivas do circuito;

b) estoques - este fator representa os volumes de matérias-primas e produtos acabados geralmente existentes nos processos da indústria de propriedade, pelas condições externas de suprimento e fornecimento utilizadas, via de regra discretas. Voltando ao exemplo referido, poderia ser representado pelo reservatório de água que supre a estação de bombeamento (entrada) e pelo reservatório final destinado a regularizar o consumo residencial;

c) sobredimensionamento - esta perda envolve o excesso de capacidade do processo produtivo em relação à demanda, fato não incomum neste tipo de indústria, em função dos elevados investimentos iniciais e da lógica de economia de escala envolvida. Voltando ao exemplo, esta situação seria representada pelo excesso de capacidade da instalação de bombeamento e das tubulações e circuitos;

d) falta de sincronização - tal fator, refere-se à ausência de sincronia no acionamento e operação dos diferentes componentes do sistema produtivo com relação às entradas e saídas do mesmo, envolvendo, por exemplo, falta de matérias-primas ou falta de consumo. No caso do exemplo, esta condição poderá ser identificada como escassez de água no reservatório que supre o bombeamento, ou bombeamento com ausência de consumo;

e) programação inadequada de produção - esta perda corresponde à programação não adequada da produção, em termos de capacidade, para atendimento do consumo verificado. Lembrando o exemplo referido, poderia ser representada por uma programação inadequada de acionamento da instalação de bombeamento;

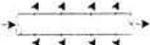
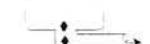
f) interrupção de produção - esta perda representa as discontinuidades de produção por quebras, falhas e acidentes com componentes do processo produtivo. No caso do exemplo, a perda seria representada por uma tubulação rompida devido a diferentes causas potenciais;

g) baixo rendimento - esta perda representa uma situação relativamente comum, conforme já visto, nos processos da indústria de propriedade, significando uma relação desfavorável ou abaixo da possível entre entradas (insumos) e saídas (produtos). No exemplo considerado, poderia ser representada pela existência de pequenos furos na tubulação de suprimento de água, fazendo com que uma parte do fluido na entrada seja perdido ao longo do circuito, não atingindo a saída;

h) limitação de capacidade (restrição operacional) - tal perda representa uma típica limitação de capacidade de um dos componentes do sistema, ou subsistemas, que reduzem a capacidade total. Também no exemplo, esta perda poderia ser considerada como um entupimento parcial da tubulação em certo trecho, que limita a vazão total do circuito;

i) qualidade não conforme - na indústria de propriedade, esta perda é representada pelas propriedades não adequadas do produto final. No exemplo mencionado, esta perda poderia ser representada pelo fluido fora das especificações.

A título de ilustração, a *Figura 34* a seguir apresenta uma representação gráfica das perdas e analogias anteriormente comentadas.

PERDAS DOS PROCESSOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE	ANALOGIA, COM SISTEMA DE SUPRIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO	
BAIXO RENDIMENTO	TUBULAÇÃO FURADA	
LIMITAÇÃO DE CAPACIDADE (RESTRIÇÃO OPERACIONAL)	TUBULAÇÃO OBSTRUÍDA	
CONCEPCAO INADEQUADA	TUBULAÇÃO SINUOSA	
ESTOQUES	TUBULAÇÃO COM TANQUE	
INTERRUPÇÃO DE PRODUÇÃO	TUBULAÇÃO ROMPIDA	
QUALIDADE NÃO CONFORME	ÁGUA SUJA E TURVA	
SOBREDIMENSIONAMENTO	EXCESSO DE VAZÃO	
FALTA DE SINCRONIZAÇÃO	FALTA DE ÁGUA	
PROGRAMAÇÃO INADEQUADA	FALTA DE PRESSÃO	

**Figura 34 - Identificação das Perdas da Indústria de Propriedade Contínua - Analogia com o Processo de Suprimento de Água para Consumo.**

A vinculação das perdas referidas com as causas raízes que regulam as relações de causa e efeito podem ser vistas no modelo analítico. As intrincadas relações apresentadas na *Figura 27*, dão uma idéia da superposição de efeitos e condicionantes que envolvem os processos produtivos da indústria de propriedade contínua, tornando assim complexa e bastante dificultada a identificação de alternativas de atuação que encaminhem soluções únicas para as perdas anteriormente mencionadas. Assim, o encaminhamento sugerido no sentido do equacionamento ou eliminação das perdas apresentadas é a sua identificação prévia e o relacionamento com os estágios da produção nos quais têm origem, conforme pode ser visualizado no *Quadro 13*, ou em outras palavras, fatores estruturais, programação da produção e execução da produção.

A vinculação das perdas com os estágios da produção conforme proposto, pode ser vista na *Quadro 13* abaixo.

***Quadro 13 - Vinculação da Origem das Perdas com os Estágios da Produção da Indústria de Propriedade e seu Fluxo de Amplificação.***

TIPOS DE PERDAS	ESTÁGIOS DA PRODUÇÃO X ORIGEM E AMPLIFICAÇÃO DAS PERDAS		
	FATORES ESTRUTURAIS	PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	EXECUÇÃO DA PRODUÇÃO
Concepção Inadequada	○	●	⊙
Estoques	○	●	⊙
Sobredimensionamento	○	●	⊙
Falta de Sincronização		○	●
Programação Inadequada		○	●
Interrupção de Produção			○
Baixo Rendimento			○
Limitação de Capacidade			○
Qualidade não Conforme			○

Convenção:

○ = Estágio de origem da perda específica.

● = Amplificações possíveis das perdas nos estágios.

⊙ = Subseqüentes da produção.

A diferenciação apresentada no *Quadro 13* acima, não se refere a intensidade (valor absoluto) das perdas, mas sim ao seu processo de amplificação. Em outras palavras, é possível que uma perda com origem no estágio de execução da produção, como por exemplo interrupções de produção, tenha um valor absoluto ou intensidade superior, em determinado período, à uma perda com origem no estágio de fatores estruturais, como por exemplo concepção inadequada.

O significado da diferenciação identificada, consiste no fato de que a eliminação completa de perdas no estágio da execução da produção tem como limite máximo (ou melhor resultado), a intensidade de perdas determinadas pelo estágio de programação da produção.

Da mesma forma, o melhor desempenho teoricamente possível no estágio de programação da produção, esbarra no volume de perdas determinadas pelo estágio dos fatores estruturais.

Desta maneira, a eliminação das perdas no estágio de programação, ou mesmo execução da produção, constituem reduções de perdas de impacto parcial em relação ao teoricamente possível. Somente a atuação sobre as perdas no estágio em que têm origem, garantirá a efetiva eliminação das perdas do processo produtivo. A não consideração deste fato, conduz a enfoques parciais e localizados.

Portanto, verifica-se que as perdas referentes à concepção inadequada, estoques e sobredimensionamento, originam-se nos fatores estruturais do empreendimento, envolvendo aspectos como concepção, estrutura organizacional, fornecedores e outros. Tais perdas poderão ser ampliadas sucessivamente pelos estágios seguintes de produção, a programação e a execução.

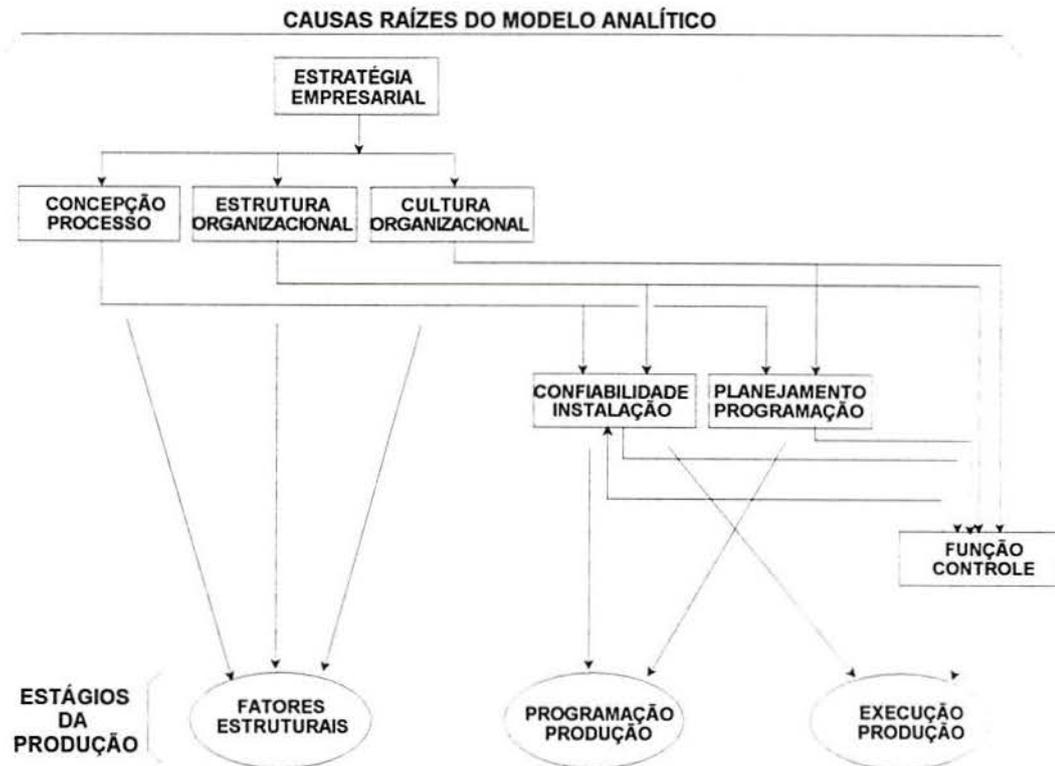
Por outro lado, as perdas relativas à falta de sincronização e à programação inadequada, têm como origem básica o planejamento e a programação da produção, podendo ter seus efeitos ampliados no estágio de execução. Por fim, as perdas identificadas como interrupção de produção, baixo rendimento, limitação de capacidade e qualidade não conforme, originam-se no estágio de execução da produção.

O equacionamento das perdas apresentadas dependerá, conforme abordado anteriormente na análise das relações de causa e efeito do modelo, de ações simultâneas, coerentes e concretas sobre as causas raízes, as quais conduzem através de toda a rede de relações aos resultados finais ou efeitos desejáveis.

Outra questão importante a ser considerada, é a relação existente entre as causas raízes identificadas e os estágios de produção aos quais as primeiras se vinculam. Esta análise permitirá identificar em que estágio da produção as “injeções ou alterações” deverão ser conduzidas, no sentido de obter-se a ultrapassagem dos obstáculos existentes à mudança das relações de causa e efeito atuais, que produzem os efeitos indesejáveis identificados.

Desta forma, aos fatores estruturais vinculam-se as causas raízes concepção do processo, estrutura organizacional e cultura organizacional. À programação da produção ligam-se as causas raízes confiabilidade da instalação e planejamento e programação. Por fim, à execução da produção vinculam-se as causas raízes confiabilidade e função controle.

As vinculações dos estágios da produção com as causas raízes do modelo acham-se apresentadas da *Figura 35* adiante.



*Figura 35 - Vinculação entre as Causas Raízes do Modelo e os Estágios da Produção.*

#### 4.6 APLICABILIDADE DO MODELO ANALÍTICO

Lembrando o objeto principal identificado para o presente trabalho, o desenvolvimento do Modelo Analítico dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, realizado nesse Capítulo, este constitui a base fundamental para a construção de um Modelo de Avaliação e Gestão deste tipo de indústria.

Considerando este fato, houve a preocupação de analisar-se, não somente as relações de causa e efeito que conduzem aos efeitos finais indesejáveis, mas também as perdas típicas apresentadas por este tipo de indústria, seus efeitos amplificadores e suas respectivas origens nos estágios produtivos, bem como as suas causas raízes e as alterações necessárias (fatores críticos) à transformação dos referidos efeitos indesejáveis em fatores competitivos, visando subsidiar o desenvolvimento pretendido de um modelo de avaliação e gestão.

Assim, a partir dos conteúdos anteriores, o próximo Capítulo abordará os conceitos básicos de gestão do tipo de indústria aqui analisado.

#### 4.7 SÍNTESE DAS PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO MODELO ANALÍTICO

A seguir, o *Quadro 14* apresenta uma síntese das principais conclusões e aspectos chaves do modelo analítico apresentado neste Capítulo.

#### *Quadro 14 - Síntese das Principais Conclusões do Modelo Analítico da Indústria de Propriedade Contínua.*

MODELO ANALÍTICO DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA - PRINCIPAIS CONCLUSÕES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos do modelo (fatores competitivos): continuidade operacional, redução de custos, maximização da receita, qualidade da produção, volume adequado de produção, atendimento de prazos, níveis aceitáveis de poluição.</li> <li>• Causas raízes (básicas) responsáveis por resultados indesejáveis (nos objetivos): concepção do processo, estratégia empresarial, estrutura organizacional, cultura organizacional, confiabilidade da instalação, planejamento e programação, função controle.</li> <li>• Causas raízes - vinculam-se aos diferentes estágios da produção.</li> <li>• Fatores críticos da indústria de propriedade - vinculados à atuação sobre as causas raízes.</li> <li>• Estrutura nas perdas da indústria de propriedade:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Descontinuidade de processamento - física e organizacional;</li> <li>– Performance - prevista e realizada.</li> </ul> </li> <li>• As perdas são anteriores e posteriores à produção propriamente dita.</li> <li>• As perdas vinculam-se aos diferentes estágios da produção: fatores estruturais, programação e execução.</li> <li>• As perdas amplificam-se nos diferentes estágios da produção.</li> <li>• Perdas típicas da indústria de propriedade: concepção inadequada, estoques (entrada e saída), sobredimensionamento, falta de sincronização, programação inadequada de produção, interrupção de produção, baixo rendimento, limitação de capacidade, qualidade não conforme.</li> <li>• Aspecto chave - a passagem do modelo analítico ao modelo de avaliação e gestão, encontra-se da dependência de um adequado sistema de informações.</li> </ul>

## 5. CONCEITOS BÁSICOS DO MODELO DE GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA

Este Capítulo abordará uma proposta para os conceitos básicos envolvidos na transformação do modelo analítico teórico em diretrizes e políticas básicas de um modelo de gestão, destinado ao gerenciamento dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua.

Assim, inicialmente é apresentado o objetivo da análise proposta. Após, são discutidos os aspectos básicos vinculados à gestão dos processos produtivos. A seguir, se faz a análise da estrutura dos sistemas de gestão da indústria de propriedade, buscando a identificação de seus componentes básicos e suas inter-relações. No tópico seguinte, se faz a abordagem de um dos elementos considerados fundamentais para os sistemas de gestão dos processos produtivos, que é constituído pelo sistema de informação. Por fim, é apresentada uma proposta de modelo de gestão para os processos produtivos da indústria de propriedade contínua visando a redução de suas perdas.

### 5.1 OBJETIVO DAS BASES CONCEITUAIS DO MODELO DE GESTÃO

Inicialmente, é conveniente que seja compreendida a finalidade do modelo analítico anteriormente formulado no Capítulo IV, qual seja a de servir como subsídio para a construção de um modelo de gestão dos processos da indústria de propriedade contínua.

Prosseguindo, as bases conceituais a serem aqui propostas visam o atingimento de uma compreensão clara dos alicerces sobre os quais se apóia a gestão deste tipo de indústria, envolvendo suas características e fatores críticos, na busca de uma sistemática de gerenciamento que possibilite a redução das perdas e desperdícios, e a melhoria dos seus resultados, levando à manutenção de sua competitividade.

## 5.2 ASPECTOS BÁSICOS VINCULADOS À GESTÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS

Algumas questões chaves devem necessariamente ser consideradas na abordagem das metodologias de gestão dos processos produtivos, e particularmente daquelas associadas à indústria de propriedade contínua.

Assim, um primeiro aspecto é o vinculado à percepção das mudanças verificadas no ambiente externo, vale dizer, no cenário intercapitalista mundial. Em outras palavras, trata-se da mudança de "paradigma". De acordo com a interpretação de BARKER (citado por HRONEC, 1994, p.49):

"Paradigma é um conjunto de regras e regulamentos (escritos ou não) que exerce duas funções: estabelece ou define fronteiras e diz como se comportar dentro das fronteiras, a fim de ser bem sucedido". Também, "Há grande diferença entre o paradigma tradicional de qualidade e o novo".

Considerando este posicionamento e as condicionantes aí referidas, constata-se que os instrumentos de gestão das empresas devem vencer os antigos paradigmas de gerenciamento, envolvendo objetivos, diretrizes, políticas e controles, no sentido de buscar atender de uma forma sistêmica as diversas dimensões competitivas emergentes, e não mais se restringir aos objetivos tradicionais, via de regra, representados pela ótica puramente financeira dos resultados.

Um outro aspecto vital é a clara diferenciação entre o objetivo (ou meta decorrente) da organização e os fatores condicionantes para seu atingimento. Tal interpretação é ilustrada por GOLDRATT (1992B, p.9) quando afirma que:

“A organização deverá lutar para atingir sua meta dentro dos limites impostos pelos grupos de poder, preenchendo seu propósito sem violar qualquer condição necessária imposta externamente”.

Em outras palavras, os fatores condicionantes referidos, apesar de limitarem as ações em nível de gestão, não podem, nem devem, desviar a atenção da organização de seus objetivos ou metas. A perda da clareza de objetivos impedirá a manutenção de uma condição competitiva.

Também um aspecto significativo é o da necessidade de compreender e aceitar o atendimento de expectativas mínimas de todos os segmentos afetados pelo empreendimento ou que tenham relação com o mesmo. Em um enfoque mais amplo, os segmentos afetados pelos processos produtivos podem ser divididos em dois níveis, o externo e o interno. Cada qual destes níveis, apresenta segmentos específicos envolvidos a saber:

### **5.2.1 Segmentos Afetados no Nível Externo**

- a) clientes externos - segmento que utiliza os produtos finais;
- b) circunvizinhança - segmento indiretamente afetado pela operacionalização do processo produtivo;
- c) governo e órgãos reguladores - segmento indiretamente envolvido, por questões legais e outras;
- d) fornecedores - segmento que fornece insumos para os processos produtivos.

### 5.2.2 Segmentos Afetados no Nível Interno

a) acionistas - segmento que fornece o capital e os meios físicos para a estruturação e operacionalização do processo produtivo;

b) corpo funcional - segmento que fornece o recurso humano para a operacionalização do processo.

Assim lembrando as principais características dos processos produtivos, mormente aqueles da indústria de propriedade, a consideração dos requisitos de todos os segmentos identificados constitui uma estratégia empresarial importante, no sentido de possibilitar o atingimento dos objetivos estabelecidos para os processos.

Por outro lado, em um enfoque mais restrito, de acordo com a abordagem proposta no presente trabalho, a melhoria do desempenho organizacional, através do "valor agregado de seus produtos e serviços", implica diretamente o atendimento das expectativas e requisitos de dois segmentos afetados específicos: os clientes externos consumidores dos produtos, e o corpo funcional que garantirá a operacionalização do processo. Envolvidos indiretamente na otimização dos resultados dos processos, dentro da lógica desenvolvida, encontram-se os acionistas e os fornecedores.

Praticamente decorrente do aspecto anterior, outro ponto significativo é o representado pela "coerência" entre os diversos instrumentos que compõem a gestão dos processos produtivos, no sentido de induzir claramente através da estrutura organizacional os objetivos buscados. Assim, planejamento, políticas, estratégias, controle e sistemas de medição e avaliação deverão apresentar coerência entre si, para garantir a clareza dos objetivos e das formas de tratamento das condicionantes envolvidas na busca dos resultados.

Por fim, um aspecto também fundamental é aquele que envolve a compreensão de que os resultados somente serão atingidos através de um conjunto de ações

concretas e simultâneas sobre as diversas relações internas de causa e efeito, que conduzem aos efeitos desejados ou resultados propostos. Através da visualização da árvore que representa estas referidas relações, constata-se que a atuação sobre relações isoladas conduzirá a melhorias parciais, vale dizer, com efeitos positivos sobre algumas dimensões, mas com repercussão nula, senão negativa, sobre as demais, podendo conduzir a um resultado global insatisfatório.

A partir destas constatações, poder-se-á explorar a estrutura dos modelos de gestão dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, o que será feito no tópico a seguir.

### 5.3 ANÁLISE DA ESTRUTURA DA GESTÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA

A partir da constatação da existência de estágios bem definidos nos processos da indústria de propriedade, conforme abordado no Capítulo IV anterior, ou seja, fatores estruturais, programação e execução da produção, a gestão destes processos produtivos deverá necessariamente considerar esta estruturação.

Assim, os fatores estruturais são constituídos pelos recursos disponíveis da organização ou empresa, bem como as condicionantes internas e externas de ordem legal, social, ambiental entre outras. Naturalmente, estes fatores limitam o uso posterior e possível destes recursos (envolvendo os de natureza física, monetária e humana), constituindo portanto o ponto de partida do modelo de gestão na busca da melhoria do desempenho dos processos. Em outras palavras, qualquer atividade posterior sobre os estágios de programação e execução será dependente da gestão em nível de fatores estruturais.

O estágio seguinte da produção, a etapa de programação, vincula-se ao planejamento do uso dos referidos recursos visando atender à produção programada. Este estágio envolve os planejamentos quantitativo e qualitativo da produção, e a

definição dos processos internos de trabalho que conduzirão aos resultados. Naturalmente, em termos de nível de gestão, esta etapa acha-se limitada pelos fatores estruturais acima referidos, e precede a execução propriamente dita, para a qual serve de balizadora permitindo a realização da função controle.

O estágio final da produção é constituído pela sua execução prática, envolvendo o uso dos recursos disponíveis da forma planejada. Aqui, a gestão se desenvolve em termos da função controle do processo produtivo, ou seja, seu desenvolvimento comparativamente ao programado a partir dos recursos disponibilizados, bem como as correções necessárias decorrentes.

A partir do exposto visualiza-se a relação direta dos diferentes estágios da produção com o encadeamento dos níveis de gestão empresarial. A *Figura 36* a seguir apresenta uma representação gráfica da relação enunciada.



*Figura 36 - Relação entre os Estágios da Produção e o Encadeamento dos Níveis da Gestão Empresarial.*

A visualização da *Figura 36* anterior, permite identificar claramente a repercussão global da gestão dos recursos sobre o desenvolvimento da produção, tendo a gestão dos processos de produção e a função controle dos processos, respectivamente, efeitos progressivamente menores sobre a produção. Sob esta ótica, alguns aspectos relevantes norteiam a gestão empresarial dos processos produtivos da indústria de propriedade, a saber:

– encadeamento da gestão - o encadeamento da gestão dos processos produtivos implica na compreensão clara das premissas sobre as quais se assenta cada estágio, premissas estas atingidas a partir da consecução dos resultados do estágio anterior. Assim, a função controle no estágio de execução da produção tem como premissa a definição de parâmetros, metas e resultados a serem atingidos através de formas de produção definidas no estágio de programação da produção. Por sua vez, a gestão dos processos de produção do estágio de programação tem como premissa o grau de disponibilidade e flexibilidade dos recursos físicos, monetários e humanos, envolvendo instalações, estrutura organizacional, insumos, condicionantes externos e outros, a serem definidos no estágio de fatores estruturais anterior. Por fim, a gestão dos recursos vinculada aos fatores estruturais encontra-se na dependência da definição do negócio e da estratégia empresarial. A não consideração deste encadeamento conduzirá a uma sistemática de gestão sem alicerces concretos para apoiá-la;

– coerência dos instrumentos - uma estratégia empresarial consistente na busca de objetivos concretos implicará na coerência dos instrumentos de cada estágio da gestão, não somente entre si, mas também com as metas da organização como um todo. Tal coerência é fundamental para que não se perca o foco dos objetivos globais, assim como para que os sucessivos estágios da gestão fortaleçam-se na busca dos resultados e sejam convergentes no seu atingimento;

– amplificação dos desvios - a gestão empresarial apresenta limitações externas e internas inerentes, quer no todo, quer em seus sucessivos estágios. Desta forma, a

não consideração destas limitações estágio a estágio, conduzirá a uma amplificação dos desvios em relação aos objetivos e metas estabelecidas. Dito em outras palavras, conforme já mencionado, há uma tendência inerente de amplificação das perdas e desperdícios devidos à gestão empresarial a medida que se desenvolve a produção;

- sincronização dos níveis de gestão - os três níveis de gestão empresarial evidenciados para os processos produtivos da indústria de propriedade, a saber, gestão dos recursos, gestão dos processos de produção e função controle dos processos, apresentam abrangências diferentes e focos ou níveis de especificidade também diversos. Assim, a sua sincronização ou, em outras palavras, o seu progressivo desdobramento cobrindo todos os enfoques da produção sem lacunas, está vinculada à existência de um adequado sistema de informação, constituído por dois laços básicos: a comunicação, com atuação descendente - da gestão dos recursos para a função controle, e o *feedback* ou realimentação, com atuação ascendente - da função controle para a gestão dos recursos.

Portanto, dentro desta estrutura proposta de gestão empresarial dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, um fator crítico no sentido de sua consistência como um todo é o representado pelo sistema de informação, aspecto que será abordado no tópico a seguir.

#### 5.4 UM FATOR CRÍTICO DA GESTÃO - O SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Os sistemas de informação constituem um fator crítico da gestão de qualquer sistema produtivo, incluídos aí os processos da indústria de propriedade. De acordo com PLOSSL (1993, p.47):

“Para que possa ser controlada de forma adequada, a produção deve ser encarada como um processo único que inclui o fluxo de materiais desde os fornecedores, via fábrica manufatureira, até seus consumidores, envolvendo ainda fluxos de informações, através de um sistema integrado de planejamento e controle, ligando todas as atividades”.

Portanto, para este autor a produção vincula-se basicamente a dois fluxos, o de materiais e o de informações.

No entanto, considerando que a gestão dos processos produtivos é bastante mais abrangente do que puramente o controle da produção, a interpretação emprestada aqui aos sistemas de informação é mais ampla, envolvendo basicamente a comunicação, o treinamento, as medidas de desempenho - elemento fundamental, e o *feedback* ou processo de realimentação. Tal interpretação baseia-se nas atividades desenvolvidas dentro de um processo de gestão empresarial, onde acham-se incluídas as funções de definição da missão do negócio, objetivos organizacionais, estratégias e políticas da empresa, fixação de metas, execução da produção, realização de controles e ações corretivas, visando o atingimento dos objetivos fixados.

Assim, o sistema de informação como proposto acima, destina-se a constituir um elemento fundamental no sentido da transformação das relações de causa e efeito existentes na visão atual para uma nova visão, contemplando os fatores críticos e as alterações necessárias apresentadas no modelo analítico do Capítulo IV. Reconhecidamente, qualquer processo de mudança organizacional é difícil, devido à insegurança criada, via de regra, pela falta de conhecimento dos objetivos, sua compreensão e aceitação. Desta forma, tanto a gestão da melhoria dos processos produtivos como também a gestão da mudança organizacional, dependerão de um sistema de informação para suportá-los.

As quatro funções envolvidas no sistema de informação proposto, devido à sua importância em termos de atuação nas causas raízes do modelo analítico dos processos da indústria de propriedade contínua, apresentado no Capítulo IV, serão abordadas individualmente a seguir.

### 5.4.1 Comunicação

A divulgação na organização da estratégia empresarial, incluindo-se aí os objetivos, as metas e as diretrizes, encontra-se na dependência de um eficiente sistema de comunicação. A comunicação propiciará a compreensão do corpo funcional quanto aos objetivos buscados, fornecendo elementos para uma maior participação e engajamento do mesmo. Apesar de constituir-se em um caminho de duas vias, a comunicação é, principalmente, um fluxo descendente entre os fatores estruturais e a execução da produção. Tal função do sistema de informação deverá ter também um caráter interativo, ou seja, tanto de divulgação dos objetivos como de captação das dificuldades de compreensão e das apreensões do corpo funcional, visando garantir a aceitação e credibilidade da sistemática. Desta forma, serão criadas condições para sua absorção pela cultura organizacional. Lembrando HRONEC (1994, p.73), "A comunicação é uma troca de idéias".

### 5.4.2 Treinamento

O treinamento constitui outro aspecto importante do sistema de informação. Apesar de muitas vezes encarado como uma função isolada, a vinculação e convergência entre o treinamento e as demais funções do sistema de informação é vital no sentido da compreensão dos objetivos da organização e das formas de sua operacionalização, buscando o atingimento de resultados concretos.

Por outro lado, o treinamento propicia em parte o engajamento e a participação das pessoas, pelo fornecimento de habilidades e conhecimento de que necessitam em um novo ambiente de trabalho. Também o treinamento deve incorporar, além do conhecimento específico, o conhecimento em habilidades gerenciais, que permita uma clara compreensão da inserção do segmento específico no contexto maior da organização, e as responsabilidades e o envolvimento daí decorrentes. Neste sentido, constitui um elemento vital na

transformação da visão vigente para a nova visão do processo produtivo em todos os estágios da produção.

### 5.4.3 Medidas de Desempenho

Esta função do sistema de informação, mereceria um capítulo a parte dentro deste trabalho, pela importância que representa dentro de um modelo de gestão. No entanto, dado esta análise não constituir um dos objetivos da presente dissertação, este tópico será abordado na medida de sua importância para a formulação dos conceitos básicos do modelo de gestão a ser proposto.

Assim, as medidas de desempenho constituem não somente um claro indicativo do direcionamento da organização no sentido do atingimento dos seus objetivos e dos resultados buscados, como também permitem identificar a convergência dos diversos estágios da produção com relação aos mesmos resultados. Corroborando este entendimento, HRONEC (1994, p.4) menciona que:

*“As medidas de desempenho devem induzir a estratégia em toda a organização, para que todas as pessoas da organização entendam o que ela é, e como seu trabalho e desempenho estão vinculados àquela estratégia geral”.*

A importância das medidas de desempenho como indutoras do comportamento do corpo funcional da organização é um fato reconhecido. GOLDRATT (1992B, p.23) adota este posicionamento, afirmando que “Diga-me como me mede, e lhe direi como me comportarei”. Também HRONEC (1993, p.9), concorda com esta posição, abordando que:

*“As pessoas comportam-se de acordo com o modo como são avaliadas, e as medidas de desempenho da empresa refletem suas verdadeiras metas versus suas metas da imagem”.*

Desta forma, nota-se que a medição de desempenho constitui um importante instrumento de gestão, talvez o mais eficaz de todos.

No que diz respeito ao conteúdo das medidas de desempenho, este deve focalizar os objetivos organizacionais, tanto em termos quantitativos como qualitativos. HRONEC (1993, p.14 e 176-178) propõe a divisão dos sistemas de medida de desempenho em dois tipos: do "output", vale dizer resultado, e dos "processos internos" de trabalho. Neste sentido, as primeiras medidas seriam utilizadas para relatar e monitorar os resultados e controlar o uso de recursos. As segundas, por sua vez, relatariam as atividades vinculadas aos resultados, motivando as pessoas a controlá-las.

Considerando-se agora o caso objeto da presente dissertação, os processos produtivos da indústria de propriedade contínua, e os estágios deste tipo de produção anteriormente identificados, o conteúdo das medidas de desempenho apresentam um enfoque próprio, particular.

Lembrando os objetivos propostos através dos resultados desejáveis (continuidade operacional, custo adequado, garantia de receita, qualidade conforme do produto, prazo de produção atendido, volume de produção atingido e parâmetros ambientais respeitados), as medidas dos resultados deverão contemplar os objetivos, constituindo, via de regra, avaliações quantitativas.

Lembrando agora as causas raízes do modelo analítico e suas vinculações com os diversos estágios produtivos, estas também deverão ser objeto de medidas de desempenho, porém através de avaliações progressivamente qualitativas.

Assim, as causas confiabilidade da instalação e estrutura organizacional, seriam objeto de medidas quantitativas, enquanto as causas cultura organizacional e concepção do processo apresentariam avaliações mais qualitativas. A interpretação acima, acha-se representada de forma gráfica na *Figura 37* abaixo.



**Figura 37 - Representação da Vinculação entre as Características do Sistema de Medida de Desempenho e sua Aplicação aos Estágios da Produção dos Processos Produtivos da Indústria de Propriedade.**

Dentro de um tal sistema de medidas de desempenho, os custos obviamente seriam avaliados, porém não constituiriam a essência do sistema de medição, por não permitirem uma representação clara da situação da organização como um todo frente aos diversos objetivos. Neste ponto, portanto, concorda-se com HRONEC (1993, p.120), quando afirma que:

“Os custos não ajudam a administração a focalizar o que é verdadeiramente importante para o cliente: qualidade, responsividade, flexibilidade de produção, confiabilidade e assim por diante”.

Por fim, nesta breve abordagem aqui realizada, um último ponto ainda merece referência. Este é o que diz respeito ao objeto específico das medições. Em outras palavras, não é possível, nem produtivo (provoca a perda de focalização), medir muitos aspectos de diversas variáveis. Assim, há necessidade de um processo de seleção, norteado pelos fatores críticos e causas raízes das relações internas de causa e efeito, para identificação das variáveis ou atributos objeto da medição.

#### 5.4.4 *Feedback* (Realimentação)

Dentro de um sistema de gestão dos processos produtivos, o *feedback* ocorrido a partir da medição de desempenho, constitui um instrumento também importante. A abordagem apresentada por HARRINGTON (1993, p.224-226) relativamente ao *feedback*, além de completa parece bastante apropriada aos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, incluindo principalmente:

a) aspectos qualitativos - utilização de dados significativos e precisos, com formatos compreensíveis, em prazos curtos e adequados, propiciando análises corretas;

b) aspectos de manutenção - tornar o *feedback*, tanto positivo como negativo, obrigatório, com encorajamento do processo de reclamações e indicação de responsáveis pelas providências.

Uma questão também relevante vinculada ao *feedback*, é a que diz respeito à extensão da realimentação. Em outras palavras, os processos de realimentação, via de regra, verificam-se entre os estágios da execução e da programação da produção, no sentido de uma revisão das metas de planejamento futuro a partir da comparação entre resultados alcançados e previstos no período anterior. Tal realimentação, no entanto, mostra-se insuficiente na medida em que as causas de metas não atingidas possam encontrar-se no estágio de fatores estruturais, o que implica que o *feedback* alcance a revisão da estratégia empresarial.

A *Figura 38* apresenta as funções e o fluxo lógico do sistema de informação proposto para a indústria de propriedade contínua.



*Figura 38 - Funções e Fluxo Lógico do Sistema de Informação da Indústria de Propriedade Contínua.*

A partir deste enfoque do sistema de informação, agregado às abordagens anteriores deste Capítulo envolvendo aspectos básicos e estrutura da gestão dos processos produtivos, e considerando o modelo analítico proposto no Capítulo IV anterior, atinge-se um estágio suficiente para propor as bases conceituais de um modelo de gestão para os processos produtivos da indústria de propriedade contínua, o que será feito no tópico a seguir.

## 5.5 PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO PARA A INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA

Para construção das bases conceituais do modelo de gestão dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua apresentadas adiante, foram considerados como necessárias e básicas as abordagens dos estágios da produção, dos principais instrumentos do sistema de gestão, dos pontos mais relevantes a serem focalizados, e dos objetivos internos a serem buscados através das ações de gestão, visando o atingimento dos resultados globais do processo produtivo como um todo.

À semelhança do que ocorreu com o modelo analítico deste tipo de indústria proposto no Capítulo IV, a lógica aqui utilizada é a da busca de eliminação de perdas e desperdícios existentes. Portanto, a convergência deste modelo de gestão com o analítico anterior, em termos de lógica geral, é bastante grande.

Deve ser lembrado, para melhor entendimento da proposição, que o objetivo proposto neste trabalho é o de buscar a análise dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua visando a melhoria de seus resultados, na forma que estes se apresentam hoje, ou seja, sem a discussão de novas formas produtivas em termos tecnológicos, ou a busca de novos nichos ou mesmo mercados consumidores através de alterações de estratégias e dos processos produtivos em si.

O modelo de gestão proposto permite visualizar algumas características significativas dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, que necessitam ser considerados para seu eficaz gerenciamento no sentido da redução de perdas e desperdícios existentes.

Dentre estas características pode-se mencionar a importância de consideração dos sucessivos níveis de gestão pela sua influência progressiva sobre as perdas, a importância do sistema de informação como um dos principais instrumentos de gestão, a necessidade de focalização da gestão sobre as causas raízes do modelo analítico e a busca dos objetivos internos vinculados aos fatores críticos deste tipo de processo produtivo.

A *Figura 39* a seguir, apresenta de forma gráfica as bases conceituais do modelo de gestão dos processos produtivos da indústria de propriedade que objetiva a melhoria dos resultados pela redução de perdas e desperdícios.

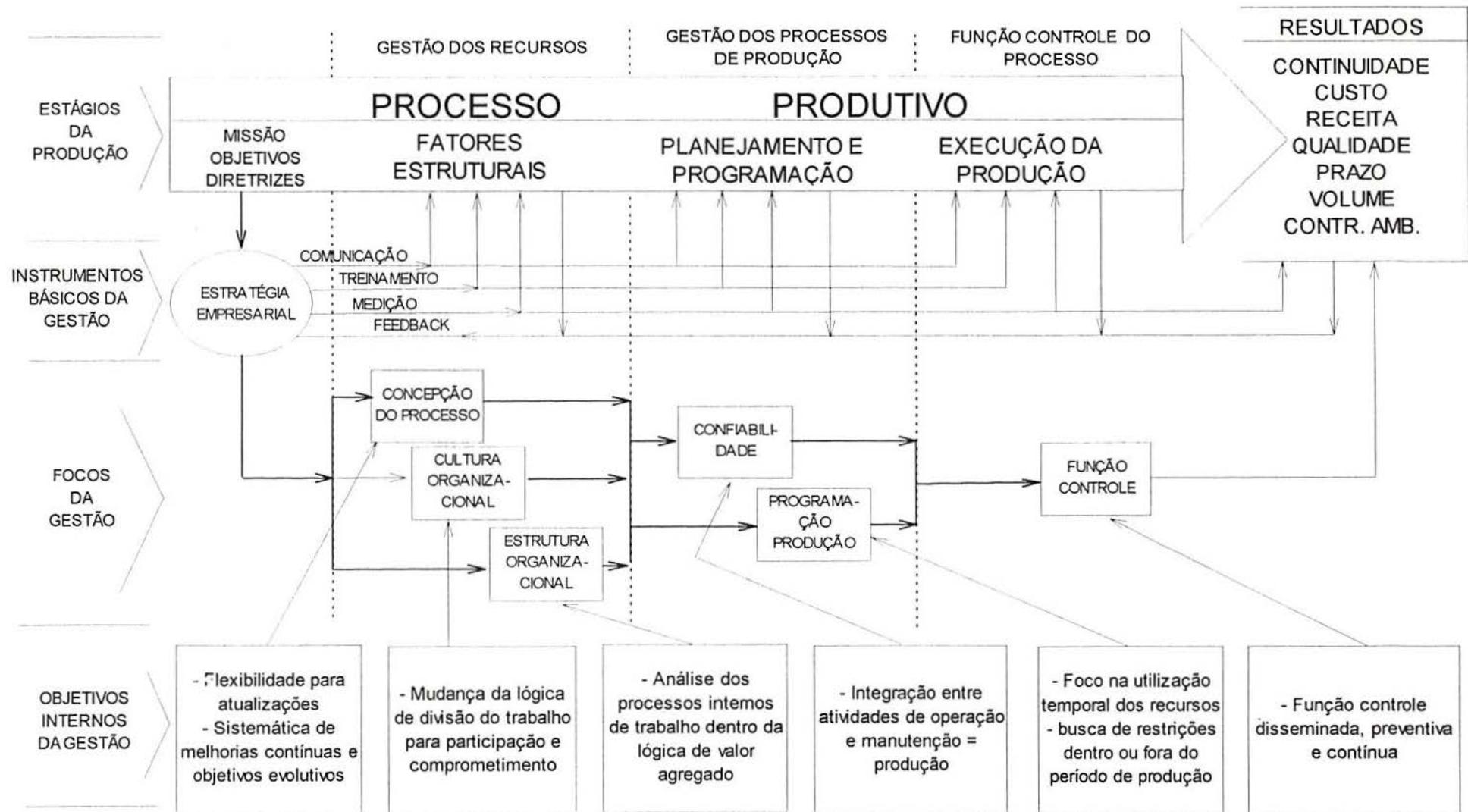


Figura 39 - Bases Conceituais da Proposta do Modelo de Gestão dos Processos da Indústria de Propriedade Contínua.

Voltando aos conceitos do modelo de gestão, as abordagens consideradas incluem:

a) Estágios da produção - a partir da definição inicial da missão e diretrizes do processo produtivo, que envolverá diretamente a identificação dos objetivos a serem buscados, o processo se desenvolverá através de seus fatores estruturais, planejamento e programação, e execução da produção até os resultados atingidos. Aquela definição inicial fornecerá as condicionantes necessárias ao estabelecimento da estratégia empresarial, primeiro instrumento do sistema de gestão do processo produtivo. Claramente, esta definição também fornecerá os subsídios para a focalização da gestão sobre os aspectos básicos e fundamentais, bem como indicará os objetivos internos a serem atingidos visando o atingimento dos objetivos propostos.

b) Instrumentos básicos de gestão - como visto anteriormente neste mesmo Capítulo, o sistema de informação constitui um dos principais instrumentos do sistema de gestão dos processos empresariais, entre eles os processos produtivos da indústria de propriedade contínua. Assim, a comunicação das estratégias e dos objetivos do processo deve abranger todos os estágios dos processos produtivos, claramente com enfoques diferenciados e característicos de cada estágio. Posteriormente, o treinamento, também aplicado a todos os estágios, garantirá o conhecimento e as habilidades necessárias ao engajamento do corpo funcional e de suas funções nos processos de produção orientados pelas estratégias da empresa.

O sistema de medidas de desempenho, por sua vez, conforme já abordado, será instrumento concreto que induzirá a participação fundamental ao atingimento dos resultados, e que permitirá a avaliação do nível de evolução obtido na busca dos resultados.

As medições, além de serem aplicadas aos estágios da produção deverão contemplar também os resultados externos e a percepção dos clientes do processo

produtivo, na busca da eficácia do empreendimento como um todo. Por fim, o *feedback* garantirá as correções de desvios e o realinhamento dos objetivos, conferindo a necessária credibilidade à gestão. Deve ser lembrado que o *feedback* não deve-se restringir à comparação entre resultados alcançados e metas previstas, alcançando até mesmo a revisão da estratégia empresarial.

c) Pontos a serem focalizados pela gestão - o entendimento aqui proposto é o de que o foco da gestão dos processos produtivos da indústria de propriedade deva se voltar principalmente para as causas raízes apresentadas no modelo analítico anterior, uma vez que estas causas mostraram-se fatores fundamentais para o atingimento dos objetivos expressos através dos resultados desejáveis. Assim, a focalização deverá ser dirigida para a concepção do processo, para a cultura organizacional, para a estrutura organizacional, para a confiabilidade da instalação, para a programação da produção e para a função controle, cada um destes fatores incluídos nos respectivos estágios do desenvolvimento do processo produtivo.

d) objetivos internos das ações da gestão - a partir da focalização da gestão nas causas raízes acima mencionadas, caberão ações sobre as mesmas destinadas a alterar as relações de causa e efeito hoje vigentes, na busca do atingimento dos resultados propostos. Tais ações, já abordadas no Capítulo IV na forma de fatores críticos da indústria de propriedade, serão fundamentais para o atingimento de objetivos intermediários, os quais permitirão ao alcance de novas relações de causa e efeito conduzindo à redução das perdas e desperdícios dos processos produtivos.

## 5.6 COMENTÁRIOS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DO MODELO DE GESTÃO APRESENTADO

Inicialmente convém observar que propor regras gerais de implementação de formas de gestão, constitui um aspecto delicado, senão mesmo temerário, dado o fato de não considerar-se aspectos particulares de cada situação. Assim, seguem-se

algumas considerações sobre a implementação do modelo de gestão proposto para a indústria de propriedade contínua, as quais devem ser interpretadas como sugestões.

A seguir, lembrando o grande número de variáveis envolvidas nos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, retratados através da Árvore de Causas e Efeitos Vigentes da *Figura 27* do Capítulo IV, e os diversos tipos de perdas existentes, constata-se a impossibilidade de uma aplicação direta de ações práticas. Isto posto, será necessária a adoção de um processo de “avaliação - ação - avaliação”, constituído dos passos propostos abaixo, no sentido de sua adequação às características de cada processo específico:

Desta forma:

- primeiro passo - construção de um sistema de indicadores para as formas de perdas identificadas e os resultados desejados (objetivos) do Modelo analítico;
- segundo passo - com o uso dos indicadores, avaliar a situação atual dos resultados e perdas do processo;
- terceiro passo - avaliar a situação dos fatores críticos (causas raízes do Modelo Analítico);
- quarto passo - implementar ações buscando os objetivos intermediários propostos no Modelo de Gestão;
- quinto passo - retornar ao segundo passo e reiniciar o ciclo.

Como pode ser observado, a implementação sugerida constitui uma sistemática de melhorias contínuas.

Por fim, deve ser lembrada a necessidade de focalização dos diversos estágios da produção e seu encadeamento, uma vez que os resultados possíveis de atingir em determinado estágio da produção, estão na dependência da condição do estágio anterior conforme já abordado.

## 5.7 SÍNTESE DAS PRINCIPAIS CONCLUSÕES DA PROPOSTA DO MODELO DE GESTÃO

O *Quadro 15* abaixo apresenta uma síntese das principais conclusões do modelo de gestão da indústria de propriedade contínua.

### *Quadro 15 - Síntese das Principais Conclusões da Proposta do Modelo de Gestão da Indústria de Propriedade Contínua.*

MODELO DE GESTÃO DA INDÚSTRIA DE PROPRIEDADE CONTÍNUA PRINCIPAIS CONCLUSÕES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A gestão empresarial dos processos produtivos da indústria de propriedade apresenta três níveis vinculados aos estágios da produção:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nível de gestão dos recursos - vinculado ao estágio dos fatores estruturais;</li> <li>– Nível de gestão dos processos de produção - vinculado ao estágio de programação da produção;</li> <li>– Nível da função controle dos processos - vinculado ao estágio de execução da produção.</li> </ul> </li> <li>• Pontos relevantes da gestão empresarial: encadeamento da gestão, coerência dos instrumentos, amplificação dos desvios e sincronização dos níveis de gestão.</li> <li>• Fator crítico da gestão empresarial: sistema de informação.</li> <li>• Funções do sistema de informação: comunicação, treinamento, medidas de desempenho e <b>feedback</b>.</li> <li>• Medidas de desempenho apresentam três focos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Medidas da gestão;</li> <li>– Medidas dos processos;</li> <li>– Medidas do "Output"</li> </ul> </li> <li>• Estrutura do Modelo de Gestão:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Estágios da produção;</li> <li>– Instrumentos básicos de gestão;</li> <li>– Pontos a serem focalizados pela gestão;</li> <li>– Objetivos internos da gestão.</li> </ul> </li> </ul>

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A presente dissertação abordou a problemática envolvida na caracterização dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, na compreensão de sua diferenciação em relação aos processos da indústria de forma, no entendimento das relações de causa e efeito que conduzem aos resultados da indústria de propriedade e, posteriormente, nas formas adequadas de sua gestão com vistas à redução de perdas e desperdícios. A partir desta abordagem realizada, apresenta-se a seguir as principais conclusões obtidas bem como as recomendações para trabalhos futuros sobre o tema.

### 6.1 CONCLUSÕES

Considerando a caracterização dos processos da indústria de propriedade contínua, podem ser visualizados alguns aspectos importantes para permitir a análise deste tipo de indústria, entre os quais têm-se:

- a característica básica do produto é determinada pelas suas propriedades para o uso;
- o volume e o tempo de atravessamento da produção independem do ritmo do trabalho humano direto empregado;
- o arranjo dos equipamentos de produção é feita por produto (devido ao processo de transformação que dá origem ao mesmo);

- o controle da produção é global e simultâneo sobre diversos parâmetros operacionais;
- a produção é projetada de forma sincronizada e balanceada;
- a produção não é diretamente proporcional ao tempo de operação devido à variação do rendimento do processo com o nível de utilização da capacidade;
- a produção é realizada pelos equipamentos, e controlada e supervisionada pelo homem;
- O início de produção apresenta um retardo (inércia) em relação à ativação dos recursos produtivos, dependente dos parâmetros de transformação.
- a produção constitui uma atividade única e contínua, e não um somatório de atividades individuais;

No que diz respeito à diferenciação entre as características dos processos da indústria de forma e de propriedade, boa parte dos pontos acima mencionados permitem evidenciar aspectos fundamentais que diferenciam estes tipos de indústrias, entre os quais pode-se mencionar:

- diferentemente da indústria de propriedade a característica básica dos produtos da indústria de forma é a sua forma (estética, aspecto, dimensões, inovação tecnológica e outros);
- na indústria de forma, geralmente o volume e o tempo de atravessamento da produção dependem do ritmo de trabalho humano direto empregado;

– normalmente na indústria de forma o controle da produção (função “inspeção”) é localizada e realizada por etapas nos produtos semi-acabados das sucessivas atividades produtivas ou ao seu final;

– na indústria de forma, via de regra, a produção é realizada por homem e máquina e controlada pelo homem;

– também nesta indústria, a produção é constituída por um conjunto de etapas individuais sucessivas e encadeadas, que muitas vezes conduzem à problemas de sincronização e balanceamento de capacidade em função da variedade de produtos produzidos;

– por fim, de uma forma geral, a ativação dos recursos produtivos coincide com o início efetivo de produção no respectivo recurso ou etapa.

A consideração destas características demonstra a impossibilidade, por razões técnicas e econômicas, de partidas e paradas sucessivas puxadas pela demanda, como preconizado pela filosofia *just-in-time*, nos processos produtivos da indústria de propriedade contínua. Em outras palavras, deve ser esclarecido que o princípio de racionalização de atividades e eliminação de perdas e desperdícios contido no modelo *just-in-time*, apresenta aplicabilidade na indústria de propriedade contínua, como, aliás, ficou demonstrado no presente trabalho. No entanto, a implantação prática do *just-in-time*, incluindo as diversas técnicas que compõem o mesmo, não apresenta aproveitamento no tipo de indústria estudado, uma vez que a indústria de propriedade apresenta características e perdas diferenciadas em relação à indústria de forma. Também, o foco dos programas de racionalização e eliminação de perdas e desperdícios, centrado na execução da produção ou “no chão-de-fábrica” no caso da indústria de forma, não constitui a ótica adequada no caso da indústria de propriedade contínua, onde o foco deve dirigir-se à etapa de planejamento da produção. Ainda dentro deste enfoque, é possível vislumbrar a tendência do modelo *just-in-time* de buscar equacionar questões existentes na indústria de forma, cujas

equivalentes já encontram solução intrínseca na indústria de propriedade na fase de sua concepção.

Por outro lado, lembrando o fato de que os processos da indústria de propriedade de produção contínua não constituem uma seqüência de operações individuais e independentes cujo somatório conduz ao resultado final, mas sim uma operação contínua e integrada, constata-se a inadequação do uso de técnicas de análise que identifiquem perdas localizadas vinculadas a causas específicas e individuais. De forma semelhante, a lógica de segmentação do processo em etapas menores conforme proposto por alguns autores abordados como SHINGO e HARRINGTON, torna-se de difícil aplicação prática, pela impossibilidade de medições sobre parcelas do processo total.

Neste sentido, a lógica de identificação de perdas e desperdícios considerada mais adequada a este tipo de indústria, é a de estruturação de uma “árvore” de relações de causa e efeito, que permita uma visualização clara dos fatores que afetam os resultados finais. Em outras palavras, esta lógica possibilita a interpretação das diferentes relações que conduzem às perdas e das ações simultâneas necessárias à sua correção. Por tal razão, esta metodologia é a base do “Modelo Analítico” de análise dos processos produtivos da indústria de propriedade proposto na presente dissertação.

Observando-se agora as diferentes técnicas de análise dos processos produtivos da indústria de forma estudadas, verifica-se que as mesmas oferecem contribuições parciais e aplicabilidades também parciais à indústria de propriedade contínua. Assim, a lógica de “Capacidade e Nível de Atividade” proposta por OSÓRIO permite a identificação da importância dos fatores anteriores (estruturais) e posteriores à produção, envolvendo ociosidade, mas pouco contribui para elucidar suas causas e formas de solução. A “Manutenção Produtiva Total - MPT” contribui com a análise da vinculação entre os equipamentos de produção e os diferentes resultados do processo produtivo, aspecto fundamental na indústria de propriedade, porém em um

enfoque operacional, ou seja, ligado diretamente ao estágio de execução da produção, não abordando a etapa de seu planejamento. O planejamento proposto pela MPT, retringe-se à ótica da manutenção, ou seja, à ótica das máquinas.

O “Mecanismo da Função Produção - MFP”, apresentado por SHINGO, oferece subsídios em termos de identificação do “objeto” (fluxo principal) e do “sujeito” (atividades auxiliares) de produção, aspecto importante na indústria de propriedade, além de contribuir, por analogia, para a lógica de interpretação das perdas típicas destes processos. No entanto, sua proposta de segmentação do processo para fins de análise, possui difícil aplicação prática no caso da indústria de propriedade.

A sistemática de “Aperfeiçoamento dos Processos Empresariais - APE”, proposta por HARRINGTON, oferece subsídios em termos de avaliação do valor agregado das diferentes atividades desenvolvidas para apoiar o processo produtivo propriamente dito. No entanto, apresenta dificuldades de aplicação prática na produção propriamente dita, de forma semelhante ao caso anterior, pela impossibilidade de segmentação dos processos produtivos da indústria de propriedade.

Por fim, a “Teoria das Restrições - TOC”, definida por GOLDRATT, contribui para a análise de restrições externas à produção, mas não em seu interior, já que estes processos são normalmente sincronizados e balanceados em termos de capacidade. Porém, o “Processo de Raciocínio das Teorias das Restrições” constituiu a principal base para a construção do “Modelo Analítico” aqui proposto.

A análise anterior, de uma forma geral, permite vislumbrar alguns aspectos importantes. Primeiramente, algumas das metodologias abordadas apresentam uma base conceitual geral (ou teoria geral) em tese aplicável ou extensível a processos produtivos de características diversas. Entre estas, incluem-se os conceitos incluídos no “Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições” de GOLDRATT, na “Avaliação do Valor Agregado” proposto por HARRINGTON, na “Divisão do Trabalho em Suas

Formas” sugerido por OHNO e na “Identificação do Objeto e do Sujeito da Produção” apresentado por SHINGO. Por outro lado, o desenvolvimento de técnicas e procedimentos específicos a partir destes conceitos visando sua aplicação prática (a qual é basicamente voltada à indústria de forma), torna-os progressivamente restritos, vale dizer, pouco aplicáveis a processos produtivos de características diversas daquelas abordadas.

Neste sentido, a generalização dos seus conceitos e teorias iniciais é grandemente dependente do escopo básico que originou seu desenvolvimento.

Por sua vez, o “Modelo Analítico” desenvolvido enfocou os principais efeitos indesejáveis da indústria de propriedade contínua, entendidos como custo elevado, interrupção de produção, perda de receita, volume de produção insuficiente, prazo de produção não atendido, qualidade não conforme e poluição ambiental fora dos padrões.

Através do método proposto foram identificadas como causas básicas ou raízes de tais efeitos indesejáveis, a estratégia empresarial, envolvendo a estrutura e a cultura organizacionais, a concepção do processo produtivo, a confiabilidade da instalação, o planejamento e a programação da produção e a função controle do processo.

Na seqüência, a partir da árvore de relações de causa e efeito construída, tornou-se possível a identificação das perdas e desperdícios internos típicos dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua. Estas perdas típicas, situadas entre as causas raízes e os efeitos finais indesejáveis, são constituídas por:

– concepção inadequada, estoques e sobredimensionamento - vinculadas ao estágio dos fatores estruturais da produção;

- falta de sincronização e planejamento inadequado - vinculadas ao estágio de programação de produção;

- interrupções de produção, baixo rendimento, limitação de capacidade e qualidade não conforme - vinculadas ao estágio de execução de produção;

A partir desta avaliação, verificou-se também que tais perdas podem ser progressivamente amplificadas através dos estágios sucessivos do processo produtivo, partindo dos fatores estruturais, passando pela programação da produção e atingindo a execução da produção.

Por outro lado, a intrincada árvore de relações de causa e efeito dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, e a dificuldade de sua segmentação, implica na condução de diversas ações simultâneas sobre as causas básicas ou raízes visando a minimização e/ou eliminação de perdas neste tipo de processo produtivo. Estas ações, constituídas por alterações a serem implantadas na condição vigente das causas básicas do modelo analítico, são representadas por:

- ações sobre a concepção do processo - flexibilidade para atualizações tecnológicas e sistemática de melhorias contínuas e objetivos evolutivos;

- ações sobre a cultura organizacional - mudança da lógica de divisão do trabalho para participação e comprometimento;

- ações sobre a estrutura organizacional - análise dos processos internos de trabalho dentro da lógica de valor agregado;

- ações sobre a confiabilidade da instalação - integração entre as atividades de projeto, operação e manutenção;

- ações sobre a programação da produção - foco na utilização temporal dos recursos e busca das restrições dentro ou fora do período de produção propriamente dito;

- ações sobre a função controle - controle disseminado, preventivo e contínuo.

Esta abordagem conduziu ao estabelecimento dos conceitos básicos da proposta do “Modelo de Gestão” dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, voltado à minimização e eliminação das perdas e desperdícios. Este modelo de gestão, apresenta-se embasado em três aspectos fundamentais, a saber:

- os focos da gestão - representados pelas causas básicas e raízes do modelo analítico;

- os objetivos internos da gestão - representados pelas ações identificadas acima;

- os instrumentos da gestão - representados pelo sistema de informação, incluindo a comunicação, o treinamento, a medição de desempenho (aspecto fundamental) e o *feedback* ou realimentação.

Neste contexto, a medição de desempenho voltada aos resultados e as perdas típicas constitui um instrumento básico para o desenvolvimento efetivo da gestão dos processos produtivos da indústria de propriedade.

Relativamente à implementação do modelo de gestão proposto para os processos da indústria de propriedade contínua, deverão ser levadas em conta as particularidades dos mesmos bem como sua situação atual em termos de gestão, no sentido da efetiva utilização do modelo. Neste sentido, deverão ser inicialmente definidos os indicadores de desempenho dos resultados globais e perdas típicas, os

quais serão na seqüência avaliados juntamente com os fatores críticos (situações vigentes das causas raízes) dos processos. A partir deste ponto, poderão ser propostas e conduzidas ações sobre os focos do modelo de gestão visando o atingimento dos objetivos intermediários (nova visão das causas raízes), cujos resultados práticos deverão ser reavaliados em termos dos indicadores propostos, numa lógica de “melhorias contínuas”.

Pelo exposto, estima-se que os modelos analítico e de gestão desenvolvidos nesta dissertação apresentem-se mais adequados à análise dos processos produtivos da indústria de propriedade contínua, do que a simples adaptação das metodologias hoje difundidas e voltadas basicamente à indústria de forma.

Uma última consideração merece ser feita. A partir de todos os aspectos abordados no presente trabalho, uma constatação parece clara:

“As características intrínsecas dos processos produtivos determinam as melhores formas de gestão dos mesmos”.

## 6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendações para trabalhos futuros, tem-se a sugerir:

- que seja buscada a validação da metodologia proposta, para a indústria de propriedade de produção contínua, através de sua apresentação, discussão e eventual aplicação teórico-prática em indústrias deste tipo de processo produtivo;

- que seja desenvolvido em maior grau o modelo de gestão, neste trabalho abordado somente em nível de conceitos básicos visando a proposição de uma sistemática de gerenciamento global deste tipo de indústria;

– que seja desenvolvido um conjunto de indicadores de desempenho, que permita a aplicação prática da metodologia proposta, através da vinculação do modelo analítico aos resultados concretos atingidos;

– que seja desenvolvida a análise da aplicabilidade da metodologia proposta para os processos produtivos da indústria de propriedade por bateladas, buscando eventualmente sua generalização para a indústria de propriedade como um todo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **A Lógica das perdas nos processos produtivos: uma revisão crítica (versão preliminar)**. Porto Alegre : UFRGS, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1993A.
2. ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **O mecanismo da função de produção: a análise dos sistemas produtivos do ponto-de-vista de uma rede de processos e operações**. Porto Alegre : UFRGS, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1993B.
3. ANTUNES JÚNIOR, José Antônio Valle ; KLIEMANN NETO, Francisco José ; FENSTERSEIFER, Jaime Evaldo. Considerações críticas sobre a evolução das filosofias de Administração da Produção: do "just-in-case" ao "just-in-time". **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.29, n.3, pg.49-64, jul/set 1989.
4. CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Rio de Janeiro : Fundação Christiano Ottoni : Bloch, 1992. 220p.
5. COMBUSTION ENGINEERING. **Combustion fossil power systems**. 3.ed. Windsor : Joseph G. Singer, 1981.
6. FRIEDLANDER, G. D. Twenty-second steam station cost survey. **Electrical World**, New York : Generation, pg. 69-84, Nov. 1981.
7. GARVIN, David A. Competing on the eight dimensions of quality. **Harvard Business Review**, Boston, p.101-109, Nov./Dec., 1987.
8. GOLDRATT, Eliyahu M. ; FOX, Robert E. **A Corrida (pela vantagem competitiva)**. 2. Ed. São Paulo IMAM, 1991. 177p.
9. GOLDRATT, Eliyahu M. ; COX, Jeff. **A Meta**. São Paulo : IMAM, 1992A.

10. GOLDRATT, Eliyahu M. **A Síndrome do palheiro - garimpando informações num oceano de dados.** ed. rev. São Paulo : IMAM, 1992B.
11. HAMMER, Michael ; CHAMPY, James. **Reengenharia.** 21. Ed. Rio de Janeiro : Campus, 1994. 189p.
12. HARRINGTON, H. James. **Aperfeiçoando processos empresariais.** São Paulo : Makron Books do Brasil, 1993.
13. HRONEC, Steven M. **Sinais vitais.** São Paulo : Makron Books do Brasil, 1994.
14. JOHNSON, H. Thomas ; KAPLAN, Robert. **Contabilidade gerencial.** Rio de Janeiro : Campus, 1993. 239p.
15. KLIEMANN NETO, Francisco José. **Custos industriais.** Porto Alegre : UFRGS, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1990. Apostila da Disciplina de Custos Industriais.
16. MACKNESS, John Robert ; RODRIGUES, Luís Henrique. **A review of the theory of constraints as a thinking process.** Lancaster : Lancaster University, 1993.
17. NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.** São Paulo : IM & C, 1989.
18. OHNO, Taiichi. **Toyota Production System.** Cambridge : Productivity Press, 1988.
19. OSÓRIO, Oscar M. **La capacidad de produccion y los costos.** Buenos Aires : Ediciones Macchi, 1986.
20. OSTRENGA, Michael R. et al. **Guia da Ernst & Young para gestão total dos custos.** Rio de Janeiro : Record, 1993.
21. PLOSSL, George W. **Administração da produção.** São Paulo : Makron Books do Brasil, 1993.

22. RODRIGUES, Luís Henrique. **Apresentação e análise crítica da Tecnologia da Produção Otimizada (Optimized Production Technology - OPT) e da Teoria das Restrições (Theory of Constraints - TOC)**. Porto Alegre : UFRGS, Faculdade de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, 1991.
23. SALERNO, Mário Sergio. Automação e processos de trabalho na indústria de transformação. In: ENCONTRO DA ANPOCS-GT Processo de Trabalho e Reivindicações Sociais, 11., 1987, Águas de São Pedro. **Anais do XI Encontro Anual**, Águas de São Pedro, ANPOCS, 1987.
24. SCHONBERGER, Richard J. **Construindo uma corrente de clientes**. São Paulo : Pioneira, 1992. 336p.
25. SHINGO, Shigeo. **Study of Toyota Production System from industrial view point**. Tokyo : Japan Management Association, 1981.
26. SHINGO, Shigeo. **The sayings of Shigeo Shingo**. Cambridge : Productivity Press, 1987.
27. SHINGO, Shigeo. **Non-stock production: the Shingo system for continuous improvement**. Cambridge : Productivity Press, 1988.
28. TAKAHASHI, Yoshikazu ; OSADA, Takashi. **TPM/MPT - manutenção produtiva total**. São Paulo : IMAM, 1993.
29. TAKASAN, Kosei. TPM - confiabilidade e otimização de equipamentos industriais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE TPM - Total Productive Maintenance, 14.,1992, São Paulo. **Anais do XIV Seminário Internacional de TPM**. São Paulo : IM & C Internacional Sistemas Educativos, 1992. 81p.